



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

Resumen ejecutivo

Esta Tesis Doctoral presenta una propuesta integrada, compuesta por una arquitectura, una metodología y una plataforma tecnológica, cuya finalidad es facilitar la **Ingeniería y Operación de Redes Colaborativas (RC o Collaborative Networks)**, en el ámbito de los *Virtual Organization Breeding Environments (VBE)* y las Entidades de Servicios (**ES**), ambos considerados facilitadores de dicho proceso.

De todos los posibles aspectos a tener en cuenta en el proceso de Ingeniería de las RC, la propuesta se centra en analizar el rol de la **Interoperabilidad Empresarial** como principio de diseño de la solución planteada y la adopción de sus fundamentos como aspecto básico de su implementación tecnológica.

Para materializar la parte operativa de la RC, que necesita herramientas de *software*, la solución diseñada se apoya en una línea de trabajo muy actual en el ámbito de la **Ingeniería del Software: las Arquitecturas Orientadas a Servicios como patrón de diseño e implementación de sistemas distribuidos** como los que se requieren en la coordinación de los aspectos operativos de una RC.

En consecuencia, teniendo en cuenta los ámbitos abordados – Redes Colaborativas, Interoperabilidad e Ingeniería de Software – se considera que las aportaciones de la Tesis se podrían dividir en dos grandes grupos.

El primero de ellos recoge las aportaciones conceptuales y metodológicas – fundamentadas en los capítulos 2 al 6 – que están detalladas en los capítulos 7 y 8. Allí, el lector encontrará la descripción de la arquitectura y de la metodología que permiten una gestión integrada de VBE, RC y ES.

En los capítulos 9 y 10 se encuentra el segundo grupo de aportaciones esta vez más ligadas al ámbito tecnológico, con la descripción de la plataforma implementada y las validaciones realizadas en las distintas herramientas recogidas en el Plan de Validación propuesto.

Finalmente, el documento de Tesis se cierra con el capítulo de conclusiones y líneas futuras de trabajo, en los que se pone de manifiesto el potencial investigador y de transferencia que esta propuesta posee.

Resum

Aquesta Tesi Doctoral presenta una proposta integrada, composta per una arquitectura, una metodologia i una plataforma tecnològica, la finalitat de la qual és facilitar l'Enginyeria i Operació de Xarxes Col·laboratives (RC o Collaborative Networks), en l'àmbit dels Virtual Organization Breeding Environments (VBE) i les Entitats de Serveis (ÉS), tots dos considerats facilitadores d'aquest procés.

De tots els possibles aspectes a tenir en compte en el procés d'Enginyeria de les RC, la proposta se centra en analitzar el rol de la Interoperabilitat Empresarial com a principi de disseny de la solució plantejada i l'adopció dels seus fonaments com a aspecte bàsic de la seua implementació tecnològica.

Per a materialitzar la part operativa de la RC, que necessita eines de programari, la solució dissenyada es recolza en una línia de treball molt actual en l'àmbit de l'Enginyeria del Programari: **les Arquitectures Orientades a Serveis com a patró de disseny i implementació de sistemes distribuïts** com els requerits en la coordinació dels aspectes operatius d'una RC.

En conseqüència, tenint en compte els àmbits abordats – Xarxes Col·laboratives, Interoperabilitat i Enginyeria de Programari – es considera que les aportacions de la Tesi es podrien dividir en dos grans grups.

El primer d'ells arreplega les aportacions conceptuals i metodològiques – fonamentades en els capítols 2 al 6 – que estan detallades en els capítols 7 i 8. On el lector trobarà la descripció de l'arquitectura i de la metodologia que permeten una gestió integrada de VBE, RC i ÉS.

En els capítols 9 i 10 es troba el segon grup d'aportacions aquesta vegada més lligades a l'àmbit tecnològic, amb la descripció de la plataforma implementada i les validacions realitzades en les diferents eines arreplegades en el Pla de Validació proposat.

Finalment, el document de Tesi es tanca amb el capítol de conclusions i línies futures de treball, en els quals es posa de manifest el potencial investigador i de transferència que aquesta proposta posseeix.

Executive summary

This doctoral research work introduces an integrated approach, consisting of architecture, a methodology and a technological platform, which aims at supporting the Engineering and Operation of Collaborative Networks (CN) in the context of both Virtual Organization Breeding Environment (VBE) and Service Entities (SE), considered as main enablers of that process.

When engineering Collaborative Networks, many perspectives may be considered, among others: partners' selection strategies, trustworthiness development, negotiation approaches, operations' planning, value systems or service level agreements.

Focusing on the operation phase of a CN, in this Thesis the role of Enterprise Interoperability as design principle of distributed systems and its adoption as implementation strategy will play a preponderant role, by guiding all the solution space development, either at architectural as methodological support.

Complementarily, since the proposed solution also will require proper software implementations, this work takes advantage of the Service Oriented Architectures approach, which is used as design pattern and technical support during the implementation of the distributed information systems as Collaborative Networks will require in supporting their actual operations.

Consequently, considering all the topics being described – Collaborative Networks, Enterprise Interoperability and Service Oriented Software Engineering – the main contributions of this Thesis can be arranged in two main groups.

First group comprises all the conceptual and methodological contributions – introduced in chapters 2 to 5 – and detailed in chapters 6 to 8. There, readers will find the architecture and the methodology which provide an integrated approach for managing VBE, CN and SE.

The second group of contributions are related to technical issues and they include both the platform implementation and the validation plan described in chapters 9 and 10, respectively.

Finally, this document finishes with a statement of main conclusions and the expected future research actions gathered from it.

All together, they prove evidence about this Thesis and its potential applicability both in industry and academia.

Capítulo 1

Descripción de la investigación

Tabla de Contenidos

Capítulo 1 Descripción de la investigación	21
<hr/>	
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

Lista de Figuras

Figura 1-1: Los VBE como facilitadores del Ciclo de Vida de las RC.	29
Figura 1-2: Sistemas de información para la gestión de VBE y RC.	30
Figura 1-3: Visión esquemática del ámbito y aportaciones de esta Tesis Doctoral	36
Figura 1-4: Proceso de construcción y validación de la propuesta	38

1.1. Introducción

En este capítulo inicial se presentan los elementos centrales de la propuesta de esta Tesis Doctoral, proveyendo el contexto científico y el marco conceptual en el que se sustenta.

Para ello se presenta el tipo de cuestiones de investigación a las que se intenta dar respuesta con esta Tesis; se definen tanto el objetivo principal como los secundarios en los que éste ha sido desglosado; se detalla la estructura de esta memoria de Tesis y, finalmente, se ha presentado el proceso que ha dado lugar a la propuesta y validación de esta Tesis.

El capítulo concluye con una síntesis de las aportaciones más relevantes que se realizan en esta Tesis Doctoral.

1.2. Motivación y objetivos

1.2.1. Evolución del doctorando hacia la conceptualización del problema a resolver

El desarrollo de esta Tesis Doctoral ha sido un proceso largo, que se ha visto influenciado por distintos acontecimientos a lo largo de la vida académica, profesional y personal del doctorando.

Por este motivo, antes de comenzar a detallar los distintos aspectos que en ella se abordan, se considera conveniente situar el escenario en el que este trabajo ha sido realizado, con el fin de aportar elementos adicionales, a fin de que el lector pueda comprender fielmente determinados aspectos que aquí se introducen.

En primer lugar, destacar el hecho de que el doctorando posee la titulación de Ingeniero en Informática. Durante muchos años ha ejercido los distintos roles que el proceso de desarrollo e implantación de software conllevan y es conocedor de la utilidad que las herramientas informáticas pueden aportar a una organización.

Posteriormente, tanto con su incorporación al doctorado “Modelos Avanzados para la Dirección de Operaciones y Gestión de la Cadena de Suministros” como con su vinculación al Centro de Investigación en Gestión e Ingeniería de la Producción – en el que ha participado en

distintos proyectos y actividades de transferencia – ha adquirido una perspectiva complementaria a la visión exclusivamente tecnológica ya aportada por su formación académica.

En consecuencia, se podría decir que el trabajo desarrollado en esta Tesis Doctoral es el fruto de una combinación de perspectivas, que se funden en una única propuesta que aporta no sólo una visión arquitectónica, o conceptual, como respuesta ante una necesidad de negocio sino que va un paso más allá, concretando la culminación de ese esfuerzo de conceptualización y abstracción con la implementación de una plataforma tecnológica que permite validar la propuesta aquí detallada.

1.2.2. Contexto científico de esta Tesis Doctoral

Los efectos que la red Internet tiene en la forma en que las organizaciones se relacionan, se asocian y desarrollan sus actividades, entre ellas, con el cliente final y con las Administraciones, son cada vez más notables.

Desde hace varios años se ha acuñado el término *ebusiness* o *negocios electrónicos* (Hagel III and Singer, 1999; Kalakota and Robinson, 2000) para hacer referencia a una digitalización progresiva de los procesos empresariales, inicialmente no críticos, pero que avanza cada vez más hacia los procesos que realmente aportan valor.

La apertura a ese nuevo entorno digital abrió la puerta a un nuevo tipo de organizaciones denominadas *virtuales* (Camarinha-Matos and Afsarmanesh, 1998; Browne and Zhang, 1999; Camarinha-Matos, 2004) por constituirse a partir de la agregación de capacidades que organizaciones, físicas y tangibles, estaban dispuestas a combinar para la conformación de un conjunto de procesos que buscaban aportar valor a un conjunto de productos definidos previamente.

Al desarrollarse el concepto de una organización que podía adherir, y posteriormente dejar de pertenecer, a una de estas organizaciones virtuales, se pone en evidencia que una misma organización puede estar vinculada, simultáneamente, a distintas redes o tejidos empresariales, en los que desarrolla su actividad económica. De este modo, las redes empresariales que fueron convenientemente identificadas y caracterizadas en la literatura científica (Williamson, 1975; Thorelli, 1986; Malone et al., 1987; Powell, 1990) surgen con

nueva fuerza a partir de las posibilidades que ofrecen las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs), fundamentalmente ligadas a la red Internet.

De este modo, las redes empresariales colaborativas basadas en redes digitales se han convertido en un tema de gran interés para la comunidad científica, en la que algunos autores incluso proponen, e impulsan, una nueva disciplina científica específica para la Gestión de Redes Colaborativas (Camarinha-Matos and Afsarmanesh, 2005).

La comunidad científica que promueve activamente la investigación en el ámbito de las RC está conformada por más de 500 investigadores reconocidos a nivel mundial. Desde su trabajo, abordan la problemática de la Gestión de RC desde múltiples perspectivas interdisciplinarias.

Los avances de estos trabajos de investigación se consolidan y presentan en la conferencia internacional PRO-VE, que anualmente presenta los resultados más relevantes en sus *proceedings* y revistas de distinto ámbito especializado.

De lo expuesto, se infiere que la investigación en el ámbito de RC es un espacio consolidado, en crecimiento y con potenciales espacios que cubrir.

1.2.3. Conceptos previos

Antes de comenzar el desarrollo de este documento de Tesis Doctoral, se ha considerado conveniente describir, de modo introductorio, los tres ámbitos principales sobre los que se sustenta su desarrollo, aun cuando éstos serán descritos con detalle posteriormente. Estos ámbitos son:

Virtual organizations Breedeing Environments (VBE), que han sido definidos como:

“..universos controlados de organizaciones, e instituciones de soporte, que manifiestan su predisposición a colaborar en futuras acciones conjuntas que se configuren rápidamente”. (Camarinha-Matos and Afsarmanesh, 2003).

Redes Colaborativas (RC) o Collaborative Networks (CN), definidas como:

“Una red colaborativa se compone de un conjunto de entidades autónomas, dispersas geográficamente y heterogéneas en términos de: entorno, cultura, capital social y objetivos. Colaboran para alcanzar metas comunes y su interacción se soporta en redes de ordenadores.” (Camarinha-Matos y Afsarmanesh, 2005)

Entidades de Servicios (ES), definidas como:

“...componentes reutilizables que engloban un conjunto finito de servicios electrónicos que, por su funcionalidad y comportamiento, están unívocamente asociados a un tipo de entidad conceptual del dominio de un problema. Adicionalmente, su definición también proveerá un conjunto de atributos que permitan distinguir inequívocamente dos entidades del mismo tipo”. (Franco et al., 2009)

De modo que el enfoque de esta propuesta se centrará en mostrar cómo, a partir de ellos, es posible plantear una arquitectura, una metodología y una plataforma tecnológica que permitan su gestión integrada para facilitar la Ingeniería y Operación de RC Dinámicas.

1.2.4. Identificación del problema a resolver

Los trabajos desarrollados en el ámbito de la Gestión de RC, y condensados en las actas de la conferencia indicada y artículos de relevancia, refieren la existencia de dos entornos íntimamente relacionados que necesariamente deben coexistir para una gestión eficiente y eficaz de RC en entornos digitales.

Por una parte, el cuerpo de conocimiento ya consolidado en el área, establece que el Ciclo de Vida de las RC se desarrolla en el marco de un segundo ciclo cuya finalidad es convertirse en un facilitador de dicho proceso.

De este modo, se ha identificado la existencia de un espacio contenedor de distintas manifestaciones de RC y que ha sido denominado Virtual Organization Breeding Environment (VBE).

La Figura 1-1 representa una visión esquemática acerca de cómo ha sido descrita esta relación entre VBE y RC.

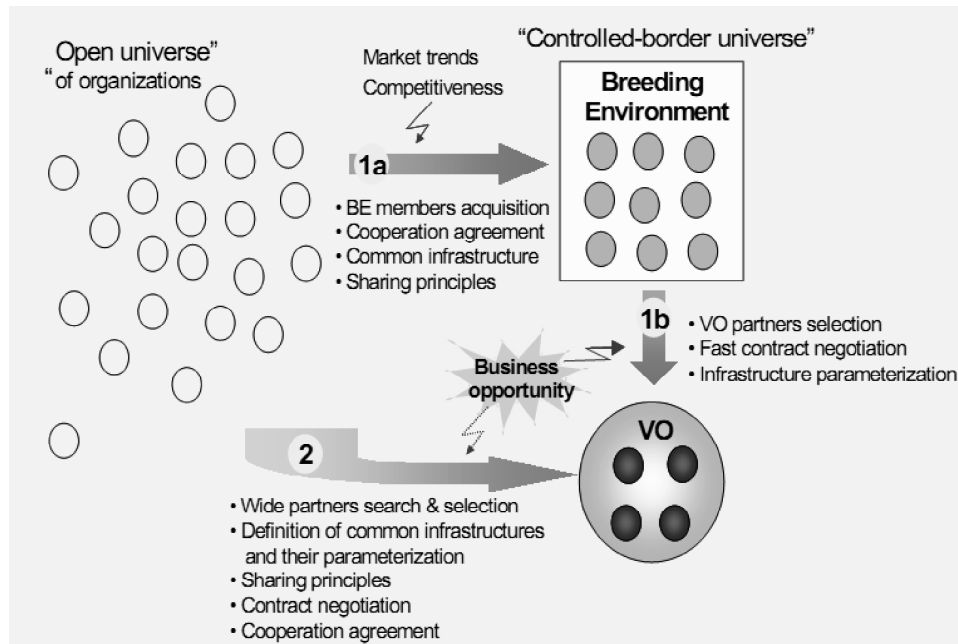


Figura 1-1: Los VBE como facilitadores del Ciclo de Vida de las RC.

Fuente: (Ecolead, 2005)

En la figura se ha representado cómo la existencia de VBEs puede facilitar y agilizar el proceso de puesta en marcha de una organización virtual o, también, de una red colaborativa.

En consecuencia, la conveniencia de contar con un VBE como entorno facilitador de la puesta en marcha de RC representa, a los fines de esta Tesis, un principio fundamental que, como se ha expuesto, está completamente alineado con el cuerpo de conocimiento de la comunidad científica ya descrita.

Adicionalmente, el análisis de las aportaciones realizadas por distintos autores en este ámbito, permiten distinguir dos grandes corrientes de investigación:

- Una que reúne aportaciones ligadas al ciclo de vida de una **RC** y que se relacionan con su puesta en marcha, operación y disolución, y
- Una línea que aporta trabajos ligados al ciclo de vida de los **VBEs**.

Ambas líneas han sido extensa y detalladamente abordadas en el reciente proyecto de investigación financiado por la Comisión Europea denominado ECOLEAD (2004), generando un cuerpo de conocimiento muy amplio, tanto en el ámbito de VBEs como de RC.

Específicamente, desde el punto de vista de apoyo a la gestión operativa de ambos entornos, en la literatura se identifican dos tipos de sistemas de información que permiten dar soporte a los ciclos de vida de cada una de las entidades mencionadas:

- Sistema para apoyar la Gestión de un VBE
- Sistema para apoyar la gestión de Redes Colaborativas

Si bien ambos tipos de sistemas son descritos convenientemente desde el punto de vista funcional, la coexistencia o integración entre ellos sólo se plantea a partir de un intercambio de datos que pueda facilitar su comunicación (ver Figura 1-2).

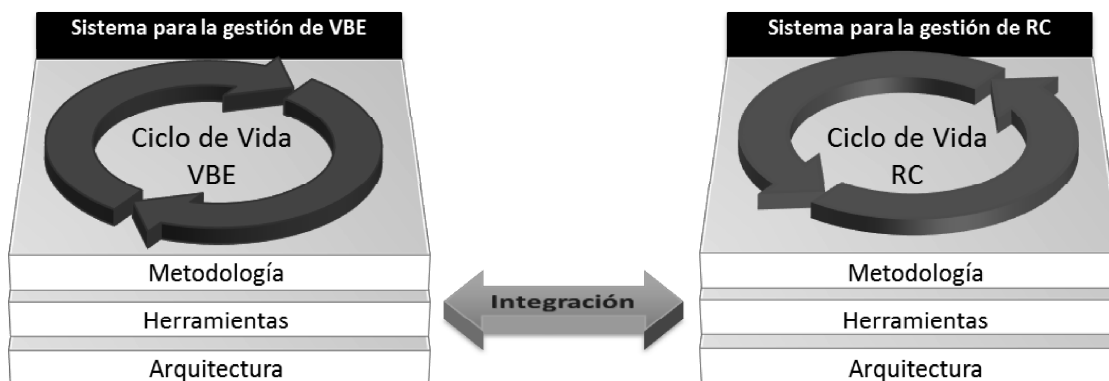


Figura 1-2: Sistemas de información para la gestión de VBE y RC.

En la figura anterior se representa cómo cada uno de los sistemas descritos posee su propia arquitectura, funcionalidad (herramientas) y metodología para facilitar el ciclo de vida tanto de los VBE como de las RC.

Si bien esta aproximación puede ser de utilidad en determinadas circunstancias, se perciben algunos inconvenientes derivados de este modelo:

- Ambos sistemas no disponen de elementos constructivos comunes que garanticen la homogeneidad en los conceptos que ambos incorporan. Este hecho causa que aumente el esfuerzo invertido en sincronizar los repositorios de datos y modelos que ambos gestionan. De este modo, es previsible que las barreras de interoperabilidad sean mayores en este caso.

- La ausencia de esta integración ocasiona que los nodos (organizaciones) también deban adaptar sus mecanismos de respuesta, tanto de negocio como tecnológicos, para poder interactuar con cada RC a la que están vinculados.
- Esta aproximación impide que dos RC puedan interactuar fácilmente a nivel operativo y que los gestores carezcan de mecanismos adecuados para facilitar la interoperabilidad entre ellas, bien a nivel de procesos de negocio, de servicios o de datos.
- La ausencia de procedimientos comunes que regulen las interacciones que se dan entre el gestor de un VBE y el de una RC puede, por ejemplo, impedir el adecuado seguimiento de los procesos en marcha (solicitudes de alta de nuevo nodo, procesos en ejecución, etc.).

Por ello, entendiendo que dicha integración es fundamental, en esta Tesis se aborda un enfoque que se sustenta en tres pilares:

- La posibilidad de que **ambos sistemas compartan un conjunto de principios arquitectónicos y bloques constructivos** (*building blocks*) que garanticen la integridad semántica y sintáctica de las entidades, la información y la funcionalidad que entre ellos comparten.
- A partir de esos elementos arquitectónicos, se diseñe **un sistema de información integrado que de soporte a las necesidades de gestión de un VBE y de las distintas RC que dependen de él y,**
- Se provea un **enfoque metodológico** que facilite la integración de la gestión de los ciclos de vida, tanto de un VBE, de una RC y de los procesos que existen entre los responsables de gestionar cada uno de esos espacios.

En las distintas aportaciones que se han obtenido en la literatura – como se analizará en el estado del arte de esta Tesis – se reconoce la interdependencia entre ellos, aunque difícilmente se encuentran elementos que permitan obtener una solución integrada como la que aquí se plantea.

En consecuencia, a partir de este marco general, que considera que un VBE pueda dar lugar a múltiples RC, **en esta Tesis Doctoral se pretende dar respuesta a las siguientes cuestiones de investigación:**

Perspectiva Arquitectónica y de Ingeniería Empresarial

- Teniendo en cuenta que un VBE es un facilitador que apoya el CdV de distintas RC, desde una perspectiva de Ingeniería Empresarial, ¿qué elementos (*building blocks*), definidos en el ámbito del VBE, pueden ser utilizados en la construcción de cada instancia de una RC?
- ¿Qué nivel de generalización o especificidad tendrían que tener dichos elementos para ser independientes de un VBE o una RC concreta?
- Dado que se ha enunciado que existe, ¿cómo se concreta la interrelación de los Ciclos de Vida de un VBE y una RC?
- ¿Cómo permitir que los VBE sean realmente espacios abiertos en el que organizaciones o individuos puedan entrar o abandonar libremente?
- ¿Cómo conseguir homogeneizar la heterogeneidad entre los nodos que potencialmente pueden adherir a un VBE?
- ¿Qué mecanismos deberían ofrecerse para que un nodo ofrezca el mismo conjunto de capacidades a las distintas RC en las que podría estar participando?
- ¿Cómo permitir que un nodo pueda estar vinculado a múltiples redes, de forma simultánea?
- Desde una perspectiva arquitectónica ¿cómo es posible concretar esta visión integrada para la gestión de VBE, RC y ES?
- ¿Cómo disminuir la brecha existente entre la ingeniería y la operación de todos estos elementos, de forma integrada y en una infraestructura tecnológica común?

Perspectiva Tecnológica y de Sistemas de Información

- ¿Cómo permitir que una misma capacidad sea implementada de forma distinta por dos nodos similares, registrados en un VBE?
- ¿Cómo permitir que un nodo sea capaz de recibir y atender requerimientos provenientes de distintas RC?
- ¿Cómo permitir que las capacidades de los nodos se integren en los procesos de negocio y que éste sea un mecanismo independiente de la RC a la que éste está ligado?
- ¿Cómo homogeneizar los flujos de información que circulan por distintas RC?
- ¿Cómo homogeneizar procesos de negocio de distintas RC?
- ¿Es posible diseñar un sistema que gestione, al mismo tiempo, distintos VBE?

- En el hipotético caso de que un único SI pudiese alojar múltiples VBEs, ¿qué beneficios reportaría este modelo?
- ¿Cómo permitir que una misma capacidad sea provista de forma manual por un nodo y de forma automatizada por otro?
- ¿Cuál es el papel de las arquitecturas orientadas a servicios en el escenario tecnológico planteado?

Perspectiva Metodológica

- ¿Cómo garantizar que un nodo sea unívocamente distinguido en el ámbito de un VBE y, en consecuencia, de cada RC?
- ¿Cómo permitir que un nodo permanezca visible en un VBE aun cuando no esté vinculado a ninguna RC?
- ¿Qué mecanismos se deberían ofrecer para mejorar la visibilidad de un nodo en todas las RC que están vinculadas a un mismo VBE?
- ¿Cuál es el rol de la interoperabilidad en todas estas cuestiones?

Finalmente, destacar que existen dos aspectos a los que se presta especial relevancia en el ámbito de esta Tesis y que están presentes a lo largo de todo su desarrollo:

- **Principios de Ingeniería e Integración Empresarial:** en el desarrollo de esta Tesis Doctoral, el descubrimiento y la aplicación de principios y elementos conceptuales provenientes del ámbito de la Ingeniería e Integración empresarial ha sido determinante, guiando la búsqueda de una solución que fuese capaz de responder a los problemas aquí planteados, tanto desde el ámbito de la ingeniería de la solución como desde un soporte efectivo a las operaciones.
- **Interoperabilidad Empresarial:** el segundo elemento que ha guiado el desarrollo de esta Tesis es el conjunto de principios y prácticas ligadas a la Interoperabilidad Empresarial. Desde el inicio del desarrollo de esta Tesis, la disminución de las barreras de interoperabilidad, a los distintos niveles que se presentan (negocio, procesos, servicios, datos o comunicaciones) ha sido una preocupación constante para crear la solución integrada, tanto a nivel arquitectónico, metodológico o tecnológico.

Atendiendo a lo expuesto hasta este momento, en el siguiente apartado se define el objetivo principal de esta investigación y, para facilitar el análisis del grado de cumplimiento alcanzado, éste es desglosado en un conjunto de objetivos parciales relacionados.

1.2.5. Objetivos de la Tesis Doctoral

Tomando como punto de partida el problema que se ha detallado en los apartados anteriores, se enuncia que el objetivo general de esta Tesis es:

OBJETIVO GENERAL

Proponer un enfoque integrado basado, en el enfoque MAT, que facilite la rápida puesta en marcha de redes colaborativas, su ingeniería y operación, en el contexto de un VBE.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Se identifican como objetivos específicos:

- Desde una perspectiva arquitectónica, basada en la Ingeniería e Integración Empresarial, identificar los bloques constructivos que sustentarán la integración de los sistemas de gestión de RC y VBE a nivel operativo.
- Proponer una arquitectura tecnológica que utilice dichos bloques constructivos para la gestión de RC en el ámbito de un VBE
- Proponer una metodología que facilite dicha gestión, haciendo uso de las herramientas tecnológicas propuestas.
- Adoptar los principios de la Interoperabilidad Empresarial como parte del diseño propuesto, de modo que las barreras de interoperabilidad sean menores y, en la medida de lo posible, se logre una interoperabilidad transparente (o *seamless interoperability*).
- Validar la propuesta en al menos dos escenarios distintos.

1.3. Enfoque para la resolución del problema

En la Figura 1-3 se presenta una visión global acerca de cómo se estructura la solución al problema planteado.

En dicho esquema se ha intentado representar las distintas dimensiones generales que aborda el enfoque utilizado.

En primer lugar, se han representado dos elementos centrales de esta propuesta y que corresponden con los Ciclos de Vida tanto de los VBE como de las RC y, al situarlos en el mismo plano, se ha pone de manifiesto la necesidad de alinearlos, tanto a nivel de Ingeniería como de Operación.

Ambos ciclos se han representado con colores distintos a nivel de Ingeniería y en un color unificado en la fase de Operación, atendiendo a que la propuesta pretende obtener una plataforma tecnológica integrada para ambos.

En el esquema también aparecen los tres elementos centrales de esta aportación, nuevamente abarcando ambos ciclos de vida, para representar que tanto la Arquitectura, las Herramientas y la Metodología propuesta intentan dar una cobertura a ambos, fundamentalmente para alcanzar niveles operativos aceptables, con un esfuerzo relativamente bajo y que se convierta en una solución interoperable.

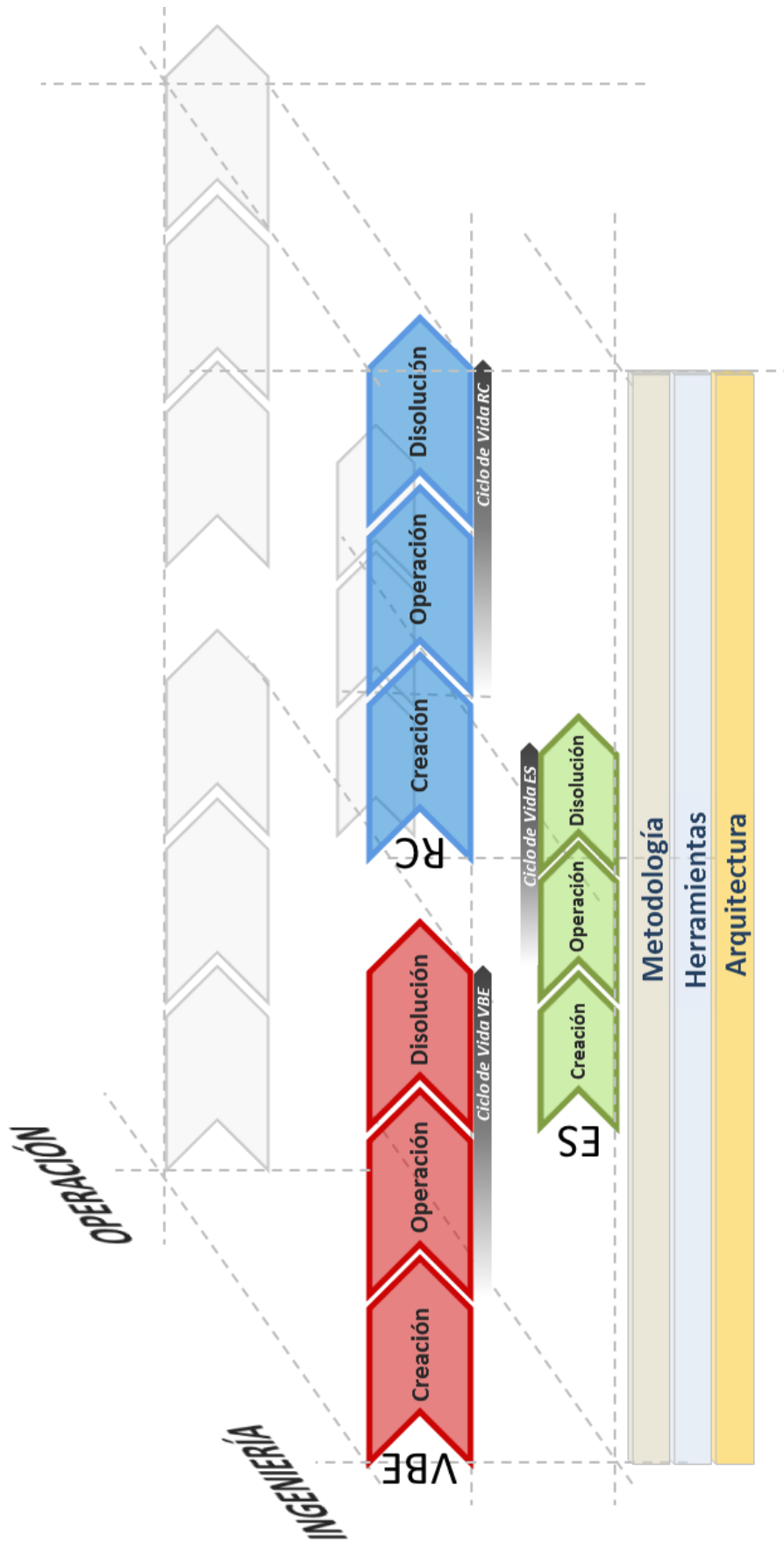


Figura 1-3: Visión esquemática del ámbito y aportaciones de esta Tesis Doctoral

1.4. Estructura del documento de Tesis

A continuación se explica la estructura del documento de Tesis y el proceso de construcción de la propuesta.

El documento de la Tesis se ha estructurado en los siguientes bloques:

Bloque	Denominación	Capítulos
1	Introducción	Capítulo 1: Introducción
2	Estado del Arte	Capítulo 2: Gestión de Redes Colaborativas Capítulo 3: Interoperabilidad en RC Dinámicas y el rol de los VBE Capítulo 4: Ingeniería y Operación de RC en el contexto de un VBE Capítulo 5: Orientación a servicios en RC Dinámicas
3	Propuesta	Capítulo 6: Entidades de Servicios Capítulo 7: Arquitectura para para la gestión integrada de VBE, RC y ES Capítulo 8: Metodología para la gestión integrada de VBE, RC y ES Capítulo 9: Diseño e Implementación de una Plataforma Tecnológica
4	Validación	Capítulo 10: Validación de la propuesta
5	Conclusiones y líneas futuras	Capítulo 11: Conclusiones y líneas futuras de investigación

Cada capítulo desarrolla extensamente la temática propuesta y a lo largo de su recorrido, se identifican distintos elementos que ayudarán en la construcción de la propuesta final

1.5. Proceso de construcción de la solución propuesta

El proceso de construcción y validación de la propuesta que se ha seguido en el desarrollo de esta Tesis Doctoral se ha esquematizado en la Figura 1-4.

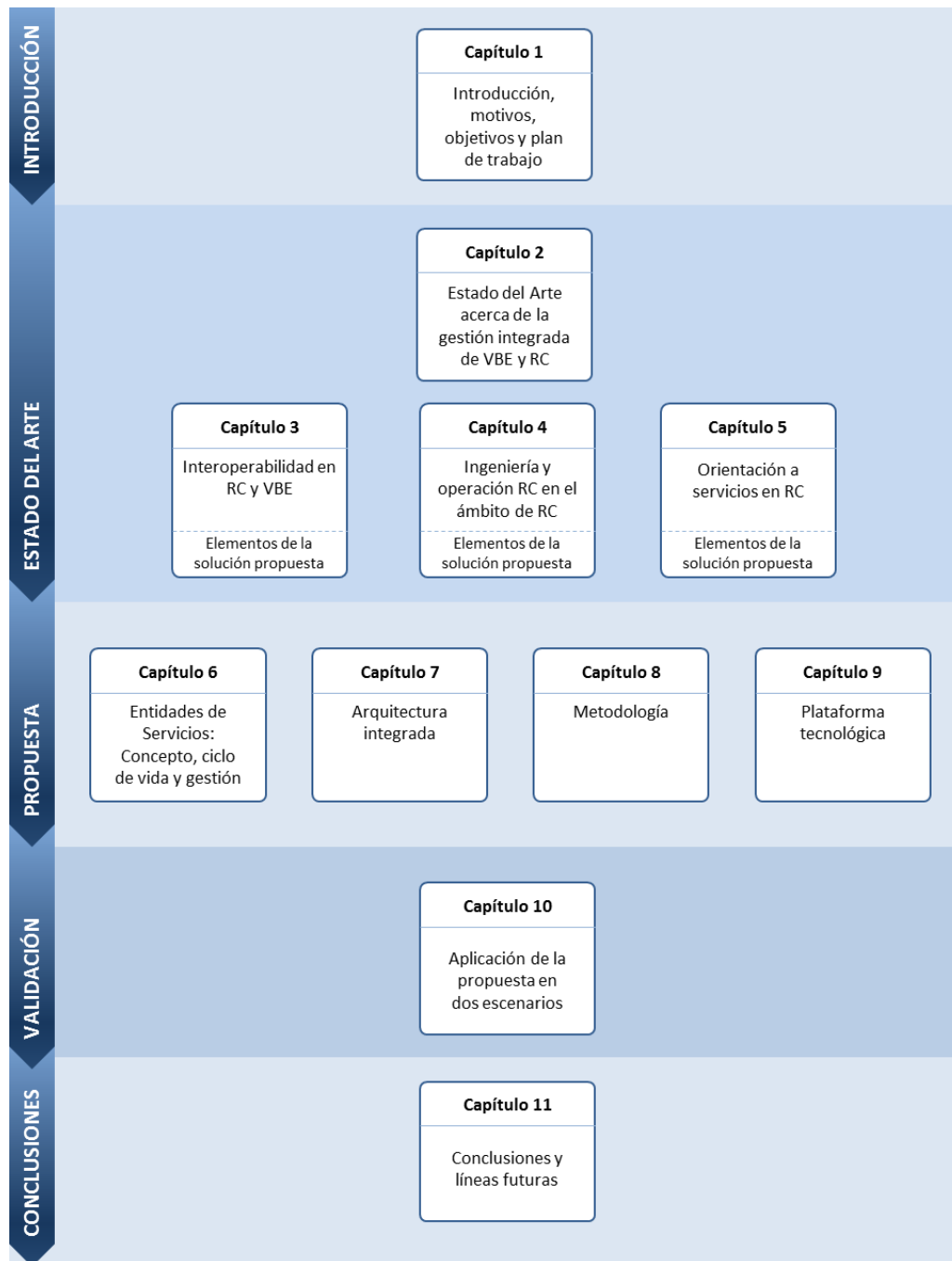


Figura 1-4: Proceso de construcción y validación de la propuesta

El trabajo se ha dividido en tres grandes fases: el análisis e interpretación de distintos elementos que actualmente están disponibles en el Estado del Arte, el proceso que ha guiado la construcción de la propuesta y la validación de la misma en dos casos concretos.

En este punto, es necesario mencionar explícitamente que cada capítulo en el que se analiza el estado del arte referente a alguno de los ámbitos abordados en esta Tesis concluye con la identificación de elementos que, posteriormente, serán consolidados en la propuesta.

Esta estrategia tiene como finalidad introducir gradualmente el planteamiento conceptual y práctico de los distintos ámbitos que se abordan en esta Tesis, buscando facilitar la comprensión y el análisis de los lectores de este documento.

1.6. Conclusiones

A lo largo de este capítulo se han descrito los elementos centrales de la propuesta de esta Tesis Doctoral, se ha identificado el tipo de cuestiones de investigación a las que se intenta dar respuesta con ella, se han definido tanto el objetivo principal como los secundarios en los que éste ha sido desglosado, se ha detallado la estructura de esta memoria y, finalmente, se ha presentado el proceso que ha dado lugar a la propuesta y validación de esta Tesis.

1.7. Referencias

- Browne, J., Zhang, J., 1999. Extended and virtual enterprises-similarities and differences. *International Journal of Agile Management Systems* 1, 30–36.
- Camarinha-Matos, L., Afsarmanesh, H., 1998. Virtual Enterprises: Life cycle supporting tools and technologies. *Handbook of Life Cycle Engineering: Concepts, models and technologies*. Kluwer Academic Publishers 535–571.
- Camarinha-Matos, L., Afsarmanesh, H., 2005. Collaborative networks: a new scientific discipline. *Journal of Intelligent Manufacturing* 16, 439–452.
- Camarinha-Matos, L.M. (Ed.), 2004. *Virtual Enterprises and Collaborative Networks*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Camarinha-Matos, L.M., Afsarmanesh, H., 2003. Elements of a base VE infrastructure. *Comput. Ind.* 51, 139–163.
- Ecolead, 2004. www.ecolead.org. European Commission.
- Ecolead, 2005. D21.1 Characterization of Key Components, Features and Operating Principles of the Virtual Breeding Environments.
- Franco, R., Ortiz Bas, Á., Lario Esteban, F., 2009. Modeling extended manufacturing processes with service-oriented entities. *Service Business* 3, 31–50.
- Hagel III, J., Singer, M., 1999. Unbundling the corporation. *Harvard Business Review* 77, 133–141, 188.
- Kalakota, R., Robinson, M., 2000. *e-Business 2.0: Roadmap for Success (2nd Edition)*, 2nd ed. Addison-Wesley Professional.
- Malone, T.W., Yates, J., Benjamin, R.I., 1987. Electronic markets and electronic hierarchies. *Commun. ACM* 30, 484–497.
- Powell, W.W., 1990. Neither Market nor Hierarchy: Network Forms of Organizations, in: *Research in Organizational Behavior*. JAI Press, p. 304.
- Thorelli, H.B., 1986. Networks: Between markets and hierarchies. *Strategic Management Journal* 7, 37–51.
- Williamson, O.E., 1975. *Markets and Hierarchies : Analysis and Antitrust Implications*. Free Press.

Capítulo 2

Gestión de Redes Colaborativas

Tabla de Contenidos

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 las 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

Índice de figuras

Figura 2-1: Formas de analizar las relaciones colaborativas.....	57
Figura 2-2: Topologías de RC. Provan, Fish y Sydow (2007)	63
Figura 2-3: Formas de Gobierno de una RC. Fuente: Elaborado a partir de Provan y Kenis (2007)	65
Figura 2-4: La gestión de RC como ciclo de control a los procesos operativos.....	77
Figura 2-5: La gestión de RC como ciclo de control a los procesos operativos.....	78
Figura 2-6: Ciclo de Vida de una RC	79
Figura 2-7: Decisiones a tomar en el CdV de una RC	80
Figura 2-8: CdV detallado de una RC (Fuente: Camarinha-Matos, 2005)	82
Figura 2-9: Roles y ámbito de una RC	85
Figura 2-10: Proyectos europeos en el ámbito de la Creación y Gestión de Organizaciones Virtuales (Fuente: (Camarinha-Matos, 2005)	86
Figura 2-11: Interconexión entre dos organizaciones. Fuente: adaptado de (Bernus et al., 1997).....	89
Figura 2-12: Diseño de los sistemas de Gestión y de Operaciones en una RC. Fuente: elaboración propia a partir de Bernus et. al. (1997)	92

Índice de tablas

Tabla 2-1: El camino de la cooperación a la colaboración (Fuente: adaptado de Winer y Ray, 1994)	51
Tabla 2-2: Características distintivas de los Mercados, Jerarquías y las Redes.....	54
Tabla 2-3: Aportaciones previas acerca del concepto de RC	60
Tabla 2-4: Principales aspectos estructurales de las RC.....	71
Tabla 2-5: Variables de la Planificación de la actividad conjunta en redes interorganizativas.	72
Tabla 2-6: Variables de la Coordinación de la actividad conjunta en redes colaborativas.	72
Tabla 2-7: Principales características de las redes colaborativas.....	75
Tabla 2-8: La gestión de una RC. Fuente: Adaptado de (Ecolead, 2005)	77
Tabla 2-9: Principales actividades de las fases del CdV de una RC. Fuente: Elaborado a partir de Ecolead (2005) y Spinosa et al. (1998).....	83
Tabla 2-10: Roles en el ámbito de una RC. Fuente: Ecolead (2005).....	84
Tabla 2-11: Aspectos dinámicos en el Ciclo de Vida de las Organizaciones Virtuales. Fuente: Elaboración propia	89

2.1. La importancia de la colaboración entre organizaciones

Desde los ámbitos académicos y entornos empresariales se insta a las empresas a mantenerse competitivas, fortalecer sus capacidades básicas distintivas, especializarse, entrar en nuevos mercados, ser flexibles, reactivas, ágiles y un sinnúmero de adjetivos que en el fondo sólo intentan representar las exigencias de un entorno cada vez más dinámico y turbulento. Esa creciente presión obliga a los directivos a idear nuevas estrategias que permitan satisfacer esos requerimientos al tiempo que se sigue el camino de la innovación constante.

Años atrás, Porter presentaba los modelos de Cadena y Sistema de Valor (Porter, 1985) como una forma de estructurar las actividades internas de una organización, en el primer caso, y analizar cómo éstas se interconectan con las de otras organizaciones, en el segundo.

En sus términos más generales, tales conceptos sugieren que el valor (**global**) que el cliente percibe está conformado por el sumatorio de distintas aportaciones de valor (**parciales**) que el producto o servicio recibe desde el momento en que es ideado hasta que está a disposición del cliente para su consumo.

Según esta aproximación, las empresas desarrollan sus actividades con la misión de incrementar la percepción de valor del cliente. En ese proceso, algunas actividades adquieren una relevancia especial y consecuencia de ello se denominan *primarias* (generalmente ligadas a la consecución del producto o servicio y la aportación primaria de valor) y otras se denominan de *soporte* y contribuyen a que las primeras se desarrollen del modo adecuado.

Sumado a ello, al introducir el concepto de **Sistema de Valor**, Porter también puso de manifiesto que de un modo u otro, esa aportación de valor no sólo está condicionada por el desempeño interno de las actividades primarias y de soporte de la propia empresa sino que existe una interrelación fuerte con el entorno y que, en consecuencia, la eficiencia operativa también provendrá de la adecuada gestión de las relaciones con el entorno.

Este análisis nos acerca a la noción de que cuando las organizaciones desean alcanzar la máxima eficiencia operativa posible para el desarrollo de sus procesos de negocio, el despliegue de una estrategia adecuada que permita perfeccionar su interacción con el entorno se convierte en un mecanismo básico de supervivencia para los entornos turbulentos y cambiantes que guían los negocios actualmente.

Como consecuencia de ello es posible concluir que, a lo largo de su ciclo de vida, cada organización establece un conjunto de **vínculos formales o informales** con otras organizaciones que la apoyan en su proceso de creación de valor.

Las **relaciones** que entre ellas se establezcan tendrán como objetivo principal conseguir complementar sus capacidades y recursos para alcanzar los objetivos de negocio planteados.

En este escenario, surgen cuestiones ligadas a la naturaleza **colaborativa** de esas relaciones: ¿Qué motivos pueden llevar a una empresa a colaborar? Para ellas, ¿es realmente conveniente colaborar? ¿Qué se puede ganar y qué se puede perder al colaborar?

Para intentar encontrar respuesta a estos interrogantes, el fenómeno de la **colaboración** se ha analizado desde distintas perspectivas: la **Teoría de la Dependencia de los Recursos** (Dussauge y Garrette, 1999; Pfeffer y Salancik, 1978), en la que la colaboración se concibe como un intento de las empresas para adaptarse al medio con el fin de aprovisionarse de los recursos necesarios al tiempo que mantienen relaciones aceptables de interdependencia; la **Teoría del Coste de las Transacciones** (Williamson, 1985), dado que según esta teoría, las jerarquías y los mercados son estructuras de gobierno alternativas que difieren en sus costes de transacción y desde este punto de vista, la colaboración en redes colaborativas puede ser considerada como formas **híbridas** para organizar la actividad económica; la **Teoría de Juegos** (Myerson, 1997; Grandori and Soda, 1995; Axelrod, 1985) en la que se considera que el proceso de colaboración tiene lugar cuando la evaluación de utilidad de la interacción grupal es mayor que la suma de las interacciones individuales; la **Teoría de la Complejidad** (Bar-yam, 2003; Eve, Horsfall y Lee, 1997; Pavard, 2002), en la que se considera que el resultado de la interacción de sistemas complejos (como por ejemplo una organización) puede dar como resultado un nuevo sistema complejo emergente, lo que da a este paradigma aspectos interesantes para el análisis de las redes colaborativas complejas; la **Teoría de la Contingencia** (Arranz Peña y Fernández de Arroyabe, 2002), en la que mediante la identificación y estudio de la estructura organizativa bajo distintas condiciones (o contingencias), se ha determinado que el proceso de colaboración resulta en una forma efectiva para que una organización puede adaptarse a un entorno con alta incertidumbre; ó la **Teoría de Sistemas** (Watts, 2004; Stamps y Lipnack, 2000) en la que la aplicación de los principios, arquitecturas, procesos y marcos de análisis de la Teoría de Sistemas al ámbito de las redes ha sido un aspecto extensamente tratado en la literatura y aún está en plena expansión. Por ello, uno de los principios más conocidos de la Teoría de Sistemas que afirma: “el todo es más que la suma de las partes” se ajusta de modo casi natural tanto al diseño como la puesta en marcha de redes colaborativas.

Como se ha comentado anteriormente, todas estas teorías permiten estudiar el fenómeno de la colaboración entre organizaciones desde diversas perspectivas y ponen de manifiesto la relevancia que la temática ha tenido, y tiene, para investigadores de diversos ámbitos¹.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, el enfoque pretendido para este capítulo será el de **estudiar cómo esa necesidad de colaboración lleva a establecer un conjunto de relaciones colaborativas que deben ser gestionadas adecuadamente** si se desea alcanzar el objetivo globalmente establecido.

Fruto de esa gestión surgirá una nueva forma organizativa, denominada Red Colaborativa (RC) **que se manifestará como una entidad compleja, en constante evolución, y que deberá adaptar tanto su estructura como su funcionamiento a las nuevas condiciones que el entorno le requiera.**

Para conseguir ese objetivo, la posibilidad de disponer de un sistema de gestión de RC será un facilitador muy importante.

El resto del capítulo analiza la naturaleza colaborativa de las relaciones colaborativas; cómo éstas llevan a conformar RC de naturaleza dinámica; aspectos fundamentales de la puesta en marcha y gestión de RC y el rol de los sistemas o herramientas de gestión en dicho proceso, identificando funcionalidades esperadas y aspectos arquitectónicos que aún faltan por cubrir.

¹ Complementariamente, sería conveniente poner de manifiesto que si bien la colaboración en red ha tenido un tratamiento muy amplio en el ámbito de las Redes Sociales (Grandori y Soda, 1995) – en los que se introducen aspectos como predominancia de actores en una red o el reconocimiento del prestigio – debido a su extensión y complejidad, el análisis de dichos aspectos quedarán fuera del ámbito de este capítulo, aunque en determinados apartados se hará alguna referencia a ellos.

2.2. Naturaleza de las relaciones colaborativas

La decisión de participar en un entorno de red basado en la colaboración es una decisión estratégica que cada organización debería abordar en función de sus propios objetivos de negocio. En cualquier caso, si se plantease desarrollar una estrategia más abierta respecto a sus socios comerciales, esa organización debería considerar un cambio en la forma de gestionar las relaciones con el exterior, redefiniendo algunos conceptos tradicionales y valorando adecuadamente los beneficios derivados de él.

Por ejemplo, Porter y Fuller, (1986) identifican una serie de razones fundamentales que, en caso de darse a nivel sectorial, pueden llevar a la transformación de una actitud de competencia clásica de mercado, en las que las empresas se relacionan mínimamente o cooperan, a una competencia basada en la colaboración². Según ellos, este cambio de reglas de juego es el resultado de distintas acciones:

- Esfuerzos por disminuir la incertidumbre de las transacciones económicas en un momento en que el riesgo empresarial va en aumento debido a la alta competencia y la globalización,
- Intentar disminuir los costes de transacción que se han visto incrementados por esta volatilidad,
- La búsqueda de sinergias destinada a encontrar operaciones complementarias entre los participantes

Esta transformación podría llevar a que las organizaciones identificasen a los escenarios colaborativos como una oportunidad de apoyar la evolución del negocio y que, en consecuencia, intentasen determinar si se trata de una opción que realmente puede aportar valor a la organización.

Al analizar la naturaleza de las relaciones colaborativas, Winer y Ray (1994) describen a la colaboración como un estado que dos organizaciones pueden alcanzar:

“...la forma más intensa de llevar a cabo un trabajo conjunto y es un estado que dos partes alcanzan tras recorrer un camino que se inicia en la cooperación, pasando por una etapa intermedia de coordinación” (Winer y Ray, 1994)

² También conocido por su denominación en inglés como co-opetition.

En la siguiente tabla, se sintetizan las principales características de cada uno de los posibles estados identificados en la literatura³:




Naturaleza de las Relaciones Interorganizativas			
	Cooperación	Coordinación	Colaboración
Característica			
Duración esperada	Corto plazo	Largo plazo	Largo Plazo
Misión/Objetivo conjunto	Sin misión definida	Noción de misión conjunta	Compromiso con misión conjunta
Intensidad	Baja	Moderada	Elevada
Grado de formalización	Relaciones informales	Relaciones más formales	Relaciones estrechas
Estructura de funcionamiento propia	Sin estructura definida	Estructura orientada a una acción puntual	Se crea una nueva estructura específica
Planificación de la actividad conjunta	No existe planificación	Cierta planificación	Planificación colaborativa
Acceso a la información	Actores comparten información acerca de la transacción puntual	Existen canales de comunicación abiertos	Canales de comunicación completamente definidos a todos los niveles
Autoridad	Individuos preservan la autoridad	Los individuos aún mantienen la autoridad	La nueva estructura colaborativa determina la autoridad
Recursos	Recursos se mantienen independientes	Se comparten recursos y recompensas	Se comparten recursos, beneficio común
Complementariedad	Baja	Moderada	Elevada

Tabla 2-1: El camino de la cooperación a la colaboración (Fuente: adaptado de Winer y Ray, 1994)

³ En este mismo sentido, y analizando la naturaleza colaborativa de las redes de suministro, Lejeune y Yakova (2005), citando a (Brandenburger y Nalebuff, 1996), resaltan la existencia de un cuarto nivel en esa evolución, al cual denominan “co-evolución”.

Según estos autores, el concepto de competencia evolutiva o “co-opetition”, por su denominación en inglés, representa una combinación de una actitud de cooperación en un ámbito de competencia, y que lleva a que los competidores se beneficien por trabajar juntos reconociendo que, al mismo tiempo, comparten un mismo segmento de mercado en el que son competidores directos.

Además de ser un modelo en el que los beneficios de actuar conjuntamente superan la suma de los beneficios que cada parte obtiene, en este caso también se priorizan los objetivos del grupo por encima de los individuales y, por encima de todo, ya no sólo se considera que la confianza es un elemento fundamental sino que se considera que cada parte posee ‘buena voluntad’ para evitar tomar decisiones y/o emprender acciones cuyo beneficio grupal no esté identificado.

En cualquier caso, y considerando que a lo largo de su vida una organización se puede relacionar con diversos actores de su Sistema de Valor, sería conveniente considerar que, al hacerlo, **puede que no todas las relaciones con otras organizaciones se desarrollen con la misma intensidad, ni al mismo tiempo**. Es más, si se pudiera obtener una representación instantánea de las relaciones que una organización establece con su entorno, se podría observar que con un determinado número de socios se mantienen relaciones colaborativas, con otros se relaciona a nivel de coordinación y con otro conjunto, simplemente coopera con ellos.

En el siguiente apartado se presentan las distintas alternativas que se han identificado en la literatura como respuesta a la necesidad de facilitar la gestión de las relaciones que una organización establece a lo largo de su Ciclo de Vida (CdV).

2.3. Formas de organizar las relaciones interorganizativas: Mercados, Jerarquías y Redes

Las posibles formas de organizar, y coordinar, un conjunto de relaciones interorganizativas en una red pueden ser muy variadas y no existe uniformidad de criterios acerca de cómo diferenciarlas entre sí. Como punto de partida se puede coincidir con la visión de múltiples autores (Provan, Fish y Joerg Sydow, 2007; Brass et al., 2004; Hudson, 2004; Borgatti, 2003; Montoro Sánchez, M.A., 2000) quienes señalan que, entre todas ellas, existen dos extremos definidos claramente por las formas de **Mercado y Jerarquía**.

Según la Teoría del Coste de las Transacciones propuesta por Williamson (Williamson, 1975) las transacciones que se realizan frecuentemente, cuyos resultados no siempre son previsibles y que, además, requieren una inversión inicial elevada para poder ser llevadas a cabo (tanto de dinero, tiempo o saber-hacer), probablemente se desarrollen en estructuras organizativas que siguen un patrón **jerárquico**. Bajo este modelo, la interdependencia entre las partes aumenta considerablemente y uno de los nodos suele ejercer la representación, y autoridad, sobre el resto. La posición de cada nodo en la jerarquía define su influencia en la toma de decisiones.

Por el contrario, bajo una forma organizativa de **mercado**, las transacciones son eventuales, o esporádicas, con un riesgo relativamente bajo y el objeto de intercambio no suele requerir demasiada especificación entre las partes. El accionar conjunto se reduce al proceso de intercambio y eso no genera ninguna obligación para futuros acuerdos. Bajo este enfoque, y asumiendo niveles de servicio adecuados, el precio se convierte en el centro de interés de las

relaciones; de este modo, los mercados no son espacios adecuados para el aprendizaje organizativo ni la transferencia de capacidades o tecnologías.

Grandori y Soda (1995) sostienen que ante las limitaciones que se pueden encontrar en estos modelos, denominados **puros**, las organizaciones deben encontrar formas alternativas de organizar su colaboración. Señalan que, por ejemplo, cuando en los **mercados** se presentan situaciones como un aumento en la especificidad del objeto de intercambio, un aumento en la frecuencia de las transacciones, una incertidumbre elevada en el entorno o existen agentes no dispuestos a asumir riesgos o la imposibilidad de medir y mejorar la eficiencia conjunta; o cuando se evidencia la necesidad de eliminar las barreras operativas que una organización burocrática como una **jerarquía** impone a sus miembros, entonces se dan las condiciones para impulsar la aparición de **Modelos Híbridos**⁴, **Redes Colaborativas** ó **Redes de Empresas**. (Powell, 1990; Rockart and Short, 1991; Baker, 1993; Brass et al., 2004; Camarinha-Matos and Afsarmanesh, 2005; Provan et al., 2007).

Tomando como punto de partida las principales características de los mercados y las jerarquías, Powell (1990) y van Alstyne (1997) resaltan las similitudes y diferencias que existen entre las distintas formas de organizar las relaciones interorganizativas.

Principales características de las formas de organizar las relaciones interorganizativas

Característica	Mercados	Jerarquías	Redes
<i>Duración del vínculo</i>	Corto plazo	Largo plazo	Dependiendo del tipo de red
<i>Formalización vínculo</i>	Contratos/Derechos de propiedad	Relaciones laborales	Fortaleza complementaria
<i>Noción misión conjunta (grado de compromiso)</i>	Baja	Media/Alta	Media/Alta
<i>Propósito</i>	Proveer un entorno para realizar transacciones	Impulsar los intereses de una organización central	Fomentar los intereses del grupo
<i>Grado de Autonomía (integración vertical)</i>	Unidades independientes	Unidades dependientes	Unidades interdependientes
<i>Noción de procesos</i>	Transacciones indivisibles	Orientado a funciones	Orientado a proyectos

⁴ También llamados adaptativos según Johanson y Mattsson (1991)

Acceso a la información	Puntual	Continua (regulada por procedimientos)	Según sea necesario
Forma de coordinación	Directa	Indirecta (a través de canales)	Directa
Obtención de información sobre servicios externos	Fundamentalmente guiada por comparación de precios.	Búsquedas en entornos estables y conocidos	La información se obtiene de modo distribuido

Tabla 2-2: Características distintivas de los Mercados, Jerarquías y las Redes.

Interesa destacar el hecho de que en una RC las relaciones entre los miembros tienden a no ser jerárquicas y, en general, los participantes ostentan suficiente autonomía para realizar intercambios que pueden consistir en: materias primas, bienes, servicios, información, dinero o asistencia (Provan, Fish y Sydow, 2007) y que esta forma de organizar las relaciones interorganizativas trata de incorporar la eficiencia especializada de la organización funcional (o de los mercados), la eficiencia operativa autónoma de la forma divisional y la capacidad de transferir activos de la organización jerárquica (Montoro Sánchez, 2000).

Dado que este tipo de organización de la actividad interorganizativa es el que centra el interés de este capítulo, a continuación se analizarán con detenimiento sus aspectos distintivos.

2.4. Las Redes Colaborativas (RC)

2.4.1. Posibles ámbitos de estudio de las RC

Ebers (Ebers, 1997) sugiere que el estudio de las RC puede abordarse desde dos perspectivas, con alcance y connotaciones distintas:

- El enfoque **Organizativo** implica analizar una red considerando a una única organización que centra el interés del estudio y se analizan sus relaciones con el entorno como una agregación de relaciones bilaterales⁵.

⁵ Milward y Provan (1998) también sugieren que el estudio de RC se inicia desde una perspectiva basada en una organización única, utilizando relaciones binarias, y evoluciona

- Por su parte, el enfoque de **Red Integral** permite estudiar una red como un todo, una entidad única, considerando las múltiples relaciones que pueden surgir en ese entorno (Kilduff y Tsai, 2003).

En este mismo sentido, Aldrich y Whetten (1981) identifican cuatro escenarios posibles en los que analizar los patrones de relaciones entre organizaciones:

- a. **Relación binaria:** el análisis de la relación se realiza respecto a dos entidades que establecen un acuerdo de colaboración. El contenido de la relación se centra en definir:
 - Predisposición, o no, para actuar conjuntamente, ya sea mediante el intercambio de bienes o servicios o la explotación de capacidades complementarias
 - Dependencia mutua. Resultado de la acción conjunta de las dos organizaciones.
 - Organización del vínculo. Representa una medida de la actitud colaborativa que podría medirse en términos de: formalización del acuerdo, intensidad, reciprocidad y estandarización (*base del enfoque organizativo*)
- b. **Relación estelar:** esta perspectiva enfatiza las relaciones de una empresa respecto al conjunto de organizaciones con las que interactúa. Se trata de un modelo centralizado en el que la organización predominante analiza, de un modo dual, su actividad de cooperación/colaboración con cada uno de los otros actores, que permanecen ajenos a este análisis (*base del enfoque organizativo*).
- c. **Red de trabajo:** se trata de un grupo de organizaciones que se movilizan cooperativamente con el fin de alcanzar un objetivo determinado aunque para conseguirlo no necesariamente deben adquirir una entidad única (Borgatti, 2003). La duración de esta cooperación está limitada a un objetivo consensuado y predeterminado cuya consecución individual no sería posible. El análisis de este tipo de colaboración se centra en el comportamiento organizativo global y no tanto en las relaciones entre los participantes. Para conseguirlo, los participantes deben determinar:
 - El número de actores implicados

hacia el estudio de la estructura completa de las redes y su interacción con el medio como una entidad única.

- El ámbito de poder al que accede la organización escogida como líder
- La similitud de valores y actitudes entre los miembros y
- El efecto que tiene el comportamiento de otros equipos frente a éste.

d. **Entre redes**⁶: la colaboración entre redes representa a un conjunto de redes, generalmente con un número elevado de integrantes, que mantienen algún tipo de relación entre ellas (Borgatti, 2003). A diferencia de la red de trabajo, la colaboración entre redes posee una naturaleza dinámica y su extensión temporal puede ser indefinida.

Si bien la perspectiva organizativa suele representar el enfoque predominante en la literatura, si se analiza la Red como un todo, es posible mejorar la comprensión acerca de cómo surgen, evolucionan y generan más valor añadido que el aportado por cada miembro individual (Provan, Fish y Sydow, 2007).

Por ejemplo, en el trabajo de (Saxenian, 1996) se examina cómo, desde una perspectiva global, la colaboración en red puede transformar la actividad económica de una región con una industria específica. También los trabajos de Browning, Beyer y Shetler (1995) y Powell et al., (2003) han mostrado que es posible, actuando como red, que un conjunto de organizaciones puedan mejorar su proceso de innovación. Human y Provan (2000) han mostrado cómo el diseño y puesta en marcha de una red, desde una perspectiva global, puede mejorar la capacidad competitiva de un conjunto de pequeñas y medianas empresas.

En consecuencia, y **sintetizando las aportaciones anteriores**, a los fines de este trabajo interesará distinguir entre dos posibles escenarios de análisis:

- Un análisis orientado a una única organización en el que, a partir del estudio de múltiples relaciones diádicas, se intenta obtener una mejora en su eficiencia operativa y,
- Un ámbito en el que el objeto de estudio es la red como un todo y en el que interesará analizar las posibles interacciones que pudieran surgir entre ésta y otras redes distintas.

En la siguiente figura se representan las distintas tipologías analizadas y el ámbito asignado:

⁶ Este modelo se suele utilizar para analizar los entornos interoperables como los descritos en el capítulo 4

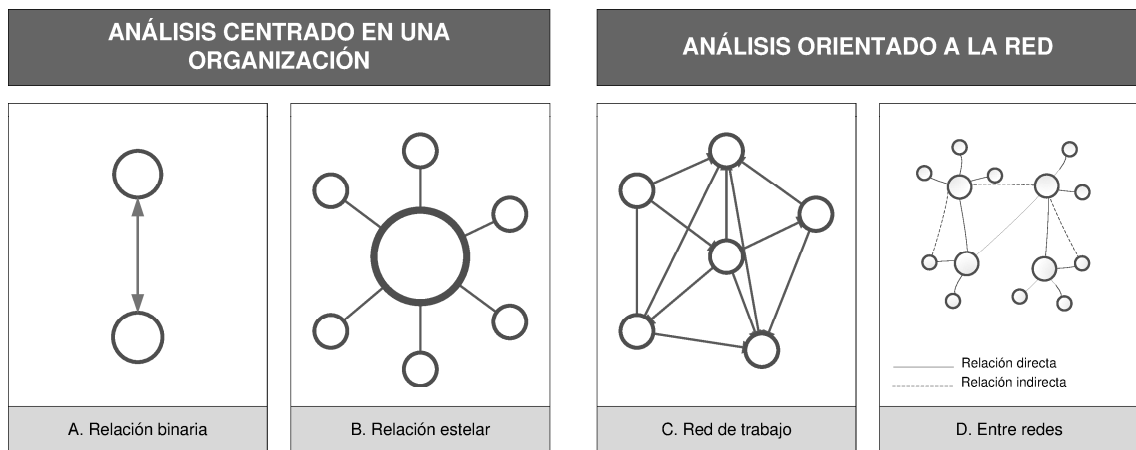


Figura 2-1: Formas de analizar las relaciones colaborativas

Dado que uno de los objetivos de este trabajo de Tesis es proponer una arquitectura de red abierta, que permita la adhesión (temporal o definitiva) de distintos nodos para determinadas transacciones y en la que existe una forma de gobierno especialmente concebida para preparar y gestionar los procesos de negocio extendidos en el ámbito de la red, el tipo de análisis a desarrollar en el resto del capítulo será el **enfoque de red integral**, ya que se centrará en los aspectos estructurales y de gobierno de una **Red de trabajo** (tipología **C** de la figura anterior) y su posible interacción con nodos externos a ella (tipología **D**).

2.4.2. El concepto de Redes Interorganizativas o Colaborativas

Numerosos trabajos previos han aportado distintos puntos de vista al concepto de RC. De hecho, muchos de los autores recientes señalan la falta de consistencia respecto a la utilización del término (Hudson, 2004; Borgatti, 2003) e incluso algunos abogan por la generación de un área de conocimiento específica, con sólidos fundamentos teóricos (Salancik, 1995; Kilduff and Tsai, 2003; Camarinha-Matos and Afsarmanesh, 2005).

Al intentar profundizar en estos aspectos, se evidencia que en la literatura existen dos líneas, poco convergentes, acerca de la naturaleza de las **RC** y que interesa analizar con un poco más de detenimiento.

Por un lado, como se ha comentado anteriormente, algunos autores plantean que las RC son una deformación de las formas puras de Mercado y Jerarquía (Myerson 1997; Grandori & Soda 1995; Axelrod 1985) (Ring y van de Ven, 1992; Doz y Prahalad, 1991; Powell, 1990), mientras que otros sostienen que en realidad se trata de una **tercera forma** con señas de identidad

propia y que se manifiesta en múltiples variaciones. (Borgatti 2003; van Alstyne 1997; Biggart & Hamilton, 1993; Perrow, 1993; Piore, 1993)

Respecto a cuál es la acepción del término utilizada en el ámbito de este trabajo, se coincidirá con este último enfoque y, más precisamente, con las apreciaciones al respecto de van Alstyne (1997) quien manifiesta que:

“considerar que las redes interorganizativas pueden explicarse simplemente como variaciones de los mercados o las jerarquías es adoptar una postura simple e incompleta ante un fenómeno complejo...”

Y agrega:

“...si bien el utilizar esas formas puede servir como punto de partida para ayudar a esclarecer los aspectos que rodean la naturaleza de las redes, las variaciones (mencionadas) no poseen las mismas características que una red”

Complementariamente, y como se comentó en el apartado 2.1, el ámbito de las redes sociales también puede aportar elementos valiosos al estudio de las **RC**. En ese sentido, como **punto de partida para este análisis**, interesa rescatar la aportación de Mitchell (1969) para quien una red (social) es:

“El conjunto de relaciones entre un conjunto definido de actores [estructura/relación], con la consideración adicional de que las características de esos vínculos se pueden utilizar para analizar el comportamiento de los actores implicados [proceso/interacción]”

Bajo esta aproximación, una **RC** surge por la interacción de dos o más entidades que preservan su independencia [estructura] y que cooperan mediante algunos mecanismos predefinidos [procesos] para alcanzar objetivos comunes.

Con el fin de aportar una primera aproximación a los aspectos que subyacen el estudio de las RC y complementan la identificación de sus principales características, en la siguiente tabla (Tabla 2-3) se presentan algunas de las aportaciones más relevantes encontradas en la literatura.

Definiciones de Redes Colaborativas

Fuente	Definición
Camarinha-Matos y Afsarmanesh (2005)	Una red colaborativa se compone de un conjunto de entidades autónomas, dispersas geográficamente y heterogéneas en términos de: entorno, cultura, capital social y objetivos. Colaboran para alcanzar metas comunes y su interacción se soporta en redes de ordenadores
Brass et al., 2004	Una red se compone de un conjunto de vínculos que pueden representar relaciones, o ausencia de ellas,. Los nodos pueden ser actores, unidades organizativas u organizaciones. El objeto de intercambio define el tipo de red a estudiar (bienes, servicios, influencias, afecto). Las relaciones se asumen como perdurables.
Castells (2002)	Una red es un conjunto de nodos interconectados. Lo que un nodo representa depende de la red bajo estudio.
Tsai (2000)	Una red surge a partir de la vinculación de entidades diferentes que establecen un vínculo directo como alternativa a la estructura jerárquica.
Doz, Olk y Ring (2000)	Las redes son dinámicas, implican vínculos directos e indirectos y pueden ser útiles y al mismo tiempo restrictivas.
Gulati, Nohria y Zaheer (2000)	Una red engloba las relaciones de una empresa, horizontales y verticales, con otras organizaciones, incluso de otros sectores y países. Esas redes establecen vínculos perdurables, son estratégicas e pueden adoptar distintas formas: alianzas, joint ventures o acuerdos de compra a largo plazo.
Kogut (2000)	Una red económica es el patrón de relaciones entre un conjunto de empresas e instituciones... El principio de coordinación de la red aumenta las capacidades del conjunto.
van Alstyne (1997)	Una red es una combinación de activos complementarios especializados, procesos de control desarrollados conjuntamente y metas definidas colectivamente.
Ramu (1997)	Las redes son un conjunto de organizaciones independientes que se relacionan con otras buscando capacidades complementarias buscando salvar la complejidad de su entorno.
Borch y Arthur (1995)	La red organizativa o estratégica es una nueva forma organizativa que surge a partir de múltiples vínculos con otras empresas y se basa en la cooperación y el compromiso a largo plazo. Permite intercambiar o compartir información y/o recursos.
Miles y Snow (1995)	La red es un tipo de estructura que permite a las empresas focalizarse en sus competencias y obtener recursos complementarios mediante la subcontratación y las alianzas estratégicas.
Boyle (1994)	La red organizativa está formada por empresas que dependen de otras para realizar la fabricación, distribución y otras funciones similares. Se basa en la existencia de contratos que vinculan las partes.
Johanson y Mattsson (1991)	Una red es un sistema de relaciones basado en la división del trabajo y, por lo tanto, genera dependencia entre ellas.
Powell (1990)	La red es una forma distintiva de coordinación de la actividad económica.
Robbins (1990)	La red está formada por una organización central que depende de otras organizaciones para realizar distintas funciones como: la fabricación, ventas u otras similares.

Definiciones de Redes Colaborativas (cont.)	
Fuente	Definición
Borys y Jemison (1989)	Las redes son formas híbridas que utilizan recursos y estructura de gobierno de dos o más organizaciones que participan en ella.
Jarillo (1988)	La red es una forma de organización entre el mercado y la empresa, que sirve a la Dirección para conseguir una posición competitiva fuerte.
Miles y Snow (1986)	La red es una forma de organización eficiente, más flexible que las formas previas, que permite hacer frente a la complejidad del entorno a la vez que maximiza las competencias especializadas y permite una gestión más eficiente de los recursos.
Thorelli (1986)	Las redes son estructuras que varían entre mercados y jerarquías. Son relaciones de poder y confianza mediante las cuales distintas organizaciones intercambian influencias y recursos

Tabla 2-3: Aportaciones previas acerca del concepto de RC

Una vez analizadas las aportaciones que diversos autores han realizado al respecto, y atendiendo a los objetivos planteados para este capítulo, se considerará que una **RC** será el resultado de aplicar **una forma distintiva de gestionar las relaciones que una estructura de nodos establece entre sí para acometer una misión específica.**

Como consecuencia de la afirmación anterior, se identifican dos ámbitos ligados a las **RC** que interesan especialmente para los aspectos abordados en este capítulo:

- **Dimensión estructural:** en la que desde una perspectiva de la representación, se podría considerar que la organización en cuestión forma parte de una estructura de nodos que se representan como un grafo en el que cada socio se representa como un nodo y sus relaciones con un arco.
- **Dimensión de gobierno o gestión:** las relaciones interorganizativas pueden estudiarse desde una dimensión en la que se analiza la forma en la que se define y coordina el desarrollo de esas relaciones atendiendo a su naturaleza dinámica y evolutiva. Desde esta perspectiva, sería posible identificar un Ciclo de Vida para identificar, formalizar, desarrollar y discontinuar esas relaciones desde una perspectiva funcional o de procesos.

Como muestra de ello, se considera que en el marco de esta Tesis sería conveniente proveer un entorno que permita gestionar la estructura y puesta en funcionamiento de una Red colaborativa.

Entendiendo que ambas dimensiones están estrechamente ligadas, en los próximos apartados de este capítulo se abordará el estudio de las RC, sus principales características respecto a estas dos dimensiones y cómo éstas se evidencian en las distintas manifestaciones de RC identificadas en la literatura.

2.4.3. Dimensión Estructural de las RC

Desde el punto de vista de su **conformación**, diversos autores coinciden en que las RC están compuestas por un conjunto de **nodos federados**, que acceden a ella en igualdad de condiciones (Camarinha-Matos & Afsarmanesh 2005; Brass et al. 2004; Castells 2002; Tsai 2000; Yves L. Doz, Olk & Ring 2000; van Alstyne 1997; Ramu 1997; Boyle 1994; Miles y Snow, 1986). Sin embargo, algunos autores también hacen referencia a la existencia de un **nodo predominante** que se convierte en objeto del análisis de la RC (Gulati, Nohria & Zaheer 2000; Borch & Arthur 1995; Miles & Charles C. Snow 1995; Robbins 1990; Jarillo, 1988).

La mayoría de ellos también considera que las relaciones que vinculan a esos nodos se establecen **formalmente** (Camarinha-Matos y Afsarmanesh, 2005; Tsai, 2000; Doz, Olk & Ring, 2000; Gulati, Nohria y Zaheer, 2000; Johanson y Mattsson, 1991; Powell, 1990; Robbins, 1990).

Las relaciones que se establecen dentro de una red generan un nivel de interdependencia variable entre los nodos. Por esta razón, la conformación de una **RC** suele identificarse como un aspecto estratégico (Gulati, Nohria y Zaheer, 2000; Miles y Snow, 1995; Jarillo, 1988) que, a partir de identificar **objetivos comunes** entre los participantes, permite facilitar el intercambio de recursos que generalmente están dispersos por la red (Miles and Snow, 1986; Thorelli, 1986; Borch and Arthur, 1995; van Alstyne, 1997).

Provan, Fish y Sydow (2007) identifican un conjunto de propiedades genéricas que se pueden estudiar en la estructura de las distintas manifestaciones de RC:

- **Centralización de la red:** puede interesar determinar hasta qué punto, en el ámbito de la red, determinadas organizaciones atraen hacia sí un mayor número de relaciones que otras. En las redes más centralizadas se induce a que ciertos miembros adquieran más relevancia y, en consecuencia, más poder de decisión frente a otros.
- **Grado de Intermediación:** el grado de intermediación refleja en qué medida una organización sirve de ‘puente’ a las relaciones entre otras organizaciones. De este modo, es posible analizar la conveniencia o no de ocupar esa posición en la red o si, por el contrario, conviene fortalecerla.

- **Relaciones de intermediación:** en una red consolidada, los intermediarios suelen tener bastante influencia en el funcionamiento de la red. En este sentido, una organización podría analizar si debe o puede adoptar este tipo de posición estratégica y qué consecuencias tendría para ella.
- **Densidad:** la densidad de las relaciones dentro de una red mide el grado de interconexión global que existe entre los miembros de la red, es decir, representa una medida de la visibilidad que unos tienen respecto a otros. Las redes muy densas requerirán mayores esfuerzos de coordinación.

De acuerdo con Iacob et al., (2001), las manifestaciones habituales de **RC** pueden adoptar tres topologías básicas, en las que estas propiedades se manifiestan de distinta forma:

- En el caso de redes que deben responder frente a los requerimientos de clientes finales, habitualmente existe una organización que es la encargada de diseñar e impulsar el funcionamiento de la red y garantizar que las necesidades de los clientes serán satisfechas. En este caso, existirá un alto grado de centralización de esa organización respecto a las demás y la red adoptará una forma de **estrella** (ver Figura 2-2). En este tipo de configuración de redes se aprecia una centralización elevada en un nodo determinado, la densidad no es elevada, mientras que el grado de intermediación suele ser intermedio. Los nodos constituyen una red estable y duradera, en la que los actores rara vez son reemplazados (permanentes).
- Otra estructura bien conocida proviene de un ámbito tradicional de estudio de las relaciones colaborativas: la cadena de suministros. Si bien en una cadena de suministro existe una organización que es la más relevante respecto a otras, es posible apreciar cómo las sucesivas relaciones entre éstas y sus propios proveedores consiguen ensamblar una **cadena** de eslabones más o menos lineal en la que, también dependiendo del caso, pueden existir algunas organizaciones que adquieren más relevancia respecto a otras. De este modo se evidencia el concepto de distancia entre nodos, según describen Provan, Fish y Sydow (2007) (ver figura 2-2b). Esta topología se corresponde con una centralización moderada de determinados nodos, el grado de intermediación es alto, la densidad baja y respecto a su composición, suele ser variable aunque no con baja frecuencia.
- La tercera topología analizada se corresponde con una estructura de red en la que cada uno de los participantes está relacionado con los demás. Esta conformación recibe la denominación de **red completa** y el nivel de interdependencia suele ser elevado. Habitualmente esta forma se corresponde con la de las alianzas estratégicas, en la que todas las partes logran sinergias provenientes de su accionar conjunto (ver Figura 2-2.c).

Una red completa presenta una densidad elevada, las relaciones múltiples baja el nivel de centralización y el rol de los intermediarios es menos determinante. Su composición varía permanentemente y se requieren mayores esfuerzos de **coordinación e interoperabilidad**.

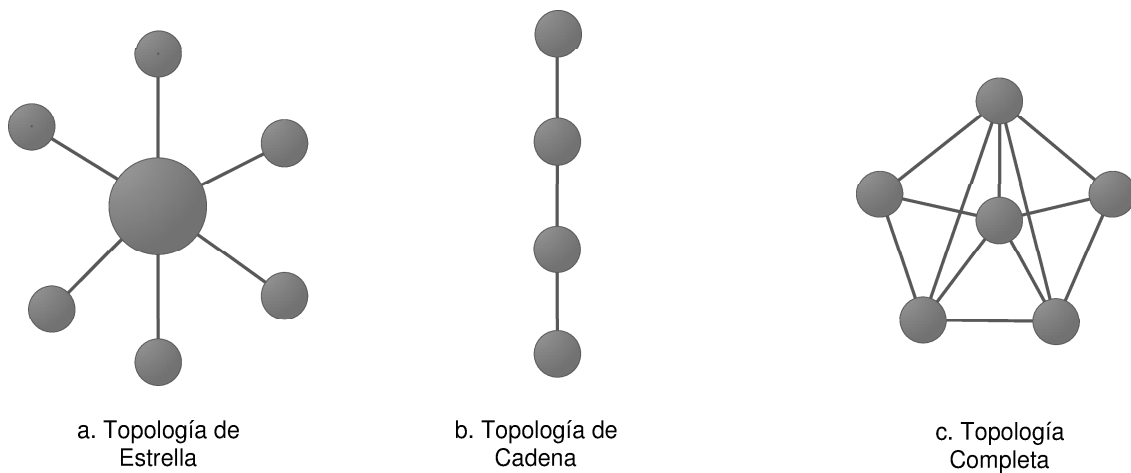


Figura 2-2: Topologías de RC. Provan, Fish y Sydow (2007)

En este contexto, se debe considerar que en el ámbito de esta Tesis, se pretende proveer un entorno que permita gestionar una topología completa de una RC, de forma dinámica, interoperable y sin restricciones temporales, de modo que permita variar su composición, a partir de un conjunto de nodos estables y otros transitorios, previamente identificados.

En el siguiente apartado se analizan distintos elementos que permiten, una vez identificados los principales aspectos estructurales de la RC, definir los mecanismos de gobierno que facilitarán la puesta en marcha de los procesos de negocio conjuntos.

2.4.4. Dimensión de Gobierno de una RC

Si bien una red es, en esencia, una estructura federada respecto a la capacidad de decisión de cada nodo, la selección de un determinado modelo estructural estará ligada a la forma de gobierno que la red finalmente tendrá asociada, cuando exista.

Independientemente de los motivos que puedan llevar a la necesidad de conformar una red, su naturaleza colaborativa puede hacer pensar que la puesta en marcha de mecanismos de gobierno atenta precisamente contra ese espíritu. Sin embargo, es evidente que debe existir algún tipo de mecanismo que permita velar por la implicación real de cada nodo en la consecución de los objetivos globales.

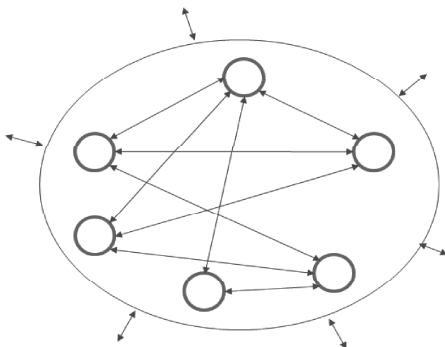
En ese sentido, diversos autores consideran que existe un **mecanismo de coordinación centralizado** (Camarinha-Matos y Afsarmanesh, 2005; Brass et al., 2004; Tsai, 2000; Gulati, Nohria y Zaheer, 2000; Kogut, 2000; Boyle, 1994; Robbins, 1990; Borys y Jemison, 1989) que sirve para gestionar relaciones perdurables (Camarinha-Matos y Afsarmanesh, 2005; Brass et al., 2004; Gulati, Nohria y Zaheer, 2000; Borch y Arthur, 1995; van Alstyne, 1997) de un conjunto estable de participantes.

Desde el punto de vista de la **flexibilidad** que una red debe poseer, diversos autores coinciden en señalar los principios de **complementariedad** (Boyle, 1994; Ramu, 1997; van Alstyne, 1997; Doz et al., 2000; Tsai, 2000; Camarinha-Matos and Afsarmanesh, 2005) y especialización (Miles and Snow, 1995; van Alstyne, 1997; Brass et al., 2004) como elementos que permiten alcanzar una distribución adecuada del trabajo a realizar, recurriendo incluso en algunos casos a la **subcontratación** (Miles y Snow, 1995).

La necesidad de contar con una **infraestructura tecnológica** que facilite la gestión de **los flujos de información** y **soporte los procesos de negocio comunes** también es reconocida en los trabajos más recientes (Camarinha-Matos and Afsarmanesh, 2001, 2005; Brass et al., 2004; Osório and Camarinha-Matos, 2008).

En este sentido, Provan y Kenis (2007) identifican tres formas de gobierno puras y una híbrida cuyas características principales se resumen en la siguiente tabla:

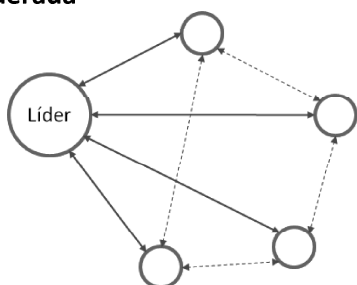
Red auto-gestionada



Este tipo de redes depende del compromiso individual de sus participantes. Cada uno de ellos es responsable de gestionar tanto las relaciones internas como con el exterior.

Los participantes son responsables de las decisiones y los aspectos operativos, aunque un subconjunto de ellos puede asumir ciertas tareas de coordinación. Sin embargo, no existe una entidad de nivel superior que coordine la actividad conjunta.

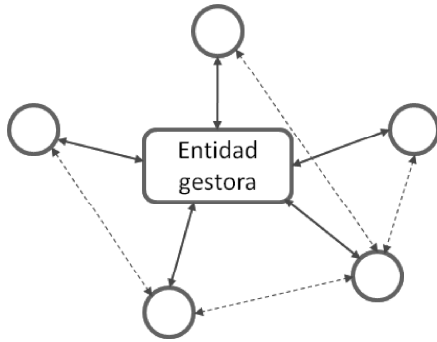
Red liderada



Este tipo de modelo está presente en múltiples redes asimétricas descentralizadas en las que una organización ejerce liderazgo sobre otras.

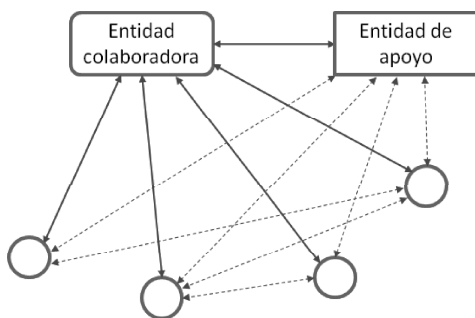
En estas redes los miembros comparten un objetivo común y preservan sus objetivos individuales. Las actividades y decisiones importantes son coordinadas a través de una organización que ejerce el liderazgo y, al mismo tiempo, asume la responsabilidad del accionar conjunto frente al cliente final.

Red con Entidad Gestora



En este caso, los miembros de la red deciden poner en marcha una entidad específica que tiene como misión coordinar las actividades de la red. A diferencia del modelo anterior, en este caso la entidad gestora no aporta capacidades productivas ni de servicios al resto sino que sus recursos, mínimos, se aplican a la gestión de la coordinación.

Modelo híbrido



El modelo híbrido puede surgir como evolución de alguno de los modelos anteriores. Una entidad colaboradora tiene por finalidad facilitar el consenso en la toma de decisiones conjunta (lo que permite mantener la autonomía de las partes) y una entidad de apoyo puede ejercer una función de coordinación o vigilancia del cumplimiento del objetivo global.

↔ Vínculo fuerte - - - - - Vínculo débil ○ Nodo

Figura 2-3: Formas de Gobierno de una RC. Fuente: Elaborado a partir de Provan y Kenis (2007)

En el ámbito de esta Tesis, se proveerá un entorno que permita gestionar coordinar los procesos de negocio llevados a cabo por una RC, definiendo una estructura centralizada apoyada en una Entidad Gestora, que facilite la definición y coordinación de las tareas y promueva la integración interna de cada nodo.

Con el fin de profundizar en los aspectos que hasta aquí se han identificado, en los siguientes apartados se analizan las distintas manifestaciones de RC que han sido identificadas en la literatura con el fin de observar cuál de estas posibles manifestaciones posee elementos suficientes como para servir de base al desarrollo del resto de la Tesis.

Concretamente, se analizan distintas aportaciones previas respecto a posibles distinciones entre los tipos de redes y cuáles son, según distintos autores, los principales elementos que permiten distinguir una forma de otra.

2.4.5. Las RC como estructuras dinámicas

Hasta el momento en el desarrollo de este capítulo se han presentado las RC, sus principales características y se han identificado tres ámbitos en los que se centra el interés de esta Tesis. El primero de ellos se refiere a las RC consideradas como un patrón estructural y los otros se relacionan con las RC como forma de gobierno de la actividad conjunta de un grupo de nodos que conforman su estructura.

En distintos trabajos desarrollados en el ámbito de las RC colaborativas, fundamentalmente por Camarinha-Matos y Afsarmanesh⁷, se evidencia que las relaciones entre organizaciones se establecen y deshacen con distinta frecuencia dependiendo de la manifestación de red que se considere. De este modo, existen redes que tanto su estructura como sus procesos se definen al momento de configurarlas y posteriormente prácticamente no sufren alteraciones. En el otro extremo se sitúan aquellas redes cuya conformación y operación se planifica para permitir la participación activa de otros miembros, de forma esporádica o prolongada en el tiempo, estableciendo relaciones a corto plazo, que se limitan a una contribución puntual en una transacción específica.

Como consecuencia de ello, se reconoce la existencia, e influencia, de diversos **elementos dinamizadores en las RC** que impactan directamente tanto en su estructura como en su funcionamiento, y que conducen a **abordar su estudio como un sistema dinámico, cambiante y en constante evolución**, en la que cada organización puede conformar su propia red, solicitar la pertenencia a una red establecida o cancelarla en cualquier momento que desee.

Así, a los fines de esta Tesis, se pone de manifiesto que el ámbito de estudio de las RC se orientará a aquellas que se denominarán **Redes Colaborativas Dinámicas**, es decir, aquellas en que existe la necesidad de alterar, con cierta frecuencia, tanto su estructura como su funcionamiento, cuando es necesario.

2.4.6. Análisis de los aspectos dinámicos presentes en las RC

Al analizar las aportaciones introducidas en el apartado anterior, muchas de ellas señalan distintos aspectos dinámicos que están presentes en una RC.

⁷ Especialmente los datos a conocer en el ámbito de la Conferencia PRO-VE y que provienen del ámbito de las redes colaborativas y la organizaciones virtuales desarrollados por el Working Group 5.5 de la International Federation for Information Processing (IFIP).

Por ejemplo, Snow, Miles y Coleman (1992) consideran que una RC puede estar conformada por nodos internos de una organización (modelo estático) o bien por nodos externos que, liderados por una organización, identifican y complementan sus capacidades, conformando lo que ellos denominan redes dinámicas.

Tras esta consideración se pone de manifiesto el hecho de que, desde una perspectiva estructural, una RC puede tener distintos grados de apertura, pudiendo ser:

- Una **red cerrada**, de acceso restringido o nulo para otros nodos ó,
- Una **red permeable**, abierta a un conjunto de nodos conocidos (red estable) ó,
- Una **red abierta**, que se conforma a partir de un conjunto de nodos seleccionados de entre un grupo, conocido o no.

Sin embargo, estos autores no hacen referencia a cómo se lleva a cabo el gobierno de cada una de esas RC. Es decir, **no se hace una referencia explícita a cómo se planifican, ejecutan y monitorizan las operaciones** dentro de la RC.

En este sentido, Grandori y Soda (1995) introducen algunas consideraciones interesantes al hacer referencia al grado de formalización de las relaciones, el nivel de centralización en la RC y el mecanismo elegido para realizar la coordinación de las operaciones.

Si se tiene en cuenta que la puesta en marcha de una RC se aproxima a un **proceso de ingeniería organizacional**, en el que la planificación y control de las operaciones juega un papel central, **la existencia de una entidad que centralice dichas tareas aparece como un elemento fundamental para que la RC alcance los objetivos que para ella se han definido.**

Como se ha descrito en el apartado 2.5.3, este rol de coordinador o planificador de la red podrá ser desempeñado por uno de los nodos que forman parte activa de ella o bien ésta podrá ser impulsada por un nodo cuya finalidad es simplemente ejercer esas tareas de coordinación.

Otro aspecto importante a la hora de planificar, ejecutar y monitorizar las operaciones de la RC tiene que ver con lo que Child y Faulkner (1998) definen como **el grado de independencia o integración** que cada nodo posee dentro de la RC.

Según se observa también en la caracterización de Arranz Peña y Fernández de Arroyabe (2002), las RC que se aproximan a un modelo de jerarquía tienen a ser más estables, tanto

estructural como funcionalmente. Tanto los nodos que las componen como los procesos de negocio que para ellas se definen suelen variar en pocas ocasiones. La existencia de objetivos comunes y relaciones a largo plazo también aumenta el grado de integración entre los nodos y, consecuentemente, el grado de independencia tiende a ser menor.

Por el contrario, en las RC que se aproximan a un modelo de mercado los nodos aumentan su independencia, las relaciones tienden a ser esporádicas y los objetivos individuales son preponderantes.

Teniendo en cuenta estos aspectos generales ha sido posible identificar tres aspectos de las **RC Dinámicas** que interesa destacar:

- En primer lugar, **la variación estructural** que una RC admite a lo largo de su CdV. Una red estará compuesta por un conjunto variable de nodos, que en un determinado momento podrán ser remplazados por otros de similares características.
Como ejemplo, se podría considerar una organización que, ante la necesidad recurrente de concretar la compra de un determinado insumo, tiene la opción de:
 - o Solicitar presupuestos a un conjunto predefinido, cerrado y acotado de proveedores (visión de composición estática)
 - o Solicitar presupuestos mediante una oferta en un portal de Internet en el que, en principio, cualquier empresa registrada podría acceder a la oferta, enviar la cotización e incluso concretar la venta. En este caso, el número de proveedores consultado es en principio desconocido y la organización con la que finalmente se concrete la transacción, también. En consecuencia, la red tendrá una composición dinámica.
- El segundo aspecto a considerar se centra en **la que se planifica la actividad conjunta de la RC Dinámica**, es decir, la forma en la que se estructuran y definen los paquetes de trabajo que cada nodo se encargará de realizar para apoyar la fase operativa de la red. Concretamente, esta dimensión hace referencia a la posibilidad de definir y reestructurar, de forma dinámica, un determinado conjunto de **procesos de negocio extendidos**, en el que intervienen los nodos vinculados a dicha red.
- El tercer elemento a considerar combina los dos anteriores: una vez que los paquetes de trabajo han sido definidos (bajo la forma de procesos de negocio, subprocesos o tareas) y sus potenciales ejecutores (nodos) han sido identificados, una **RC Dinámica** debería **permitir la asignación dinámica del trabajo requerido a cada nodo y proveer**

los mecanismos para realizar el seguimiento y monitorización del estado de la ejecución.

Retomando el ejemplo anterior, el tercer elemento al que se hace referencia permitiría que, además de identificar y seleccionar un proveedor para un determinado servicio dentro de la red, ésta pueda negociar y cerrar la transacción en tiempo real, encargando y controlando el cumplimiento efectivo de la prestación acordada.

Tomando como punto de partida estos tres pilares, en los siguientes apartados se desarrolla un marco de análisis que permite abordar el estudio de algunas de las formas organizativas que adoptan las **RC** a lo largo de su ciclo de vida.

En el desarrollo de este marco se han sintetizado múltiples vistas acerca de la conformación y evolución de las **RC**, en un intento de facilitar su comprensión. Para su conformación definitiva se han sintetizado aportaciones previas de otros autores y se ha tomado como punto de partida una propuesta iniciada en Franco et al., (2004)

El marco de análisis se ha estructurado en tres dimensiones principales:

1. La apertura de la red para alterar su estructura y facilitar la entrada de nuevos miembros
2. La forma en la que se identifican y formalizan los procesos de negocio de la **RC**
3. La forma en la que se facilita el seguimiento y control de la ejecución de las actividades de la **RC** Dinámica y qué infraestructura tecnológica, si existe, se utiliza con este fin.

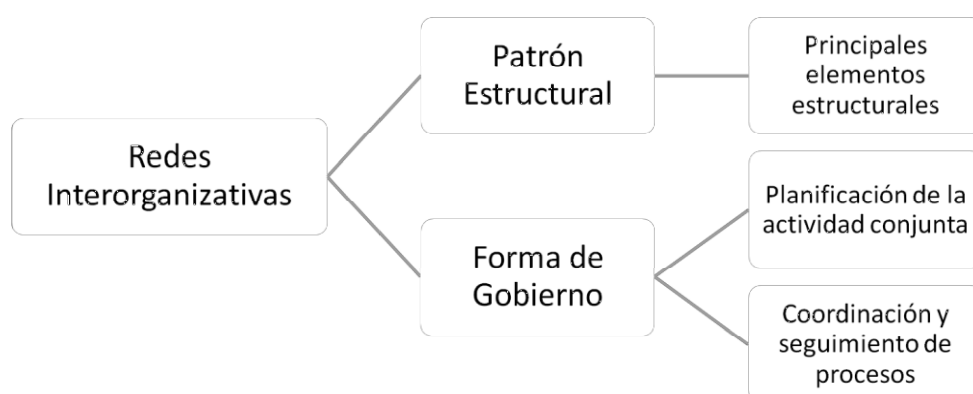
A continuación, se definen cada una de las dimensiones principales en las que se ha estructurado el marco de análisis de las **RC** dinámicas.

2.4.7. Resumen de las principales características de una **RC. Análisis de las aportaciones previas**

En los apartados previos se han descrito distintos aspectos ligados a las **RC** que permiten alcanzar una comprensión adecuada de sus principios y mecanismos fundamentales, y que interesa abordar en esta Tesis.

Tras analizar las distintas aportaciones que ha sido posible identificar en la literatura, sería conveniente estructurarlas, y sintetizarlas, adecuadamente, de modo que posteriormente ayuden encuadrar el ámbito de este trabajo.

La primera consideración a realizar será la necesidad de distinguir entre el concepto de **RC como patrón estructural**, en el interesará resaltar sus principales elementos estructurales, respecto a la **RC como forma de gobierno** de las relaciones de ese conjunto de nodos, especialmente en lo que se refiere a la necesidad de **planificar y coordinar el trabajo conjunto**. Con este fin, el ámbito de estudio de este trabajo respecto a las **RC dinámicas** se ha centrado en tres ámbitos:



2.4.7.1. Aspectos Estructurales de las RC

La revisión de las distintas aportaciones respecto a los aspectos estructurales de una **RC**, ha permitido identificar un conjunto de aspectos que permiten describirla desde la perspectiva de los **nodos** que la componen, los **vínculos** que establecen entre ellos, así como algunas de las características de las relaciones que se establecen. A continuación se presentan cuáles han sido los principales elementos identificados (ver Tabla 2-4):

ASPECTOS ESTRUCTURALES DE LAS RC		
Predominancia de Nodos	Nodo predominante	Uno de los nodos de la red posee más poder que los demás y ejerce su influencia en las decisiones que afectan a la red
	Núcleo de organizaciones	Se identifica un núcleo de organizaciones que deciden respecto a la estructura y funcionamiento de la red.
	Nodos completamente federados	Los nodos que conforman la RC son equiparables en términos de capacidad de decisión
Grado de Formalización de los vínculos	Formales	Los vínculos entre los nodos se formalizan mediante contratos
	Informales	Las relaciones se establecen informalmente y se basan en la confianza entre las partes
Duración del vínculo	Corto plazo	En la RC determinadas relaciones tienen una limitación temporal
	Largo plazo	La limitación temporal suele coincidir con la esperada para la

		RC
Variabilidad de los nodos	Permanentes	La RC está compuesta por un número estable de nodos y los cambios no son habituales
	Transitorios	En el ámbito de las RC existen determinados nodos que forman parte de ella de forma eventual, generalmente para aportar una capacidad concreta, durante un lapso de tiempo acotado.

Tabla 2-4: Principales aspectos estructurales de las RC

2.4.7.2. Forma de gobierno: planificación de la actividad conjunta

La planificación de la actividad conjunta de una RC permite conocer hasta qué punto ésta es conocida y, fundamentalmente, hasta qué punto es llevada a cabo por todos los nodos que la componen. El resultado de esa planificación habitualmente se traducirá en la **identificación del conjunto de procesos de negocio** que representarán los aspectos operativos de la RC.

Con ese objetivo, se han identificado aquellos elementos que pueden influir en una definición centralizada, conjunta o independiente de esos procesos. En la siguiente tabla se identifican las características más significativas de esta dimensión de análisis (ver Tabla 2-5):

PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD CONJUNTA		
Variabilidad de los Procesos de Negocio	Estáticos	La definición de los procesos de negocio es rígida y los cambios necesarios consumen un esfuerzo importante
	Cambiantes	Los procesos de negocio son flexibles y permiten que la RC se adapte a los cambios del entorno
Noción de misión conjunta	Sin objetivos conjuntos	No existe una visión de misión conjunta
	Objetivos conocidos	Los nodos conocen y comparten objetivos comunes pero se preservan los individuales
	Definidos conjuntamente	Los nodos definen un objetivo compartido que guía las operaciones de la RC en pos de su consecución
Grado de Centralización en la definición de procesos	Centralizada	Un nodo es el encargado de planificar los procesos de la RC y de monitorizar su ejecución
	Conjunta	La definición de los procesos es realizada por los nodos implicados
	Independiente	Los nodos no poseen visión global del proceso, simplemente conocen que los respectivos procesos se comunican entre sí mediante algún evento que los incla
Utilización de la influencia de poder	Utilizada	Un nodo utiliza su influencia de poder sobre los demás
	No utilizada	Si bien puede estar presente, un nodo dominante no utiliza su poder sino que adopta una postura de consenso
Frecuencia de contratación de	Limitada	Las capacidades y servicios dentro de la RC son cubiertos por los nodos estables que forman parte de

servicios externos	Frecuente	ella La planificación de las operaciones de la RC contempla la posibilidad de subcontratar determinadas capacidades a nodos que transitoriamente pasarán a formar parte de ella.
	Subasta permanente	La RC dispone de los mecanismos para asignar, en tiempo real, determinadas tareas a nodos que pueden aportar esa capacidad

Tabla 2-5: Variables de la Planificación de la actividad conjunta en redes interorganizativas.

2.4.7.3. Forma de gobierno: seguimiento y coordinación de la actividad conjunta

Otro aspecto especialmente relevante es la fase operativa de la RC, es decir qué elementos permiten analizar cómo se concreta la planificación conjunta y, fundamentalmente, qué mecanismos y herramientas se utilizan para apoyar ese proceso.

En este sentido, las características más relevantes, se identifican en la siguiente tabla (ver Tabla 2-6):

SEGUIMIENTO Y COORDINACIÓN DE LA ACTIVIDAD CONJUNTA		
Forma de coordinación	Centralizada	El seguimiento y coordinación de las tareas se realiza en un espacio que uno de los nodos pone a disposición de los demás
	Intermediada	Se crea una estructura intermedia específica para facilitar el seguimiento y coordinación de la ejecución de las tareas
	Descentralizada	No existe una coordinación centralizada de las actividades sino que cada nodo responde y genera eventos.
Base contractual	Previa	Todos los contratos se definen previamente
	Puntual	Se pueden establecer contratos en tiempo real
Frecuencia de Contratación de servicios externos	Previa	Los proveedores de algún tipo de servicio o capacidad se identifica en la fase de planificación
	Tiempo real	Existe negociación dinámica para la asignación de tareas o servicios
Acceso a la información	Continua	La información fluye sin restricciones entre los nodos
	Frecuente	El acceso a la información es bajo petición
	Puntual	Cada nodo es provisto con la información necesaria para llevar a cabo una transacción determinada
Infraestructura tecnológica común	Eventual	Se considera deseable pero la coordinación puede hacerse sin disponer de ella.
	Presente	Se considera fundamental para la monitorización y seguimiento de las actividades de la RC
	Inexistente	No existe una infraestructura tecnológica común. Las comunicaciones se realizan de forma distribuida, atendiendo al concepto de envío y recepción de mensajes

Tabla 2-6: Variables de la Coordinación de la actividad conjunta en redes colaborativas.

En la siguiente tabla se han analizado distintas aportaciones que diversos autores han realizado recientemente en este ámbito (ver Tabla 2-7).

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES COLABORATIVAS

ASPECTOS ESTRUCTURALES	Osorio y Camarinha-Matos (2008)	Camarinha-Matos y Afsarmanesh (2005)	Brass et al (2004)	Tsai (2001)	Doz, Oik y Ring (2000)	Gulati, Nora y Zaher (2000)	Kogut (2000)	Van Alstyne (1997)	Borch y Arthur (1995)	Miles y Snow (1995)	Boyle (1994)	Johanson y Mattson (1991)	Robbins (1990)	Bors y Jemison (1989)	Arranz P. y Fernandez A. (2002)	Child y Faulkner (1998)	Cravens, Piercy y Ship (1996)	Grandori y Soda (1995)	Snow, Miles y Coleman (1992)
Predom. de Nodos	●					●	●		●		●		●				●	●	●
Nodo predominante																			
Núcleo de organizaciones																			
Nodos federados		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Formalización	●																		
Vínculos		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Duración																			
Corto plazo																			
Largo plazo																			
Permanentes	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Variabilidad	●																		
Transitorios																			
Variabilidad procesos																			
Estáticos																			
Cambiantes																			
Noción de misión conjunta		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Sin objetivos conjuntos																			
Objetivos conocidos																			
Definidos conjuntamente																			
Centralización																			
definición de procesos		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Centralizada																			
Conjunta																			
Independiente																			
Influencia de poder																			
Manifiesta																			
No utilizada																			
Limitada																			
Frecuente																			
Subasta permanente																			

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES COLABORATIVAS (cont.)

	Osorio y Camarinha-Matos (2008)	Camarinha-Matos y Afsarmanesh (2005)	Brass et al (2004)	Tsai (2001)	Doz, Oik y Ring (2000)	Gulati, Noria y Zaher (2000)	Kogut (2000)	Van Alstyne (1997)	Borch y Arthur (1995)	Miles y Snow (1995)	Boyle (1994)	Johanson y Mattson (1991)	Robbins (1990)	Borys y Jemison (1989)	Arranz P. y Fernández A. (2002)*	Child y Faulkner (1998)*	Cravens, Piercy y Shipp (1996)*	Grandori y Soda (1995)*	Snow, Miles y Coleman (1992)*	
COORDINACIÓN ACTIVIDAD CONJUNTA																				
Forma coordinación																				
Centralizada																				
Intermediada																				
Descentralizada																				
Base contractual																				
Previa																				
Puntual																				
Frecuencia contratación servicios externos																				
Previa																				
Tiempo real																				
Acceso a la información																				
Continua																				
Frecuente																				
Infraestruct. tecnológica común																				
Puntual																				
Eventual																				
Presente																				
No presente																				

Tabla 2-7: Principales características de las redes colaborativas

(*) Estas características se corresponden a las distintas manifestaciones de RC que estos autores proponen

2.5. Gestión de RC Dinámicas

2.5.1. Introducción a la gestión de RC

En los siguientes apartados se analizan distintos aspectos relacionados con la gestión de RC, especialmente aquellas que presentan características dinámicas, tanto estructurales como operativas.

En el desarrollo de esta Tesis, la gestión de una RC se asume de modo similar al definido en ECOLEAD (2005) para la gestión de Organizaciones Virtuales (VO). Según los autores:

“La gestión de VO (RC) se refiere a la organización, asignación y coordinación de recursos y sus actividades, así como también las dependencias inter-organizativas para alcanzar los objetivos de la VO (RC) en el tiempo, los costes y la calidad que se espera”

Como puede observarse, la visión adoptada en dicho proyecto es muy amplia y abarca distintas situaciones, en las que se espera que un gestor de la RC pueda aplicar el conocimiento, las capacidades y las herramientas necesarias para guiar la VO hacia sus objetivos.

Con el fin de clarificar el alcance de la gestión en el ámbito de las RC, los autores también proponen la siguiente tabla (ver Tabla 2-8):

Gestión de VO / RC	
Ámbito	Actividades
¿Qué? ¿Qué significa gestionar una RC?	La gestión es acerca de la supervisión, control y coordinación de las actividades y recursos de una VO/RC. Adicionalmente, esta gestión también incluye mecanismos predefinidos que afectan la operación de una RC.
¿Por qué? ¿Por qué es necesaria?	Una gestión adecuada permite que la VO/RC alcance sus objetivos en tiempo, a un coste razonable y con la calidad esperada.
¿Cuáles? ¿Cuáles son sus facilitadores?	La gestión de una VO/RC habitualmente se obtiene a partir de una combinación de elementos organizativos, humanos y tecnológicos. 2.- Modificación de planes y calendarios 2.1 - Ordenada por el coordinador de la RC 2.2 - Solicitada por un miembro de la RC
¿Cómo? ¿Cómo impacta en los actores de la VO/RC?	La gestión afecta a las operaciones habituales mediante: <ul style="list-style-type: none"> - Actividades realizadas antes de iniciar las operaciones de la RC: planificación, definición de reglas, mecanismos, planes de contingencia, etc. - Actividades realizadas durante la operación, tanto reactiva como proactivamente, para mantener la RC hacia sus objetivos.

<p>¿Quiénes? ¿Quiénes son los encargados de la gestión de la VO/RC?</p>	<p>Las responsabilidades acerca de la gestión son definidas por su organización o los roles presentes. En una VO/RC auto-organizada puede no existir la necesidad de un gestor. Sin embargo, en aquellos entornos en que las personas poseen mucho peso en las decisiones, la gestión correrá a cargo de los “VO Managers” quienes coordinarán las actividades de acuerdo a los acuerdos previos.</p>
<p>¿Dónde? ¿Dónde se realiza la gestión?</p>	<p>La gestión es un conjunto de actividades que son independientes del ámbito físico en el que se realizan. En ocasiones incluso pueden distribuirse en los distintos nodos de la red, teniendo en cuenta además el grado de movilidad de las personas.</p>
<p>¿Cuándo? ¿Cuándo se realiza?</p>	<p>Se considera que la gestión sucede durante todo el ciclo de vida de la RC. Se pone en marcha durante la fase de creación y desaparece tras la fase de disolución. En ocasiones, incluso puede extenderse más allá de su ciclo de vida.</p>

Tabla 2-8: La gestión de una RC. Fuente: Adaptado de (Ecolead, 2005)

Utilizando una representación esquemática, la gestión se presenta como un bucle de control desplegado sobre los procesos operativos de la VO/RC. La gestión se nutre de datos provenientes de los procesos y esta información es contrastada respecto a los valores esperados para los indicadores que se han definido para ella. El resultado de esta comparación da lugar a que se establezcan acciones que van a modificar los procesos definidos para la RC.

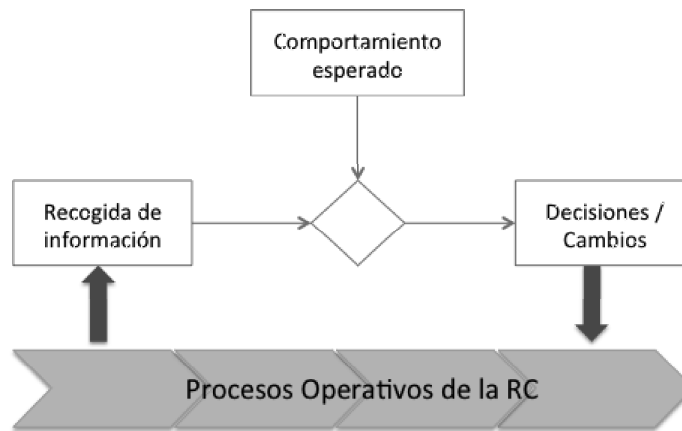


Figura 2-4: La gestión de RC como ciclo de control a los procesos operativos

Esta visión general puede complementarse con la descrita en la siguiente figura (ver Figura 2-5) en la que la gestión de una RC se representa como un bucle cerrado en el que el rol del ecosistema que la contiene posee un rol importante en su puesta en marcha y operación.

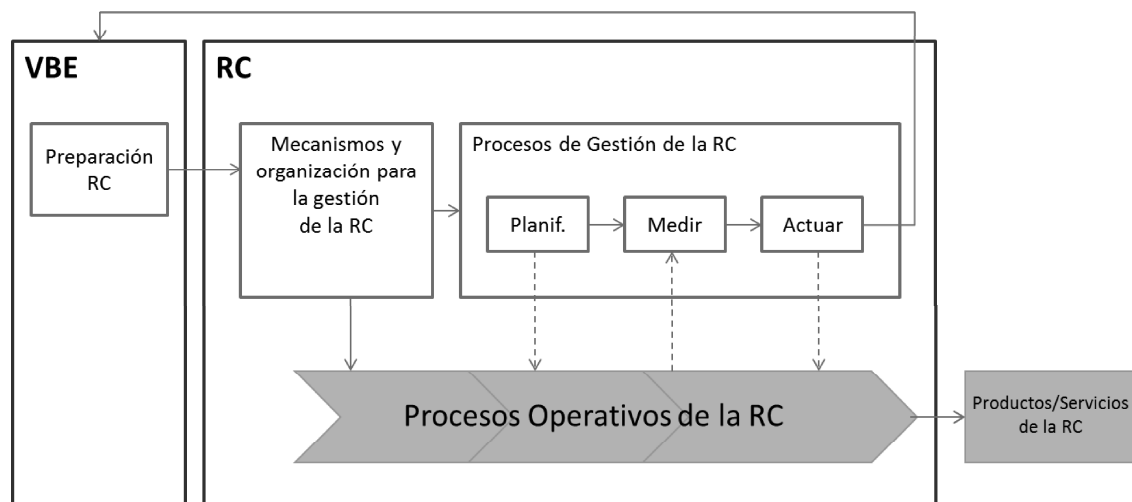


Figura 2-5: La gestión de RC como ciclo de control a los procesos operativos

Fuente: Ecolead (2005)

2.5.2. Ciclo de vida de las RC

En las distintas definiciones que se recogen en la literatura, se asume que una **RC** debería ser gestionada como una organización tradicional. Sin embargo, como también se ha indicado (Ecolead, 2005), la gestión de **RC** posee dos características distintivas:

- la necesidad de afrontar rápidamente la puesta en marcha de una estructura a corto plazo y,
- la necesidad de armonizar las expectativas, cultura y objetivos de una red de actores que comparten la aportación de valor, al tiempo que mantienen su independencia.

Por esta razón, y desde una perspectiva más amplia, se considera que la Gestión de las RC es un ámbito que incluye:

“...La organización, asignación y coordinación de recursos y sus actividades, así como de las dependencias interorganizativas que permitirán alcanzar los objetivos que para ella se han definido, en tiempo, forma y los niveles de calidad esperados.”

De este modo, la gestión de **RC** debe proveer las actividades, medidas y operaciones necesarias para guiar al consorcio de organizaciones hacia sus objetivos y controlar sus procesos operativos, tareas e interdependencias a lo largo de todo su Ciclo de Vida (**CdV**), que abarca desde su creación, pasa por su operación y alcanza su disolución, que se presenta

cuando las circunstancias que motivaron la unión han desaparecido o han cambiado de manera radical. Diversos autores (Axelrod, 1985; Grandori and Soda, 1995; Myerson, 1997)(Strader T.J. et al., 1998; Spinosa et al., 1998; Camarinha-Matos y Afsarmanesh, 1997) coinciden en señalar que en el Ciclo de Vida de las **RC** se presentan cuatro fases: Creación, Operación, Evolución y Disolución (ver Figura 2-6).

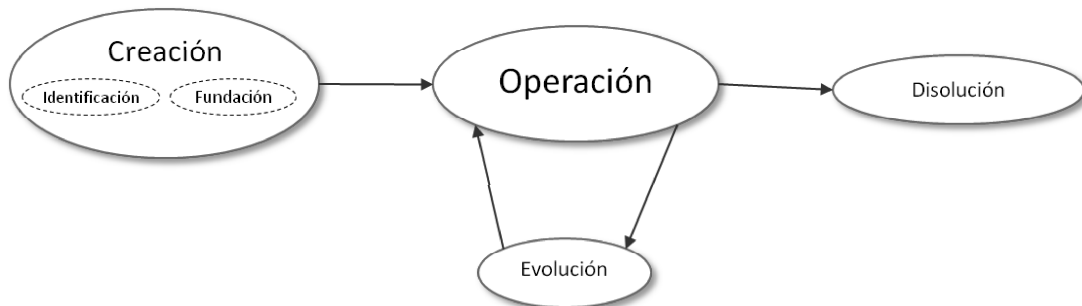


Figura 2-6: Ciclo de Vida de una RC

Analizando el CdV desde un punto de **vista decisional**, Strader T.J. et al. (1998) sostienen que éste se compone de una cadena de decisiones en las que el resultado de una fase se utiliza como entrada a la siguiente.

Coincidiendo con el esquema general planteado en la Figura 2-6, sostienen que la fase de **Creación** comprende tanto la identificación de la oportunidad de colaboración así como la definición y preparación de los mecanismos que permitirán concretarla.

Una vez que se ha identificado y valorada positivamente una oportunidad de colaboración, el siguiente paso es avanzar en la formación de la RC. Para ello, la secuencia de decisiones incluye: la identificación de los socios potenciales, la selección de aquellos que mejor satisfacen las necesidades detectadas y el establecimiento de las interrelaciones.

Finalizada la etapa de creación, y con la información recogida, es posible avanzar en la puesta en marcha de la **RC**. De acuerdo con los autores, en la fase operativa de una RC existen decisiones, ya no secuenciales, que deberían incluir: el diseño de los productos que la RC ofrecerá al mercado, su promoción, la gestión financiera y su fabricación y distribución.

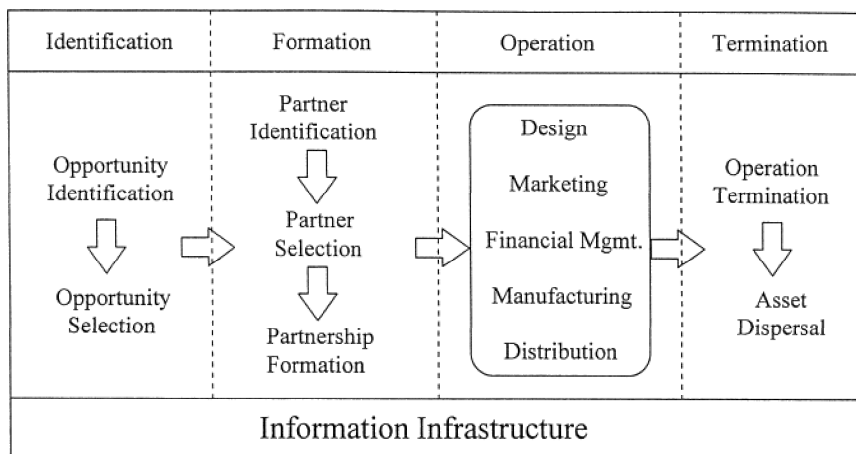


Figura 2-7: Decisiones a tomar en el CdV de una RC
 Fuente: adaptado de Strader et al, 1998

El CdV se cierra con la fase de Disolución, en la que ponen en marcha los mecanismos que garantizan un cierre ordenado de las actividades de la RC y que recogen tanto los activos como los pasivos del ciclo que se cierra. Una decisión importante a tomar es acerca de cómo gestionar el conocimiento y la innovación que se han generado, tanto a nivel de productos como de procesos.

Una visión complementaria acerca de la preparación y lanzamiento de una RC es el que se recoge en (Camarinha-Matos and Afsarmanesh, 2007) en el que se distingue entre una fase de planificación inicial de la red y su fase de lanzamiento.

Fase planificación inicial

Se compone de las siguientes actividades:

- **Identificación y caracterización de la Oportunidad de Colaboración:** este paso implica la identificación y caracterización de una nueva oportunidad de colaboración que será la encargada de generar la necesidad de lanzar una nueva RC. Las oportunidades de colaboración pueden ser externas, originadas en un cliente y detectada por un actor externo a la red desempeñando el papel de intermediario o bróker. Algunas otras oportunidades podrán ser lanzadas internamente.
- **Planificación inicial de la RC:** este paso incluye la definición inicial del consorcio, identificando las competencias y capacidades necesarias, así como la forma organizativa de la RC y los roles correspondientes. En esta fase es importante definir

las relaciones que normalmente estarán reguladas por acuerdos y contratos de colaboración.

Fase Formación del Consorcio

Esta fase toma como punto de partida a la anterior y, además, incluye:

- **Búsqueda y selección de socios:** quizás una de los aspectos más investigados en investigación, este paso está dedicado a la identificación de socios potenciales, su valoración y su correcta identificación. Entre los aspectos a considerar se encuentran: elementos para la búsqueda y selección (según criterios técnicos, económicos, preferencias, indicadores de confiabilidad); algoritmos (multicriterio): optimización, antecedentes de colaboración, búsqueda externa de socios, etc.
- No sólo durante la fase de creación sino que durante la fase de operación podría ser necesario considerar la incorporación de un nuevo socio para realizar nuevas tareas que un socio actual no puede realizar.
- **Negociación:** la negociación consiste en un proceso cíclico para alinear las necesidades con la oferta existente. Puede considerarse como complementaria a los otros pasos ya que se realiza en paralelo con ellos. En esta etapa es necesario considerar: la identificación de los objetos de negociación; los procesos de toma de decisiones y los parámetros que los afectan; la formalización de acuerdos; la negociación de los procesos de negocio, etc.
- **Composición de la RC:** en esta etapa es cuando se define la estructura final de la VO y las responsabilidades y roles se asignan a cada socio.

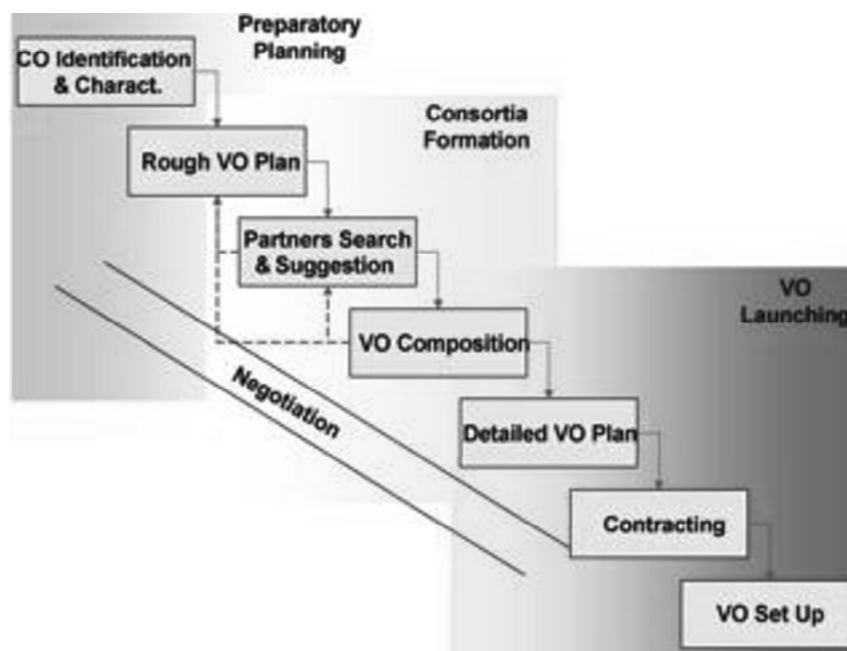


Figura 2-8: CdV detallado de una RC (Fuente: Camarinha-Matos, 2005)

Fase: Lanzamiento de la RC

Según se ha descrito, la fase lanzamiento de una RC tiene las siguientes fases:

- **Planificación detallada de la RC:** una vez que se han escogido los socios y se han alcanzado los acuerdos de colaboración, esta actividad considera la definición de los principios de gobierno y la concreción de una planificación detallada. Esto implica el modelado de los procesos de negocio, la formalización de la estructura, la definición de roles y responsabilidades, definición de los principios de intercambio, niveles de acceso a la información, etc.
- **Contratación:** implica la formulación y definición de los acuerdos y contratos preestablecidos que existirán dentro de la RC.
- **Puesta a punto de la RC:** esta es la última fase del proceso de creación, es decir, de su puesta en marcha. Este paso es responsable de la configuración de la infraestructura tecnológica, la instanciación y orquestación de los espacios colaborativos, selección de los indicadores de desempeño, puesta en marcha de los principios de gobierno, activación de los recursos comunes, notificación a los socios implicados y manifestación de la existencia al Ecosistema.

El proceso descrito anteriormente asume que las posibilidades de colaboración están garantizadas, sin embargo en el entorno de los negocios a veces es necesario contar con una fase intermedia en la que se presenta una cotización y si se logra el contrato con el cliente final, entonces la RC se conforma definitivamente.

Complementariamente, en Spinosa et al. (1998) se identifican las principales actividades que se dan en cada una de las fases y en Colead (2005, p. 36) se introducen aspectos dinámicos presentes en el CdV, que contrastan **con la visión lineal de Strader: la reconfiguración de la RC en la fase de Evolución**. En la siguiente tabla (ver Tabla 2-9), se integran ambos trabajos a fin de obtener una visión completa del CdV de las RC.

PRINCIPALES ACTIVIDADES EN LAS FASES DEL CdV de una RC	
Fase / Propósito	Actividades
Creación	<ul style="list-style-type: none"> 1 - Formación de la RC 1.1 - Presentación del proyecto DBP 1.2 - Búsqueda de posibles socios 1.3 - Recepción de propuestas y selección de socios 1.3.1 - Negociación 1.3.2 - Compromiso 1.3.3 - Diseminación de los resultados obtenidos 1.4 - Planificación de los flujos de datos y materiales DBP 1.5 - Establecimiento de acuerdos legales 2 - Constitución de la RC
Operación	<ul style="list-style-type: none"> 1 - Gestión de Procesos de Negocio Distribuidos (DBP) 1.1 - Proceso de evaluación, medición y simulación DBP 1.1.1 - Actividades Técnicas (producción y aspectos logísticos) 1.1.2 - Actividades del área social / Impacto humano 1.1.3 - Actividades de tipo legal 1.2 - Monitorización DBP 2 - Supervisión y reacción 2.1 – Cambio en los planes y calendarios 2.2 – Cambio en la estructura (ir a Evolución) 3 – Medición del Rendimiento 4 – Visualización y simulación 5 - Evaluación de conflictos
Evolución	<ul style="list-style-type: none"> 1 - Reconfiguración de la RC 1.1. Estructura 1.1.1 - Acceso de nuevos miembros 1.1.2 – Baja/reemplazo de un miembro 1.2. Procesos 1.2.1 Reasignación del trabajo, responsabilidades, beneficios y riesgos 2.- Modificación de planes y calendarios 2.1 - Ordenada por el coordinador de la RC 2.2 - Solicitada por un miembro de la RC
Disolución	<ul style="list-style-type: none"> 1 – Recolección de información y conocimiento 2 – Revisar lecciones aprendidas 3 – Liability 4 – Mantenimiento

Tabla 2-9: Principales actividades de las fases del CdV de una RC. Fuente: Elaborado a partir de Colead (2005) y Spinosa et al. (1998)

2.5.3. Roles en las RC

En el ciclo de vida de una RC, los nodos de la red – ya sean organizaciones o individuos – pueden asumir diferentes roles y de esta forma añadir valor a distintos procesos que en ella se lleven a cabo. Algunas de las funciones elementales que pueden ser identificadas son: Camarinha-Matos y Afsarmanesh (1999)

- En términos de coordinación: Coordinador RC, Participantes de la RC.
- En términos de producto /servicio: Cliente o Proveedor.
- En términos de servicios de soporte: Proveedores de servicios de directorio, de comercio electrónico, de asesoría o de asesoramiento técnico, entre otros.

De este modo, en el ámbito de la RC, los roles principales y las responsabilidades asociadas, son los que se enumeran a continuación (ver Tabla 2-10):

ROLES PRINCIPALES EN EL ÁMBITO DE UNA RC	
Rol en la RC	Principales responsabilidades
<p>Promotor</p> <p>Este rol es desempeñado por un miembro de la RC o un agente externo a ella, que intenta identificar oportunidades de colaboración y ofreciendo las capacidades y recursos disponibles a clientes potenciales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Promover nuevas oportunidades de colaboración. - Acceder a información acerca de las capacidades potenciales del VBE - Acceder a información de las capacidades y competencias de los miembros del VBE y la RC. - Buscar competencias, recursos, productos y servicios que el VBE puede proveer.
<p>Planificador de la RC</p> <p>A partir del trabajo del Promotor, el Planificador de la RC se encargará de identificar las competencias necesarias, buscar los participantes (internos al VBE o externos si esas competencias no existen en él) y creará la estructura de la RC.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Acceder al registro histórico del desempeño de cada miembro del VBE o la RC - Acceder a la información de nueva oportunidades de colaboración. - Conseguir los mejores participantes en cada RC - Crear, negociar y configurar la RC.
<p>Participante de la RC – VO Member</p> <p>Un rol desempeñado por aquellas organizaciones (o individuos) registrados en el ecosistema, que poseen las competencias necesarias para participar en una RC.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar el trabajo asignado por el Gestor o Coordinador de la RC, con el nivel de servicio esperado - Informarles acerca de los avances y cumplimiento de objetivos
<p>Gestor/Coordinador de la RC – CNO Manager</p> <p>Rol que es desempeñado por un miembro de la RC que se encarga de coordinar las operaciones de la RC a lo largo de su CdV, con el fin de alcanzar los objetivos planteados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión de las actividades de la RC y del desempeño de los participantes - Capacidad para intervenir en acciones correctivas - Acceso a la información de la RC
<p>Gestor del VBE – VBE Manager</p> <p>Un rol encargado de la operación y evolución del VBE, su promoción y gestión de las tareas de gestión más frecuente del entorno.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Recibe información acerca del desempeño de la RC y sus miembros

Tabla 2-10: Roles en el ámbito de una RC. Fuente: Colead (2005)

La Figura 2-9 es una representación esquemática de los roles en una RC y su interacción con otros participantes también ligados a ella, como por ejemplo los clientes o los proveedores de servicios externos. Dado que algunos de esos roles pueden combinarse, en la figura se han realizado las siguientes simplificaciones:

- **Ámbito RC:** es el espacio que delimita la pertenencia, o no, a la RC.
- Se ha distinguido entre entidades Participantes (P) y entidades que prestan servicios de soporte (S) a la RC.
- Los roles de Planificación, Coordinación y Gestión se han simplificado en el Gestor (Ge).
- Los Clientes finales (C) interactúan directamente con la RC o, alternativamente, a través de un Promotor (Br).

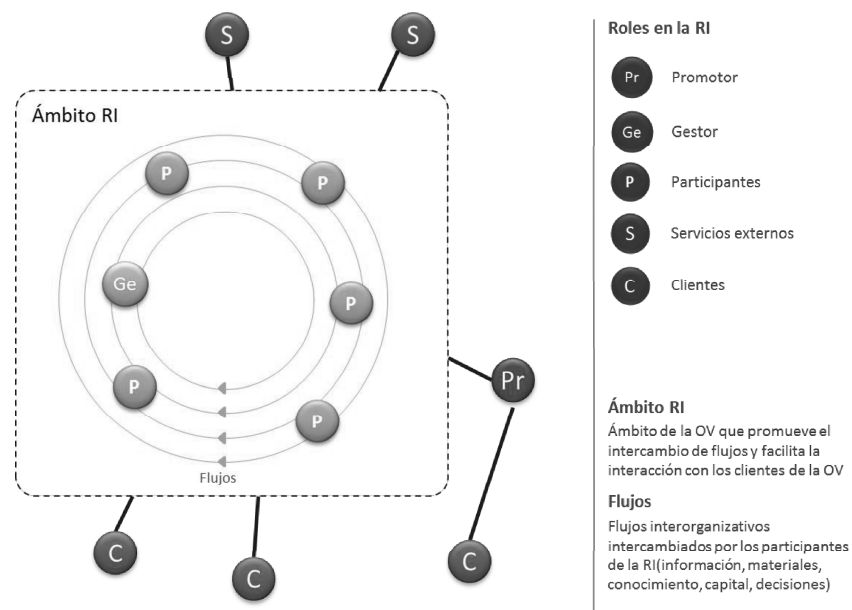


Figura 2-9: Roles y ámbito de una RC

2.5.4. Proyectos europeos recientes

La gestión de RC ha sido un ámbito de interés en distintos proyectos impulsados por la Comisión Europea en los últimos años. Si bien no todos ellos tratan específicamente acerca de los aspectos de gestión, como ha analizado Camarinha-Matos (2005), en muchos de ellos se abordan distintos elementos relacionados a la creación y operación de organizaciones virtuales. En la siguiente tabla se resumen dichos aspectos:

Project	"Horizontal" Infrastructures					VO Creation functionalities					VO operation functionalities					VO dissolution functionalities		
	Info & knowl. Sharing	Coordination support	Safety & Security	Interoperab. & legacy integr.	Collaborative environments	VE planning	Partner search/s elect	Enterprises catalog	Cluster / marketplace	Contract negotiation	Distrib. BP plan & sched.	Distrib. BP supervision	Performance assessment	Process Model/ Simul.	Specialized domain funet.	Liability definition	Prod/Service lifecycle supp.	Performance history data
From VOSTER portfolio																		
BAP																		
BIDSAVER																		
COVE																		
e-COGNOS																		
ECOLLEG																		
ELEGAL																		
EXPIDE																		
EXTERNAL																		
FETISH-ETF																		
GENESIS																		
GLOBEMEN																		
GNOSIS																		
ICCI																		
iCSS																		
ISTforCE																		
KM Forum																		
MASSIVE																		
NGMS																		
NIMCube																		
NIITM																		
OSMOS																		
ProDAEC																		
PRODCHAIN																		
PRODNET II																		
Symphony																		
TeleCARE																		
THINKcreative																		
UEML																		
VDA																		
VL																		
Other projects (with VOSTER members)																		
EPICE																		
eHUBS																		
ENBI																		
eSharing																		
ProServ																		
RAPTIL																		
Other projects (without VOSTER members)																		
AIM																		
Spars / Spars SC																		

Figura 2-10: Proyectos europeos en el ámbito de la Creación y Gestión de Organizaciones Virtuales (Fuente: (Camarinha-Matos, 2005))

En la tabla anterior es posible identificar que los aspectos operativos de la Gestión de una RC aún requieren más desarrollo en el ámbito de la investigación, especialmente los vinculados a la planificación y operación integrada de una RC.

2.5.5. Principales actividades de la gestión de RC

Las actividades o funciones que se llevan a cabo en la gestión de RC son distintas según la fase del ciclo de vida que se considere.

En la fase de **creación**, estas funciones incluyen la definición de la estructura de gestión de la RC, la definición de los principios de coordinación y monitorización y la definición de calendarios, hitos, etc. que son necesarios para el adecuado funcionamiento de la RC.

Durante la fase de **operación**, la gestión se encarga del cumplimiento de las tareas y la monitorización y coordinación del desempeño global de la RC. La revisión de los valores esperados de performance puede conducir a la necesidad de realizar ajustes en cualquiera de los aspectos definidos inicialmente (roles, tiempos, procesos, etc.). **Estos confiere características dinámicas que la gestión también debe considerar en el diseño de la RC.**

Finalmente, en la fase de **disolución** la gestión se encargará de recopilar todos aquellos activos que hayan sido generados durante el CdV de la RC y de transferirlos a entidades estables de su entorno.

2.5.6. Fundamentos para la gestión de RC

Los fundamentos para la gestión de RC residen en los procesos operativos que se han definido para ella (Ecolead 2005). Por esta razón, se considera fundamental contar con un marco adecuado para estructurar las distintas perspectivas de modelado que apoyarán estas tareas de gestión.

Desde este punto de vista, los autores consideran que la propuesta de GERAM () provee un marco adecuado. Para ello, se consideran cuatro vistas:

- La **vista funcional**: desde el punto de vista de la gestión, la vista funcional recoge las actividades y el comportamiento de los procesos de negocio de la RC. Esta vista incluirá los modelos funcionales, decisionales y de comportamiento.
- La **vista informacional** recoge el conocimiento acerca de los activos de la RC, tanto físicos como digitales, necesarios para gestionar la RC. Se estructura a partir de los flujos de información y de material de las actividades de la RC y su definición da lugar a un modelo informacional de la RC.
- La **vista de recursos** recoge tanto los recursos humanos como los tecnológicos que están presentes en la RC y que serán asignados posteriormente a sus actividades.
- La **vista organizativa** define las responsabilidades y la autoridad de los nodos de la RC.

En la implementación de las actividades de gestión, estas perspectivas deberían tomarse como punto de partida aunque, complementariamente, será necesario conocer el nivel de automatización de las actividades de los procesos operativos de la RC y cómo los recursos serán aplicados a ellas.

2.6. Sistemas de Gestión de RC

2.6.1. Requerimientos para un sistema de Gestión de RC

Tomando como base las aportaciones anteriores y teniendo en cuenta que el objetivo de esta Tesis es facilitar la gestión de **RC Dinámicas** – que requieren dar soporte a su **variación estructural y funcional (procesos) prácticamente en tiempo real** – se considera conveniente analizar cuáles son los requerimientos que se deberían considerar especialmente en cada uno de esos ámbitos.

En este sentido, (Bernus et al. 1997) sostienen que el diseño de Empresas Virtuales, también aplicable al de RC, debería incluir:

- El diseño de las operaciones, es decir el proceso de transformación mediante el cual se obtiene el producto y
- El diseño del sistema de gestión y control para tal empresa.

Según ellos, el diseño del sistema de gestión y control debería cumplir tres requisitos básicos:

- Determinar las entidades organizativas que estarán implicadas,
- Especificar las funciones de gestión y cómo éstas se relacionan con las operacionales
- Establecer cómo las entidades desempeñan los roles, tanto a nivel de gestión como operativo.

El diseño resultante se verá afectado no sólo por la necesidad de dar soporte a las operaciones de la propia empresa sino también para facilitar las relaciones con otras organizaciones, como las que surgen en el ámbito de las **RC**.

En consecuencia, se pondrá de manifiesto que los sistemas de Gestión y Control de dos organizaciones que operan conjuntamente también deben ser alineados (ver Figura 2-11).

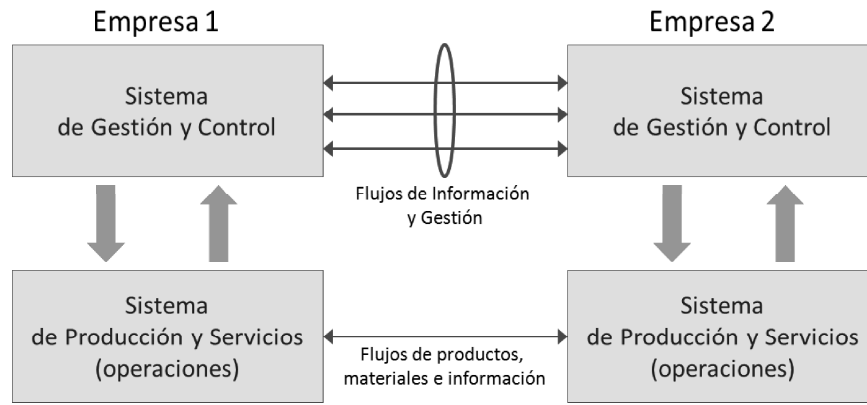


Figura 2-11: Interconexión entre dos organizaciones. Fuente: adaptado de (Bernus et al., 1997)

A tal fin, en la Tabla 2-11, se han sintetizado aquellos aspectos que se consideran como más relevantes, focalizando la atención en las fases de Creación (a partir de ahora, **Ingeniería**) y **Operación** de una RC.

ASPECTOS DINAMICOS EN EL CdV DE LAS REDES COLABORATIVAS

Fase del Ciclo de Vida		
Dimensión	Ingeniería	Operación
Estructura	Esta fase del CdV se corresponde con una visión tradicional de las RC Estáticas. El consorcio se forma con actores conocidos previamente y se espera que la estructura de la RC sufra pocos cambios. Las relaciones se establecen mediante acuerdos a largo plazo.	Tomando como punto de partida al Principio de Intercambio (Mowshowitz, 1999) en las RC, variar la estructura de forma dinámica implica que la selección de nuevos participantes de la RC puede decidirse en tiempo real , ya sea en función de quién satisfaga mejor los requerimientos de una determinada tarea o el posible adjudicatario de una subasta.
Procesos	Cuando ya se ha definido el consorcio, es posible planificar el trabajo conjunto y desplegar los procesos colaborativos que les relacionan.	Los aspectos dinámicos de los procesos no se refieren exclusivamente a la modificación de la secuencia de actividades, sino que también debe contemplar la asignación dinámica de un paquete de trabajo , y su posterior seguimiento, a un participante también seleccionado de forma dinámica.

Tabla 2-11: Aspectos dinámicos en el Ciclo de Vida de las Organizaciones Virtuales. Fuente: Elaboración propia

La consideración de los aspectos dinámicos en la fase de **operación**, tanto a nivel estructural como de procesos, puede tener repercusiones a nivel de gestión, en cada uno de esos ámbitos:

- **Nivel estructural:** dependiendo de cómo haya sido modelada, en una RC Dinámica será posible identificar distintos tipos de participantes, atendiendo al momento en que formaliza su vínculo con la RC:
 - o **Participantes estables:** son aquellos participantes que se vinculan a la RC en la fase de Ingeniería tras alcanzar un acuerdo que se extenderá, en principio, hasta la extinción de la RC.
 - o **Participantes temporales:** son aquellos participantes, escogidos entre todos los registrados en el VBE que, tras una negociación realizada en tiempo real, pasan a formar parte de la RC para una transacción concreta. Futuras transacciones podrán incluirles o no, dependiendo de las condiciones negociadas en cada momento. En este caso, la condición de miembro pueden concederla tanto VBE Manager como el VO Manager y la visibilidad de la entidad se limita al ámbito de aprobación.
- **Nivel de Procesos:** los aspectos dinámicos en la definición y ejecución de los procesos de negocio de una RC Dinámica se caracterizan por:
 - o **Modelado:** el modelado de procesos de negocio en una RC dinámica debería contemplar el hecho de que alguno de los participantes inicialmente podría ser desconocido y que para cualquiera de ellos, la especificación del paquete de trabajo a realizar debería definirse anticipadamente y de un modo **semánticamente comprensible**⁸ para cualquier actor potencial.
 - o **Soporte a la ejecución:** en una RC Dinámica la asignación de paquetes de trabajo se puede realizar en tiempo real. Es decir, definido un requerimiento de forma **abstracta** – “es necesario contratar un transporte urgente que traiga a Valencia los componentes desde Bélgica” – **el soporte a la ejecución de procesos en RC Dinámicas debería ser capaz de identificar, seleccionar, negociar y asignar esa petición a un actor concreto.**

A partir del análisis realizado en esta sección se podría concluir que para lograr una adecuada gestión de las RC Dinámicas, sería necesario considerar previamente algunos elementos estructurales básicos que deberían estar presentes en las soluciones diseñadas para este tipo de escenarios:

⁸ Para alcanzar el nivel de comprensión deseado, sería conveniente reducir la distancia semántica que existe entre todos esos potenciales actores de la RC. Para ello, como se verá en el próximo apartado, un enfoque centrado en la interoperabilidad, juega un papel crítico.

- En primer lugar, sería conveniente contar con una **aproximación metodológica que permitiese modelar las variaciones estructurales que puede sufrir una RC Dinámica a lo largo de su CdV**. Para ello, se considera fundamental crear – en fase de Ingeniería – modelos abstractos de entidades que puedan ser posteriormente instanciados, durante la fase de Ejecución. De este modo, se podría permitir, por ejemplo, que una determinada RC contara para uno de sus procesos, con los servicios de una entidad **Empresa de Mensajería**, definida de forma abstracta (ingeniería). Durante la fase de ejecución, sería necesario identificar qué participantes de la RC pueden asumir ese rol y, aplicando las reglas de negocio que se hubiesen definido, negociar con ellos los términos particulares de su participación en la RC.
- Que esa misma aproximación metodológica permitiese separar la definición de una tarea de su posible ejecutor final, definiendo **interfaces estándares de colaboración**, que cada participante potencial de la VO podría conocer previamente. Por ejemplo, en el caso de un proceso que implicase a Empresas de Mensajería, una posible interfaz de colaboración podría estar destinada a solicitar la cotización de un determinado envío. Para ello, la interfaz debería especificar, además de su nombre, la información de entrada que debería proveerse al ejecutor potencial y la de salida que éste proveería al proceso global. En el ejemplo: **CotizarEnvío** (Origen, Destino, DimensionesPaquete, PesoPaquete) → Importe Sin IVA.
- Que tanto **los modelos abstractos de los actores del proceso como las correspondientes interfaces de colaboración mantengan una correspondencia lógica entre sí**. Es decir, a fin de homogeneizar el comportamiento esperado de una determinada entidad definida de forma abstracta, todas las interfaces de colaboración que para ella se identifiquen, deberían conformar una unidad indivisible. De este modo, una entidad Empresa de Mensajería podría tener asociadas las siguientes interfaces: CotizarEnvío, SolicitarEnvío, IndicarEstadoEnvío, etc.

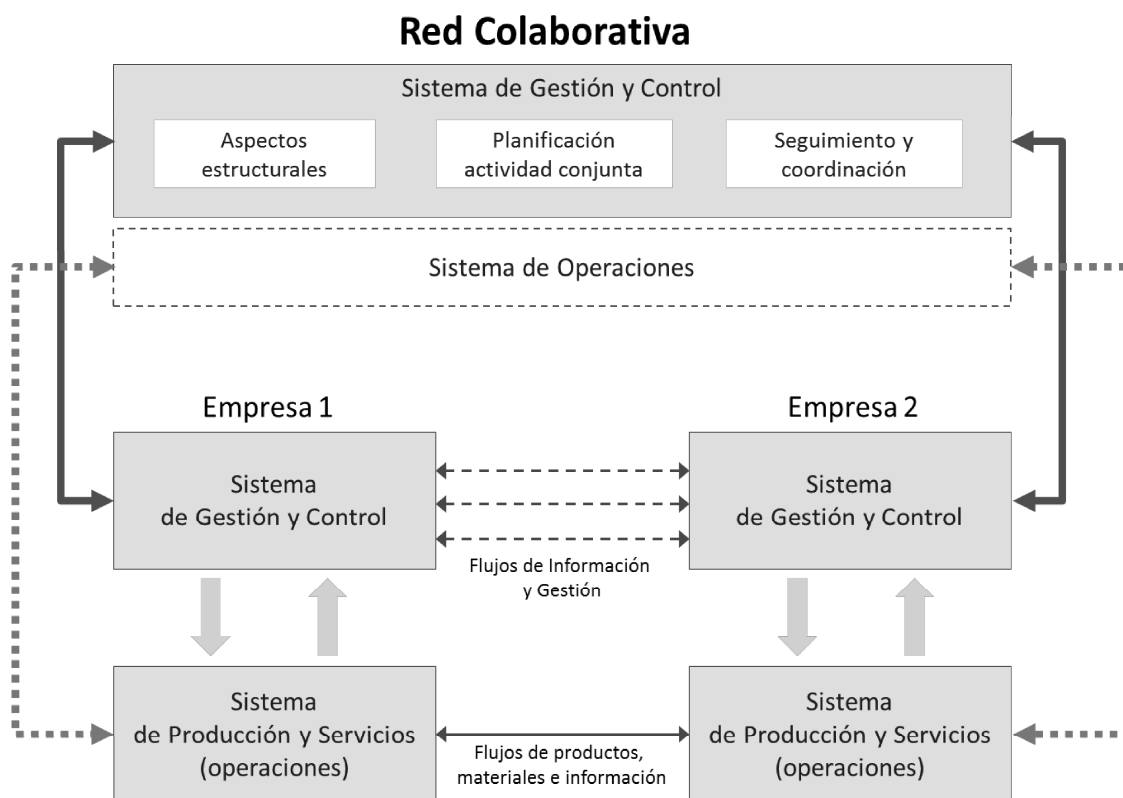


Figura 2-12: Diseño de los sistemas de Gestión y de Operaciones en una RC. Fuente: elaboración propia a partir de Bernus et. al. (1997)

En los siguientes apartados se **analizarán las implicaciones de estos requerimientos en el diseño de entornos de ingeniería y operación de RC dinámicas y, fundamentalmente, cómo mediante la adopción de principios interoperables sería posible alcanzar el nivel operativo esperado en este tipo de escenarios.**

2.6.2. Ingeniería Empresarial para la gestión operativa de RC

Como se ha descrito en la sección 2.5, una adecuada gestión de una RC supone llevar a cabo un conjunto de actividades que, en el contexto de su CdV, tienen por finalidad facilitar la coordinación de sus operaciones y la monitorización de su desempeño. También se ha mencionado que dicha gestión es un proceso integral que posee actividades de planificación, de monitorización y adaptación de dichas operaciones.

Con el fin de garantizar que dicho proceso consiga alcanzar los objetivos esperados, se ha considerado también que las actividades de modelización de los procesos de negocio constituyen un elemento central en la gestión de una RC (Ecolead, 2005) y que los desarrollos realizados en GERAM y VERAM, aportan un contexto inicial adecuado.

De este modo, se debe entender que la Gestión Operativa de una RC se puede situar en lo que en el ámbito de la Ingeniería Empresarial se ha descrito como los **entornos de Ingeniería y Operación**.

Tal y como han sido definidos, estos entornos tienen por finalidad, en el proceso de creación y puesta en marcha de una organización, distinguir aquellas actividades ligadas a los aspectos de diseño y planificación de los distintos elementos estructurales y operativos que van a conformarla, de aquellas otras actividades que tienen por finalidad poner en marcha tales diseños, principios y procedimientos definidos en la fase de ingeniería.

2.6.3. Interoperabilidad en la gestión de RC

Camarinha-Matos & H. Afsarmanesh (2007) consideran que la cantidad de recursos y el tiempo que se destina al proceso de creación de una RC cuando surge una oportunidad de colaboración dan una idea acerca del nivel de agilidad del ecosistema colaborativo.

La efectividad de este proceso depende principalmente de la disponibilidad de la información adecuada acerca de los socios potenciales y su nivel de preparación para incorporarse a una **RC**.

La existencia de un **Virtual Organization Breeding Environment**⁹ facilita el cumplimiento de estos requerimientos y promueve la existencia de auténticas RC dinámicas.

Sin embargo, cuando se intenta traducir esta visión en una herramienta de gestión de RC que tome ventaja de la existencia del sistema de Gestión de VBE, se detecta que algunos elementos, considerados esenciales en el ámbito de esta propuesta, no son explícitamente mencionados, como por ejemplo:

- Si la gestión de RC considera a los Virtual Organization Breeding Environments (VBE) como facilitadores indispensables, ¿qué relación debería existir entre ambos sistemas de gestión?

⁹ Concepto desarrollado en el Capítulo 3 y que en esta Tesis se puede entender también como **Ecosistema digital**

- ¿Qué elementos arquitectónicos deberían diseñarse para que un sistema de gestión de RC alcanzase nivel operativo aceptable, dado que existe un sistema equivalente para VBE?
- ¿Sería posible diseñar una arquitectura integrada que permitiese la operación tanto de un Sistema de Gestión de RC y de VBE a partir de elementos constructivos comunes?

De lo analizado hasta aquí, se puede concluir que la Gestión de RC es un ámbito complejo que tiene por delante diversos retos que es necesario abordar cuando un conjunto de empresas desea establecer una **RC**.

Adicionalmente, la introducción de **los aspectos dinámicos de la RC como parte de su variación estructural y funcional, aumentan requerirán que se deban diseñar mecanismos que faciliten la interoperabilidad** a esos niveles. En consecuencia, lo que se promoverá es alcanzar una ***interoperabilidad transparente*** a nivel operativo, de modo que dichas variaciones no tengan un impacto significativo en el funcionamiento normal de la RC.

Por esta razón, de todos los posibles ámbitos desde los que abordar una propuesta que de respuesta al tipo de cuestiones planteadas más arriba, **esta Tesis se centrará en identificar e intentar salvar las barreras de interoperabilidad que surgen al avanzar desde la ingeniería de RC hacia sus niveles operativos y cómo los VBE pueden convertirse en los entornos interoperables que permitan concretar esa visión.**

2.7. Conclusiones

En el desarrollo de este capítulo se han analizado distintos aspectos de las relaciones que dan lugar a la conformación de Redes Colaborativas o Interorganizativas por parte de un conjunto de actores que persiguen un fin común y que para ello necesitan coordinar sus operaciones.

Además, se ha prestado a la naturaleza dinámica de dicho proceso, entendiendo que los gestores de RC se enfrentan a la necesidad de adaptar dinámicamente su estructura y procesos, según las necesidades de negocio.

También se ha indicado que este proceso, descrito como Gestión de una RC, se puede enmarcar en el ámbito de la Ingeniería e Integración Empresarial para que se constituya como un proceso formal, apoyado en una arquitectura, una metodología y unas herramientas adecuadas.

Finalmente, se ha destacado que entre los retos para una adecuada gestión de RC, contar con un Sistema de Gestión de RC es algo absolutamente necesario.

Por ello, reconociendo el valor añadido que un VBE, puede suponer para alcanzar dicho objetivo, **la posibilidad de contar con un sistema integrado de gestión se plantea como el desafío principal de esta Tesis.**

De este modo, en el próximo capítulo se estudiarán las necesidades de interoperabilidad en RC Dinámicas y se analizará el rol que los VBE desempeñan para reducir las barreras que surgen al abordar los aspectos dinámicos, tanto estructurales como operacionales, de la gestión de RC.

2.8. Referencias

- Aldrich, H., Whetten, D.A., 1981. Organization Sets, Action Sets, and Networks: Making the Most of Simplicity, in: Handbook of Organizational Design. Oxford University Press, pp. 385–408.
- van Alstyne, M., 1997. The State of Network Organization: A Survey in Three Frameworks. *Journal of Organizational Computing & Electronic Commerce* 7, 83.
- Arranz Peña, A.N., Fernández de Arroyabe, J.C.F. de, 2002. Business Cooperation: From Theory to Practice. Palgrave Macmillan.
- Axelrod, R., 1985. The Evolution Of Cooperation. Basic Books.
- Baker, W.E., 1993. The network organization in theory and practice, in: Networks and Organizations: Structure, Form and Action. Harvard Business School Press, pp. 397–429.
- Bar-yam, Y., 2003. Dynamics Of Complex Systems. Westview Press.
- Bernus, P., Espinasse, B., Fox, M.S., Goranson, T., 1997. Business Evolution and Enterprise Integration, in: Enterprise Engineering and Integration: Building International Consensus, Proceedings of the ICEIMT'97 Conference. Springer Berlin / Heidelberg, Cambridge, Massachusetts.
- Biggart, N.W., Hamilton, G.G., 1993. On the limits of a firm-based theory to explain business networks: The western bias of neoclassical economics, in: Networks and Organizations: Structure, Form and Action. Harvard Business School Press, pp. 471–491.
- Borch, O.J., Arthur, M.B., 1995. Strategic Networks for Small Firms: implications for strategy research methodology. *Journal of Management Studies* 32, 419–441.
- Borgatti, 2003. The Network Paradigm in Organizational Research: A Review and Typology. *Journal of management* 29, 991.
- Borys, B., Jemison, D.B., 1989. Hybrid Arrangements as Strategic Alliances: Theoretical Issues in Organizational Combinations. *Academy of Management Review* 14, 234–249.
- Boyle, E., 1994. Managing Organizational Networks in Britain: The Role of the Caretaker. *Journal of General Management* 19, 13–23.
- Brass, D.J., Galaskiewicz, J., Greve, H.R., Wenpin Tsai, 2004. Taking stock of networks and organizations: a multilevel perspective. *Academy of Management Journal* 47, 795–817.
- Browning, L.D., Beyer, J.M., Shetler, J.C., 1995. Building cooperation in a competitive industry: Sematech and the semiconductor industry. *Academy of Management Journal* 38, 113–151.
- Camarinha-Matos, Afsarmanesh, 1997. Handbook of Life Cycle Engineering: Concepts, Tools and Techniques, chapter Virtual Enterprise: Life Cycle Supporting Tools and Technologies. Chapman and Hall.

- Camarinha-Matos, Afsarmanesh, H., 2007. A framework for virtual organization creation in a breeding environment. *Annual Reviews in Control* 31, 119–135.
- Camarinha-Matos, L., 2005. ICT Infrastructures for VO, in: *Virtual Organizations: Systems and Practices*. Springer, pp. 83–104.
- Camarinha-Matos, L., Afsarmanesh, H., 2001. Virtual Enterprise Modeling and Support Infrastructures: Applying Multi-agent System Approaches, in: *Multi-Agent Systems and Applications*. pp. 335–364.
- Camarinha-Matos, L., Afsarmanesh, H., 2005. Collaborative networks: a new scientific discipline. *Journal of Intelligent Manufacturing* 16, 439–452.
- Camarinha-Matos, L.M., Afsarmanesh, H., 1999. *The Virtual Enterprise Concept*. Kluwer, B.V., pp. 3–14.
- Castells, M., 2002. *La era de la informacion. Economia, sociedad y cultura, vol. 1. La sociedad red*. Siglo XXI.
- Child, J., Faulkner, D., 1998. *Strategies of Cooperation: Managing Alliances, Networks, and Joint Ventures*. Oxford University Press, USA.
- Doz, Y.L., Olk, P.M., Ring, P.S., 2000. Formation processes of R&D consortia: which path to take? where does it lead? *Strategic Management Journal* 21, 239.
- Doz, Y.L., Prahalad, C.K., 1991. Managing DMNCs: A search for a new paradigm. *Strategic Management Journal* 1, 145–164.
- Dussauge, P., Garrette, B., 1999. *Cooperative Strategy: Competing Successfully Through Strategic Alliances*. Wiley.
- Ebers, A.M., 1997. *The Formation of Inter-organizational Networks*.
- Ecolead, 2005. *D32.1 Challenges in Virtual Organizations Management*.
- Eve, R., Horsfall, S., Lee, M., 1997. *Chaos, Complexity, and Sociology: Myths, Models, and Theories*. Sage Publications, Inc.
- Franco, R., Ortiz Bas, A., Anaya, V., Lario, F., 2004. IDR: A Proposal for Managing Inter-Organizational Business Processes by Using Web-Services Oriented Architectures, in: *Virtual Enterprises and Collaborative Networks*. pp. 89–96.
- Grandori, A., Soda, G., 1995. Inter-firm Networks: Antecedents, Mechanisms and Forms. *Organization Studies* 16, 183–214.
- Gulati, R., Nohria, N., Zaheer, A., 2000. Strategic networks. *Strategic Management Journal* 21, 203–215.
- Hudson, R., 2004. *Analysing network partnerships*. [WWW Document]. URL <http://dro.dur.ac.uk/2560/>

- Human, S.E., Provan, K.G., 2000. Legitimacy Building in the Evolution of Small-Firm Multilateral Networks: A Comparative Study of Success and Demise. *Administrative Science Quarterly* 45, 327–365.
- Iacob, M.E., Fielt, E., Smit, A., Janssen, W., 2001. Analysis of networked enterprises: Literature overview and conceptual scenery [WWW Document]. URL <http://www.telin.nl/index.cfm?language=en&handle=15271&type=doc>
- Jarillo, J.C., 1988. On strategic networks. *Strategic Management Journal* 9, 31–41.
- Johanson, J., Mattsson, L.-G., 1991. Interorganizational relations in industrial systems: a network approach compared with the transaction cost approach. Uppsala University, Department of Business Studies.
- Kilduff, A.M., Tsai, W., 2003. Social networks and organizations.
- Kogut, B., 2000. The network as knowledge: Generative rules and the emergence of the structure. *Strategic Management Journal* 21, 405.
- Miles, R.E., Snow, C.C., 1986. Network organizations: new concepts for new forms. *McKinsey Quarterly* 53–66.
- Miles, R.E., Snow, C.C., 1995. The New Network Firm: A Spherical Structure Built on a Human Investment Philosophy. *Organizational Dynamics* 23, 5–18.
- Milward, H.B., Provan, K.G., 1998. Measuring Network Structure. *Public Administration* 76, 387–407.
- Montoro Sánchez, M.A., 2000. El desarrollo de redes organizativas. Fundamentos teóricos y enfoques metodológicos. *Cuadernos de Estudios Empresariales* 10.
- Mowshowitz, A., 1999. The switching principle in Virtual Organization. *eJOV* 1, 7–18.
- Myerson, R.B., 1997. *Game Theory: Analysis of Conflict*. Harvard University Press.
- Osório, L., Camarinha-Matos, L., 2008. Distributed process execution in collaborative networks. *Robot. Comput.-Integr. Manuf.* 24, 647–655.
- Pavard, B., 2002. Complexity paradigm as a framework for the study of cooperative systems. *Revue d'Intelligence Artificielle* 16, 419–442.
- Perrow, C., 1993. Small firm networks, in: *Networks and Organizations: Structure, Form and Action*. Harvard Business School Press, pp. 445–470.
- Pfeffer, J., Salancik, G., 1978. *The External Control of Organizations: A Resource Dependence Perspective*, 1st ed. Stanford Business Books.
- Piore, M.J., 1993. Fragments of a cognitive theory of technological change and organizational structure, in: *Networks and Organizations: Structure, Form and Action*. Harvard Business School Press, pp. 430–444.
- Porter, M.E., 1985. *La Ventaja Competitiva: Creación y Sostenimiento de Rendimiento Superior*. PIRAMIDE.

- Porter, M.E., Fuller, M.B., 1986. Coalitions and Global Strategy, in: *Competition in Global Industries*. Harvard Business School Press, p. 581.
- Powell, W.W., 1990. Neither Market nor Hierarchy: Network Forms of Organizations, in: *Research in Organizational Behavior*. JAI Press, p. 304.
- Powell, W.W., White, D.R., Koput, K.W., Owen-smith, J., Bresnahan, T., David, P., Fontana, W., Guillen, M., Haveman, H., Jain, S., Kadushin, C., Kogut, B., Moody, J., Ragin, C., Skouras, S., Stark, D., Are, B.U.W., 2003. Network dynamics and field evolution: the growth of interorganizational collaboration in the life sciences. *American Journal of Sociology* 110, 2005.
- Provan, K.G., Fish, A., Sydow, J., 2007. Interorganizational Networks at the Network Level: A Review of the Empirical Literature on Whole Networks. *Journal of Management* 33, 479–516.
- Provan, K.G., Kenis, P., 2007. Modes of Network Governance: Structure, Management, and Effectiveness. *J Public Adm Res Theory* mum015.
- Ramu, S.S., 1997. *Strategic Alliances: Building Network Relationships for Mutual Gain*. Sage Publications Pvt. Ltd.
- Ring, P.S., van de Ven, A.H., 1992. Structuring cooperative relationships between organizations. *Strategic Management Journal* 13, 483–498.
- Robbins, S.P., 1990. *Organization Theory: Structures, Designs, and Applications*, 3rd ed. Prentice Hall.
- Rockart, J.F., Short, J.E., 1991. The networked organization and the management of the interdependence, in: *The Corporation of the 1990s: Information Technology and Organizational Transformation*. Oxford University Press, USA, pp. 189–216.
- Salancik, G.R., 1995. Wanted: A Good Network Theory of Organization. *Administrative Science Quarterly* 40, 345–.
- Saxenian, A.A., 1996. *Regional Advantage*.
- Snow, C.C., Miles, R.E., Coleman, J., 1992. Managing 21st Century Network Organizations. *Organizational Dynamics* 20, 4–20.
- Spinosa, L.M., Klen, A.A.P., Rabelo, R.J., 1998. High-Level Coordination of Business Processes in a Virtual Enterprise. Kluwer, B.V., pp. 725–736.
- Stamps, Lipnack, 2000. *A systems science of networked organizations*.
- Strader T.J., Lin F.-R., Shaw M.J., 1998. Information infrastructure for electronic virtual organization management. *Decision Support Systems* 23, 75–94.
- Thorelli, H.B., 1986. Networks: Between markets and hierarchies. *Strategic Management Journal* 7, 37–51.
- Tsai, W., 2000. Social capital, strategic relatedness and the formation of intraorganizational linkages. *Strategic Management Journal* 21, 925–939.

Watts, D.J., 2004. The “New” Science of Networks. *Annual Review of Sociology* 30, 243–270.

Williamson, O.E., 1985. *The Economic Institutions of Capitalism*. Free Press.

Winer, M.B., Ray, K.L., 1994. *Collaboration Handbook: Creating, Sustaining, and Enjoying the Journey*, 1st ed. Fieldstone Alliance.

Capítulo 3

Interoperabilidad en RC Dinámicas y el rol de los VBE

Tabla de Contenidos

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

Índice de Figuras

Figura 3-1: Niveles de interoperabilidad.....	121
Figura 3-2: El marco europeo de interoperabilidad.....	126
Figura 3-3: Aplicación de las tres dimensiones de interoperabilidad.	128
Figura 3-4: Marco E-Health de Interoperabilidad.....	131
Figura 3-5: Comunidad y Entidad en NEHTA.....	132
Figura 3-6: Comunidades de dominio y federaciones en NEHTA.	133
Figura 3-7: IDEAS Interoperability Framework. Fuente: Adaptado de (Chen y Doumeingts, 2003)	139
Figura 3-8: IDEAS Interoperability Framework. Fuente: Adaptado de (ATHENA, 2011).....	140
Figura 3-9: Esquema de soluciones IDEAS. Fuente: Adaptado de (ATHENA, 2011).....	143
Figura 3-10: ATHENA Interoperability Framework. Fuente: (Berre et al. 2007)	144
Figura 3-11: AIF Conceptual integration. Fuente: (Berre et al. 2007).....	145
Figura 3-12: El marco de interoperabilidad INTEROP NoE Fuente: (Chen et al., 2006)	148
Figura 3-13: MDI Fuente: (R. Ruggaber 2006)	153
Figura 3-14: Un VBE fija un nivel de preparación homogéneo para sus nodos	157
Figura 3-15: Ciclo de Vida de un VBE (Fuente: Adaptado a partir de Ecolead, 2005).....	160
Figura 3-16: Creación de RCs a partir de un VBE	168
Figura 3-17: Creación de RC en distintos contextos	169
Figura 3-18: Ciclos de vida VBE y RC	170
Figura 3-19: Integración de roles y ámbitos entre VBE y RC.....	172
Figura 3-20: Una RC sin un diseño basado en la interoperabilidad	177
Figura 3-21: Una RC con un diseño centrado en la interoperabilidad	178
Figura 3-22: Unicidad de nodos	181

Figura 3-23: Homogeneización de servicios.....	182
Figura 3-24: Homogeneización de servicios provistos por nodos similares.....	184
Figura 3-25: interoperabilidad de procesos, servicios y datos.....	185
Figura 3-26: Niveles de interoperabilidad y los modelos de referencia en VBE y RC	187
Figura 3-27: Fases de diseño de la solución propuesta.....	189
Figura 3-28: Propuesta de marco de modelado para VBE. Fase I	191

Índice de tablas

Tabla 3-1: Ejemplos de escenarios en los que se han diseñado soluciones basadas en la Interoperabilidad	114
Tabla 3-2: Recomendaciones del Marco Europeo de Interoperabilidad.	129
Tabla 3-3: Niveles definidos por el marco de referencia LISI. Fuente: (Kasunic, M y Anderson, W, 2004)	136
Tabla 3-4 Niveles de interoperabilidad en el marco de referencia LISI. Adaptado de (Muñoz, 2007)	137
Tabla 3-5: Recomendaciones EIF en el ámbito de esta Tesis. Fuente: Elaboración propia	150
Tabla 3-6: Elementos de NETHA presentes en esta Tesis. Fuente: Elaboración propia.....	152
Tabla 3-7: Estándares propuestos para la creación de modelos de referencia según el nivel de interoperabilidad	188

3.1. Introducción

En este capítulo se analiza el rol de la interoperabilidad empresarial en el diseño y puesta en marcha de redes colaborativas.

En primer lugar, se hace un breve repaso a los principales conceptos relacionados con la interoperabilidad, barreras y posibles esquemas de soluciones. Posteriormente, se presentan distintas iniciativas centradas en la interoperabilidad para la creación de sistemas utilizando sus principios.

El concepto de Virtual Breeding Environment (VBE) se introduce posteriormente como un espacio interoperable que debe ser dotado de un conjunto de principios que faciliten la puesta en marcha de una Red Colaborativa dinámica.

El capítulo concluye con una primera aportación de esta Tesis, la que constituirá el primer bloque constructivo de la arquitectura integrada como la que aquí se propone.

3.2. Fundamentos de Interoperabilidad en RC Dinámicas

3.2.1. Integración o interoperabilidad

Antes de comenzar a analizar los requerimientos de interoperabilidad que posee una RC sería conveniente intentar identificar qué es aquello que distingue a una propuesta interoperable respecto de una integrada.

En general, una aproximación basada en interoperabilidad significa coexistencia, autonomía en un entorno federado. Por su parte, integración refiere a los conceptos de coordinación, cohesión y uniformidad. Desde el punto de vista de acoplamiento, **fuertemente acoplado** hace referencia a la propiedad de un sistema cuyos componentes poseen un alto grado de interdependencia, que no pueden ser separados fácilmente. El acoplamiento débil es una propiedad de los sistemas integrados.

Por el contrario, **débilmente acoplado** hace referencia a un sistema cuyos componentes se comunican mediante el intercambio de servicios utilizando redes de comunicación, mientras que localmente continúan con sus operaciones internas (Chen and Doumeingts, 2003).

En este mismo sentido, en la especificación ISO 14258 (ISO, 1999) también aporta una visión complementaria al considerar que se considera que dos sistemas están integrados si existe un nivel muy detallado, de formato estandarizado, para que todos sus componentes puedan interactuar.

En el caso de sistemas interoperables, se considera que existe una meta-estructura de nivel superior, que es la encargada de proveer los medios para establecer una equivalencia semántica entre los distintos modelos que conforman ese enfoque federado.

3.2.2. Importancia de la Interoperabilidad

La importancia de la interoperabilidad empresarial se ha puesto de manifiesto con la creciente relevancia que el tema ha ido adquiriendo en la agenda estratégica de investigación en la Unión Europea. Algunos años atrás¹ la Comisión Europea puso en marcha la iniciativa "**eEurope - una Sociedad de la Información para todos**" con los objetivos de:

- Conectar a la red y llevar la era digital a cada ciudadano, hogar y escuela y a cada empresa y administración
- Crear una Europa digitalmente alfabetizada, basada en un espíritu emprendedor dispuesto a financiar y desarrollar las nuevas ideas.
- Velar por que todo el proceso sea socialmente integrador, afirme la confianza de los consumidores y refuerce la cohesión social.

Según el análisis del Comité Ejecutivo de la iniciativa **eEurope**, el comercio global soportado en redes electrónicas habría dado muestras de no alcanzar las expectativas puestas en torno a él, o al menos que no se conseguían al ritmo previsto (Li et al., 2008). Sus conclusiones preliminares sugerían que:

- El comercio electrónico no estaba dando los resultados esperados, notándose que:
 - o El desarrollo del mercado de usuarios se había ralentizado
 - o Los inversores se habían retraído
- Existían numerosas implementaciones tecnológicas pero éstas eran:
 - o Altamente personalizadas
 - o **Esfuerzos aislados, carentes de interoperabilidad**
- Ante esta situación, existía la necesidad de:

¹ Con fecha 8 de diciembre de 1999.

- Retomar los principios tecnológicos fundamentales que sustentan las prácticas de negocio en un contexto determinado.
- **Analizar en profundidad los problemas de interoperabilidad**
- Volver a examinar la propuesta de valor del comercio electrónico
- Estimular la confianza en el proceso de compra electrónica.

El trabajo desarrollado en este plan y el análisis posterior sirvió de base para promover una nueva iniciativa, conocida como “i2010 – Una Sociedad de la Información Europea para el Crecimiento y el Empleo” (Comisión Europea, 2008) o también como propuesta de Lisboa. En esa nueva propuesta se promueve una Economía Digital abierta y competitiva, haciendo hincapié en las TIC como impulsoras de la inclusión y la calidad de vida. En ella, el Consejo Europeo alienta a todos los implicados a:

- *Identificar nuevos modelos de negocio, **soluciones tecnológicas innovadoras** y un marco regulador que permita ajustarse a los nuevos tiempos. Esto promoverá la competencia, aumentará la confianza de los clientes y la confiabilidad de los productos y servicios TIC e impulsará un entorno seguro y global basado en Internet e*
- **Intensificar la integración de las TIC en los procesos de negocio a través de: aplicaciones TIC innovadoras e interoperables, estandarización, gestión del cambio y mejores destrezas con el fin de aprovechar completamente los beneficios de las nuevas TICs.**

Siguiendo estos principios, en el 7º Programa Marco de investigación en la Unión Europea – que establece los lineamientos principales para las iniciativas de I+D en la Unión – la **interoperabilidad** es una parte fundamental de la línea “TICs como soporte a los negocios”, con una atención especial a la implicación de PYMEs².

En concreto, y como se ha mencionado en los apartados anteriores, a los fines de facilitar la ingeniería de **RC**, los miembros potenciales han de adherir a un conjunto de **“principios operativos comunes”**. Sin embargo, y como se describirá en los próximos apartados, esa adhesión tendrá como misión fundamental el definir y poner en marcha los mecanismos necesarios que permitan salvar las **barreras de interoperabilidad** que podrían surgir en esos escenarios y en los distintos **niveles** que éstas podrían manifestarse.

² Esta especial atención a la interoperabilidad supone poner de manifiesto su relevancia en la búsqueda de la mejora de la eficiencia operativa de un conjunto de empresas, ámbito específico de esta Tesis.

3.2.3. El concepto de Interoperabilidad

De acuerdo con el Diccionario Oxford³, interoperable significa: “**capaz de operar en conjunto**”. Por ello, de forma general, la **interoperabilidad** suele representar una medida de la capacidad que se tiene para lograr que dos entidades diferentes trabajen en forma conjunta (ya sean redes de empresas, compañías, sistemas de información o personas), para alcanzar un fin previamente identificado.

Al analizar las distintas aportaciones que se recogen en la literatura, se aprecian dos enfoques claramente diferenciados. Por una parte, se reconoce que el concepto tecnológico de interoperabilidad surgió en el ámbito de la Ingeniería de Sistemas. De hecho, en la definición dada por IEEE Standard Computer Dictionary, se define como:

“la capacidad que tienen dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y usar esta información que ha sido intercambiada”

Sin embargo, en los últimos años la interoperabilidad ha comenzado a ser considerada no sólo como un aspecto técnico sino que su alcance se ha extendido hasta dar lugar a la aparición del término **interoperabilidad empresarial**. En este ámbito, la interoperabilidad se ha definido como:

“la capacidad de facilitar la cooperación entre unidades organizativas distintas o de sus procesos de negocio, ya sea en el ámbito de una gran empresa distribuida o en el contexto de redes interorganizativas” [TOGAF]⁴.

Sin embargo, reconociendo que no es posible separar ambas perspectivas, una de las iniciativas europeas que ha recibido mayor atención en este ámbito, la red de excelencia INTEROP (Chen, 2006a), la interoperabilidad es definida como:

*“la capacidad que tiene un sistema para intercambiar información y servicios en un medio **organizacional** y **tecnológicamente** heterogéneo.”*

De modo similar, el consorcio europeo ATHENA⁵ (2006a) la **interoperabilidad organizativa** se define como:

³ Oxford Dictionary of English, Oxford University Press, 2003.

⁴ Para una revisión extensa del término, consultar Chen y Vernadat (2004)

La habilidad organizativa y operacional de una empresa para cooperar con sus socios comerciales para establecer, llevar a cabo y potenciar relaciones comerciales fuertemente apoyadas en TICs con el objetivo de crear valor.

Esta última definición, que será adoptada a lo largo de este trabajo, cubre un amplio abanico de posibilidades. No sólo integra bajo un mismo ámbito de estudio las componentes de negocio y tecnológicas, sino que claramente explicita que **la interoperabilidad no es una cuestión de dos (sistemas o entidades) sino de muchos: un único sistema en interacción con muchos otros sistemas heterogéneos.**

En la siguiente tabla (Tabla 3-1), se han introducido algunas contribuciones existentes en la literatura, en las que se analizan distintos escenarios que han requerido el diseño y puesta en marcha de iniciativas basadas en la interoperabilidad, enfatizando los problemas detectados y los beneficios esperados de esa aproximación.

⁵ Iniciativa reciente que ha abordado la problemática de la interoperabilidad, aunque desde un punto de vista más orientado a las soluciones tecnológicas.

ESCENARIOS BASADOS EN INTEROPERABILIDAD. PROBLEMAS DETECTADOS Y BENEFICIOS ESPERADOS

Fuente	Ámbito	Problemas detectados	Beneficios esperados
Chatfield, Harrison y Hayya (2008)	Cadenas de Suministro	Falta de estructuras de datos comunes que faciliten el modelado y la simulación de Cds	Disminuir la variabilidad de modelos mediante un lenguaje unificado para el modelado de Cds
Goodall et al. (2008)	Hidrología	Fuentes de datos diversas y tiempo invertido en su homogeneización para ser tratada/visualizada	Reducir la complejidad en la gestión de información proveyendo formatos estándares para el intercambio de datos que permitan cruzar información almacenada en distintas fuentes.
Chituc, Toscano y Azevedo (2008)	Calzado	Evidencia de poca integración en las cadenas de suministro respecto a la visibilidad de información. Relaciones sólo entre niveles consecutivos (n y n+1) de la Cds.	Aplicación de las TICs en un entorno interoperable para: . Aumentar la productividad de las SMEs . Reducir los costos globales . Mejores plazos de respuesta al mercado . Ir hacia nuevos mercados
Panetto y Molina (2008)	Entornos de Fabricación	Dificultad para interconectar los sistemas ERP con otros sistemas de fabricación de la propia empresa o de terceros para proveer una visión en tiempo real del sistema de producción.	Facilitar que a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto exista una correspondencia real entre los flujos de materiales y de información, facilitada por relaciones conformadas prácticamente en tiempo real.
Kaelber y Bates (2007)	Salud	Gestión inadecuada de historias clínicas sujetos a tratamientos prolongados (adecuación de dosis, alergias, etc.)	Mejora en la gestión de la información de tratamientos para pacientes, médicos, laboratorios, hospitales, etc.
Guijarro (2007)	Gobierno electrónico	La necesidad de distintos gobiernos de mejorar la eficiencia de su gestión mediante la provisión de servicios públicos accedidos electrónicamente.	Adopción masiva de estándares para el mejor funcionamiento de los distintos gobiernos, tanto a nivel nacional como comunitario.
Brailer, D. (2005)	Salud	Fragmentación de la historia clínica de pacientes. Errores, duplicación y, en general, falta de coordinación en tratamientos Silos de información	Provisión de servicios con una clara orientación al ciudadano. Un registro único de pacientes, con fuentes de datos distribuidas y homogeneizadas Facilitar la movilidad de pacientes y garantizar la calidad de su atención sanitaria

Tabla 3-1: Ejemplos de escenarios en los que se han diseñado soluciones basadas en la Interoperabilidad

3.2.4. Barreras a la Interoperabilidad

Cuando se intenta analizar el ámbito de la ingeniería de soluciones interoperables, existe un sinnúmero de aspectos a considerar. Un primer elemento que ayuda a facilitar su comprensión suele consistir en identificar qué aspecto concreto, y a qué nivel, se está intentando abordar con ese planteamiento de solución.

Las **barreras a la Interoperabilidad** hacen referencia a una **incompatibilidad** o **discrepancia** que obstaculiza la puesta en común y el intercambio de información entre dos entidades.

Si bien muchas soluciones relativas a la interoperabilidad son específicas de determinados ámbitos de aplicación, en algunos trabajos como el de Chen y Daclin (2007) o bien el del propio Chen (2006) se han identificado tres categorías de barreras que son comunes a distintos escenarios de interoperabilidad: **barreras conceptuales, tecnológicas y organizativas**.

3.2.4.1. Barreras conceptuales

Las barreras conceptuales tienen que ver con las incompatibilidades semánticas y sintácticas del intercambio de información. Estos problemas se refieren tanto a la elaboración de modelos con un elevado nivel de abstracción (p.e. los modelos de empresa o procesos), como también a nivel de la programación de aplicaciones debidos, por ejemplo, a la baja capacidad de representación semántica de los lenguajes de representación de datos como XML⁶.

- La **incompatibilidad sintáctica** se puede encontrar cada vez que se utilizan diferentes estructuras para representar la información y el conocimiento. Por ejemplo, la iniciativa impulsada por la red temática UEML (UEML, 2001)⁷ tiene por objeto proporcionar un modelo neutral que permita establecer correspondencias entre distintos modelos empresariales que utilizan sintaxis diferentes.
- La **incompatibilidad semántica** es considerada como un importante obstáculo a la interoperabilidad dado que, tanto la información como el conocimiento representado en la mayoría de los modelos o software desarrollado, no tienen definida la semántica

⁶ Extended Markup Language, XML.

¹⁷ UEML (2001): Unified Modelling Language Empresa (UEML), red temática, Anexo 1, Descripción de Obras Públicas, IST - 2001 - 34229. Interop

que facilita la comprensión inequívoca del significado de esa información. Actualmente, la anotación semántica y la reconciliación basada en ontologías son las técnicas utilizadas para resolver esta problemática. Las barreras conceptuales son las principales barreras para la interoperabilidad.

3.2.4.2. Barreras tecnológicas

Las barreras tecnológicas se refieren a la utilización de las Tecnología de la Información y las Comunicaciones para compartir e intercambiar información. Las barreras tecnológicas habitualmente se encuentran, por ejemplo, en la incompatibilidad de las arquitecturas de sistemas/tecnologías que las dos entidades comparten, en las infraestructuras de comunicación, en los sistemas operativos que utilizan, las bases de datos o en los sistemas empresariales (tipo ERP) sobre los que desarrollan la actividad de negocio.

Las barreras tecnológicas aparecen cuando no se utilizan estándares de comunicación que permitan la armonización de modelos computacionales heterogéneos. Desde una perspectiva puramente técnica estos problemas se refieren a los estándares para mostrar, almacenar, intercambiar, procesar y comunicar datos e información mediante el uso de sistemas informáticos. Algunos ejemplos de barreras tecnológicas podrían ser:

- Barreras de comunicación, por ejemplo, incompatibilidad en el ámbito de los protocolos utilizados para llevar a cabo el intercambio de información.
- Barreras ligadas al contenido: aparecen cuando se utilizan diferentes técnicas y métodos para representar técnicamente la información o cuando existe incompatibilidad entre las herramientas utilizadas para codificar / decodificar la información que se intercambia.
- Barreras de infraestructura: por ejemplo, debidas al uso de plataformas *middleware* incompatibles.

Como se ha comentado en el apartado anterior, la interoperabilidad está fuertemente ligada a la evolución de la Industria del Software y, en consecuencia, los esfuerzos por salvar este tipo de barreras se han puesto de manifiesto con distintas propuestas de estandarización que han surgido a lo largo de la historia de la Computación. Tanto el modelo OSI (Day y Zimmermann, 1983) de siete capas como el protocolo de comunicación TCP/IP (Stevens, 1993) han sido dos desarrollos notables que han permitido salvar las barreras de infraestructuras y comunicación respectivamente.

Respecto a los contenidos que circulan sobre las redes de comunicación, se vienen realizando múltiples esfuerzos, aunque no siempre convergentes. En ocasiones surgen propuestas de estandarización con fines similares o versiones de un mismo estándar que no son compatibles entre sí. Incluso algunos estándares también se utilizan para adaptarlos a necesidades concretas de un determinado colectivo de organizaciones, desvirtuando así la propuesta inicial de estandarización.

3.2.4.3. Barreras organizativas

Las barreras organizativas se refieren a las incompatibilidades de la estructura organizativa y las técnicas de gestión utilizadas por las dos entidades que desean llevar a cabo un intercambio.

Esta barrera se refiere a la forma de asignar la responsabilidad y la autoridad dentro de las organizaciones en cuestión. Se puede presentar, por ejemplo, cuando dos empresas poseen diferentes estructuras de organización (por ejemplo, jerárquica vs red) y técnicas de gestión que conducen a incompatibilidades a nivel operativo. En este caso, será necesario poner en común algunos aspectos que deben delimitarse claramente.

- Es necesario definir **quién** será responsable de **qué** aspecto del intercambio. Si no se define claramente la responsabilidad sobre el proceso, las aplicaciones, los datos o la infraestructura, definitivamente la interoperabilidad será difícil de alcanzar.
- En este mismo sentido, ambas partes deben acordar las atribuciones respecto al principio de Autoridad, **quién** está autorizado a hacer **qué**. Por ejemplo, es necesario definir quién es autorizado a crear, modificar, mantener los datos, realizar procesos, proveer servicios, etc.
- También desde el punto de vista de la **estructura organizativa** sobre la que se organiza esa distribución de responsabilidad, autoridad y toma de decisiones. Dependiendo de la estructura que cada una de las entidades haya definido, se podrá distinguir entre centralización y descentralización, jerarquías o matrices o estructuras de organización en red.

En comparación con las barreras conceptuales (que se centran en los problemas de la información) y las barreras tecnológicas (referidas a problemas de las infraestructuras), las barreras organizativas proceden de los problemas de interacción entre las personas.

3.2.5. Niveles de interoperabilidad

Para intentar salvar las distintas barreras de interoperabilidad, las soluciones que se adopten pueden desarrollarse a distintos niveles o perspectivas, bajo las cuales el concepto interoperabilidad puede ser aplicado. La siguiente clasificación está basada en el marco técnico propuesto por ATHENA⁸:

3.2.5.1. *Interoperabilidad a nivel de comunicaciones*⁹

La interoperabilidad a nivel de comunicaciones está relacionada con la interconexión de sistemas y equipos así como con los medios de comunicación. Desde el punto de vista de las tecnologías de la información, la interoperabilidad se encuentra relacionada con los protocolos de comunicación a bajo nivel, cercanos a la capa de infraestructura física de las redes de ordenadores.

3.2.5.2. *Interoperabilidad de datos*

La interoperabilidad de datos desempeña un papel esencial en la interoperabilidad de las organizaciones. Este tipo se refiere tanto a la posibilidad de intercambiar tanto los datos no electrónicos (documentos) y como los datos electrónicos (archivos de datos, los datos almacenados en una base de datos) y a utilizar los datos y la información intercambiada.

Evitar las barreras típicas de interoperabilidad de datos significa, por ejemplo, evitar que desde el punto de vista conceptual existan diferentes semánticas y sintaxis para representar la información; pero también en el ámbito tecnológico (evitar utilizar una base de datos de diferentes tecnologías y técnicas de codificación) y a nivel organizativo (distintas políticas de gestión de bases de datos o las políticas de seguridad. La necesidad de interoperabilidad de datos puede aparecer cuando dos socios simplemente intercambian dos archivos de datos (por ejemplo, archivos Excel).

Se refiere a la posibilidad de poder trabajar conjuntamente con diferentes modelos de datos (jerárquico, relacional, etc.) y diferentes lenguajes de consulta de esos datos. Además, los

⁸ C. A. Guglielmina y Berre, Proyecto A4. ATHENA Midterm review report. 29.-30. Septiembre de 2005, Atenas, Grecia.

⁹ En términos generales, se considera que la interoperabilidad de comunicaciones ya se ha logrado y por lo tanto no es objeto del ámbito de este trabajo.

contenidos están organizados de acuerdo a esquemas conceptuales (vocabulario y conjunto de estructuras de datos) que, a su vez, están relacionados con aplicaciones específicas. La interoperabilidad de datos consiste en encontrar y compartir información proveniente de diferentes fuentes que puede residir en diferentes maquinas con diferentes sistemas operativos y distintos sistemas de gestión de base de datos.

3.2.5.3. Interoperabilidad de servicios

La interoperabilidad de servicios se refiere a la capacidad de intercambio de servicios¹⁰ que dos entidades desarrollan con el fin de salvar las diferencias sintácticas y semánticas que sus respectivos sistemas de información pudieran presentar.

Este tipo de interoperabilidad tiene que ver con la identificación, estructuración y puesta en funcionamiento de varias aplicaciones en forma conjunta (aunque diseñadas e implementadas independientemente) consiguiendo interconectar varias bases de datos heterogéneas.

La interoperabilidad de servicios tiene principalmente dos problemas potenciales: los aspectos de diseño y puesta en marcha que permiten la concreción del intercambio de servicios entre el proveedor y el consumidor del servicio, y la composición de distintos servicios para formar un servicio más complejo.

Entre los aspectos que se deben tener en cuenta en este nivel de interoperabilidad se pueden mencionar:

- Un servicio es prestado por un recurso (tipo ordenador, mecánico o persona) para proporcionar una operación a un proceso.
- La descripción (tanto de los aspectos de sintaxis y semántica) de los servicios necesarios y los que deben ser provistos.
- Los mecanismos para buscar y descubrir un proveedor de servicios distribuidos, el soporte tecnológico para permitir el descubrimiento de servicios, su composición y los aspectos organizativos ligados a la gestión del intercambio de ese servicio (acuerdo de niveles de servicios, los costes asociados, etc.).

¹⁰ Entendidos como el encargo y realización de un trabajo

Como se verá en el Capítulo 5, la orientación a servicios no está limitada sólo a aplicaciones informáticas, sino también a las funciones de la compañía o de la red de empresas.

3.2.5.4. Interoperabilidad de procesos

La interoperabilidad de procesos tiene como objetivo lograr que dos entidades puedan cooperar mediante la interconexión de sus procesos de negocio. En una organización típica, por lo general se llevan a cabo múltiples procesos que interactúan entre sí (encadenándose en una secuencia o también en paralelo) y las necesidades de interoperabilidad pueden surgir a nivel interno. En el caso de las redes de empresas los problemas de interoperabilidad son similares. También es necesario analizar cómo conectar los procesos internos de las organizaciones con el fin de crear un proceso común.

Independientemente del ámbito, resolver problemas de interoperabilidad a nivel de procesos se entiende como la tarea de facilitar la vinculación de las distintas representaciones (o modelos) de los procesos a conectar, para crear, verificar, simular, ejecutar y analizar procesos colaborativos.

Los obstáculos típicos que intenta evitar la interoperabilidad de procesos los constituyen: los aspectos semánticos y sintácticos de las representaciones de los lenguajes de modelado utilizados para crearlos; la armonización de las distintas plataformas y motores que dan soporte a la ejecución de esos procesos; distintas políticas de gestión del ciclo de vida de los procesos (organización, almacenamiento, reutilización o granularidad, por ejemplo)

Facilitar la interoperabilidad de procesos significa crear soluciones que permitan establecer la correspondencia, conectar, combinar o traducir modelos de procesos heterogéneos y aplicaciones.

La interoperabilidad de procesos utiliza parte de las soluciones aportadas a nivel de servicios con el fin de alcanzar sus propios objetivos. En consecuencia, es posible encontrar procesos que pueden definirse como una secuencia de servicios (funciones organizativas encapsuladas) de acuerdo una necesidad específica de la organización.

3.2.5.5. Interoperabilidad de negocio

En el nivel más alto de abstracción se encuentra la **interoperabilidad a nivel de negocio**. Ésta se refiere a la posibilidad de trabajar de manera armonizada en los distintos niveles

organizativos a pesar de, por ejemplo, los distintos métodos de trabajo, diferentes modos de toma de decisiones, leyes, la cultura de la empresa o los enfoques comerciales.

En otras palabras, la interoperabilidad del negocio se refiere a cómo se entienden y comparten, sin ambigüedad, las distintas formas de hacer negocios que tiene cada uno de los socios. La interoperabilidad de negocios analiza la interoperabilidad desde una perspectiva comercial e identifica los aspectos fundamentales relacionados con cuestiones de negocios que deben armonizarse.

Estas cuestiones a considerar pueden ir desde la visión y cultura empresarial hasta el soporte de la infraestructura TIC. El desarrollo de la interoperabilidad de negocios significa encontrar la manera de resolver la incompatibilidad entre las diferentes estructuras organizativas, métodos de trabajo, los sistemas y normas contables, legislaciones laborales, etc. En este nivel, sólo es posible armonizar estos aspectos mediante complicados procesos de negociación y asignación de responsabilidades.

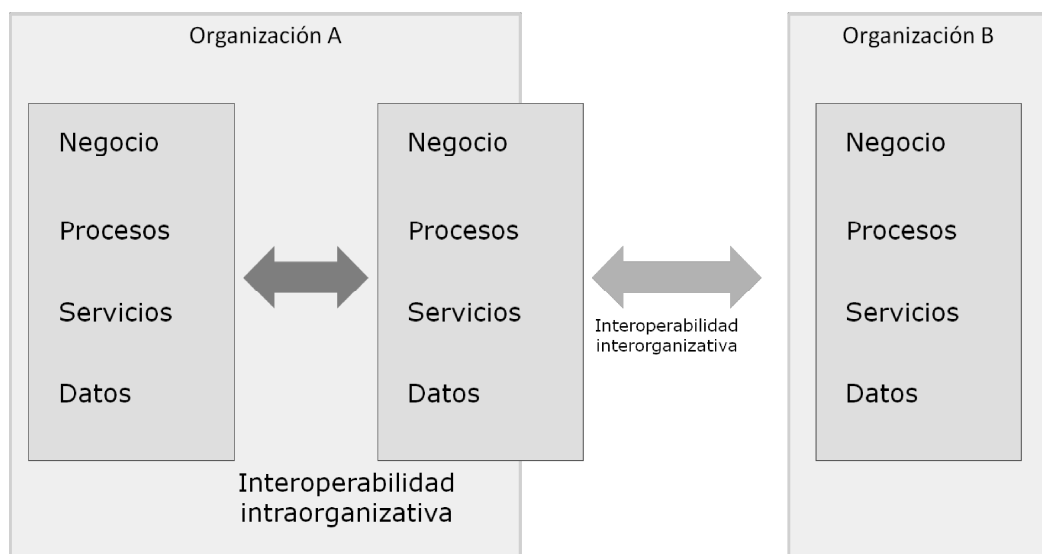


Figura 3-1: Niveles de interoperabilidad.
Fuente: Adaptado de ATHENA (2007)

3.2.6. Esquemas de soluciones para las barreras de interoperabilidad

Cuando se plantea el diseño de una solución de interoperabilidad para intentar salvar alguna de las posibles barreras (ver apartado 3.2.4), un aspecto añadido que toma especial relevancia es la forma que adopta esa propuesta de solución.

El grado de interdependencia entre las partes que una determinada solución requiere, determina la aproximación que ésta finalmente adopta. Según se recoge en la norma ISO 14528 - *Conceptos y reglas para la elaboración de modelos de empresa* (ISO, 1999), para plantear soluciones de interoperabilidad entre dos o más entidades se pueden utilizar tres posibles aproximaciones: un esquema integrado, un esquema unificado o un esquema federado.

3.2.6.1. Esquema integrado

El esquema integrado es el modelo más estructurado y rígido bajo el que se puede diseñar una solución de interoperabilidad. Habitualmente, una entidad ejerce el control centralizado del entorno interoperable y establece las políticas y normas que regirán su funcionamiento.

Esto se traduce en el diseño y puesta en marcha de los procedimientos que se deberán seguir; los sistemas de información que se utilizarán como soporte al intercambio de información y los formatos de datos que se intercambiarán. El **formato común** para procesos, aplicaciones o datos no necesariamente debe seguir algún estándar aunque cualquier entidad que desee adherir (aunque sea de forma temporal) a la actividad de ese entorno, debe acogerse a estas condiciones preestablecidas.

Debido a esta forma de estructurar el entorno interoperable, este enfoque se orienta más a la construcción de un único sistema en el cual todas las partes soportan sus actividades, en lugar de adoptar un enfoque orientado a preservar la independencia y autonomía de las partes.

Por esta razón, este enfoque se adecua mejor a soluciones de interoperabilidad donde es posible crear espacios interoperables desde cero y no tanto en aquellos entornos en los que existen sistemas heredados que deben adecuarse a las condiciones de interoperabilidad.

En el enfoque integrado, la interoperabilidad entre las distintas partes se puede obtener "a priori" sin ningún tipo de esfuerzo de interfaz.

3.2.6.2. Esquema unificado

Las soluciones de interoperabilidad también pueden ser diseñadas bajo un enfoque unificado. Esto significa que si bien existe un formato común, consensuado entre las partes, a diferencia del enfoque integrado en el que era normativo, en este caso éste se utiliza como mecanismo de transformación entre los formatos que cada entidad utiliza.

De este modo, la utilización de este meta-modelo permite que las entidades que deseen adherirse al entorno interoperable sólo necesitan conocer (y aplicar) los mecanismos de transformación de sus modelos (de procesos, aplicaciones o datos) en el equivalente del formato unificado.

Debido a estos principios, las empresas reducen su interdependencia respecto a la especificidad de los modelos intercambiados y esto posibilita la apertura del entorno interoperable a nuevos actores. En consecuencia, este enfoque se convierte en un modelo natural para diseñar y poner en marcha soluciones para entornos de redes empresariales u organizaciones virtuales en los que las relaciones entre grandes, medianas y pequeñas organizaciones fluyen de un modo más natural.

3.2.6.3. Esquema federado

El enfoque federado supone el escenario más avanzado de interoperabilidad, denominado también **interoperabilidad plena**. En este caso, las interacciones que se desarrollan entre dos entidades no parten de un conocimiento previo de los formatos ni de los modelos a utilizar. Por el contrario, las correspondencias son establecidas de forma dinámica, comparando en tiempo real las características de los modelos a intercambiar.

Evidentemente esto supone un desafío muy importante para el diseño de soluciones interoperables ya que la armonización que debe realizarse para salvar las barreras de interoperabilidad debe orientarse fundamentalmente a los aspectos semánticos y no sólo a los sintácticos contenidos en los modelos.

Las reconciliaciones dinámicas de modelos, realizada en tiempo real, se adapta mejor a aquellos escenarios en los que las entidades realizan transacciones que no son repetitivas sino esporádicas, donde la duración de las relaciones comerciales puede llegar a ser mínima.

Aun siendo un enfoque prometedor, la actividad en este campo aún es incipiente. Cabe destacar que un apoyo específico para este enfoque proviene de las normas ISO 15745 (ISO, 2000) e ISO 16100 (ISO, 2002) en los que se sugiere la utilización de perfiles de entidades, identificando aquellas características y propiedades relevantes para la interoperabilidad (Kurt Kosanke, 2006).

Los tres planteamientos anteriores facilitan la interoperabilidad entre sistemas empresariales. El federado se considera el enfoque más apropiado para alcanzar la plena interoperabilidad. Sin embargo, la elección final depende del contexto y las necesidades.

Si la necesidad de interoperabilidad proviene de una fusión de las empresas, el enfoque integrado parece ser el más adecuado ya que en este caso sólo hay un formato común para todos los socios, y todos los modelos son construidos e interpretados de acuerdo de éste.

Si la necesidad de interoperabilidad se refiere a un largo plazo basada en la colaboración, el enfoque unificado parece una posible solución. Para ello, un meta-modelo a través de los modelos de los socios proporciona un medio para establecer la equivalencia semántica que permite el mapeado entre los diversos modelos.

Finalmente, si la necesidad de interoperabilidad proviene de un proyecto de colaboración a corto plazo (por ejemplo, el de una organización virtual) convendría utilizar el enfoque federado.

Dado los requerimientos planteados en el capítulo introductorio, se considera que el enfoque federado, en búsqueda de la plena interoperabilidad, es el adecuado para el ámbito de esta Tesis Doctoral.

El próximo apartado analizará un conjunto de propuestas y marcos de trabajo que se han propuesto para dar cobertura a las necesidades de interoperabilidad, desde un enfoque federado, para distintos escenarios y ámbitos.

3.3. Marcos de Referencia para soluciones de Interoperabilidad

Para abordar el diseño de una solución de interoperabilidad sería conveniente apoyarse en un marco de referencia creado con tal propósito.

En general, un marco de referencia es una estructura utilizada para contener otras estructuras, cuya misión es ser utilizadas como esqueleto de soporte en el proceso de construcción de un modelo o sistema (ATHENA, 2011).

Un marco de referencia para la interoperabilidad provee un conjunto de conceptos, fundamentos, valores y prácticas que constituyen una forma de visualizar y abordar los problemas de interoperabilidad.

En los siguientes apartados se presentan algunas iniciativas de referencia, que proponen un marco estructurado para la creación de soluciones interoperables. A los fines de esta Tesis, interesa analizarlos brevemente para definir el contexto adecuado que posee la solución de interoperabilidad aquí planteada.

3.3.1. Marco Europeo de Interoperabilidad (European Interoperability Framework)

En primer lugar, se analizará el Marco Europeo de Interoperabilidad (EIF, European Interoperability Framework) por considerarlo como el ámbito global en el cual se pretende desarrollar esta Tesis, con la finalidad de entender cómo ésta se encuadra en el escenario actual de investigación a nivel europeo.

Esta propuesta de marco de interoperabilidad se ha desarrollado siguiendo las recomendaciones establecidas en el Plan de Acción eEuropa 2005. En él se define una serie de políticas, estándares y guías para la prestación de los servicios de administración electrónica, de tal manera que se garantice la interoperabilidad entre ellas, las empresas y los ciudadanos con el fin de que estos puedan interactuar de forma transfronteriza en un contexto paneuropeo (European Commission, 2004)¹¹.

En otras palabras, el Marco Europeo de Interoperabilidad aborda las políticas y especificaciones técnicas recomendadas para lograr la interoperabilidad organizativa, semántica y técnica a fin de poder combinar los sistemas de información de las administraciones de la Unión Europea. Los principales objetivos que se persiguen son los siguientes:

- Apoyar la estrategia de la UE en cuanto a la provisión de servicios electrónicos centrados en el usuario, mediante la interoperabilidad de los servicios y sistemas de las administraciones públicas, así como entre las administraciones y los ciudadanos, a nivel paneuropeo.
- Complementar los marcos nacionales de interoperabilidad en áreas que no pueden ser tratadas de forma adecuada limitándose únicamente a una perspectiva nacional.

¹¹ Esta descripción se basa en la versión 1.0 de esta propuesta. Al momento de elaborar esta síntesis, la Comisión Europea se encontraba trabajando en el borrador de la versión 2.0.

- Asegurar la interoperabilidad en y entre diferentes áreas sectoriales, especialmente en el contexto del programa IDABC¹² y en otros programas e iniciativas comunitarias relevantes.

El público objetivo definido por el marco de europeo interoperabilidad son los gestores de proyectos de administración electrónica en las administraciones nacionales y de las instituciones comunitarias. En particular, es el documento de referencia en materia de interoperabilidad para el Programa IDABC, y de obligado cumplimiento por los proyectos paneuropeos desarrollados en el ámbito de IDABC.

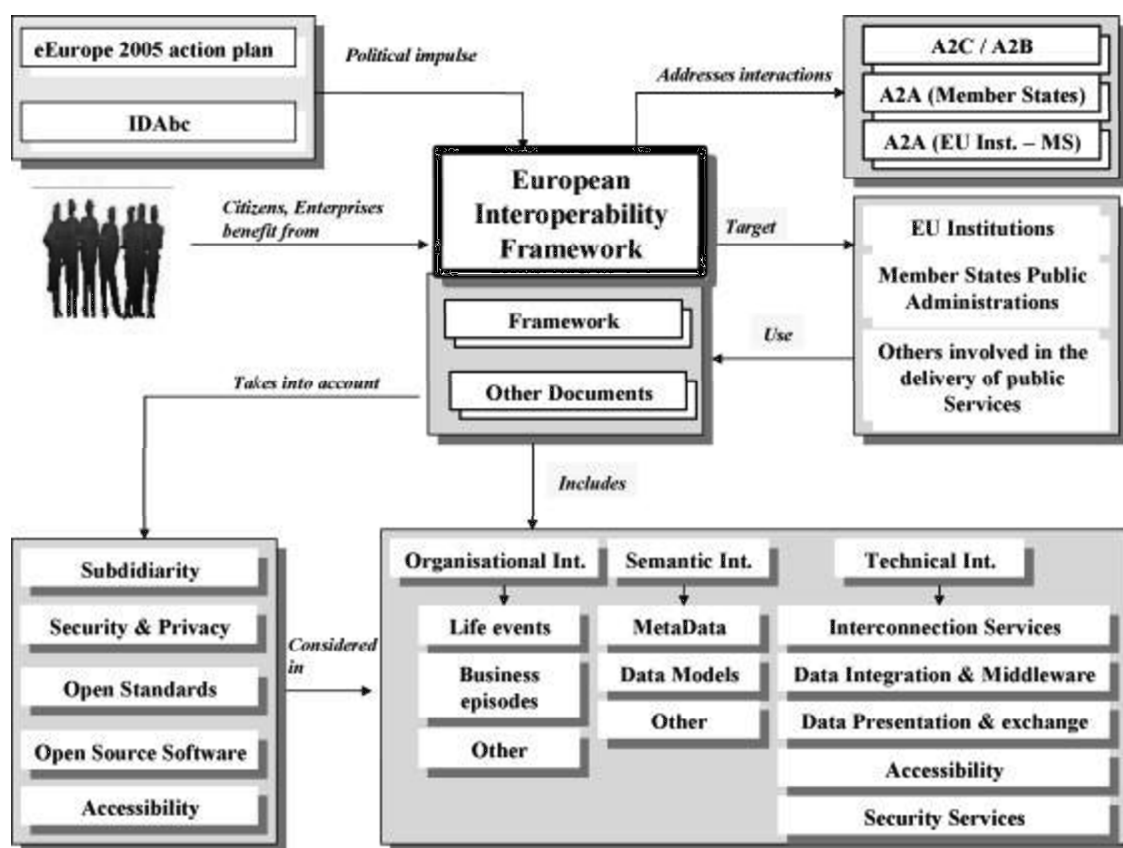


Figura 3-2: El marco europeo de interoperabilidad.
Fuente: European Commission (2004)

Según se describe en la Figura 3-2, el EIF surge tras el impulso que se promueve en el plan de acción eEurope 2005 de la Comisión Europea y tiene como misión fundamental dar soporte a

¹² IDABC: Interoperable Delivery of European eGovernment Services to public Administrations, Business and Citizens

las interacciones entre las administraciones públicas comunitarias entre sí y de éstas con los ciudadanos, intentando implicar a todos los actores en el proceso de fijar los criterios necesarios para alcanzar el nivel de interoperabilidad deseado. Para ello tiene en cuenta aspectos tales como la adhesión a estándares abiertos, la utilización de software de código abierto, temas de privacidad y seguridad de los datos, accesibilidad y subsidiariedad¹³.

Adicionalmente, el EIF identifica tres áreas en las que es necesario incidir para alcanzar tales niveles de interoperabilidad.

3.3.1.1. Áreas clave de interoperabilidad

Según el Marco Europeo de Interoperabilidad, existen tres ámbitos que son fundamentales para identificar y analizar los problemas de interoperabilidad.

1. Interoperabilidad Organizativa: Contempla el modelado de los procesos y la colaboración entre las administraciones. En el marco del principio de responsabilidad que da lugar a una descentralización de la responsabilidad no se considera realista que las administraciones de diversos Estados miembros vayan a armonizar sus procesos sólo por que existan unos requisitos de carácter paneuropeo. Así, la clave se encuentra en identificar aquellos puntos de entrada o salida de los procesos que permiten la interoperabilidad, mientras los procesos internos pueden permanecer sin cambios o transparentes desde la perspectiva más general. Esto significa que para satisfacer los requisitos de la dimensión transfronteriza los Estados miembros han de alcanzar determinados acuerdos relativos a qué servicios se contribuye, qué procesos se encuentran implicados, quién hace la función de interfaz y qué otras cualidades deben satisfacerse (nivel de calidad de servicio, protección de la información, medidas de seguridad, etc.).
2. Interoperabilidad Semántica: Contempla no sólo que los recursos de información puedan estar conectados, sino que también la información pueda ser interpretable de forma automática y consecuentemente reutilizable por aplicaciones informáticas que no intervinieron en su creación. Si bien es una actividad que en gran medida debe hacerse a nivel sectorial, parece haber un conjunto de elementos de datos básicos que

¹³ Principio que se aplica al proceso de integración europea para limitar la intervención de las autoridades comunitarias a los supuestos en que los Estados por sí solos no puedan ser eficaces

es necesario determinar a nivel paneuropeo. El lenguaje XML es señalado como el instrumento para desarrollar semánticas comunes.

3. **Interoperabilidad Tecnológica:** La forma más directa es la interconexión de aplicaciones a través de diversos componentes tecnológicos. El desarrollo y ubicuidad de las tecnologías Internet, sobre la base de estándares y especificaciones abiertos universalmente aceptados han permitido un alto grado de interoperabilidad técnica. Así se dispone de conjuntos de estándares relativos a transporte, presentación, navegadores, visores, etc. Este escenario proporciona una base técnica favorable para el despliegue de servicios paneuropeos inter-operables, de forma que las soluciones técnicas adoptadas respeten la libertad de cada una de las partes en cuanto a organizar los sistemas en la forma que mejor se adapte a sus peculiaridades y prácticas. Es decir, la interoperabilidad técnica ha de alcanzarse a través de unas directrices comunes que permitan la adopción de soluciones técnicas que funcionen en un escenario multilateral. El multilingüismo es un aspecto crucial a tenerse en cuenta en el diseño de las soluciones técnicas. En particular, cuando se utilice el software libre cabe que las administraciones traduzcan determinados elementos y los pongan de nuevo a disposición de la comunidad.

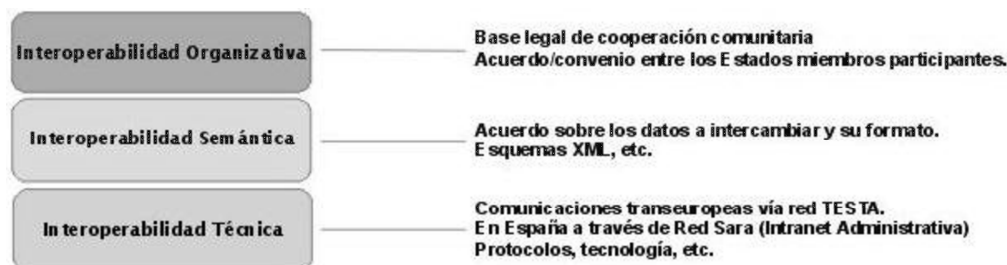


Figura 3-3: Aplicación de las tres dimensiones de interoperabilidad.
Fuente: European Commission (2004)

Al tratarse de una recomendación a nivel comunitario, los criterios a aplicar se han de interpretar como recomendaciones generales antes que principios normativos.

3.3.1.2. Recomendaciones generales del EIF

El Marco Europeo de Interoperabilidad formula las siguientes recomendaciones para que los estados miembros adhieran en sus propias iniciativas:

Tabla 3-2: Recomendaciones del Marco Europeo de Interoperabilidad.

RECOMENDACIONES DEL MARCO EUROPEO DE INTEROPERABILIDAD		
Nº	Ámbito	Alcance
1	General	Las Administraciones de los Estados miembros, las Instituciones y Agencias europeas <i>deberían</i> seguir las orientaciones proporcionadas por este marco europeo para introducir la dimensión paneuropea en sus propios marcos de interoperabilidad e infraestructuras administrativas, a fin de permitir los Servicios Paneuropeos de Administración Electrónica (SEPAE)
2		Los siguientes principios de carácter general <i>deberían</i> ser tenidos en cuenta en el despliegue de SEPAE: accesibilidad, multilingüismo, seguridad, privacidad, subsidiariedad, uso de estándares abiertos, valoración de los beneficios del software de código abierto y uso de soluciones multilaterales.
3		Los aspectos relativos a la interoperabilidad, en sus vertientes organizativa, semántica y técnica, deben ser tenidos en cuenta en el establecimiento de SEPAE.
4	Organizativa	Los requisitos de los SEPAE debieran ser determinados de forma conjunta mediante la participación de las administraciones según un enfoque dirigido por la demanda. Esta actuación debiera conducir a la identificación y priorización de los servicios a ser proporcionados al nivel paneuropeo.
5		Las administraciones públicas que consideren el establecimiento de SEPAE debieran analizar los correspondientes procesos y actores involucrados. Debieran acordar las interfaces de interoperabilidad necesarias a través de las cuales sus procesos podrán interoperar a nivel paneuropeo.
6		Cuando la prestación de un SEPAE requiera la participación de varias administraciones públicas a lo largo de Europa, las diversas expectativas debieran formalizarse, por ejemplo, a través de acuerdos de nivel de servicio. Estos acuerdos debieran contemplar, al menos, las interfaces de interoperabilidad de los procesos implicados (a nivel paneuropeo).
7	Semántica	Para cada SEPAE, los elementos de datos a ser intercambiados debieran ser interoperables mediante la satisfacción de los siguientes requisitos: <ul style="list-style-type: none"> - Publicación por parte de las administraciones responsables de la información correspondiente a los elementos de datos implicados a nivel nacional. - Propuestas y acuerdos, por parte de las administraciones responsables, sobre los datos y los diccionarios de datos necesarios a nivel paneuropeo. - Elaboración de propuestas y acuerdo, por parte de las administraciones responsables, sobre las tablas de correspondencias entre los elementos de datos nacionales y paneuropeos
8		Al considerar la interoperabilidad semántica, se debe prestar atención a los aspectos lingüísticos de los vocabularios legales específicos utilizados en la prestación de los servicios. Esto implica que el vocabulario utilizado en la legislación europea se encuentre en consecuencia utilizado en la prestación de los servicios de administración electrónica en el nivel nacional. Esto puede requerir a su vez la armonización a nivel paneuropeo.
9		Las iniciativas a nivel paneuropeo que desarrollen semánticas comunes sobre la base de XML deberían desarrollarse de forma coordinada y considerar la cooperación con los organismos de normalización. En particular, los vocabularios XML debieran ser desarrollados teniendo presente los elementos básicos de datos de administración electrónica o específicos sectoriales. Los esquemas y definiciones específicos europeos deberían ponerse a disposición de todos los actores paneuropeos a través de infraestructuras comunes.
10	Técnica	A nivel de <i>front-office</i> los aspectos de interoperabilidad técnica deberían ser considerados en los siguientes ámbitos: <ul style="list-style-type: none"> - Presentación e intercambio de datos - Accesibilidad – Principios de diseño de interfaces - Acceso multicanal - Juegos de caracteres - Elaboración colectiva de contenidos

	<ul style="list-style-type: none">- Tipos de ficheros y de formatos de documentos.- Compresión de ficheros.
11	<p>A nivel de <i>back-office</i>, los aspectos de interoperabilidad técnica debieran ser considerados en los siguientes ámbitos:</p> <ul style="list-style-type: none">- Integración de datos y middleware- Estándares basados en XML- Estándares basados en EDI- Servicios Web- Arquitectura de aplicaciones distribuida- Servicios de interconexión- Protocolos de transferencia de ficheros y mensajes- Transporte y seguridad de mensajes- Servicios de almacenamiento de mensajes- Acceso a buzones de correo- Servicios de directorio y de nombres de dominio- Servicios de red.
12	<p>Los aspectos de seguridad a tener en cuenta afectan a todas las capas:</p> <ul style="list-style-type: none">- Servicios de seguridad- Servicios generales de seguridad – Infraestructura de clave pública- Seguridad de servicios web- Cortafuegos- Protección frente a virus, gusanos, caballos de Troya y bombas de correo electrónico
13	<p>Las administraciones de los Estados miembros y las Instituciones y Agencias europeas deberían desarrollar y utilizar orientaciones comunes para la interoperabilidad técnica de redes, aplicaciones y servicios paneuropeos en el contexto de la administración electrónica.</p>
14	<p>Las orientaciones comunes deberían basarse en estándares abiertos reconocidos.</p>
15	<p>En lo que se refiere a la comunicación vía correo electrónico o ventanillas electrónicas, debería haber facilidades para que los ciudadanos y las empresas puedan remitir sus comunicaciones en su propio idioma cuando sea posible. Una alternativa es remitir las comunicaciones en un subconjunto limitado de idiomas a nivel de la UE (por ejemplo, tres idiomas, tales como inglés, francés y alemán).</p>
16	<p>Para los servicios paneuropeos prestados a través de portales, la interfaz de más alto nivel del portal debería ser completamente multilingüe; las páginas de segundo nivel (textos introductorios y descripciones de enlaces) deberían ofrecerse en las lenguas oficiales; y las páginas correspondientes en los sitios Web nacionales deberían encontrarse disponibles al menos en otro idioma.</p>
17	<p>En otros casos, se puede ofrecer software de traducción automática para facilitar una traducción gruesa al idioma deseado de los contenidos de un sitio Web.</p>

3.3.2. Marco e-Health de Interoperabilidad (The E-Health Interoperability Framework)

El marco e-Health¹⁴ de interoperabilidad es una iniciativa desarrollada por el grupo NEHTA (National E-Health Transition Authority), establecido en el año 2004 por el Ministerio de Salud australiano y su objetivo es el desarrollo de estándares nacionales que rijan la prestación de

¹⁴ Vocablo inglés utilizado para hacer referencia a la prestación de servicios de Salud apoyados en TICs, fundamentalmente la red Internet.

servicios electrónicos en el área de la salud a nivel nacional. Asimismo se encarga de definir los requerimientos de infraestructura física y lógica para la generación e intercambio de información referente a los servicios sanitarios (Milosevic, 2006).

El principal objetivo de este marco de interoperabilidad desarrollado por NETHA es el desarrollo de un repositorio compartido que incluya una serie de estándares comunes, componentes de información y procesos, así como las metodologías para su uso, de manera que puedan ser aplicadas a una gran variedad de sistemas en Australia (Mahncke y Williams, 2006).

3.3.2.1. Estructura del Marco E-Health de Interoperabilidad

El carácter distribuido e interorganizacional de los servicios electrónicos sanitarios en Australia, que incluye múltiples entidades y actores con diferentes recursos e intereses, aporta al sistema un alto nivel de complejidad.

Con el fin de manejar de forma adecuada este nivel de complejidad se ha decidido trabajar dentro del marco de interoperabilidad en base a tres perspectivas o puntos de vista (Milosevic, 2006): perspectiva organizacional, perspectiva de información y perspectiva técnica (ver Figura 3-4).

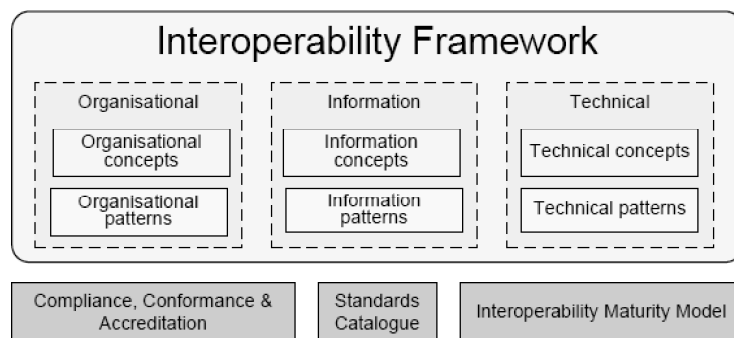


Figura 3-4: Marco E-Health de Interoperabilidad.
Fuente: National E-Health Transition Authority Ltd (2007)

A continuación se describen los distintos ámbitos del marco NEHTA.

3.3.2.2. NEHTA Perspectiva organizacional

La perspectiva organizacional permite realizar una descripción de las políticas y los procesos de negocio de negocio así como las estructuras organizativas donde se da lugar a interacciones intra-organizacionales, inter-organizacionales y entre jurisdicciones. (National E-Health Transition Authority Ltd, 2007)

Para abordar la interoperabilidad a nivel organizativo, e-Health define una serie de conceptos relacionados con la interoperabilidad de sistemas:

- *Entidad:* Objeto abstracto o concreto que tiene una identidad y un ciclo de vida propio. Una entidad puede unirse a una comunidad con el propósito de satisfacer sus objetivos.
- *Comunidad:* Es definida como un conjunto de entidades dispuestas a interactuar y establecerse para alcanzar un objetivo. Las comunidades pueden relacionarse unas con otras en forma jerárquica (integrada) o a través de acuerdos entre pares (federada). Una comunidad se especifica en términos de roles de comunidad y contrato de comunidad.
- *Rol de comunidad:* Un rol en una comunidad especifica parte de la estructura de la comunidad y el comportamiento que pueden tener varias entidades, incluyendo las entidades que representan otras comunidades. Una entidad puede cumplir un rol en más de una comunidad al mismo tiempo.

En la figura se puede observar que un actor puede ejercer un rol en dos comunidades diferentes al mismo tiempo, en este caso una doctora tiene asignado un rol en la comunidad hospital y otro en la comunidad farmacia.

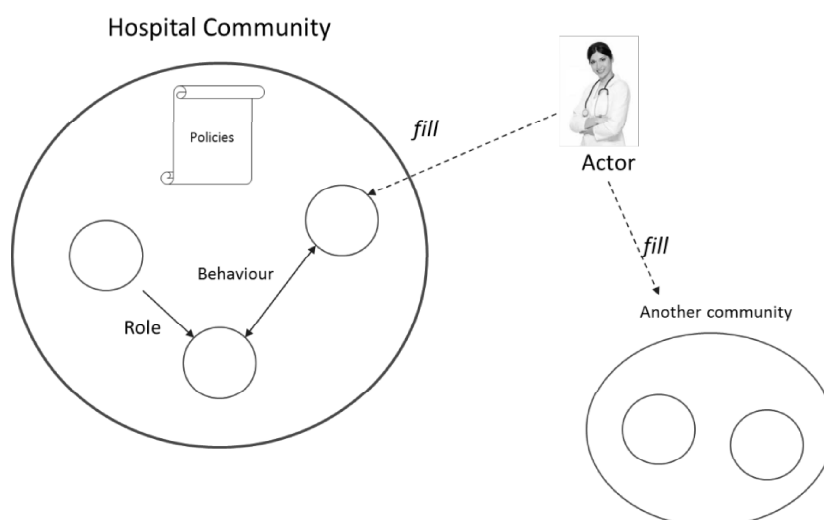


Figura 3-5: Comunidad y Entidad en NEHTA.

- *Contrato de comunidad:* Especifica el acuerdo que debe existir entre entidades que cumplen un rol dentro de una comunidad que trabajan juntas con el fin de alcanzar un objetivo común. En un contrato de comunidad se definen los objetivos, estructuras, comportamientos y políticas que identifican a la comunidad.
- *Políticas:* Una política de comunidad rige el comportamiento de uno o más roles en una comunidad.
- *Proceso de negocio:* Un proceso de negocio es un conjunto de actividades de negocio interrelacionadas entre si y a través de las cuales se establece un flujo de información y los mecanismos de control necesarios para llevarlo a cabo.
- *Dominio y federación:* El Marco e-Health de Interoperabilidad define dos tipos especiales de comunidades: dominio y federación. Las comunidades tipo dominio diferencian dos tipos de roles unos definidos para tener más autoridad y control sobre otros. Las comunidades tipo federación, permiten la interrelación de forma punto a punto de dominios. La forma más usual para facilitar una configuración federación es estableciendo un SLA (Service Level Agreement) entre los objetos de control de los dos dominios. Este constituye un contrato de comunidad tipo federación.

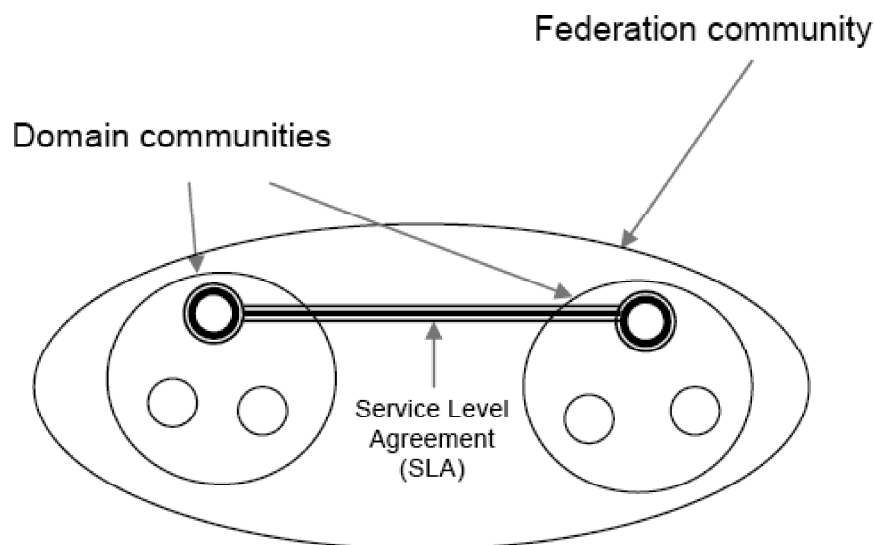


Figura 3-6: Comunidades de dominio y federaciones en NEHTA.

3.3.2.3. NEHTA Perspectiva de información

En esta perspectiva se abordan aspectos relacionados con la semántica de la información que es de especial importancia para el entendimiento, especificación y desarrollo de sistemas e-Health.

La perspectiva de información permite realizar una descripción de los principales componentes de información y las relaciones establecidas entre ellos. No se intenta reemplazar los modelos de información existentes o introducir nuevos, sino facilitar la interacción de diferentes enfoques de modelado de información a través de un punto de referencia (o modelo) común.

Al igual que para la perspectiva organizacional, se han definido una serie de conceptos relacionados con la interoperabilidad de sistemas desde el punto de vista de información:

- *Componente de información:* Es un elemento de información que corresponde a algún concepto particular en el mundo real.
- *Restricción:* Es una condición o regla que debe aplicarse a los componentes de información, por ejemplo un rango válido de valores para cierta variable, etc.
- *Dominio de valor:* Es una restricción de los valores que se permiten asignar a ciertos datos.
- *Nombre:* Término que hace referencia a una entidad.
- *Nomenclatura:* Método de asignación de nombres a entidades.
- *Identificador:* Valor único y característico para definir una entidad.
- *Modelo de información:* Conjunto de componentes de información para los cuales se han definido ciertas restricciones y que se encuentran ligados unos con otros a través de diferentes clases de relaciones. Existen modelos de información aplicados a ciertas áreas específicas tales como patología, medicación, inmunización, registro de altas, ordenes médicas, etc.

3.3.2.4. NEHTA Perspectiva técnica

La perspectiva técnica definida dentro del Marco e-Health de interoperabilidad especifica las características funcionales que deben cumplir las tecnologías empleadas para soportar las aplicaciones e-Health. Asimismo define un conjunto de conceptos y modelos de interoperabilidad técnica que constituyen la base sobre la cual deben soportarse los sistemas e-Health. El objetivo de la definición de esta perspectiva técnica no es reemplazar o introducir nuevos modelos de arquitectura técnica sino facilitar la interacción de diferentes enfoques de modelado técnico a través de un punto de referencia común.

Desde una perspectiva técnica también se han definido una serie de conceptos relacionados con la interoperabilidad de sistemas:

- *Componente de software*: Es una entidad de software que provee una o más funciones a otros componentes. Algunas de estas funciones o sus agregaciones pueden ser usadas para soportar la implementación de servicios.
- *Servicio*: Funcionalidad específica de importancia para el negocio. Por lo general, un servicio implementa la lógica de negocio de un servicio organizacional y puede hacer uso de uno o más componentes. Un servicio puede también encapsular aplicaciones existentes.
- *Interfaz de servicio*: Facilita un mecanismo para acceder a las funciones proporcionadas por un servicio.
- *Composición de un servicio*: Características que definen la estructura de un servicio tales como su comportamiento, restricciones y las relaciones establecidas con otros servicios.
- *Acción*: Representa un suceso, por ejemplo la comunicación entre dos partes es considerada una acción así como la comunicación entre dos objetos.
- *Evento*: Representa el desarrollo de una acción en el mundo real. Un evento puede ser generado por acciones de componentes o de otros componentes, o también desde el exterior sobre los componentes, por ejemplo una fecha de expiración.
- *Mensaje*: Unidad de comunicación entre componentes de software, incluyendo aquellos que implican interacción directa con usuarios finales.
- *Interacción*: Conjunto de acciones que se den lugar en dos o más componentes de software, o dos o más servicios y que describen algunas relaciones causa-efecto entre sus comportamientos.

3.3.3. Marco de Referencia LISI (Levels of Information Systems Interoperability)

Esta iniciativa comenzó a ser desarrollada en el año 1997 por el grupo *C4ISR¹⁵ Architecture Working Group* (AWG) del Departamento de Defensa de Estados Unidos. El objetivo inicial fue el de proveer un procedimiento para definir, evaluar, medir y certificar el grado de interoperabilidad requerido o logrado entre organizaciones o sistemas, analizándola desde la perspectiva de simples interconexiones entre sistemas (Chen, Doumeingts y Vernadat 2008).

¹⁵ Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance

La propuesta de LISI se basa en la combinación de un modelo de referencia básico y mecanismos que permite desarrollar un Perfil de Interoperabilidad de un sistema determinado para luego, tras compararlo con los distintos perfiles de los sistemas a interconectar, intentar identificar las barreras potenciales de interoperabilidad que podrían surgir entre ellos.

El modelo de referencia LISI consiste en una estructura matricial en la que la primera dimensión hace referencia al nivel de interoperabilidad esperado. De modo incremental, y numerados de 0 a 4, los distintos niveles sirven como guía para determinar qué aspectos deben ser abordados y resueltos para alcanzar un determinado grado de interoperabilidad. En la siguiente tabla (ver Tabla 3-3) se enumeran las características más representativas de cada uno de ellos:

Tabla 3-3: Niveles definidos por el marco de referencia LISI. Fuente: (Kasunic, M y Anderson, W, 2004)

NIVELES DE INTEGRACIÓN EN EL MARCO LISI		
Nivel	Definición	Proceso de intercambio de información
0	Aislado	Hace referencia a sistemas no conectados entre sí. El intercambio de datos entre sistemas se realiza mediante la introducción manual a través de dispositivos de entrada, tales como teclado, unidad de CD, DVD, USB etc.
1	Conectado	Hace referencia a sistemas interconectados, típicamente utilizando comunicaciones punto a punto, para sistemas que intercambian datos similares (intercambio homogéneo de productos). Se trabaja con aplicaciones y datos separados.
2	Distribuido	Hace referencia a sistemas que se interconectan de una forma distribuida, compartiendo datos heterogéneos. Para facilitar el intercambio de información y servicios entre sistemas son necesarios modelos formales de datos. Se trabaja con aplicaciones y datos separados. Los sistemas poseen funciones comunes mínimas y el tipo de colaboración que se establece es básico.
3	Integrado	Hace referencia a sistemas clasificados según cierto criterio y que pueden ser accedidos mediante una red de grandes dimensiones, facilitando así el acceso a múltiples usuarios a diferentes tipos de datos. Modelización de la información en dominios (grupos) que comprenden, aceptan e implementan toda una serie de funcionalidades para gestionar correctamente la información compartida. Se trabaja con datos compartidos y aplicaciones separadas. Existe una colaboración sofisticada entre sistemas.
4	Universal	Hace referencia a sistemas capaces de interoperar utilizando una plataforma de información global distribuida y enlaces con múltiples dominios, de esta manera múltiples usuarios pueden acceder e interactuar con estructuras de datos complejas de

forma simultánea.

Los datos y las aplicaciones son compartidos y pueden ser distribuidos en la plataforma global de información.

Existe una colaboración avanzada entre sistemas.

La otra dimensión de la matriz del modelo de referencia LISI está representada por cuatro dimensiones sobre las que se pueden abordar soluciones interoperables. Las denominadas capacidades PAID (Procesos, Aplicaciones, Infraestructura y Datos) especifican los atributos de interoperabilidad de los sistemas de información y se pueden definir de la siguiente manera (Chen, 2006) :

- Procesos: Especifica las políticas y operaciones necesarias para intercambiar información, habilidades y servicios.
- Aplicaciones: se refiere al conjunto de aplicaciones que permiten la manipulación, el procesamiento e intercambio de información.
- Infraestructura: Especifica las características del entorno (hardware, software, redes y comunicaciones, servicios, mecanismos de seguridad) que permiten la interacción de los sistemas.
- Datos: Especifica los formatos de información, protocolos de datos o bases de datos que permiten el intercambio de datos e información.

Combinando ambas dimensiones, se obtiene el modelo de referencia LISI, tal y como se representa en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4 Niveles de interoperabilidad en el marco de referencia LISI. Adaptado de (Muñoz, 2007)

NIVELES DE INTEROPERABILIDAD EN EL MARCO LISI						
Naturaleza de la interacción operacional de la información	Entorno de computación	Nivel	Implicaciones			
			P	A	I	D
Manipulación interactiva de dominios diferentes	Universal	4	Nivel Empresa	Interactivo	Topologías múltiples	Modelo Empresa
Aplicaciones y bases de datos compartidas	Integrado	3	Nivel Dominio	Grupal	Redes mundiales	Modelo Dominio

Intercambio complejo de medios	Distribuido	2	Nivel Programa	Automatización	Redes locales	Modelo del programa
Intercambio electrónico simple	Conectado	1	Nivel Sitio / Local	Manejadores del sistema	Conexión simple	Local
Entrada manual	Aislado	0	Control de Acceso	N/A	Independiente	Privado

El modelo LISI se apoya en tres métricas para expresar el nivel de interoperabilidad que existe entre dos o más sistemas: genérico (G), esperado (E) y concreto (C). El nivel genérico es el nivel más alto en donde se cumple con la mayor parte de los requisitos definidos por los atributos PAID. El nivel de interoperabilidad esperado entre dos sistemas es simplemente el menor nivel genérico encontrado entre ellos, o el nivel al cual se espera que los dos sistemas interactúen; mientras que el nivel concreto resulta de la comparación de alternativas de implementación de sistemas teniendo en cuenta las capacidades PAID (Kasunic, M y Anderson, W, 2004).

Por otra parte, el modelo de referencia LISI destaca el interés de estudiar una arquitectura desde distintos puntos de vista para poder proporcionar una visión global, y a la vez detallada de los elementos de un sistema. Se distinguen tres puntos de vista: el punto de vista operacional, el de sistemas y el punto de vista técnico (Muñoz, 2007).

- La vista operacional se centra, en general, en describir las tareas y actividades del sistema y, el flujo de información entre elementos que la necesitan para completar una operación. En esencia, describe cómo se intercambia la información con el grado de detalle suficiente según la interoperabilidad deseada. Para ello, el modelo LISI utiliza una *Operational Node Connectivity Description* y una especificación de cada intercambio de información.
- La vista del sistema refleja el grado de interoperabilidad necesario para el sistema, identificando los sistemas que actúan de soporte para los requisitos operacionales y el tipo de asociaciones que se establecerán entre ellos. Así, el modelo LISI proporciona los mecanismos para identificar las capacidades de los sistemas de acuerdo con las necesidades para alcanzar lo requerido por el nivel de interoperabilidad. Para ello, utiliza *Systems Node Connectivity Description* y complementa la descripción de las relaciones sistemas-nodos.
- La vista técnica perfila las reglas de implementación para los requisitos requeridos de los sistemas. El modelo LISI se apoya en *Technical Architecture Profile* y basándose en las capacidades PAID (procedimientos, aplicaciones, infraestructura y datos) del sistema

y las características identificadas por el modelo de referencia LISI, proporciona una construcción adecuada a la interoperabilidad y requisitos de implementación establecidos.

3.3.4. Marco de interoperabilidad IDEAS

Iniciativa desarrollada a través de la red de excelencia IDEAS (Interoperability Developments for Enterprise Application and Software) y apoyada en los modelos ECMA/NIST (ECMA & NIST 1993), ISO 19101 e ISO 19119.

El objetivo fue elaborar un conjunto de directrices estratégicas en el ámbito de la interoperabilidad de software y de las aplicaciones empresariales. La red IDEAS identificó la necesidad de recoger, identificar y representar, de un modo estructurado, los retos ligados a la interoperabilidad fundamentalmente relacionados con: la coordinación inter-organizacional, la integración de procesos de negocio, la integración semántica y sintáctica de aplicaciones y la integración física de redes y ordenadores (Chen y Doumeingts, 2003) .

Según el consorcio de IDEAS (IDEAS, 2003), los esfuerzos de interoperabilidad se considerarán significativos si ocurren al menos a uno de los tres niveles posibles: datos, servicios y procesos; cada uno con la semántica que se defina, para el contexto de análisis deseado (ver Figura 3-7).

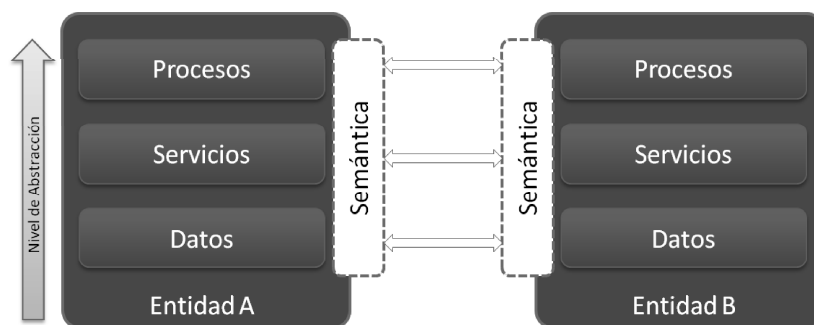


Figura 3-7: IDEAS Interoperability Framework. Fuente: Adaptado de (Chen y Doumeingts, 2003)

Tomando como base esos principios, el marco de interoperabilidad propuesto por IDEAS se apoya en el análisis de los aspectos de interoperabilidad desde diversas perspectivas.

En primer lugar, considera la existencia de tres niveles, o capas, en los que pueden aparecer distintos problemas ligados a la interoperabilidad:

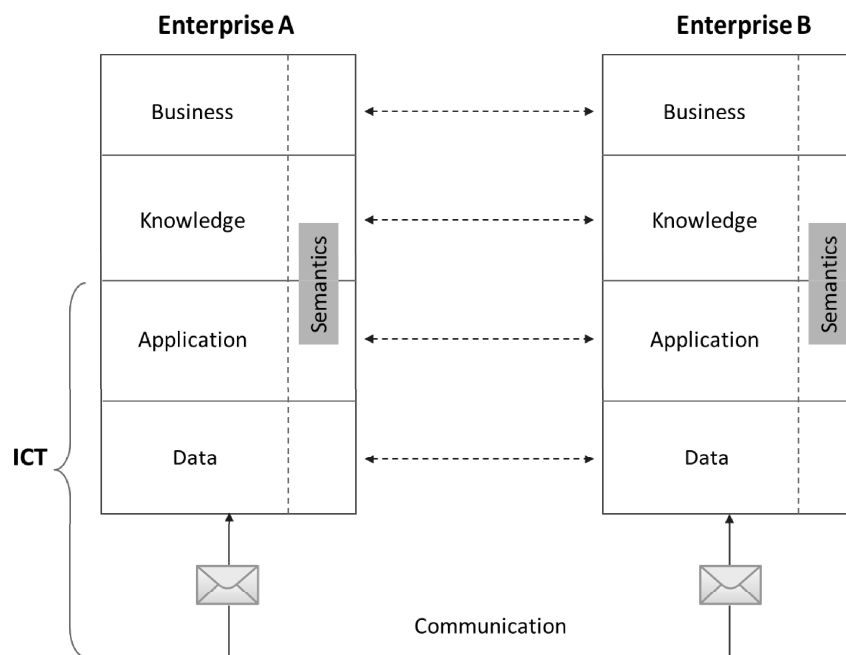


Figura 3-8: IDEAS Interoperability Framework. Fuente: Adaptado de (ATHENA, 2011)

Capa de negocio: En la capa de negocio se manejan los temas relacionados con la organización y la gestión de los procesos de la empresa, entre ellos, la forma en que debe operar la organización para producir valor, o el tipo de relaciones que deben establecerse tanto al interior (entre empleados) como al exterior (con clientes, proveedores, partners) de la misma. La interoperabilidad en este nivel debe ser vista como la capacidad organizacional y operacional que tiene la empresa para cooperar con otras entidades. La capa de negocio está constituida por un modelo decisional, un modelo de negocio y un conjunto de procesos de negocio. El modelo decisional define una estrategia para la toma de decisiones teniendo en cuenta el grado de responsabilidad, el rol y la posición de cada unidad operativa. Por su parte, el modelo de negocio especifica las relaciones comerciales establecidas por la empresa y la forma en que esta ofrece sus productos o servicios en el mercado. Y finalmente los procesos de negocio que son un conjunto de actividades relacionadas lógicamente y llevadas a cabo para lograr un resultado de negocio definido que entregan valor al cliente.

Capa de conocimiento: La capa de conocimiento está relacionada con la adquisición, estructuración y representación del conocimiento colectivo y personal de la empresa. Este incluye conocimientos sobre aspectos internos tales como desarrollo de productos, ejecución de tareas administrativas, manejo de personal, entre otros, y también sobre aspectos externos tales como condiciones y acuerdos establecidos con partners y proveedores, regulaciones y leyes especiales, obligaciones legales y relaciones con instituciones públicas.

La interoperabilidad a nivel de conocimiento debe ser vista como la compatibilidad que existe entre las habilidades, competencias y activos de conocimiento de una empresa con los de otras. Esta capa aborda los métodos y herramientas necesarios para la generación, almacenamiento, organización y difusión de conocimiento de negocio dentro de una empresa.

La capa de conocimiento incluye múltiples modelos. El primero de ellos, un modelo organizacional empleado para definir los roles a nivel interno de la organización, de la cadena de valor o de red de empresas. Un segundo modelo de habilidades-competencias que define la capacidad de una organización y de sus empleados para llevar a cabo ciertas operaciones bajo ciertas condiciones de trabajo. Y en tercer lugar, un conjunto de recursos de conocimiento de la empresa que constituyen el capital de la organización definidos en términos de procedimientos, normas, reglas y referencias.

Capa tecnológica: La capa de sistemas TIC hace referencia a las soluciones TIC que permiten a una empresa operar, tomar decisiones e intercambiar información tanto a nivel interno como a nivel externo. La ejecución de toda aplicación TIC debe estar orquestada por un modelo de procesos de negocio identificado en la capa más alta y representada y almacenada formalmente en la capa del medio (capa de conocimiento).

La interoperabilidad a nivel TIC debe ser vista como la habilidad que poseen los sistemas TIC de la empresa para interactuar con los de otras organizaciones. Asimismo está relacionada con el uso de tecnologías como apoyo a la inter-operación entre los recursos de la empresa (software, hardware, recursos humanos, etc.). La inter-operación debe ser establecida por el proveedor de información a través de un sistema de comunicación interno y externo.

La capa de TIC incluye varias áreas entre las que se encuentran la gestión de soluciones, interacción de puestos de trabajo, lógica de aplicación, lógica de procesos y lógica de datos. La gestión de soluciones se refiere a las herramientas y procedimientos requeridos para administrar los sistemas de la empresa e incluye tanto políticas y roles de gestión como herramientas de monitorización y simulación. Por su parte, la interacción de puestos de trabajo se refiere a la interacción que tienen los usuarios con los sistemas la cual puede ser descrita a través de entradas, salida y navegación. En cuanto a la lógica de aplicación, esta describe las operaciones llevadas a cabo por el sistema de la empresa para lograr resultados de negocio. La lógica de proceso es el orden en que una aplicación (o un subconjunto) es ejecutado y la lógica de datos describe los datos que son requeridos y producidos por una empresa durante su ciclo de vida. Esto incluye servicios de repositorio y gestor de contenidos.

De forma complementaria, se consideran dos aspectos fundamentales:

- **Aspectos semánticos:** La perspectiva holística de la interoperabilidad requiere consideraciones semánticas en cada capa de la empresa. Por esta razón, esta dimensión es transversal a las capas de negocio, conocimiento y TIC, y está relacionada con la captura y representación de los conceptos necesarios que permitan promover el entendimiento a nivel de la organización.

Para aquellas organizaciones que desean colaborar con otras y necesitan interoperabilidad en una capa específica, es muy importante establecer un mutuo entendimiento basado en los conceptos que subyacen a los intercambios.

Para asegurar que la semántica es intercambiable y basada en un entendimiento común, es recomendable hacer uso de un formalismo ontológico que permita representar de forma precisa y computacionalmente interpretable el conjunto de conceptos correspondientes a las entidades más importantes de un determinado dominio de problema.

Esos conceptos deben estar acordados por toda la comunidad vinculada al dominio y deben ser relevantes para facilitar el desarrollo de negocios.

- **Atributos de calidad:** Los atributos de calidad constituyen una dimensión complementaria al marco de trabajo y también son transversales a las capas de negocio, conocimiento y tecnología. Las distintas consideraciones de negocio determinan las características (en términos de capacidades, servicios y comportamientos) que debe cumplir un sistema.

En este caso, algunos ejemplos de atributos de calidad que serían deseables en una solución interoperable podrían ser: la seguridad (para el almacenamiento, transferencia y protección de datos), la escalabilidad, la potabilidad (tanto datos como aplicaciones), el desempeño, la disponibilidad o la posibilidad de actualizaciones.

Con estos elementos así definidos, es posible rellenar la matriz del marco de interoperabilidad identificando, y salvando, las potenciales barreras presentes en la solución de interoperabilidad (Figura 3-9).

	Framework 1st Level	Framework 2nd Level	ONTOLOGY	QUALITY ATTRIBUTES					
			Semantics	Security	Scalability	Evolution			
E N T E R P R I S E	Business	Decisional Model							
		Business Model							
		Business Processes							
	Knowledge	Organisation Roles							
		Skills Competencies							
M O D E L		Knowledge Assets					QUALITY ATTRIBUTES		
							Performance	Availability	Portability
A R C H I T E C T U R E	Application	Solution Management							
		Workplace Interaction							
		Application Logic							
		Process Logic							
	Data	Product Data							
		Process Data							
		Knowledge Data							
		Commerce Data							
	Communication								

Figura 3-9: Esquema de soluciones IDEAS. Fuente: Adaptado de (ATHENA, 2011)

3.3.5. Marco de interoperabilidad ATHENA

El siguiente marco de interoperabilidad denominado AIF (ATHENA Interoperability Framework), ha sido definido en el marco del proyecto integrado ATHENA¹⁶ (ATHENA, 2006) que tuvo como finalidad proveer arquitecturas de referencia, metodologías y componentes estructurales con el fin de facilitar la interoperabilidad entre organizaciones que desean colaborar.

¹⁶ ATHENA - Advanced Technologies for Interoperability of Heterogeneous Enterprise Networks and their Applications, FP6-2002-IST-1, Integrated Project

Homepage: <http://www.athena-ip.org>.

La propuesta adopta una perspectiva integrada de negocio y tecnología para analizar los problemas de interoperabilidad y propone un conjunto de soluciones a distintos niveles, fundamentalmente basadas en modelos que facilitan o guían los intercambios (Ruggaber, 2006).

3.3.5.1. Estructura general

Según ha sido descrito por Berre et. al. (2007) , el AIF está estructurado en tres partes principales (ver Figura 3-10):

1. **Integración conceptual:** orientada a los conceptos, los metamodelos, los lenguajes y las relaciones entre modelos. Provee los principios de modelado para la sistematización de los distintos aspectos de la interoperabilidad.
2. **Integración de aplicaciones:** orientada a las metodologías, estándares y modelos de dominio. Provee los principios, indicaciones y patrones que pueden ser utilizados para resolver cuestiones de interoperabilidad.
3. **Integración tecnológica:** se especializa en los desarrollos y los entornos tecnológicos. Provee las herramientas y plataformas para desarrollar y ejecutar aplicaciones empresariales y sistemas de software.

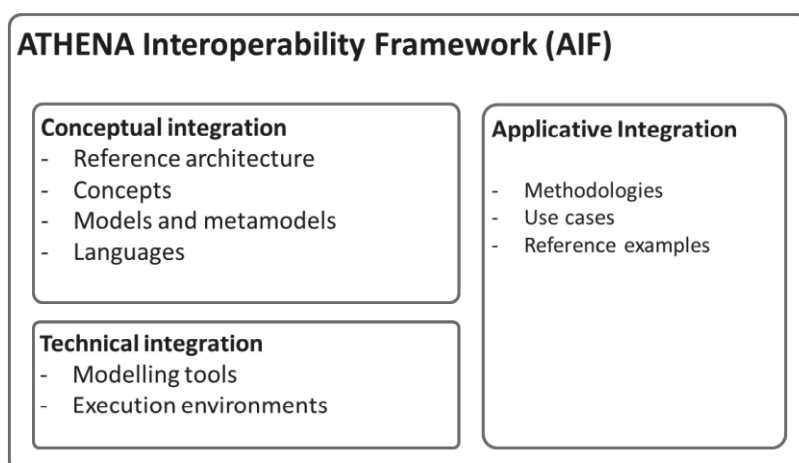


Figura 3-10: ATHENA Interoperability Framework. Fuente: (Berre et al. 2007)

Integración conceptual

El marco para la integración conceptual de AIF ha evolucionado a partir de propuestas previas, fundamentalmente del marco de IDEAS (Schulz et al. 2003), la recomendación IEEE 1471(IEEE

2000)¹⁷ para la descripción arquitectónica de sistemas basados en software y en las definiciones previas realizadas en el ámbito de los proyectos ATHENA e INTEROP para la interoperabilidad dirigida por modelos¹⁸.

Así como el marco de IDEAS estructura los posibles **ámbitos** de la interoperabilidad en cuatro niveles: negocio, conocimiento, semántico y de arquitectura y plataforma, el marco AIF se enfoca en las posibles **soluciones** a los problemas de interoperabilidad en el ámbito general de la colaboración empresarial y las plataformas tecnológicas usadas para dar darle soporte.

En AIF, las soluciones se orientan a modelar las interacciones y los intercambios de información que ocurren en el ámbito de esas colaboraciones, tanto a nivel de negocio como tecnológico y una característica común a todas ellas es que son dirigidas por modelos (*model-driven*).

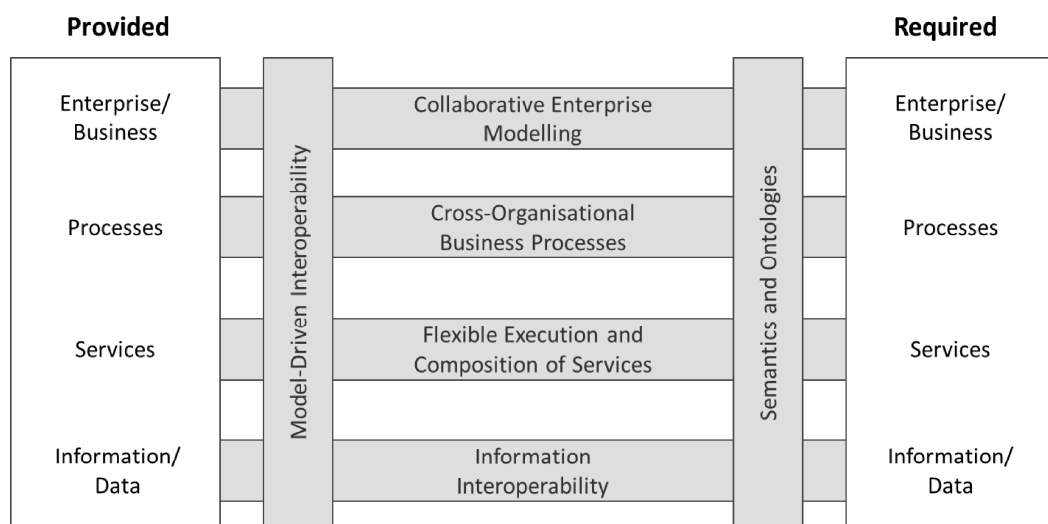


Figura 3-11: AIF Conceptual integration. Fuente: (Berre et al. 2007)

La Figura 3-11 es una versión simplificada del marco AIF que describe los *artifacts* (elementos) necesarios que deben ser provistos por dos empresas en colaboración.

Las interoperaciones pueden ocurrir a distintos niveles: empresa/negocio, procesos, servicios e información. Para cada uno de esos niveles, se prescribe un enfoque para interoperabilidad

¹⁷ Ahora convertida en el estándar ISO/IEC 42010:2007. Ver detalles en <http://www.iso-architecture.org/ieee-1471/>

¹⁸ *Model Driven Interoperability*, (Elvesæter et al., 2006)

guiada por modelos (MDI, Model-Driven Interoperability) en el que los modelos son utilizados para formalizar e intercambiar dichos *artifacts*:

- Interoperabilidad a nivel de negocio/empresarial: este nivel puede considerarse como la habilidad organizativa y operacional de una empresa para realmente cooperar con otra organización externa, independientemente de las distintas prácticas empresariales, legislaciones, culturas y estrategias comerciales que cada una posee.
- Interoperabilidad de procesos: intenta poner en marcha los procesos de distintas organizaciones. Un proceso define la secuencia de los servicios (funciones empresariales) de acuerdo a las necesidades específicas de una organización. En el caso de una RC, también es necesario estudiar cómo conectar los procesos internos para crear un proceso extendido.
- Interoperabilidad de servicios: tiene que ver con la identificación, composición y ejecución de distintas aplicaciones (diseñadas e implementadas independientemente). Los servicios representan una abstracción y encapsulación de la funcionalidad provista por una entidad autónoma. En ATHENA se utiliza el metamodelo PIM4SOA (platform-independent model for service-oriented architecture) metamodel para modelar la ejecución flexible y la composición de servicios.
- Interoperabilidad de información/datos: se refiere a la gestión, intercambio y proceso de los diferentes documentos, mensajes y/o estructuras de datos que realizan distintas entidades colaboradoras en el ámbito de una RC.

3.3.6. Marco de interoperabilidad de la red de excelencia INTEROP

3.3.6.1. Introducción

El propósito de este marco es definir el dominio de investigación de la Interoperabilidad Empresarial y ayudar a identificar y estructurar el conocimiento en dicho dominio.

El desarrollo de este marco se ha basado en desarrollos previos de este dominio, focalizándose en los conceptos más relevantes que en ellos se introducen para propuestas de interoperabilidad. ((European Commission, 2004; IDEAS, 2005; ATHENA, 2006b).

3.3.6.2. Estructura del marco

El marco se estructura en torno a tres dimensiones:

- Barreras de interoperabilidad
- Niveles de interoperabilidad
- Enfoques de interoperabilidad

3.3.6.3. Barreras de interoperabilidad

Las barreras de interoperabilidad se han clasificado en tres tipos:

- Barreras conceptuales: están ligadas a las barreras sintácticas y semánticas de la información que se va a intercambiar. Se asocian tanto con los modelos de alto nivel de abstracción, como los modelos empresariales, como los de intercambio de datos, utilizando, por ejemplo, ficheros XML.
- Barreras organizativas: se relacionan con la definición de responsabilidad y autoridad, así como también aquellas derivadas por la propia estructura organizativa.
- Barreras tecnológicas: se refieren a la incompatibilidad de las TIC, ya sea a nivel de plataformas, arquitecturas o infraestructuras. Incluyen los estándares para presentar, almacenar, intercambiar, procesar y comunicar datos utilizando ordenadores.

3.3.6.4. Niveles de interoperabilidad

Los autores de este marco señalan que esta dimensión está fundamentalmente ligada a los aspectos tecnológicos, ya sugeridos en ATHENA.

- Negocio: se refiere a la posibilidad de que dos organizaciones puedan hacer negocios conjuntamente aun cuando sus formas de trabajo, legislación a la que están sometidas, diferentes formas de tomar decisiones o culturas.
- Procesos: el objetivo es conseguir que varios procesos de negocio puedan trabajar conjuntamente. En el contexto de una RC, el reto está en interconectar los procesos internos de cada organización para crear un proceso común.
- Servicios: se refiere a la posibilidad de identificar, componer y hacer que varias aplicaciones puedan funcionar conjuntamente aun cuando puedan haber sido desarrolladas independientemente. El término servicio no se refiere exclusivamente al entorno computacional sino también a funciones organizativas de organizaciones y RC.
- Datos: se refiere a localizar y compartir información entre fuentes heterogéneas, que pueden estar almacenadas en distintas plataformas, sistemas de gestión de base de datos o redes.

3.3.6.5. Enfoques de interoperabilidad

- Integrado: existe un formato común entre todos los modelos. El formato es tan detallado como los modelos. No se trata necesariamente de un estándar que puede ser acordado por todas las partes y construir luego los sistemas.
- Unificado: existe un formato común pero sólo a nivel de meta-modelo. Éste no está previsto que sea ejecutado sino que permite establecer una relación entre los distintos modelos.
- Federado: No existe un formato común. Para establecer la interoperabilidad las partes lo resuelve cuando surge la necesidad. Utilizar un enfoque federado implica que ningún miembro impone su propio modelo, ni sus lenguajes ni métodos de trabajo. Esto significa que deben disponer de ontologías para establecer equivalencias de conceptos a nivel semántico.

3.3.6.6. El marco de interoperabilidad

El marco INTEROP se basa en la interrelación de las tres dimensiones anteriores para definir los dominios de interoperabilidad. De este modo, cada sub-espacio considerado en el esquema propuesto (ver Figura 3-12), se orienta a resolver los problemas de interoperabilidad bajo un contexto específico en cada una de ellas.

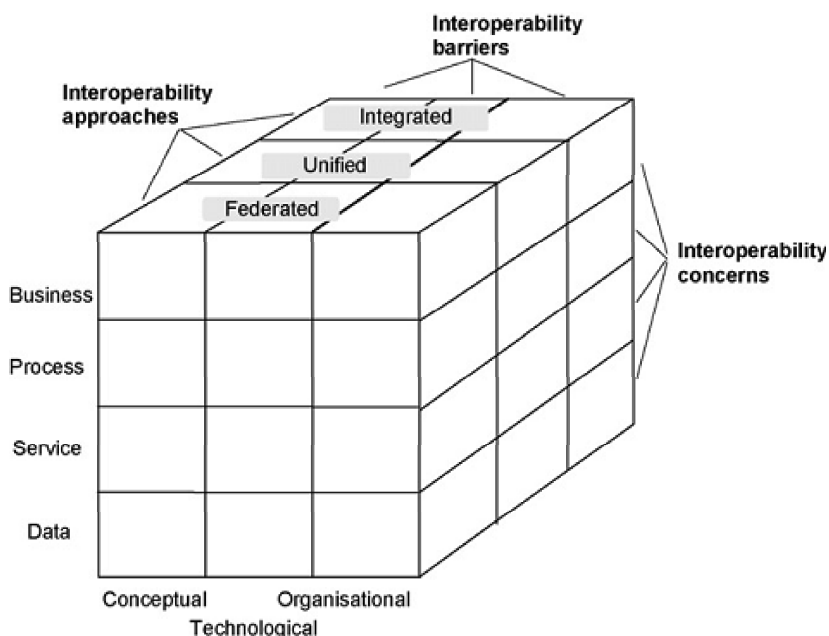


Figura 3-12: El marco de interoperabilidad INTEROP NoE
Fuente: (Chen et al., 2006)

Según sus autores, el marco INTEROP aún necesita ser desarrollado, definiendo de forma más precisa los conceptos ligados a cada dimensión. La aportación de una definición formal acerca de un dominio de interoperabilidad y la correspondiente ontología serían contribuciones muy necesarias. En este último aspecto, en la red INTEROP se han realizado ya algunos desarrollos, pero su nivel de madurez es escaso y es necesario continuar con ese trabajo en el futuro.

3.3.6.7. Otras iniciativas relevantes

Una de las tendencias futuras que se observa desde la red INTEROP está relacionada con una iniciativa surgida en el seno de ese consorcio, denominada **Model-Driven Interoperability (MDI)**.

La propuesta del Object Management Group (OMG) para la definición de arquitecturas guiadas por modelos, Model-driven Architecture (MDA), está siendo extendida para incluir el modelado empresarial desde una perspectiva de negocio y considerar los requerimientos de interoperabilidad. Adicionalmente, también se espera poder avanzar en su integración tanto con los aspectos ligados a la integración empresarial y la problemática de la ingeniería orientada a la interoperabilidad.

Dentro de la red de excelencia INTEROP, se ha desarrollado la arquitectura MDI cuyas raíces están en MDA y conceptos de interoperabilidad empresarial.

El objetivo de este enfoque es permitir la transformación automática entre los modelos generados a distinto nivel: CIM (computational independent model), PIM (platform independent model) y PSM (platform specific model) y que ellos estén diseñados de tal forma de modo que sean interoperables con los de otra empresa que utilice la misma arquitectura MDI.

3.3.7. Análisis de los marcos de referencia para interoperabilidad en el contexto de esta Tesis

En este apartado se realizará un análisis de las distintas aportaciones con que los marcos de interoperabilidad anteriormente presentados contribuyen al contexto de esta Tesis, **con el fin de identificar qué elementos pueden ser utilizados en la construcción de una arquitectura interoperable para VBE.**

Si bien en líneas generales se observará que esta Tesis está fundamentalmente alineada con la propuesta del marco de interoperabilidad del marco **AIF**, también se ha considerado relevante incluir otros elementos encontrados en los distintos marcos analizados.

Como se ha indicado en el apartado 3.3.1.2 Recomendaciones generales del EIF, el European Interoperability Framework aporta un conjunto de recomendaciones generales para abordar soluciones de interoperabilidad. Entre las que se identifican como de especial relevancia para esta Tesis, se encuentran:

Tabla 3-5: Recomendaciones EIF en el ámbito de esta Tesis. Fuente: Elaboración propia

RECOMENDACIONES EIF EN EL ÁMBITO DE ESTA TESIS			
Nº	Ámbito	Alcance	En el ámbito de esta Tesis
1	Organizativa	“Los requisitos de los SEPAE debieran ser determinados de forma conjunta mediante la participación de las administraciones según un enfoque dirigido por la demanda...”	Este aspecto implícitamente reconoce un modelo centralizado en la planificación de la actividad conjunta, aunque mantiene la ejecución descentralizada de actividades.
2		Las administraciones públicas que consideren el establecimiento de SEPAE debieran analizar los correspondientes procesos y actores involucrados. Debieran acordar las interfaces de interoperabilidad necesarias a través de las cuales sus procesos podrán interoperar a nivel paneuropeo.	En esta recomendación se identifican a los actores y los procesos como elementos básicos de una solución de interoperabilidad. Para lograr una interoperabilidad efectiva, es necesario acordar interfaces de interoperabilidad para interconectar dichos procesos.
3		Cuando la prestación de un SEPAE requiera la participación de varias administraciones públicas a lo largo de Europa, las diversas expectativas debieran formalizarse, por ejemplo, a través de acuerdos de nivel de servicio. Estos acuerdos debieran contemplar, al menos, las interfaces de interoperabilidad de los procesos implicados (a nivel paneuropeo).	Al participar en una iniciativa de interoperabilidad, los actores acuerdan adherir a un conjunto de interfaces de interoperabilidad para los procesos implicados.
4	Se m	Para cada SEPAE, los elementos de datos a ser intercambiados debieran ser interoperables	En esta recomendación se propone un esquema para facilitar el intercambio de

	<p>mediante la satisfacción de los siguientes requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Publicación por parte de las administraciones responsables de la información correspondiente a los elementos de datos implicados a nivel nacional. - Propuestas y acuerdos, por parte de las administraciones responsables, sobre los datos y los diccionarios de datos necesarios a nivel paneuropeo. - Elaboración de propuestas y acuerdo, por parte de las administraciones responsables, sobre las tablas de correspondencias entre los elementos de datos nacionales y paneuropeos 	<p>datos y su correspondencia semántica.</p> <p>El resultado de las propuestas y acuerdos daría como lugar una tabla de correspondencias en la cual un esquema de datos de una administración es traducido al de otra.</p>
5	<p>Las iniciativas a nivel paneuropeo que desarrollen semánticas comunes sobre la base de XML deberían desarrollarse de forma coordinada y considerar la cooperación con los organismos de normalización. En particular, los vocabularios XML debieran ser desarrollados teniendo presente los elementos básicos de datos de administración electrónica o específicos sectoriales. Los esquemas y definiciones específicos europeos deberían ponerse a disposición de todos los actores paneuropeos a través de infraestructuras comunes.</p>	<p>Los acuerdos sobre la tabla de correspondencias podrían implementarse electrónicamente como una serie de documentos electrónicos que se deberían hacer disponibles para otros actores.</p>
6	<p>A nivel de <i>front-office</i> los aspectos de interoperabilidad técnica deberían ser considerados en los siguientes ámbitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presentación e intercambio de datos - Accesibilidad – Principios de diseño de interfaces - Acceso multicanal - Juegos de caracteres - Elaboración colectiva de contenidos - Tipos de ficheros y de formatos de documentos. - Compresión de ficheros. 	
7	<p>A nivel de <i>back-office</i>, los aspectos de interoperabilidad técnica debieran ser considerados en los siguientes ámbitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Integración de datos y middleware - Estándares basados en XML - Estándares basados en EDI - Servicios Web - Arquitectura de aplicaciones distribuida - Servicios de interconexión - Protocolos de transferencia de ficheros y mensajes - Transporte y seguridad de mensajes - Servicios de almacenamiento de mensajes - Acceso a buzones de correo - Servicios de directorio y de nombres de dominio - Servicios de red. 	<p>La tecnología de servicios web es la utilizada en la construcción de la herramienta para la validación del modelo propuesto.</p>
8	<p>Las orientaciones comunes deberían basarse en estándares abiertos reconocidos.</p>	<p>La arquitectura planteada considera distintos niveles de solución a los problemas de interoperabilidad y para cada uno de ellos se utiliza un conjunto de estándares abiertos para Internet.</p>

Técnica

Otro de las propuestas analizadas, el marco NEHTA de la administración australiana, también aporta distintos elementos que serán de utilidad a los fines de esta Tesis (Tabla 3-6).

Tabla 3-6: Elementos de NETHA presentes en esta Tesis. Fuente: Elaboración propia

ELEMENTOS DE NETHA PRESENTES EN ESTA TESIS		
Perspectiva	Concepto	En el ámbito de esta Tesis
Organizativa	Entidad	Las entidades tienen identidad y poseen un ciclo de vida propio. Una entidad puede unirse a una comunidad
	Comunidad	Una RC está conformada por un conjunto de entidades dispuestas a interactuar. Pueden relacionarse con otras entidades o redes.
	Rol de Comunidad	En el ámbito de la comunidad, pueden existir distintos roles asociados a ella: promotor, planificador, impulsor, participante, etc.
	Proceso de negocio	Es el elemento integrador que permite el intercambio de información y la ejecución de actividades por parte de las entidades participantes en la RC.
	Dominio y Federación	Los dos tipos de comunidad, federada y con dominio, son contempladas en esta propuesta.
Informacional	Componente de información	Los elementos de información se relacionan a través del flujo de información presente en los procesos de negocio de la RC.
	Modelo de información	Conjunto de componentes de información definidos en el ámbito de la RC.
	Identificador	Cada entidad es identificada unívocamente en el ámbito de su RC.
	Nombre	Término con el que se identifica a una entidad en el ámbito de su RC
Técnica	Componente de software	Cada entidad de la RC se asocia con un componente de software. Las funciones provistas por estos componentes se utilizarán para dar soporte a los procesos de negocio de la RC
	Servicio	Los servicios representan el nexo entre el modelado y el soporte a la ejecución.
	Interfaz de servicio	Las interfaces de servicios estarán asociadas a las entidades de la RC, definiendo su comportamiento esperado.
	Mensaje	Los intercambios de información entre entidades se realizan mediante mensajes. Tal comunicación puede incluir información ligada al proceso o señales de control para facilitar su ejecución.
	Interacción	Es el proceso mediante el cual dos o más entidades a través de sus servicios.

El marco LISI mencionado anteriormente resultará especialmente útil al momento de integrar tanto la perspectiva informacional como la técnica del modelo NEHTA.

De los niveles de interoperabilidad que el modelo LISI identifica para la interoperabilidad de los sistemas de información, la propuesta contenida en esta Tesis se corresponde con el Nivel 4 –

Universal, aunque el ámbito para Procesos y Dominios se extiende del ámbito intraorganizativo al contexto interorganizativo, propio de las RC.

Finalmente, mencionar que el marco de interoperabilidad ATHENA proporcionará distintos elementos que son de utilidad para enmarcar la aportación de esta Tesis y que se irán indicando a lo largo del desarrollo de esta memoria.

La propuesta de solución a las barreras de interoperabilidad que se presenta en esta Tesis, tiene como ámbito general, el marco conceptual de ATHENA descrito en el apartado 3.3.5.1 en el que se destaca que una solución de interoperabilidad debería intentar abarcar los distintos niveles allí planteados: **a nivel de Negocio; a nivel de Procesos, a nivel de Servicios y a nivel de Datos.**

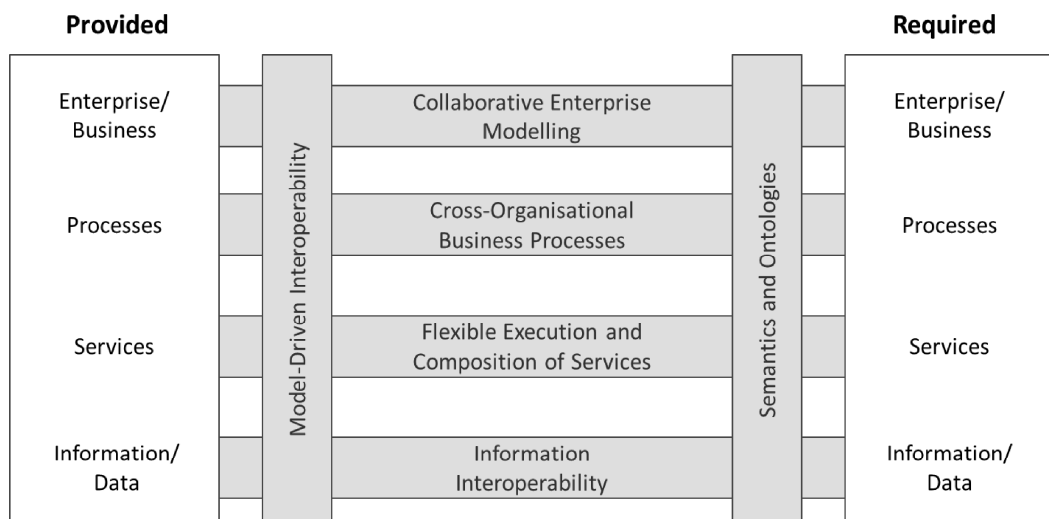


Figura 3-13: MDI
Fuente: (R. Ruggaber 2006)

En los siguientes apartados se presenta un desarrollo que también está presente en el cuerpo del Estado del Arte y que representa uno de los ejes sobre los que se sustenta la construcción de esta propuesta de Tesis: los denominados Virtual Organization Breeding Environments (VBE).

3.4. Los Virtual Organization Breeding Environments

3.4.1. Introducción

Las relaciones entre las organizaciones presentan una naturaleza dinámica, fluida y con un menor nivel de dependencia entre ellas. De este modo, una organización inmersa en un entorno interoperable estará preparada para asociarse rápidamente con otras con el fin de atender un requerimiento específico como podría ser una oportunidad de mercado.

Esta reconfiguración dinámica de las relaciones constantemente genera cambios en la estructura y funcionamiento de la organización, de modo que un estado de aparente equilibrio puede cambiar rápidamente si las condiciones del entorno lo demandan.

Siguiendo esa línea, en (Nachira et al., 2007) se han identificado tres tipos de ecosistemas en los que la **interoperabilidad** es el elemento básico de su existencia:

- Entorno (o ecosistema) digital: se denomina así a una infraestructura tecnológica omnipresente, cuya arquitectura y ámbito de trabajo se define y construye a partir de la implicación de un conjunto amplio y representativo de entidades interesadas en su existencia. El rol de la interoperabilidad en este entorno está dado por la posibilidad de salvar las barreras tecnológicas que podrían impedir a un nuevo dispositivo tecnológico entrar a formar parte de ese entorno digital. Un ejemplo de este tipo de ecosistemas lo constituye la proliferación de puntos de acceso inalámbrico en distintos puntos geográficos. Un usuario de ordenador, con los privilegios adecuados, puede recorrer varias ciudades y conectarse a la red Internet sin preocuparse del entorno tecnológico subyacente.
- Entorno (o ecosistema) de negocios: es el sistema de valor compuesto por un número elevado de compradores, vendedores y productores de bienes o servicios e incorpora además todo el entorno socio-económico en el que se desarrollan sus interacciones. En este caso, lo que la interoperabilidad intenta eliminar son aquellas barreras ligadas a la forma en que un determinado entorno desarrolla habitualmente sus transacciones. El objetivo es permitir que un actor externo a este entorno pueda entrar a formar parte de una comunidad de negocios, de forma ocasional o permanente, y que el esfuerzo invertido en ello lo justifique. Por ejemplo, si una PYME que no ha implantado la gestión de facturas electrónicas acepta un pedido de un espacio económico en el que sólo se acepta ese tipo

de documentos, podría tener que realizar una inversión cuyo retorno debería ser analizado convenientemente.

- Ecosistemas de innovación: representan una combinación dinámica de los anteriores y facilitan la representación y puesta en marcha de iniciativas de negocio soportadas en TICs con la interoperabilidad tecnológica y de negocio como facilitadores.

Según se ha definido, los VBE representan un concepto genérico que engloba los tipos de ecosistemas definidos por Nachira aunque es necesario destacar que a lo largo de este Tesis, ambos se utilizarán indistintamente.

3.4.2. Virtual Organization Breeding Environments (VBE). Concepto.

El análisis de los distintos marcos de referencia para la interoperabilidad presentado en la sección anterior introduce un elemento de reflexión muy interesante y que representa un aspecto central en esta Tesis: **la interoperabilidad, al nivel que se desee considerar, no surge espontáneamente en el ámbito de una RC, sino que requiere un esfuerzo previo de diseño y planificación.**

Sin ese diseño de los mecanismos adecuados que permitan salvar las principales barreras de interoperabilidad, una RC probablemente se convertirá en un **espacio cerrado, estanco y propietario**, en el que el acceso de nuevos miembros requiere un esfuerzo de adaptación considerable tanto por parte de éste como de los actuales miembros de la RC.

En el capítulo anterior también se ha indicado que el ámbito de esta Tesis queda delimitado a un tipo particular de RC que comparten entre ellas un aspecto distintivo: se las considera **un entorno abierto, con una estructura dinámica y con procesos operativos flexibles y adaptables.**

Sin embargo, para poder llevar a cabo ese diseño, externo a la RC, se tendrá en cuenta una de las premisas de la Teoría General de Sistemas (Bertalanffy, 2006) que establece que: “un sistema existe dentro de otro sistema”.

Es decir, si se desea diseñar un conjunto de principios, modelos o procedimientos que permitan salvar distintas barreras de interoperabilidad, este diseño debería realizarse en un **entorno externo al sistema** que se está diseñando, en este caso, la propia RC.

En este sentido, a lo largo de esta Tesis se hará referencia a la aportación de (Camarinha-Matos and Afsarmanesh, 2003), quienes introducen el concepto de Virtual Organization Breeding Environments, definiéndolos como:

“universos controlados de organizaciones e instituciones de soporte que manifiestan su predisposición a colaborar en futuras acciones conjuntas que se configuren rápidamente”.

Es decir, un VBE se debe interpretar como un **espacio abierto en el que un conjunto de entidades manifiestan su expresa predisposición a colaborar y en el que**, partiendo de la premisa enunciada, **se deberían diseñar los mecanismos de interoperabilidad** que permitan poner en marcha distintas RC vinculadas a él.

En este sentido, Jarimo y Pulkkinen (Jarimo and Pulkkinen, 2005) sostienen que un VBE debe facilitar los mecanismos para que ese grupo de organizaciones pueda disponer de una estructura de cooperación, incluyendo en ésta: la infraestructura tecnológica necesaria, la estrategia y los procesos para la rápida creación de una estructura operativa ágil y dinámica.

En un VBE pueden coincidir empresas de todos los tamaños y sectores, con fines de lucro o no, organizaciones gubernamentales, institutos tecnológicos, centros de investigación, asociaciones empresariales, universidades, etc. Adicionalmente, pueden existir **instituciones de soporte** que aportan valor a la RC. (Camarinha-Matos and Afsarmanesh, 2005).

Para acceder a las oportunidades de colaboración que se presentan en este tipo de entornos, **en igualdad de condiciones**, es evidente que **cada nodo debe contar con un nivel de preparación** similar al resto.

El nivel de preparación se debería interpretar como **una medida subjetiva acerca del grado en que una organización está en condiciones de responder a los requerimientos que la RC pueda necesitar de ella**.

Esto supone que, en caso de decidir vincularse a un VBE, sería necesario que, tanto a nivel de negocio como tecnológico, dicha organización debería realizar un esfuerzo para alinear sus operaciones actuales con las del resto de nodos de la RC.

En ese sentido, se espera que un VBE pueda proveer los mecanismos necesarios para facilitar esa homogeneización, definiendo, en consecuencia, las mejoras o cambios que cualquier

organización debería introducir tanto a nivel de negocio como tecnológico, si desea participar en él (ver Figura 3-14).

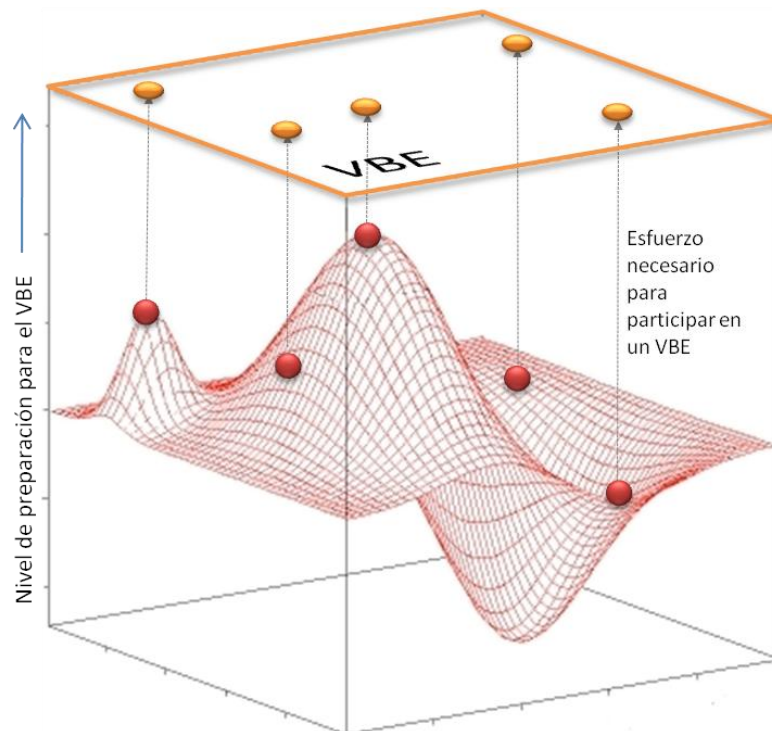


Figura 3-14: Un VBE fija un nivel de preparación homogéneo para sus nodos

Esta característica es especialmente adecuada para cuando se desea que en el ámbito del VBE convivan organizaciones de distinto tamaño y volumen de negocio. En el ámbito empresarial, las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMEs) podrían registrarse en un VBE y acceder así a formar parte de un *pool* de recursos que, posteriormente, podrían llegar a formar parte de distintas RC.

3.4.3. Misión de un VBE

Si bien uno de los principales objetivos de un VBE es albergar y conocer tanto sus miembros como las capacidades que éstos podrían aportar a la **configuración dinámica de nuevas RC**, existen un conjunto de barreras que un VBE pretende salvar. Para ello, más específicamente, un VBE debería:

- Adquirir información de capacidades o un perfil básico de los distintos miembros.
- Resolver la incompatibilidad y la heterogeneidad de información de las distintas fuentes de trabajo.

- Comparar y seleccionar organizaciones para la creación de la RC dinámica.
- Establecer una plataforma que permita la interoperabilidad y la integración de los nuevos miembros.
- Construir una base de confianza para la correcta colaboración entre organizaciones.
- Llegar a acuerdos sobre principios de actuación y reparto de trabajos.
- Definir roles y responsabilidades de los distintos socios.
- Acordar derechos y reparto de beneficios/pérdidas.

Si bien este tipo de entornos tiene el apoyo de instituciones universitarias, empresas privadas e incluso de los gobiernos, aún no se percibe que este tipo de entornos se esté implantando a cabo a gran escala. En el proyecto ECOLEAD (ECOLEAD D21.1 2006), las barreras que impiden la creación de estos entornos, se pueden dividir en tres grandes grupos.

El primero de ellos sería el relacionado con los desafíos a nivel operativo que aún tienen los VBE:

- Problemas del mercado: aún no logran ser suficientemente rentables.
- Principios de gobierno: no existen o son informales.
- Cómo gestionar la actualización de capacidades y el resto de información relacionada con los miembros.
- Cómo medir el desempeño de los miembros y el grado de confianza.
- Definición clara de responsabilidades y roles.

El segundo gran grupo de barreras para lograr una implantación efectiva de un VBE, es el de atraer a nuevos miembros y mantener su participación en niveles crecientes.

- Existe entre los participantes cierto temor a destinar recursos y a no obtener el retorno de la inversión que se espera.
- Temor a perder peso en las decisiones.
- Obtener la confianza de otros miembros y diversos problemas con los derechos de propiedad intelectual.
- Temor a la selección automatizada de socios comerciales mediante herramientas tecnológicas
- Se requiere un alto grado de compromiso/dedicación.

Por último, el tercer grupo es el de los problemas de creación del VBE.

- Los beneficios esperados no están claros.

- Gran inversión de recursos.
- Carencia de herramientas y metodología para la creación de VBEs.
- Temas legales.

3.4.4. Miembros y roles en un VBE

Como se ha comentado anteriormente, un VBE es un espacio abierto pero controlado. En ese sentido, su figura se asemeja a la de una asociación: puede aceptar la participación de nuevos miembros, siempre que estos adhieran a sus valores y principios operativos (ECOLEAD, 2005).

Si bien se asume que los miembros de un VBE serán **organizaciones** – que previamente han sido registradas en él (p.e. empresas, asociaciones, agencias estatales, etc.), la posibilidad de incluir a individuos que prestan servicios como autónomos, también es una opción válida. En cualquiera de esos casos, se dirá que los participantes de un VBE podrán asumir, a lo largo de su Ciclo de Vida, distintos roles:

- **Participante:** es el rol básico que desempeñan aquellas organizaciones que participan en el VBE.
- **Gestor VBE (VBE Manager):** es el rol desempeñado por la organización encargada de la operación y evolución del VBE, de estimular la cooperación entre sus participantes, de complementar sus capacidades facilitando el proceso de búsqueda de los perfiles adecuados, de gestionar las operaciones cotidianas del VBE (usuarios, derechos, etc.) o la resolución de conflictos.
- **Gestor de oportunidades de negocio:** es un rol desempeñado por uno de los participantes del VBE cuya finalidad es la de detectar nuevas oportunidades de colaboración entre sus miembros, interactuando con el exterior del VBE.
- **Planificador de una RC:** es un rol desempeñado por un participante del VBE quien, a partir de una oportunidad de negocio (quizás gestionada por el rol anterior) se encarga de identificar las competencias necesarias, los socios adecuados y preparar la estructura operativa de la nueva RC.
- **Coordinador de la RC:** es un rol que un participante del VBE desempeña para coordinar la actividad de la RC durante su Ciclo de Vida.

Como se ha comentado, en este tipo de entornos un participante puede asumir distintos roles a lo largo de la vida del VBE; incluso podría desempeñar más de uno al mismo tiempo¹⁹ y lo relevante será que el participante en cuestión, deberá asumir tanto derechos y responsabilidades que cada uno de ellos comporta.

3.4.5. El Ciclo de Vida de un VBE

Un VBE es un entorno que facilita la puesta en marcha de iniciativas de colaboración entre organizaciones. Como tal, su existencia se caracteriza por atravesar distintas etapas que transcurren desde su preparación y puesta en marcha inicial; atraviesa su fase operativa y, en ocasiones eventuales, puede llegar a desaparecer²⁰ (ver Figura 3-15).

En general, el ciclo de vida de los VBEs está caracterizado por las siguientes fases:



Figura 3-15: Ciclo de Vida de un VBE
(Fuente: Adaptado a partir de Ecolead, 2005)

La fase de **Creación** tiene por finalidad preparar todo el entorno necesario para facilitar la puesta en marcha del VBE. Esta fase se inicia con la búsqueda inicial de los participantes, la definición de los principios operativos y ontológicos que éstos deberán respetar y finaliza con la puesta en marcha del entorno configurado.

La fase **Operativa**, el estado normal del VBE, se encarga de dar soporte a la gestión de las operaciones del VBE, facilitando los mecanismos para gestionar tanto las solicitudes de

¹⁹ Por ejemplo, coordinando una RC y siendo el promotor de otra.

²⁰ De hecho, la literatura indica que es más probable que el VBE sufra una metamorfosis antes de que llegue su desaparición por completo.

participación como el soporte al Ciclo de Vida (CdV) de las RC que de él surjan. Adicionalmente, puede existir determinados aspectos que deban ajustarse o adaptarse durante esta fase y esto dará lugar a la aparición de una fase de duración menor, denominada **Evolución** del VBE.

Finalmente, las fases de **Metamorfosis** y **Disolución** recogen la necesidad de transformar el VBE en una forma organizativa distinta o de gestionar su desaparición, respectivamente. Como se ha indicado, alcanzar estas fases en un VBE debería ser un hecho poco frecuente.

En el ámbito de esta Tesis, se optará por una versión simplificada de ese CdV, limitándolo a las tres principales: **Creación** (simplificada), **Operación** (incluye a evolución) y **Disolución** (contempla la Metamorfosis)²¹.

3.4.6. Funcionalidades de un sistema para la gestión VBE según su CdV

3.4.6.1. *Funcionalidad básica de apoyo a la iniciación / reclutamiento del VBE*

Cuando se planifica la creación de un nuevo VBE para un caso real, se deben seguir unos pasos iniciales de preparación que incluyen: la selección y adquisición de la plataforma tecnológica a utilizar, incluyendo el software del sistema de gestión de VBE, y la instalación de otros sistemas o software necesario para dar soporte a su operación (ECOLEAD D21.1, 2006).

El siguiente paso importante sería hacer un estudio apropiado del dominio correcto para el VBE, contactando a las organizaciones que potencialmente podrían estar interesadas en unirse a él, así como la búsqueda de ontologías para dicho dominio (si es que existen) y de expertos en ese ámbito para ayudar con el proceso semiautomático de desarrollo gradual y adaptación de dicha ontología del dominio. En esta etapa se considera que existe una serie de funciones básicas:

1. Configuración y puesta en marcha del sistema del VBE
2. Carga de la ontología existente / diccionario de ideas afines/diccionario ideológico/sinónimos
3. Parametrización de los sistemas para el dominio y el establecimiento de conexiones necesarias.

²¹ Que en algunas figuras podrían aparecer respectivamente como: VBE Creation, VBE Operation and VBE Dissolution.

3.4.6.2. *Funcionalidad básica de apoyo a la Constitución del VBE*

Una vez que el sistema de gestión del VBE está en funcionamiento, puede comenzar el proceso de creación del VBE ligado a un sector o dominio. En esta fase son necesarias una serie de funciones básicas, como se ejemplifica a continuación:

1. Creación de las bases de datos necesarias (con los metadatos y ontologías definidos hasta el momento)
2. Introducción de información con respecto a la información administrativa relacionada con el VBE.
3. El registro de los miembros fundadores.

En esta etapa estamos suponiendo que se identifican un número de organizaciones interesadas (a través de otros medios de comunicación) y que están preparadas para unirse al VBE como miembros fundadores.

3.4.6.3. *Funcionalidad básica de apoyo a la operación / evolución del VBE*

La siguiente es una lista de funcionalidad básica que sería necesaria para apoyar la etapa de **operación** del VBE. Se debe tener en cuenta que todas estas operaciones básicas deben estar debidamente soportadas por el sistema de gestión del VBE, y por lo tanto constituyen la funcionalidad requerida en el entorno del VBE durante su etapa de operación.

1. Registro o adhesión de una nueva organización en el Directorio del VBE
 - a. Especificar la información pertinente, incluyendo las competencias, productos, servicios, etc. que esa organización posee (relacionándolos con las definiciones de la ontología)
 - b. Ofrecer material adicional acerca del perfil de la organización, las habilidades, capacidades, etc. (como descripciones textuales y enlaces a páginas web, para ayudar a extender la ontología del VBE de competencias y de productos)
2. Para la creación de Redes Colaborativas (RC):
 - a. Buscar en el catálogo de competencias de los miembros del VBE
 - b. Recuperar sus registros de desempeño pasado
 - c. Permitir realizar una simulación para la selección de la mejor combinación de los socios para los requisitos de la RC.
3. Generación y definición incremental de metadatos / ontologías para el dominio o sector, ligados a las competencias y recursos disponibles en las organizaciones

miembros del VBE, así como también los productos y servicios que se ofrecerán en el VBE (ligados al sector/dominio/aplicación).

- a. Algoritmos innovadores y herramientas para generar de forma semiautomática (descubrir) nuevos metadatos / ontologías.
 - b. Herramientas para convertir las definiciones de la ontología generada en estructuras de bases de datos
 - c. Herramientas semiautomáticas para integrar la ontología ya existente con la ontología del VBE recién generada.
4. En el momento de la creación de la RC: Registro de una RC en el VBE
Especificación de los miembros, personas de contacto, descripción pública, etc.
 5. Las herramientas avanzadas de asistencia a los miembros del VBE
 - a. Foro de la comunidad VBE (Consejo de Administración / Foro)
 - b. Interfaces orientadas al usuario
 - i. Para el acceso a grupos de noticias y sitios web interesantes relacionados con el VBE
 - ii. Para el acceso a la información general disponible en el VBE
 6. Durante el tiempo de funcionamiento de la RC: envío periódico al VBE del nivel de desempeño tanto de la VO en sí como de sus miembros.
 - a. Criterios definidos por indicadores cuantitativos y cualitativos
 7. En el momento de la disolución de la RC: envío/presentación de los registros de la RC para ser guardados y protegidos:
 - a. Registros históricos / finales de desempeño
 - b. Informes públicos / final
 - c. Registro de responsabilidades
 8. Un conjunto de herramientas para ayudar para solicitar / recibir el apoyo de las instituciones externas que actúan como apoyo del VBE.
 9. Trazabilidad de la historia y los registros anteriores respecto a:
 - a. RCs
 - b. Productos
 - c. Servicios

También se podrían considerar otro tipo de herramientas, como por ejemplo, aquellas destinadas a gestionar y evaluar el conjunto de competencias y capacidades que poseen los miembros del VBE.

3.4.6.4. *Funcionalidad básica de apoyo a la metamorfosis del VBE*

Cuando un VBE necesita cambiar profundamente su naturaleza, forma u objetivos, pasará por la etapa de metamorfosis. Tales situaciones podrían producirse, por ejemplo: la fusión de dos o más VBEs en uno solo; la ampliación del dominio / sector cubierto por el VBE, etc. Para este caso, también se requiere un conjunto de funcionalidades básicas como:

1. Recopilación y organización de los conocimientos adquiridos e información sobre los miembros del VBE
2. Eliminación de la redundancia (dos VBEs podrían tener información sobre los mismos socios), cuando se combinan varios VBEs en uno, sólo para mantener la información actualizada
3. Análisis y ajuste al nuevo entorno.

La metamorfosis también podría incluir la incorporación de nuevos miembros, la ampliación o expansión del dominio (por tanto, la ontología relacionada), los cambios de los objetivos del VBE, la adquisición de nuevas herramientas o la creación de mecanismos de confianza, entre otros.

3.4.6.5. *Funcionalidad básica de apoyo a la disolución del VBE*

Si se considera la posible disolución de un VBE, entonces también se prepara un plan para transferir el conocimiento adquirido, la información ligada a su operación, los activos generados y mover el conjunto de miembros hacia otra organización.

Por lo tanto, además de establecer acuerdos entre la gestión del VBE anterior y la nueva organización, se deberían seguir una serie de pasos preparatorios para organizar el conocimiento adquirido, la información sobre los miembros y las actividades del VBE.

1. Transferencia de los conocimientos recogidos del VBE y los activos a otra organización.
2. Los VBE como entornos de interoperabilidad para la ingeniería y operación de VBEs

3.4.7. *Necesidades de investigación en el ámbito de los VBEs*

3.4.7.1. *Retos*

El Proyecto Europeo Ecolead (2004), recientemente finalizado, se identifica como la iniciativa de investigación más reciente que se ha llevado a cabo en el ámbito de investigación de los

VBEs. El proyecto, de una duración de cuatro años y más de 14 M€ de presupuesto, ha contado con la aportación de más de 50 socios de diversos ámbitos. El consorcio, con un amplio reconocimiento científico internacional, señala que si bien existen distintos avances en el ámbito científico, ligados al análisis y la caracterización de las Organizaciones Virtuales en forma de marco de referencia, los desarrollos en el ámbito de los VBEs aún están en su fase preliminar (ECOLEAD, 2005).

Según el consorcio:

“...la gestión del Ciclo de Vida de los VBEs es un reto académico a asumir en los próximos años ya que la inexistencia de marcos referenciales que permitan comprender y modelar los aspectos estructurales, organizativos, de comportamiento o culturales, entre otros, impiden determinar con cierto grado de precisión, qué actividades deberían ser soportadas por un sistema de gestión de este tipo de entornos que facilite su Ingeniería y de soporte a la Ejecución.”

Dentro de las cuestiones más específicas, se han identificado un número de retos que deben ser asumidos al momento de diseñar sistemas para la gestión de **VBE**. Entre ellas es posible destacar:

- ¿Cómo conocer la existencia de socios potenciales en el VBE y solventar los problemas derivados de fuentes de información incompatibles?
- ¿Cómo conseguir información, aunque sea mínima, acerca de los perfiles de las organizaciones cuando no existen plantillas o formatos estándares?
- ¿Cuán fácilmente se puede implementar una infraestructura de colaboración a partir de la heterogeneidad existente?
- ¿Cómo generar confianza entre las organizaciones (sustento de la colaboración)?
- ¿Cómo diseñar y poner en marcha, rápidamente, principios operativos comunes?
- ¿Cómo definir rápidamente los roles, responsabilidades y derechos?

3.4.7.2. Hacia un marco de referencia para VBE

Si bien la definición de un marco de referencia para VBE no fue uno de los objetivos del proyecto ECOLEAD, el desarrollo conceptual allí realizado (fundamentalmente en los paquetes de trabajo 2 y 5) permitió plantear unas primeras líneas directrices para avanzar en su construcción (ECOLEAD D21.1, 2006).

En esta primera aproximación, el trabajo realizado consistió fundamentalmente en la identificación de cuatro perspectivas casi ortogonales que dicho marco podría contener.

- **Dimensión estructural del VBE:** la cual podría utilizarse para definir la estructura conceptual de los roles y funciones de los actores del VBE. Por ejemplo: roles, derechos, responsabilidades, tareas, etc asociadas a cada organización miembro, por ejemplo, el papel del agente de la VO, sus derechos y responsabilidades, etc.

- **Dimensión física del VBE:** las entidades, los materiales, y todos los recursos físicos en el VBE, siendo las propias organizaciones, o que pertenecen al sistema de gestión del VBE. Por ejemplo: Hardware (por ejemplo, maquinaria y trabajo en red) / Software (por ejemplo, ayuda/soporte a las herramientas compartidas), personal (capital humano), y la información almacenada / conocimientos, etc que pertenecen al VBE o de una organización, así como las mismas entidades de organización en el VBE.

- **Dimensión de la secuencia de actividades del VBE:** actividades / procedimientos / procesos relacionados con la gestión del ciclo de vida completo del VBE y su coordinación. Por ejemplo: el procedimiento de resolución de conflictos, el procedimiento de gestión del rendimiento, el procedimiento de registro de miembros, etc.

- **Dimensión de normas de conducta del VBE:** Las políticas y normas de gobierno. Por ejemplo: los principios de interoperabilidad, las políticas para el código de conducta, la política de resolución de conflictos, la política de cumplimiento de los contratos, etc.

Cada dimensión representa un aspecto específico del complejo contexto de los VBE y como se señala, esta primera clasificación pueda ser modificada más adelante.

3.4.7.3. *Arquitectura e implementación de un sistema para la gestión de VBE*

En paralelo con los trabajos de definición del marco, en el citado proyecto también se hace mención a la necesidad de desarrollar una arquitectura y los requisitos funcionales para los sistemas de gestión de VBE.

El diseño de la arquitectura de un sistema para la gestión de VBE es una tarea difícil. Por un lado, existe una gran diferencia entre los VBE operando en diferentes sectores y ámbitos (por ejemplo, un VBE para la atención médica y un VBE para la producción y el montaje de aparatos, difieren en muchos aspectos), que podría parecer que la arquitectura del sistema para cada VBE será diferente.

Sin embargo, hay una gran cantidad de elementos comunes entre las diferentes fases del ciclo de vida del VBE, independientemente de su sector/dominio. Por lo tanto, muchas de las características, funcionalidades, y las entidades básicas o conceptos son comunes entre los diferentes VBE.

Según se describe, el diseño de arquitectura del sistema para el VBE deberá especificar y modelar:

- Una serie de actores inteligentes (humanos o software), y su papel en el VBE.
- Un conjunto **de componentes de software** (módulos y servicios) con la definición de interfaces, y la funcionalidad específica del VBE que llevan a cabo.
- Un conjunto de **vínculos** entre los componentes anteriores, que muestran tanto los datos intercambiados/información, así como el movimiento de las acciones/los datos de un componente a otro.
- La **ubicación física** de cada componente dentro de la red, y en relación con su función
- Un conjunto de **metodologías y mecanismos** para apoyar y definir las actividades principales del VBE, durante su ciclo de vida, en el marco de referencia definido.

Es evidente que, teniendo en cuenta los enfoques tecnológicos existentes, se puede diseñar más de una arquitectura para un sistema de gestión de VBE y múltiples plataformas y entornos se podrían utilizar para implementarla, el reto aquí consiste en lograr una especificación suficientemente general, de modo que se abstraiga de esa complejidad y sirva de base para desarrollos futuros.

3.5. Los VBE como entornos de interoperabilidad para RC

3.5.1. Creación de RC Dinámicas a partir de un VBE

Diversos autores coinciden en señalar que el objetivo principal de un VBE es predisponer a sus miembros para la creación eficiente de estructuras operativas ágiles, que requieren colaboración de forma dinámica. De hecho, según se ha analizado anteriormente (Camarinha-Matos and Afsarmanesh, 2003), **los VBE suponen un facilitador determinante a la hora de conformar RC Dinámicas.**

Cada **RC Dinámica** elige a sus componentes a partir del conjunto potencial de miembros existente en un VBE (Figura 3-16).

Los miembros son independientes entre sí pero comparten las mismas expectativas e intereses al vincularse al VBE. Son independientes en el sentido de que permanecen autónomos y mantienen sus propios recursos que incluyen: personas, equipos o fuentes de financiación, así como la experiencia de negocio y conocimiento sobre su proceso de producción y distribución.

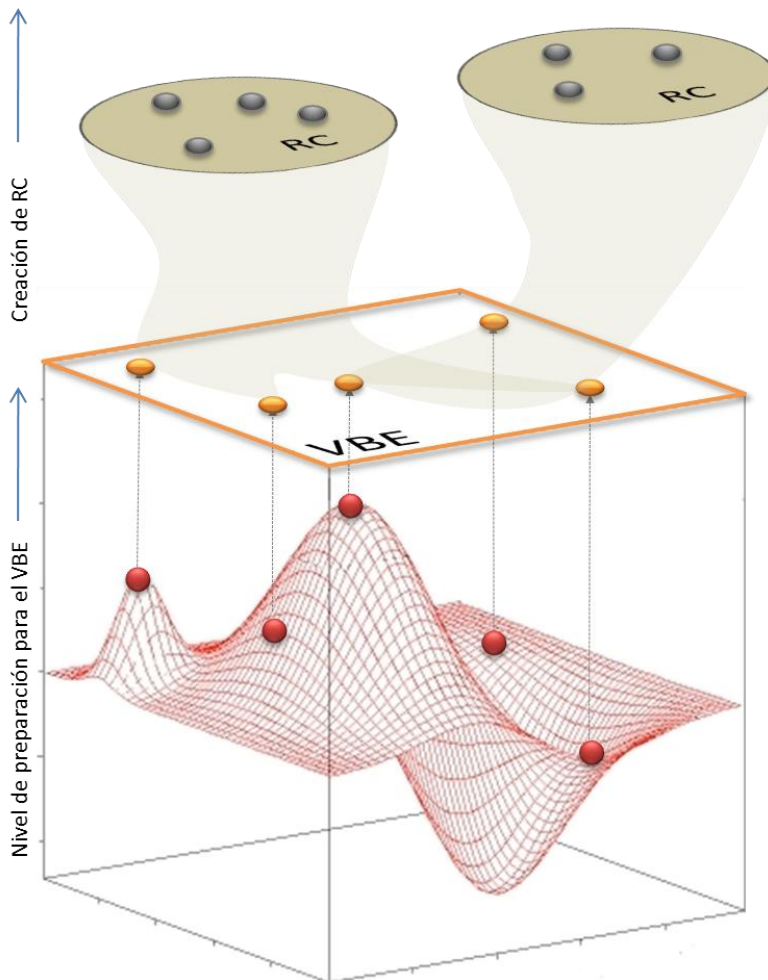


Figura 3-16: Creación de RCs a partir de un VBE

Los intereses compartidos se aprecian en que los nodos acceden a cooperar entre ellos para elaborar productos o servicios conjuntamente, proveyéndolos a unos clientes comunes. Tras el establecimiento de la comunidad, ésta puede evolucionar por la unión de un nuevo miembro o porque uno de ellos desaparece. Esta forma de evolucionar, dota a la **RC Dinámica** de flexibilidad y le permite adaptarse a nuevas situaciones en el entorno.

3.5.2. Relación entre el ciclo de vida de un VBE y el de una RC

Cuando la duración de la colaboración se espera sea prolongada, es decir, basada en un acuerdo a largo plazo y, al menos inicialmente, con bajos niveles de interoperabilidad, el coste de diseñar soluciones que permitan abordar este tipo de escenarios se ve compensado por los beneficios que se obtienen a lo largo del CdV de la RC Dinámica.

Sin embargo, cuando las oportunidades de mercado pueden presentarse de forma efímera, es necesario que los socios potenciales ya estén predispuestos a colaborar o, como se ha señalado en el capítulo anterior, haya realizado las acciones previas que le conviertan en un candidato a colaborar de forma inmediata.

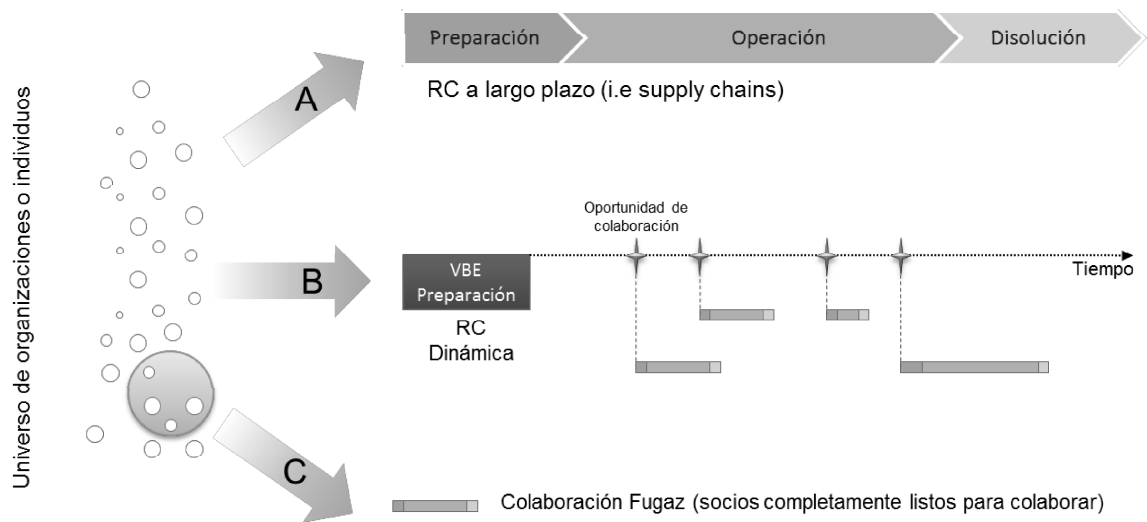


Figura 3-17: Creación de RC en distintos contextos
Fuente: adaptado de ECOLEAD (2005)

En la figura anterior (Figura 3-17), es posible identificar tres posibles situaciones en las que se podría generar una RC a partir de un universo de organizaciones:

- En un entorno **estable**, con una visión a largo plazo, como el de una cadena de suministro o distribución (caso A en la figura). En este tipo de escenarios, la estructura y los procesos de la RC permanecen estables a lo largo de todo el CdV. Esto no supone rigidez absoluta en la RC sino que la interoperabilidad²² no es una prioridad.

²² Entendida como interoperabilidad de muchos a muchos, es decir, que la topología no sea de estrella sino con forma de red interorganizativa.

- En un entorno **muy dinámico**, en un nicho de mercado muy específico en el que los socios ya disponen de toda la infraestructura, métodos, cultura y preparación necesaria para colaborar (caso C).
- Un entorno donde las oportunidades de colaboración son a corto plazo y deben configurarse en una **RC Dinámica** (caso B de la figura).

En el ámbito de esta Tesis se adoptará un enfoque similar al propuesto en (Camarinha-Matos and Afsarmanesh, 2003, 2005) en el que se sugiere que para conseguir una puesta en marcha rápida de una estructura operativa como la requerida por una RC, se debería partir de un nivel de preparación similar entre los actores preexistentes en el VBE (**Caso B**).

En consecuencia, el proceso de creación de **RC** tendrá como precondition la propia existencia del VBE, con lo cual, el soporte al Ciclo de Vida de las RC formará parte de la fase Operativa de un VBE. Consecuencia de esta afirmación, se pone de manifiesto **la necesidad de gestionar de forma complementaria e integrada, tanto los CdV de los VBE como de las RC** (ver Figura 3-18).



Figura 3-18: Ciclos de vida VBE y RC

Por lo tanto, y teniendo en cuenta estas apreciaciones, es necesario comentar que este representa el primer paso necesario para crear un entorno que facilite la gestión alineada del CdV de los VBEs y facilite la puesta en marcha de RC

3.5.3. Integración de roles y ámbitos del VBE y las RC

En el apartado 2.5.3 se identificaron los principales roles que se podían encontrar en el ámbito de las RC y el ámbito en el que éstos actuaban, indicando en aquel momento, que existían entidades que actuaban **externamente** a la RC.

Una vez analizado el rol de los VBE en la puesta en marcha de las RC, sería conveniente también complementar la figura 2-9 introducida en el Capítulo 2, a propósito de los roles y el ámbito de las RC.

En la Figura 3-19, se han representado dos ámbitos integrados: el del VBE y el de la RC. Si bien se observa que la RC está integrada en el espacio del VBE, no se limita exclusivamente a éste sino que posee un ámbito propio en el que, por ejemplo, podría gestionar la interacción con los Clientes finales (C en la figura). Complementariamente, las entidades **externas** se sitúan en el propio espacio del VBE, siendo contenidas por éste.

Esto viene a representar que tanto las entidades de soporte, que le proveen servicios externos, como el promotor de la RC (Pr, promotor o bróker en la figura) y el gestor del VBE (VBE en la figura), son roles que han de ser definidos en el VBE y que se espera influyan directamente en la evolución del ciclo de vida de la RC.

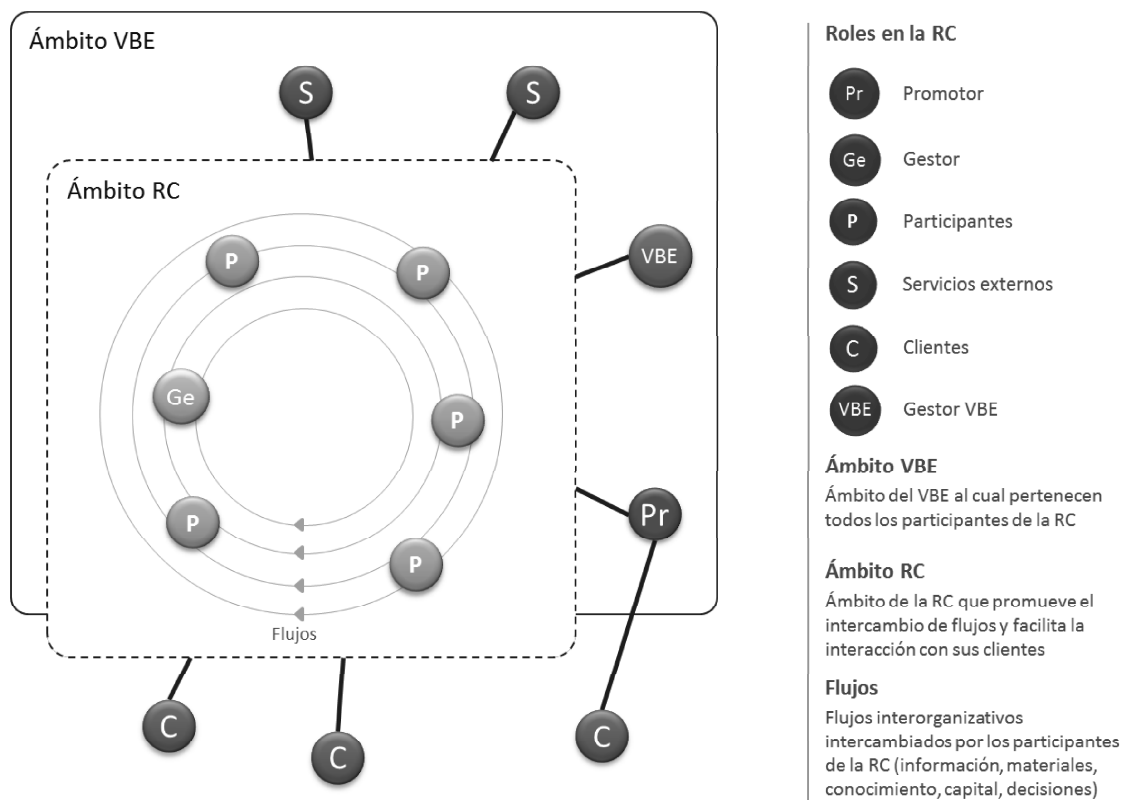


Figura 3-19: Integración de roles y ámbitos entre VBE y RC

3.5.4. Soporte de un VBE en el ciclo de vida de una RC dinámica

En esta sección se representan un conjunto específico de funciones principales del VBE, destinado a apoyar la creación de una RC.

3.5.4.1. Funciones y apoyos del VBE en fase de creación de la RC

Esta fase está relacionada con la creación de una RC. Es aquí donde el promotor asume la responsabilidad de la creación de la RC. En esta etapa los VBEs realizan las siguientes funciones:

- Proporcionar al promotor de la **RC** la información sobre el desempeño pasado de los miembros.
- Ayuda y guía en el proceso de búsqueda de socios para unirse a la **RC**.
- Evaluar el grado de confianza necesaria entre los socios seleccionados con respecto a la meta de la **RC**
- Proporcionar la información necesaria para crear confianza entre los miembros seleccionados.

- Proporcionar y recomendar las TIC necesarias dar soporte a la colaboración en la **RC** creada.
- Proporcionar la información y el apoyo necesarios para el inicio de las actividades de la **RC**.

3.5.4.2. Funciones y apoyos del VBE en la fase de operación de la RC

En esta fase, la **RC** está realizando las actividades previstas y en esta fase el VBE:

- Progresivamente recopila información acerca del desempeño de la RC.
- Recopilar información sobre el desempeño de los socios que participan en la RC.
- Actualización de los perfiles, competencias y recursos de información para los socios.
- Siempre que sea necesario reevaluar y reconstruir la confianza entre los socios participantes en la RC.
- Proporcionar la información necesaria para potenciar la colaboración de cada socio en la RC.

3.5.4.3. Funciones y apoyos del VBE en la fase de disolución de la RC

En esta fase, se supone que la RC ha alcanzado sus objetivos o ha fallado y no puede avanzar/continuar más. Por lo tanto, la RC decide discontinuar sus actividades. Las siguientes son las funciones que realiza el VBE en esta fase:

- Grabar y almacenar las competencias, la información y el conocimiento que se generaron en la RC.
- Actualización de perfiles de socios y registro de sus competencias
- Almacenar información y los registros de cada socio en relación a la confianza.

3.6. Avance hacia la propuesta para la ingeniería integrada de VBE y RC Dinámicas

3.6.1. Acerca de la necesidad de un enfoque integrado

En la actualidad existen una serie de tendencias en el ámbito del 7º Programa Marco de Investigación de la Unión Europea, que tienen relación directa con el objeto de esta Tesis.

Concretamente, en el ámbito de las TIC ligadas a la construcción de la denominada Sociedad de la Información (Castells 2002) es posible identificar las siguientes tendencias²³:

- **Future Internet**, ligada a la construcción de la infraestructura básica para el despliegue de la segunda generación de la red Internet,
- **Internet of Things**, relacionada con la posibilidad de conectar todos los dispositivos físicos existentes a Internet, e interactuar con ellos.
- **Internet of Services**, destinada al diseño y la construcción de las aplicaciones para la próxima generación de Internet.

Considerando estos pilares, en enero de 2011, la Comisión Europea ha circulado la versión 3.0 del documento denominado: **“Future Internet Enterprise Systems (FinES): Position Paper on Orientations for FP8. A European Innovation Partnership for European Enterprises”**

En dicho documento, los expertos consultados consideran que:

Virtual Enterprises are no longer mirrors of their counterparts in the physical world. With increasing dematerialisation blurring the physical with the virtual, enterprises are not only becoming digital, they are acquiring multiple roles, cyber presences and distinctive virtual identities. Already, virtual enterprises are information based and knowledge intensive, operating in multi-dimensional “ecosystems” (e.g., web, mobile, 3D, “cloud”) and networks (e.g., Internet of Things, content nets, real-time nets), which however are not yet integrated. These enterprises replicate themselves along different value chains, mobilise their resources in a myriad of novel ways, dip in and out of markets; they even create new market spaces and market logic. Such developments bring new means of working and potentially a new meaning to work.

Es decir, las Empresas Virtuales ya no son réplicas de sus contrapartes físicas. Con la creciente difuminación de las fronteras entre el mundo físico y el virtual, estas empresas no solamente se están transformando en digitales sino que están adquiriendo múltiples roles, con presencia virtual e **identidades digitales únicas**. Las EV se basan en información y hacen una intensa gestión del conocimiento, **operando en múltiples ecosistemas multidimensionales y redes, los cuales, sin embargo, no están integrados**.

Finalmente, en cuanto al objetivo al cual dirigir la investigación en el 8º Programa Marco, los expertos consideran que:

²³ Para una consulta detallada acceder a <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/>

The Research Arrow: reaching the target

Future Internet Enterprise Systems (FInES) is one domain of the overall FI research field to support enterprise competitiveness through Internet technologies. FInES primarily targets business value innovation in open paradigms, to be structurally embedded in future enterprise systems. The final outcome should be a new and sustainable infrastructure for enterprises at the European level, including SMEs and the manufacturing industry, a new generation of technologies in support of applying the Internet developments to the enterprise space (“Enterprise 3.0” and beyond), methods and tools to support knowledge sharing within business ecosystems (Clouds, Clusters, etc.) and new scientific foundations to produce FInES offerings that are rested on and subject to the rigour of science. The outcome requires fusing technology with business and policy research.

Donde interesa resaltar la necesidad de disponer de *“métodos y herramientas para facilitar el intercambio de conocimiento dentro de ecosistemas de negocio...”*

Como puede observarse, las líneas de investigación futuras contemplan la existencia de ecosistemas digitales o VBE²⁴ sobre los cuales se desplegarán RC que operarán apoyándose en una nueva generación de herramientas y métodos que, a ser posible, contemplan ambos espacios de manera integrada.

Considerando estos pilares, en diciembre de 2010 la Comisión Europea ha circulado la versión 10.0 del documento denominado: **“Internet of Things: Position Paper on Research Priorities for FP8”**.

En dicho documento, los expertos consultados consideran que:

In the IoT, “things” are expected to become active participants in business, information and social processes where they are enabled to interact and communicate among themselves and with the environment by exchanging data and information “sensed” about the environment, while reacting autonomously to the “real/physical world” events and influencing it by running processes that trigger actions and create services with or without direct human intervention.

En IoT, se espera que las “cosas” (elementos tangibles) se conviertan en participantes activos de los procesos empresariales, informacionales y sociales en los que pueden comunicarse e interactuar entre ellos y con su entorno, intercambiando datos e información al mismo tiempo que reaccionan a eventos provenientes del mundo real e influenciándolo mediante procesos que generan acciones y crean servicios, con o sin la intervención directa de personas.

Adicionalmente, se destaca que:

²⁴ Los términos VBE, Ecosistemas Digitales o Ecosistemas de Negocio, se consideran intercambiables en este documento.

Interfaces in the form of services facilitate interactions with these “smart things” over the Internet, query and change their state and any information associated with them, taking into account security and privacy issues.

Las interfaces, bajo la forma de servicios, facilitan la interacción con esas “cosas inteligentes” a través de Internet, consultar y cambiar su estado o cualquier información relacionada a ellas, considerando los aspectos de seguridad y privacidad.

Todas estas afirmaciones ponen de manifiesto la relevancia del tema de investigación abordado en esta Tesis, resaltando que ésta se enmarca en las líneas temáticas de más actualidad de la investigación a nivel europeo.

3.6.2. Requerimientos de interoperabilidad en VBE y RC

Habitualmente, las necesidades de intercambio de información entre dos organizaciones suelen acordarse de modo bilateral. Tanto los formatos de datos y/o los archivos a intercambiar, junto con su periodicidad y gestión de errores y excepciones, no suele seguir un proceso de definición formal y replicable que puedan ser reutilizado con otros actores.

De este modo, cada organización debe mantener un registro (implícito o explícito, formal o no) acerca de la forma en la que debe interactuar con cada una de las otras organizaciones con las que se relaciona y definir respuestas organizativas y tecnológicas específicas para cada caso.

Estas respuestas se traducen en la necesidad de asignar tanto recursos humanos como de Tecnologías y Sistemas de Información con el fin de atenderlas, y también frecuentemente, sin la posibilidad de reutilización posterior que garantizaría un adecuado retorno de esa inversión.

Si además se considera que una organización típica se relaciona e intercambia información con un número elevado de entidades, entonces la gestión de este tipo de intercambios crece exponencialmente y se vuelve cada vez más compleja.

En la Figura 3-20 se ha representado el hecho de que un conjunto de nodos define interacciones bilaterales entre ellos, sin adoptar principios de interoperabilidad para explicitar procesos, servicios o datos que se utilizan dentro de la **RC** y los que pueden ni siquiera estar completamente formalizados.

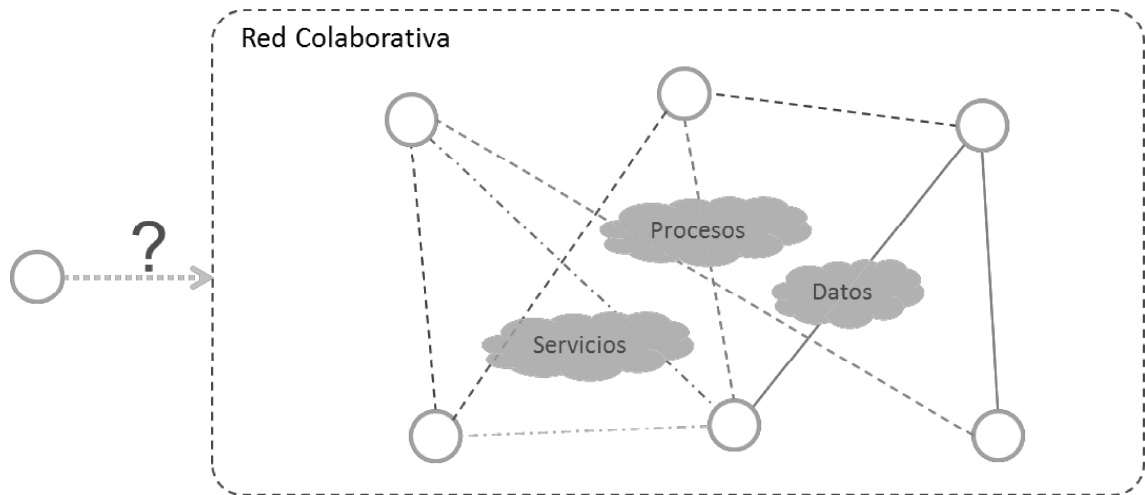


Figura 3-20: Una RC sin un diseño basado en la interoperabilidad

Si el objetivo es que la RC sea un espacio permeable, abierta y dinámica a la incorporación de nuevos nodos, entonces surge un gran interrogante: ¿cómo puede ese nodo alcanzar un nivel aceptable de desempeño, a corto plazo, con una relación coste beneficio aceptable?

Por contra, un diseño basado en la **Interoperabilidad** intenta, a través de la **aplicación de sus principios, métodos, prácticas y herramientas**, facilitar la gestión de esas interacciones mediante la creación de un espacio en el que cada actor que interviene, desea intervenir o adhiere temporalmente a él, reconoce las normas, procedimientos y prácticas que regulan su funcionamiento (ver Figura 3-21).

Esto impulsa la necesidad de definir e implantar **iniciativas de estandarización** que se convierten en modelos de referencia a seguir y que puedan llegar a englobar a las organizaciones de un sector completo, de múltiples sectores o incluso a todas ellas, estableciendo acuerdos semánticos y sintácticos tanto a **nivel de procesos²⁵, de servicios como de datos²⁶**.

²⁵ Como ejemplo de este tipo de propuestas de estandarización a nivel de procesos podría mencionarse el caso de la iniciativa Supply Chain Operations Reference-model (SCOR), impulsada por el Supply Chain Council.

²⁶ Un ejemplo de este último caso lo constituye la iniciativa recientemente impulsada el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en España respecto a la implantación masiva de la factura electrónica como documento comercial válido a todos los efectos legales. El Ministerio pone a disposición de las empresas la aplicación Gestión de Facturación Electrónica que permite la generación de facturas con formato Factura.e (adoptado en la ORDEN PRE/2971/2007).

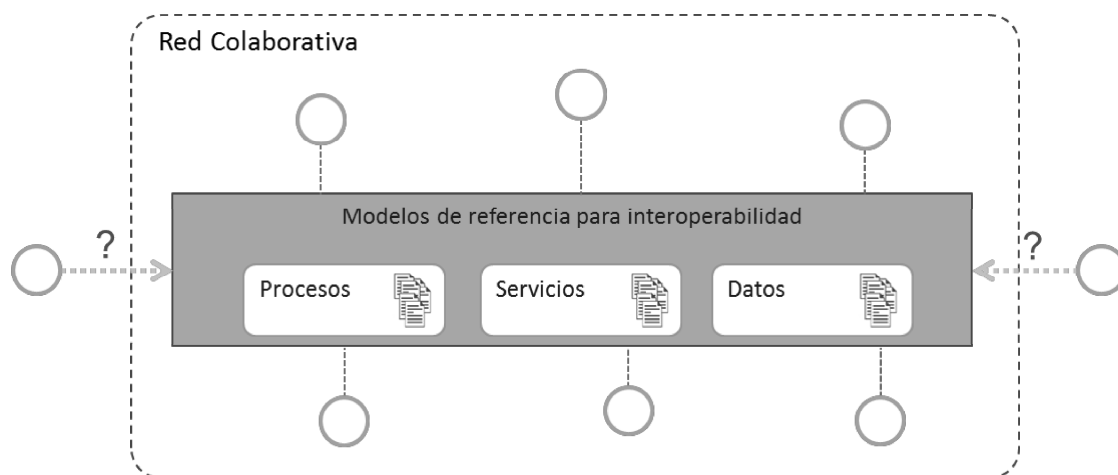


Figura 3-21: Una RC con un diseño centrado en la interoperabilidad

En este caso, la incorporación de un nuevo actor a la RC supone un esfuerzo menor en términos de interoperabilidad ya que éste sólo necesita disponer de un único interfaz con el que interactuar con la **RC**.

La utilización de dicho interfaz permitiría asegurar que el nodo podrá interactuar con otros miembros de la **RC** sin tener que invertir un esfuerzo elevado en implementar interfaces específicas para cada uno de ellos.

En este punto se podría considerar que las barreras de interoperabilidad podrían estar salvadas dentro del ámbito de la RC y los miembros potenciales de su entorno. Sin embargo, las barreras de interoperabilidad enunciadas en el apartado 3.2.4 también aplican al caso en que un nodo de una RC desea adherir e interactuar con otras **RC** similares. Es aquí donde se espera la mayor contribución de los **VBE**.

En el marco de los **VBE**²⁷, las barreras de interoperabilidad se intentan salvar mediante:

- La identificación y definición de las **ontologías** que recogen los aspectos semánticos del negocio que deberían ser conocidos por quienes deseen formar parte del VBE y que serán compartidas por las distintas **RC** que se creen a partir de él.
- La creación de un conjunto de **Modelos de Referencia de procesos, servicios o datos** que podrían ser utilizados en la creación de las distintas **RC** (ver Figura 3-26).

²⁷ La existencia de este tipo de entornos de negocio también ha sido recogida en la literatura bajo la denominación de Ecosistemas de Negocios (Rothschild, 1995)

Un modelo de referencia se considera un marco consensuado en el que se facilita la comprensión de los principales conceptos, entidades y relaciones de un determinado dominio y, por tanto, forma parte de su base conceptual.

En el ámbito de las RC, la existencia de este tipo de modelos es especialmente relevante. Dado que en la construcción de sistemas para estos entornos suelen intervenir diseñadores provenientes de distintos ámbitos/organizaciones, es necesario que todos ellos dispongan de una base conceptual común que permita integrar fácilmente el trabajo de cada uno.

Por tanto, si un conjunto de diseñadores disponen de modelos de referencia para la construcción conjunta de un sistema es de esperar que sus diferencias semánticas sean menores y el proceso de construcción fluya de un modo más natural.

En consecuencia, un modelo de referencia puede entenderse como un modelo general que puede ser utilizado como guía para la construcción de modelos de sistemas específicos y que derivan de las especificaciones generales del primero.

El rol que este tipo de modelos desempeña en la ingeniería integrada de VBE y RC ha sido exhaustivamente fundamentado por Camarinha-Matos y Afsarmanesh (2006) y en donde se analiza la necesidad de utilizar modelos de referencia para RC como forma de consolidar este área de conocimiento emergente.

En el marco de esta Tesis, y teniendo en cuenta los tres entornos aquí considerados, los modelos de referencia tendrán como misión:

- Definir los elementos constructivos básicos que faciliten una adecuada gestión del ciclo de vida de VBEs, creando, por ejemplo, procesos, servicios o estructuras de datos de referencia que, posteriormente, podrían ser utilizados en la creación de distintas instancias de **RC**.
- Permitir conformar y desplegar **RC** como instancias específicas de un VBE, a partir de los modelos referenciales definidos a ese nivel más aquellos que son específicos a las instancias consideradas.
- Incluir en la ingeniería de **RC** también los modelos de referencia que para los nodos se hubieran definido a nivel de VBE, como por ejemplo las interfaces de servicios que éstas deben utilizar para concretar su aspecto operativo.

- Disminuir la brecha semántica entre organizaciones a partir de la utilización de modelos referenciales definidos a nivel de VBE y RC, a los que cada organización interesada debe adherir si desea participar en ella.

Como puede observarse, para conseguir una adecuada gestión de la ingeniería y operación de **VBE** y **RC** se considera necesario abordar un enfoque integrado en el que se consideren, simultáneamente, la gestión de los distintos ciclos de vida implicados y que soporte la definición de modelos de referencia entre ellos.

3.6.3. Retos y soluciones propuestas para las barreras de interoperabilidad a nivel operativo

El diseño de una aproximación integrada como la que se plantea en esta Tesis Doctoral plantea una serie de retos importantes si se desea que la solución alcance unos niveles operativos aceptables.

En los siguientes apartados se detallan algunos retos que engloban parte de las cuestiones de investigación planteadas en el Capítulo 1 de este documento.

3.6.3.1. *Garantizar la existencia única de los nodos*

La necesidad de garantizar la unicidad de los nodos en el ámbito de las distintas RC en las que podría participar se considera un aspecto prioritario en el diseño de la propuesta de Tesis.

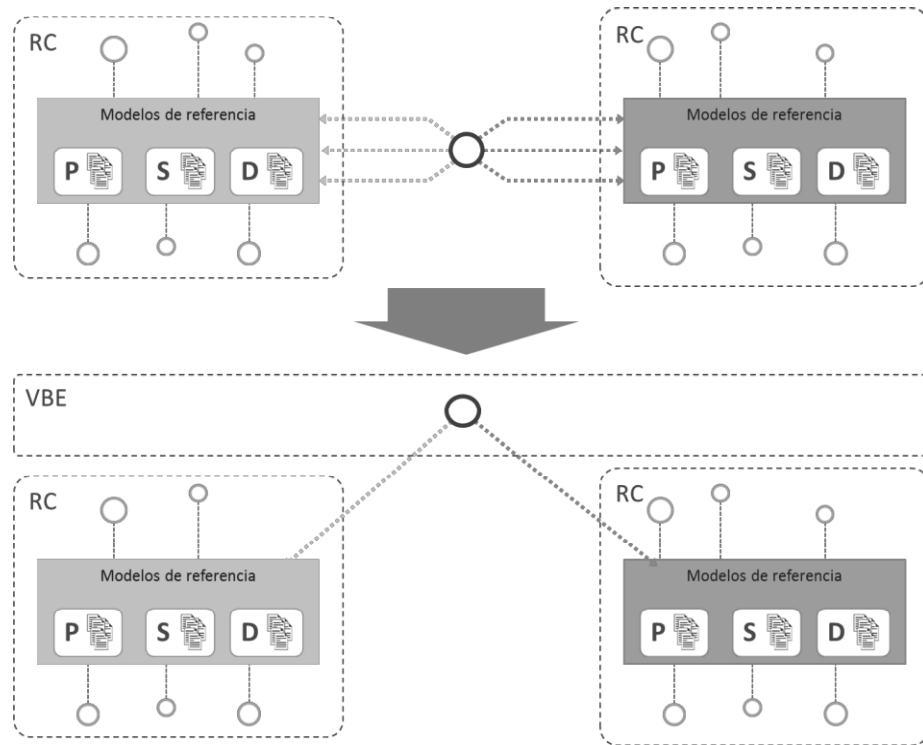


Figura 3-22: Unicidad de nodos

Como puede observarse en la Figura 3-22, este principio de diseño delega toda la gestión de identidades y solicitudes de pertenencia al ámbito del VBE, según los procedimientos y mecanismos que se dispongan para ello.

3.6.3.2. Homogeneidad en la prestación de servicios de un nodo a distintas RC

Otro reto importante que es tenido en cuenta en el diseño de la propuesta tiene que ver con la homogeneización de los servicios que cada nodo puede contribuir para facilitar la ejecución de procesos colaborativos en distintas RC.

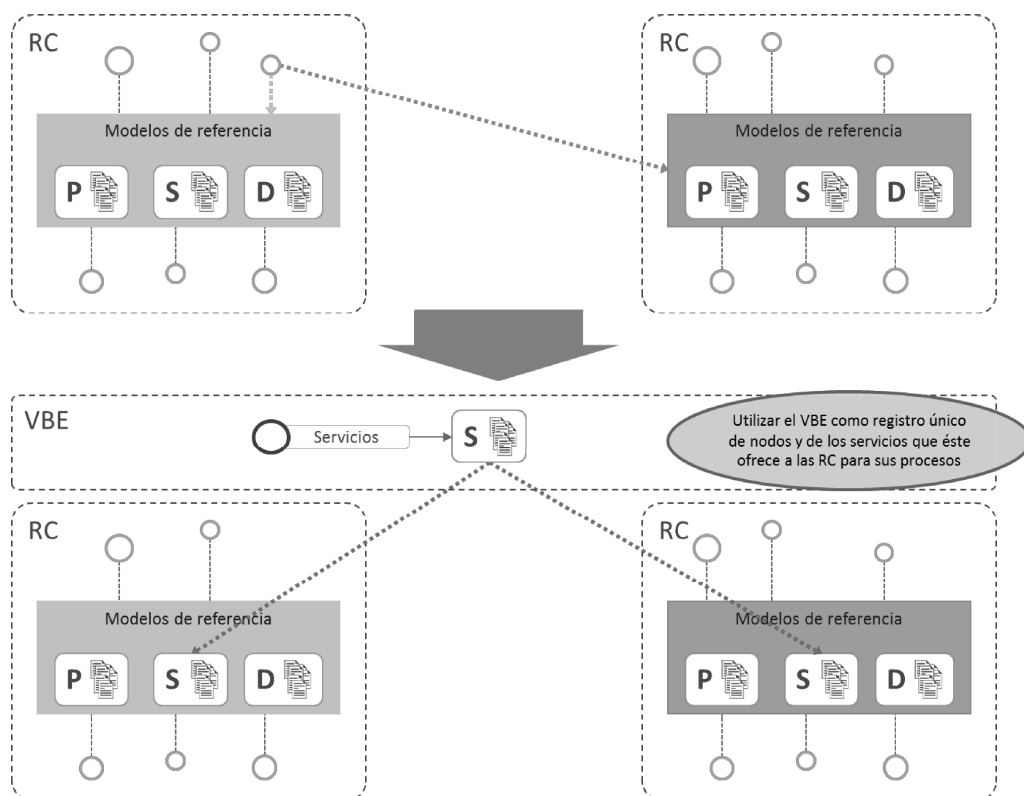


Figura 3-23: Homogeneización de servicios

Según se plantea en esta propuesta, el objetivo es que la prestación de servicios por parte de un mismo nodo sea homogénea para las distintas RC en las que podría participar. Este principio de diseño garantizaría que cada servicio definido para un determinado nodo pudiese ser reutilizado en todas ellas sin tener que realizar modificaciones para adaptarlos a cada caso (ver Figura 3-23).

En consecuencia, la solución que se comienza a delinear aquí considera la utilización del VBE como registro único de nodos y, al mismo tiempo, de los servicios que cada uno de ellos es capaz de ofrecer a distintas RC. De este modo, los modelos de los servicios creados para un nodo serán utilizados como elementos de entrada (*inputs*) de los servicios de cada RC.

3.6.3.3. Interoperabilidad en la prestación de servicios de nodos similares

En una RC, los distintos nodos participantes ofertan sus servicios y, a su vez, utilizan los servicios ofertados por terceros para componer procesos de negocio extendidos. Este procedimiento se concreta mediante la publicación de la interfaz de los distintos servicios, especificando los parámetros de entrada y salida, para que puedan ser localizados y consumidos por los terceros que lo requieran.

En consecuencia, cada nodo asume la responsabilidad en dicha publicación y para ello escoge los mecanismos organizativos y tecnológicos que considere oportunos. Esto conduce a que tanto en el ámbito de un VBE y, en consecuencia, de una RC, exista un conjunto de servicios que son ofertados utilizando mecanismos, en esencia, heterogéneos.

Sin embargo, en un entorno interoperable como el que se desarrolla esta Tesis, se espera que, ante la necesidad de contratar un determinado servicio, exista alguna forma de comparar si dos servicios, provistos por nodos distintos, son similares o no respecto a la funcionalidad que prestan al conjunto de nodos de la RC.

Por ello, cuando un nodo necesita un determinado servicio que puede ser ofertado por otros múltiples nodos, surge la necesidad de analizar la correspondencia entre las interfaces publicadas y aquella que el nodo necesita.

Para facilitar ese proceso, esta propuesta podría adherir a una de dos líneas de investigación que actualmente buscan dar una respuesta a esta barrera de interoperabilidad:

- Aquella que intenta analizar la compatibilidad haciendo uso de las técnicas de reconciliación semántica, apoyándose en la utilización de ontologías o
- Aquella guiada por modelos, o *model-driven*, mediante la cual se aplica una sucesiva transformación de modelos según el nivel de detalle que se necesite.

En este sentido, en esta Tesis se adopta esta segunda opción por entender que tanto la participación en un VBE como en las distintas RC vinculadas a él implican para los nodos participantes la adhesión a un conjunto de principios operativos comunes entre los que pueden incluirse las interfaces de servicios genéricas que los nodos se encargarán de implantar e integrar con sus propias infraestructuras.

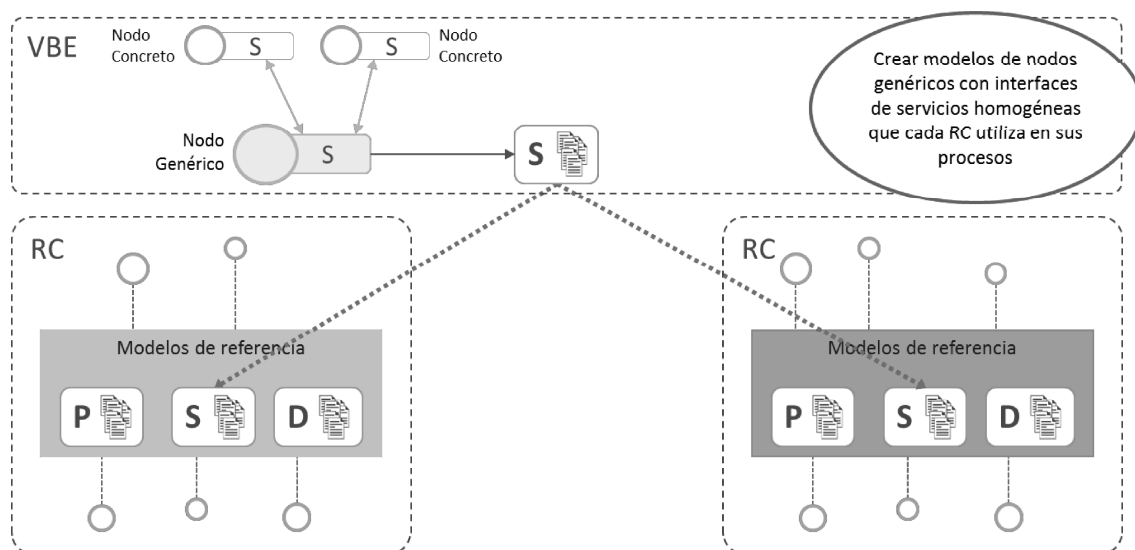


Figura 3-24: Homogeneización de servicios provistos por nodos similares

En la Figura 3-24 se ha representado la aproximación elegida para facilitar la interoperabilidad a nivel de servicios en esta Tesis. Consiste en definir un constructor, denominado Nodo Genérico que aglutinará el conjunto de servicios que un determinado tipo de nodo (genérico) va a ofrecer a otros nodos.

Posteriormente, cada nodo registrado en el VBE (nodo concreto) deberá adherir a estas interfaces genéricas de servicios que han sido definidas para su tipo.

La agregación de este conjunto de servicios con interfaz abstracta constituirá la vista de Servicios del VBE que proveerá los constructores necesarios para crear las respectivas vistas en cada RC.

3.6.3.4. Interoperabilidad de procesos, servicios y datos

Las necesidades de interoperabilidad extraídas a partir del análisis de los distintos marcos de referencia realizado en la sección 3.3 y la adopción del marco AIF como el ámbito general sobre el que éstas han sido estructuradas permiten identificar tres aspectos centrales de interoperabilidad, considerados facilitadores de la gestión de operaciones en una RC:

- Interoperabilidad de procesos de negocio
- Interoperabilidad de servicios de negocio y tecnológicos
- Interoperabilidad de datos y mensajes

El reto a abordar en el ámbito de esta Tesis para resolver las cuestiones de interoperabilidad a estos tres niveles se centra en qué aspectos de diseño deberían ser tenidos en cuenta en la propuesta integrada de modo que efectivamente dicho nivel de interoperabilidad pudiera ser alcanzado en las distintas RC creadas.

La aproximación sugerida se esquematiza en la siguiente figura (ver Figura 3-25):

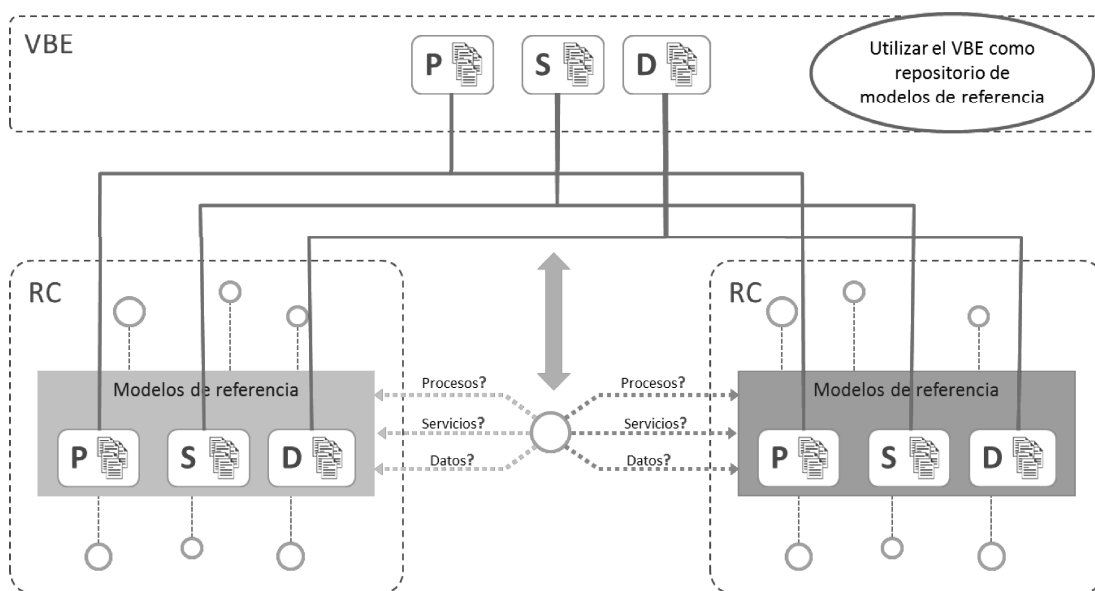


Figura 3-25: interoperabilidad de procesos, servicios y datos.

En la figura se ha representado esquemáticamente que los aspectos de interoperabilidad se abordarán desde el VBE hacia las distintas RC que de él dependen. De este modo, se propone la existencia de tres vistas, de procesos, servicios y datos, respectivamente. Así, el VBE contendrá el conjunto de modelos de referencia generados con los distintos *building blocks* o constructores que ellas aportan.

Las distintas RC creadas en el ámbito de un VBE concreto utilizarán los mismos constructores y modelos de referencia como propios de cara a realizar la ingeniería y operación.

De modo análogo, un nodo vinculado a un VBE utilizará los distintos modelos de referencia disponibles y, adhiriendo a ellos, podrá garantizar que, por ejemplo, un servicio ofertado en el ámbito de un VBE es homogéneo para todas las RC vinculadas a éste.

3.6.4. Modelos de referencia en la ingeniería integrada de VBE y RC

Un aspecto importante a destacar es que las ontologías definidas para cada VBE deberían considerarse como bloques constructivos fundamentales, y normativos, a ser utilizados en la fase de creación de una **RC**. Por el contrario, los modelos de referencia sólo deberían considerarse como una recopilación de buenas prácticas a seguir pero cuya adopción finalmente recaerá en la persona que se encargue de realizar la Ingeniería y Gestión de la **RC**.

Posteriormente, en el proceso de creación y puesta en marcha de cada **RC** se diseñarán los distintos modelos que servirán de base a su fase operativa. En este punto, los modelos referenciales del **VBE** podrían ser utilizados como punto de partida para la creación de los modelos propios de la **RC** aunque podrían ser adaptados a sus características particulares.

En el nivel siguiente, cada **organización** dispuesta a participar en una **VO** debe realizar un esfuerzo inicial por alinear sus propios aspectos semánticos del negocio como requisito previo a adoptar los modelos de referencia de procesos, servicios o datos que han sido definidos para la **RC**. La reducción de la brecha semántica (ver Figura 3-26) pasa porque cada **organización** adopte, a nivel de procesos, servicios o datos, los bloques constructivos, técnicas y/o procedimientos definidos como modelos de referencia en la **RC**.

Esto implica que, por ejemplo, una organización que desea participar en una **RC** en la que se ha decidido utilizar un determinado formato electrónico para el intercambio de facturas, debe prepararse para ser capaz de procesar el evento “llegada de factura electrónica”, independientemente de quien sea su emisor dentro de la **RC** y, al mismo tiempo, ser capaz de generar una factura que se ajuste a las especificaciones estándares y la envíe al destinatario correspondiente, nuevamente en el ámbito de la **RC** en cuestión.

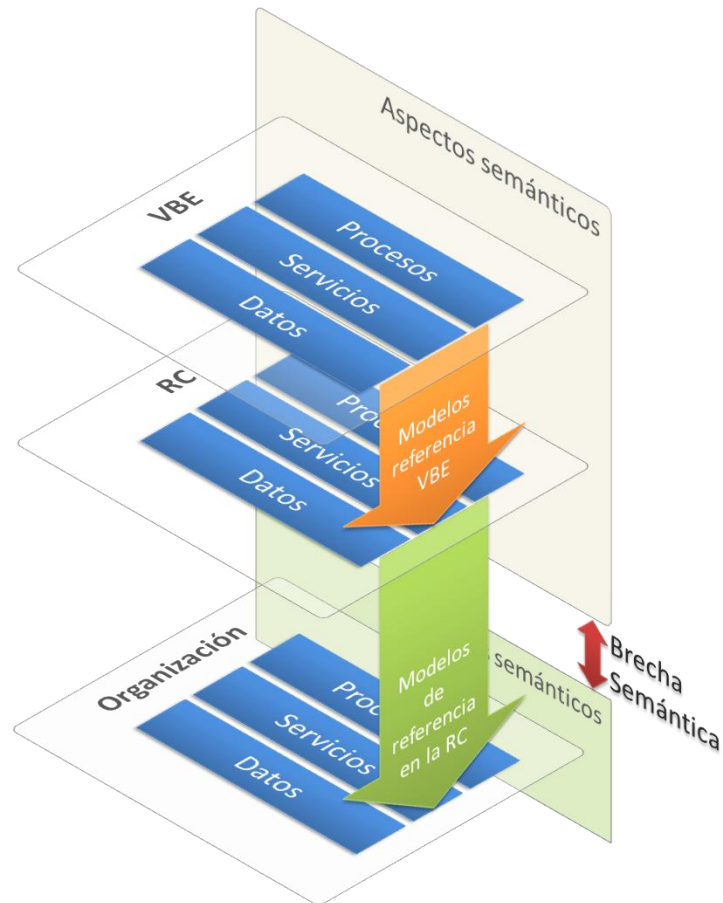


Figura 3-26: Niveles de interoperabilidad y los modelos de referencia en VBE y RC

Paralelamente, y una vez acordado los aspectos relacionados al **contenido de los mensajes**, también los distintos Sistemas y Tecnologías de la Información que deben ser capaces de procesar esas transacciones y cómo, también mediante la adopción de los principios de interoperabilidad en su desarrollo, es posible aumentar la eficiencia global de gestión de la información²⁸.

Finalmente, en el tercer nivel de interoperabilidad, la organización deberá adherir a los modelos de procesos colaborativos definidos en el ámbito de la **RC** en las que participe y, por tanto, la utilización de lenguajes de representación y ejecución de procesos de negocio también se debería apoyar en iniciativas estándares.

En cualquiera de los niveles anteriormente descritos, la adopción de estándares es un proceso que simplifica la construcción de soluciones interoperables. Por esta razón, en la siguiente

²⁸ En el próximo capítulo se verá cómo la orientación a servicios, de negocios y tecnológicos, es un patrón arquitectónico deseable en estos tipos de escenarios

tabla se incluyen las iniciativas que, según el nivel correspondiente, actualmente están en proceso de estandarización o han sido adoptadas como estándares *de facto* por la industria (ver Tabla 3-7).

ESTÁNDARES PARA LA CREACIÓN DE MODELOS DE REFERENCIA EN VBE Y RC		
Nivel de Interoperabilidad	Iniciativa	Estado
Semántico	OWL Web Ontology Language	Estándar aprobado por el W3C. Consenso aún escaso en la industria.
Procesos (modelización)	BPMN. Business Process Modeling Notation	Enviado como propuesta de estándar. En estudio por la OMG ²⁹
Procesos (ejecución)	BPEL. Business Process Execution Language XPDL	Estándar aprobado por el W3C ³⁰
Servicios	SOA. Arquitecturas Orientadas a Servicios, implementadas con servicios web	Conjunto de estándares aprobados por el W3C
Datos	Lenguaje de etiquetado de datos XML	Estándar aprobado por el W3C

Tabla 3-7: Estándares propuestos para la creación de modelos de referencia según el nivel de interoperabilidad

3.6.5. Primera aproximación a la arquitectura integrada de VBE y RC

Como se ha mencionado en el apartado 3.4.7, la tarea de definir un marco de referencia completo para VBE es una tarea compleja que requeriría grandes esfuerzos de investigación que exceden el ámbito de esta Tesis.

Sin embargo, respondiendo al deseo de abordar el **diseño de una arquitectura integrada para la construcción de una solución interoperable para RC Dinámicas**, en los siguientes apartados se introducen algunos elementos iniciales de ese trabajo que **se consideran indispensables para componer la solución completa**.

A fin de estructurar adecuadamente el desarrollo de esta propuesta, se ha decidido estructurar el trabajo en dos fases, como el que se muestra en la siguiente figura (ver Figura 3-27):

²⁹ OMG: Object Management Group.

³⁰ W3C: World Wide Web Consortium. Organismo encargado de la regulación y difusión de los estándares de Internet. En el grupo concreto se incluyen los que se describirán en el próximo capítulo: WSDL y SOAP

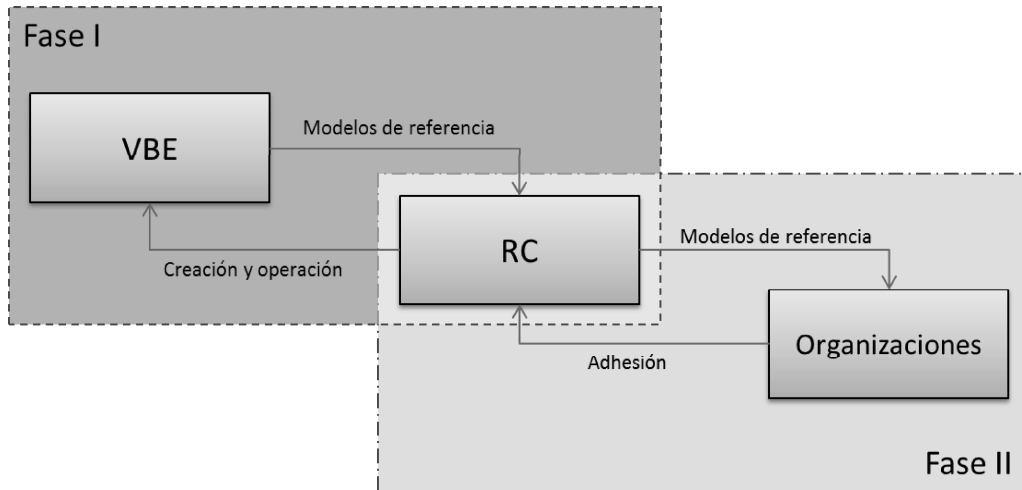


Figura 3-27: Fases de diseño de la solución propuesta

En el diseño de la solución propuesta se considerarán dos fases. La primera de ellas, la **Fase I**, estará destinada a identificar los mecanismos necesarios para que la puesta en marcha de RC sea un proceso ágil, eficiente y estructurado; salvando tantas barreras de interoperabilidad como sea posible mediante la definición y utilización de **bloques constructivos** que apoyen la **creación de modelos de referencia** basados en **estándares**.

En la **Fase II**, se abordará la forma en que distintas organizaciones puedan adherir a distintas **RC** y que la provisión de modelos de referencia por parte de ésta permita también salvar potenciales barreras de interoperabilidad.

3.6.6. Dimensiones de la propuesta de arquitectura integrada

Estableciendo una analogía con las distintas iniciativas que se han analizado a lo largo de este capítulo, para este marco se definen tres dimensiones:

1. Dimensión de generalidad de los modelos
2. Dimensión de Vistas o *concerns*
3. Dimensión del Ciclo de Vida del VBE.

3.6.6.1. Dimensión de generalidad de los modelos

Esta dimensión considera, al menos inicialmente, dos niveles de modelado:

- El primer nivel, en el que se abordan **conceptos generales de VBE** y RC, comunes a todos los tipos de redes y ecosistemas posibles.

- El segundo nivel, corresponde con los modelos específicos de un **tipo particular de VBE**.

3.6.6.2. *Dimensión de Vistas o concerns*

Desde el punto de vista de los distintos tipos de modelos o vistas a considerar, inicialmente se plantea considerar las siguientes:

- **Organización:** la perspectiva de organización tiene por finalidad definir los roles en el ámbito de un VBE y una RC, sus responsabilidades y las relaciones entre ellos.
- **Procesos:** esta perspectiva se ocupa de especificar los procedimientos o procesos de negocio que deberían ser considerados en el ámbito integrado.
- **Servicios:** los servicios serán las unidades funcionales mínimas que cada miembro del VBE es capaz de aportar a la RC para que llevar a cabo la ejecución de los procesos de negocio. Los servicios podrán ser automatizados o llevados a cabo por personas.
- **Datos:** en esta perspectiva se consideran los flujos de información y los mensajes que son intercambiados en el ámbito del VBE y la RC.
- **Recursos:** lista de los recursos disponibles para llevar a cabo la ejecución de los procesos. Se consideran fundamentalmente aquellas entidades del dominio del problema que pueden aportar funcionalidad a los procesos de negocio bajo la forma de servicios.
- **Indicadores (*):** en esta perspectiva se propone considerar los elementos necesarios para facilitar el despliegue de un sistema de medición del rendimiento en el ámbito del VBE y las RC.

3.6.6.3. *Dimensión del Ciclo de Vida del VBE*

La perspectiva del Ciclo de Vida se corresponde con las etapas del CdV de los VBE descrito en el apartado 3.4.5:

- Creación
- Operación y
- Disolución

Integrando las tres perspectivas se obtiene la primera representación del marco para la gestión integrada de VBE y RC, que se presenta en la siguiente figura:

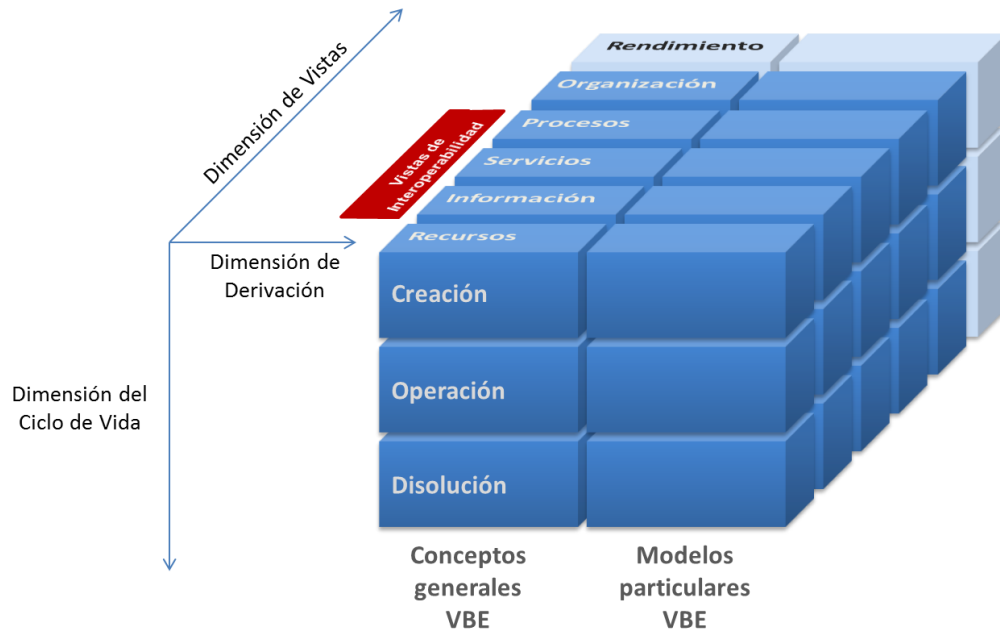


Figura 3-28: Propuesta de marco de modelado para VBE. Fase I

El marco aquí propuesto ha sido estructurado en tres dimensiones que facilitan la identificación de los distintos bloques constructivos presentes en cada intersección.

Tal y como ha sido definido, este marco contempla la posibilidad de que existan múltiples VBE, cada uno con sus propias características y principios operativos, para los cuales es posible definir sus modelos particulares.

Al estructurar la dimensión de derivación en dos tipos de modelos, genéricos y particulares de cada VBE, una línea futura que se podría desarrollar a partir de esta propuesta está ligada con la posibilidad de aplicar los mismos principios de diseño para abordar la interoperabilidad entre distintos VBE

3.7. Conclusiones

A lo largo de este capítulo se ha analizado el rol de la interoperabilidad como principio fundamental a incluir en el diseño de un sistema de gestión integrado para VBE y RC.

La revisión de las distintas propuestas y recomendaciones más relevantes que se han podido identificar en dicho ámbito han aportado distintos principios fundamentales para abordar el desarrollo de esta primera fase de la propuesta.

Coincidiendo también con el Estado del Arte, se ha considerado conveniente adoptar el cuerpo de conocimiento desarrollado en torno a los Virtual Organization Breeding Environments como eje articulador de esta propuesta y entorno que facilite la creación y puesta en marcha de distintas RC.

El análisis de los requerimientos de interoperabilidad y los retos que se desean abordar en esta Tesis, han dado lugar a una primera aproximación a un marco de trabajo en el que se consideran y articulan los elementos fundamentales para facilitar la ingeniería de VBEs.

Consecuencia de ello, este capítulo avanza un primer componente para la construcción de la solución integrada que responda a las cuestiones de investigación planteadas en el capítulo inicial.

Si bien forma parte del núcleo de aportaciones de esta Tesis, la propuesta de este marco no se debe interpretar como su fin último. Por el contrario, para dar respuesta a las cuestiones de investigación a responder, su formulación se ha considerado como un paso necesario.

En consecuencia, es necesario hacer constar que este es un ámbito de trabajo futuro que el doctorando también pretende desarrollar.

3.8. Referencias

- ATHENA, 2006a. ATHENA Integrated Project [WWW Document]. ATHENA Integrated Project. URL <http://www.athena-ip.org/>
- ATHENA, 2006b. ATHENA integrated project. <http://www.athena-ip.org/>.
- ATHENA, 2011. The ATHENA Interoperability Framework explained [WWW Document]. Model-Driven Interoperability. URL <http://www.modelbased.net/aif/wholesite.html#framework.html#What+is+an+interoperability+framework%3F>
- Berre, A.-J., Elvesæter, B., Figay, N., Guglielmina, C., Johnsen, S.G., Karlsen, D., Knothe, T., Lippe, S., 2007. The ATHENA Interoperability Framework, in: Gonçalves, R.J., Müller, J.P., Mertins, K., Zelm, M. (Eds.), Enterprise Interoperability II. Springer London, London, pp. 569–580.
- Bertalanffy, L. von, 2006. Teoría General de Los Sistemas: Fundamentos, Desarrollo, Aplicaciones. Fondo de Cultura Economica.
- Camarinha-Matos, L., Afsarmanesh, H., 2005. Collaborative networks: a new scientific discipline. *Journal of Intelligent Manufacturing* 16, 439–452.
- Camarinha-Matos, L.M., Afsarmanesh, H., 2003. Elements of a base VE infrastructure. *Comput. Ind.* 51, 139–163.
- Camarinha-Matos, L.M., Afsarmanesh, H., 2006. Towards a Reference Model for Collaborative Networked Organizations, in: Information Technology For Balanced Manufacturing Systems. Springer US, Boston, MA, pp. 193–202.
- Castells, M., 2002. La era de la informacion. *Economia, sociedad y cultura*, vol. 1. La sociedad red,. Siglo XXI.
- Chatfield, D.C., Harrison, T.P., Hayya, J.C., 2008. SCML: An information framework to support supply chain modeling. *European Journal of Operational Research* In Press, Corrected Proof.
- Chen, D., 2006a. Enterprise Interoperability Framework.
- Chen, D., 2006b. Enterprise Interoperability Framework. INTEROP Network of Excellence.
- Chen, D., Daclin, N., 2006. Framework for Enterprise Interoperability. IFAC EI2N Bordeaux.
- Chen, D., Dassisti, M., Elvesæter, B., 2006. INTEROP Deliverable DI. 1b Interoperability knowledge corpus. Intermediate Report.
- Chen, D., Doumeingts, G., 2003. European initiatives to develop interoperability of enterprise applications--basic concepts, framework and roadmap. *Annual Reviews in Control* 27, 153–162.

- Chen, D., Doumeingts, G., Vernadat, F., 2008. Architectures for enterprise integration and interoperability: Past, present and future. *Computers in Industry* In Press, Corrected Proof.
- Chen, D., Vernadat, F., 2004. Standards on enterprise integration and engineering - A state of the art. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing (IJCIM)* 17(3), 235–253.
- Chituc, C.-M., Toscano, C., Azevedo, A., 2008. Interoperability in Collaborative Networks: Independent and industry-specific initiatives - The case of the footwear industry. *Computers in Industry* In Press, Corrected Proof.
- Comisión Europea, 2008. i2010: la sociedad de la información y los medios de comunicación al servicio del crecimiento y el empleo [WWW Document]. URL <http://europa.eu/scadplus/leg/es/cha/c11328.htm>
- Day, J.D., Zimmermann, H., 1983. The OSI reference model. *Proceedings of the IEEE* 71, 1334–1340.
- ECMA, NIST, 1993. ECMA Reference Model for Frameworks of Software Engineering Environments.
- Ecolead, 2004. www.ecolead.org. European Commission.
- Ecolead, 2005. D32.1 Challenges in Virtual Organizations Management.
- ECOLEAD D21.1, 2006. ECOLEAD D21.1 Characterization of Key Components, Features, and Operating Principles of the Virtual Organizations Breeding Environment.
- Elvesæter, B., Hahn, A., Berre, A.-J., Neple, T., 2006. Towards an Interoperability Framework for Model-Driven Development of Software Systems, in: Konstantas, D., Bourrières, J.-P., Léonard, M., Boudjlida, N. (Eds.), *Interoperability of Enterprise Software and Applications*. Springer-Verlag, London, pp. 409–420.
- European Commission, 2004. European Interoperability Framework for PAN-EUROPEAN eGovernment Services Version 1.0.
- Goodall, J.L., Horsburgh, J.S., Whiteaker, T.L., Maidment, D.R., Zaslavsky, I., 2008. A first approach to web services for the National Water Information System. *Environmental Modelling & Software* 23, 404–411.
- Google Books Link, n.d. .
- Guijarro, L., 2004. Analysis of the Interoperability Frameworks in e-Government Initiatives, in: *Electronic Government*. pp. 36–39.
- IDEAS, 2003. IDEAS Project [WWW Document]. IDEAS - Interoperability Developments for Enterprise Application and Software. URL www.ideas-roadmap.net
- IDEAS, 2005. Interoperability Developments for Enterprise Application and Software - roadmaps.

- IEEE, 2000. IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems, IEEE Std 1471-2000.
- ISO, 1999. ISO 14258 - Concepts and rules for Enterprise Models.
- ISO, 2000. ISO:15745 - Industrial automation systems and integration - Open systems application integration framework.
- ISO, 2002. ISO:16100 - Industrial automation systems and integration -- Manufacturing software capability profiling for interoperability.
- Jarimo, T., Pulkkinen, U., 2005. A Multi-Criteria Mathematical Programming Model for Agile Virtual Organization Creation, in: Collaborative Networks and Their Breeding Environments. pp. 127–134.
- Kaelber, D.C., Bates, D.W., 2007. Health information exchange and patient safety. *Journal of Biomedical Informatics* 40, S40–S45.
- Kasunic, M, Anderson, W, 2004. Measuring Systems Interoperability: Challenges and Opportunities.
- Kosanke, K., 2006. ISO Standards for Interoperability: a Comparison [WWW Document]. Interoperability of Enterprise Software and Applications. URL http://dx.doi.org/10.1007/1-84628-152-0_6
- Li, M.-S., Crave, S., Grilo, A., Van den Berg, R., 2008. Unleashing the Potential of the European Knowledge Economy, Value Proposition for Enterprise Interoperability.
- Mahncke, R., Williams, P., 2006. Secure transmission of shared electronic health records: A review.
- Malone, T.W., Laubacher, R.J., 1998. The dawn of the e-lance economy. *Harv Bus Rev* 76, 144–152, 189.
- Milosevic, Z., 2006. Addressing interoperability in e-health: an Australian approach. Presented at the Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops, 2006. EDOCW '06. 10th IEEE International, p. 39.
- Muñoz, A., 2007. Análisis de modelos de Interoperabilidad entre administraciones públicas a nivel Europeo.
- Nachira, F., Nicolai, A., Dini, P., 2007. Digital Business Ecosystems, 2007th ed. European Comission.
- National E-Health Transition Authority Ltd, 2007. Nehta Interoperability Framework Version 2.0.
- Panetto, H., Molina, A., 2008. Enterprise integration and interoperability in manufacturing systems: Trends and issues. *Computers in Industry* In Press, Corrected Proof.
- Ruggaber, R., 2006a. ATHENA - Advanced Technologies for Interoperability of Heterogeneous Enterprise Networks and their Applications, in: Interoperability of Enterprise Software and Applications. pp. 459–460.

- Ruggaber, R., 2006b. ATHENA-Advanced Technologies for Interoperability of Heterogeneous Enterprise Networks and their Applications. Interoperability of Enterprise Software and Applications.
- Schulz, K., Platte, K.D., Leidig, T., Ruggaber, R., Elms, K., Zwegers, A., Lillehagen, F., Doumeingts, G., Berre, A.J., Anastasiou, M., Nuñez, M.J., Gonçalves, R.J., Chen, D., Missikoff, M., 2003. A Gap Analysis; Required Activities in Research, Technology and Standardisation to close the RTS Gap; Roadmaps and Recommendations on RTS activities, Deliverables D 3.4, D 3.5, D 3.6.
- Stevens, W.R., 1993. TCP/IP illustrated (vol. 1): the protocols. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.

Capítulo 4

Ingeniería y Operación de RC en el contexto de un VBE

Tabla de Contenidos

Capítulo 4 Ingeniería y Operación de RC en el contexto de un VBE 197

Índice de Figuras 201

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

Índice de Figuras

Figura 4-1: Evolución hacia la Ingeniería Empresarial.	204
Figura 4-2: El modelo Producto-Proceso-Organización	210
Figura 4-3: Cubo de CIMOSA.....	214
Figura 4-4: Entornos y Ciclo de vida CIMOSA.....	217
Figura 4-5: Infraestructura de Integración CIMOSA	218
Figura 4-6: Esquema simplificado de CIMOSA	219
Figura 4-7: Principales componentes de GERAM	220
Figura 4-8: Ciclo de Vida de GERAM	222
Figura 4-9: Arquitectura de GERAM.....	223
Figura 4-10: Principales vistas de IEM.....	225
Figura 4-11: Arquitectura de VERAM.....	227
Figura 4-12: Componentes de VERA.....	229
Figura 4-13: RC y Empresas Virtuales en VERA.....	229
Figura 4-14: Dimensiones de ARCON.....	230
Figura 4-15: Dimensión del Ciclo de Vida en ARCON.....	231
Figura 4-16: Perspectiva del entorno en ARCON.....	232
Figura 4-17: Perspectiva interna en ARCON.....	233
Figura 4-18: Perspectiva Externa en ARCON.....	234
Figura 4-19: Visión Integrada en ARCON.....	235
Figura 4-20: Tipos de modelos proporcionados por MDA.....	247
Figura 4-21: Complementariedad de los enfoques MDA y MDI	249
Figura 4-22: Fases de diseño de la solución propuesta	253
Figura 4-23: Esquema unificado del Ciclo de Vida y los Entornos de IE.....	256
Figura 4-24: Propuesta de arquitectura parcial para VBE y RC.....	258

Índice de tablas

Tabla 4-1: Principales componentes de VERAM	228
Tabla 4-2: Principios generales de modelado empresarial aplicables en esta Tesis	237
Tabla 4-3: Comparativa de Arquitecturas - Dimensión de Derivación	240
Tabla 4-4: Comparativa de Arquitecturas - Dimensión de Vistas.....	240
Tabla 4-5: Comparativa de Arquitecturas - Dimensión de Ciclo de Vida	241
Tabla 4-6: Comparación general de arquitecturas para RC Dinámicas	242

4.1. Introducción

En el ámbito de esta Tesis, la Ingeniería e Integración Empresarial aportan el fundamento conceptual para diseñar la solución de interoperabilidad que se propone con el fin de agilizar el proceso de ingeniería y disminuir el tiempo de puesta en operación de una RC dinámicas.

Si bien en sus comienzos la IE surgió como una disciplina que fundamentalmente se orientaba al diseño de organizaciones desde una **perspectiva interna**, la creciente necesidad de considerar los vínculos externos, así como la aparición de los conceptos de Redes Colaborativas y Organizaciones Virtuales, ha motivado que algunas propuestas recientes, hayan considerado los principios fundamentales de la IE para aplicarlos en el ámbito de las RC.

En la búsqueda de una arquitectura fundamental para esta Tesis, al final de este capítulo se completa el marco de modelización introducido en el capítulo anterior, a partir del análisis del Estado del Arte de la Ingeniería Empresarial aplicados a las RC.

Con este fin, a lo largo de este capítulo se introducen, en primer lugar, los conceptos fundamentales de Integración, Ingeniería y Modelado Empresarial (IME).

Posteriormente, se presenta un conjunto de arquitecturas de referencia para la Ingeniería e Integración Empresarial que han sido propuestas en los años 80s y 90s, y cuyos principios han influido notablemente en aportaciones más recientes, específicamente creadas para redes colaborativas y organizaciones virtuales.

Tras esa revisión, se presentan dos arquitecturas específicas para redes empresariales: VERAM (Virtual Enterprise Architecture and Methodology) y ARCON (A Reference Model for Collaborative Networks) y se discute su utilidad en el ámbito de esta Tesis.

Para finalizar, se realizará un análisis acerca de la necesidad de abordar un enfoque integrado de Ingeniería tanto de VBE como de RC y el capítulo se cierra con una primera aproximación al diseño de la arquitectura de la solución propuesta.

4.2. Integración e Ingeniería Empresarial

4.2.1. Evolución de la Integración Empresarial

Integración ha sido siempre una palabra que ha llamado la atención tanto del entorno académico como del ámbito empresarial al intentar optimizar sistemas mediante la cooperación de sus componentes. (Kosanke et al., 1999)

Si bien la palabra se ha utilizado en múltiples contextos, el fin siempre ha sido el mismo:

“Intentar mejorar la eficiencia global del sistema mediante redes de comunicación, obteniendo una mejor respuesta como sistema integrado que como partes aisladas.”

Su aplicación al ámbito empresarial ha sido sintetizado por Ortiz Bas quien concluye que:

“La Integración Empresarial consiste en facilitar los flujos de materiales, información, decisiones y control a través de la organización, ligando las funciones con los sistemas de información, recursos, aplicaciones y personas, con la finalidad de mejorar la comunicación, la cooperación y la coordinación en la empresa, de tal forma que esta se comporte como un todo, y que funcione con la Estrategia de la Empresa”. (Ortiz Bas, 1998)

Como se puede apreciar, la Integración Empresarial así definida, supone para los gestores de dicha organización un reto con el que cada día deben enfrentarse para alcanzar los objetivos empresariales planteados.

Por tanto, la necesidad de recurrir a la Integración Empresarial se podría entender como la necesidad de facilitar dicho proceso de gestión apoyándose en los principios, metodologías y herramientas que ésta aporta.

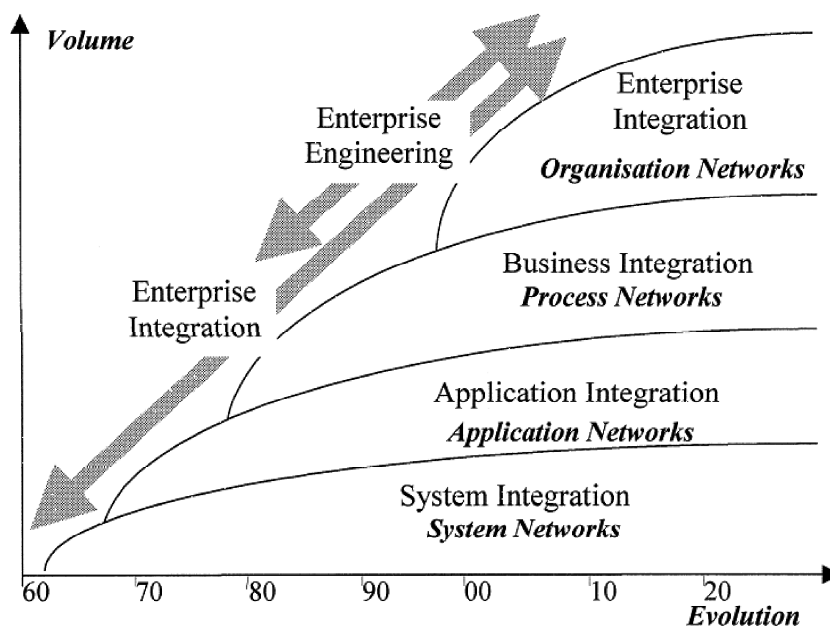


Figura 4-1: Evolución hacia la Ingeniería Empresarial.

Fuente: (Kosanke et al., 1999)

Sin embargo, en los últimos la evolución de las prácticas de integración aplicadas ámbito de la organización del trabajo ha sufrido un impulso notable, fundamentalmente ante la aparición de las redes digitales y la computación móvil (ver Figura 4-1).

Si hasta entonces el enfoque utilizado era fundamentalmente intra-organizativo, caracterizado por sistemas deterministas y de estructura monolítica, a partir de ese momento las posibilidades de integración empresarial también se han extendido más allá de los propios límites organizativos, abriendo las puertas a la necesidad de abordar la complejidad de múltiples sistemas no deterministas y altamente heterogéneos.

Ortiz (1998), además de enfatizar en la necesidad de la Integración Empresarial, sus beneficios y alcance, también ponía de manifiesto la necesidad de plantear una aproximación distinta a lo que tradicionalmente se ha definido como Integración Empresarial. Señalaba que existen otros factores que también afectan las prácticas de IE en las organizaciones y que son:

- **Globalización de los mercados:** situación que lleva a las empresas a actuar en un entorno globalizado de operaciones.
- **Integración con proveedores y otras empresas:** tanto a nivel local como global, las empresas se ven en la necesidad de abordar la INE más allá de los propios límites organizativos, sincronizando e integrando sus procesos con los de otras compañías.
- La **integración de una variedad de aplicaciones de software y arquitecturas de hardware** para permitir la interoperabilidad entre ellas.

A partir de la década de los 90, se percibe la necesidad de abordar de forma estructurada y metodológica el diseño de las relaciones entre sistemas pertenecientes a **distintas organizaciones** y se comienza a utilizar el término de **Ingeniería Empresarial** como un ámbito de interés estrechamente relacionado con la Integración Empresarial pero con un alcance más amplio que éste

En el ámbito de esta Tesis se recoge esa invitación y en los siguientes apartados y capítulos se realiza una propuesta de arquitectura que facilita la integración e interoperabilidad de los actores de una **RC Dinámica**.

Para ello, en el resto de este capítulo se analizarán los distintos elementos, principios y recomendaciones que la Integración Empresarial ha desarrollado en el ámbito intraorganizativo para, en la segunda parte de este capítulo, extrapolarlos al ámbito de las relaciones inter-organizativas que caracterizan a una **RC Dinámica**.

4.2.2. Ingeniería Empresarial

La Ingeniería Empresarial (IE) es el área de conocimiento que engloba principios y prácticas relacionadas al análisis, diseño, implementación y operación de una organización. El objetivo principal que se persigue es diseñar y mejorar todos los aspectos de la organización, utilizando

métodos analíticos y herramientas, con el fin de ayudar a alcanzar sus metas y objetivos. (Vernadat, 1996)

En esa visión, se asume que:

- a. La organización es un sistema complejo. Esto es necesario porque en los sistemas de las organizaciones intentan ordenar, al menos en parte, esa complejidad.
- b. La organización puede estudiarse como un sistema de procesos. Estos procesos pueden ser creados tanto individual como holísticamente.
- c. El rigor de los métodos de Ingeniería para aplicar los cambios necesarios durante el ciclo de vida de la organización.

Los modelos, entendidos como representaciones abstractas de sistemas reales, pueden ayudar a mejorar la comprensión de ese sistema complejo, facilitando la representación y análisis de los componentes que conforman una organización y sus interacciones.

De este modo, un modelo organizativo se transforma en una representación simbólica de una organización, sus componentes y las interacciones entre éstos de modo que, a partir del estudio de este modelo, es posible determinar qué tan bien funciona el *sistema empresa* (Burkhart, 1992).

4.2.3. Modelado Empresarial

El Modelado Empresarial es el proceso de construir, y mantener, los modelos de una parte o toda una empresa (modelos de procesos, de datos, de recursos, etc.), a partir del conocimiento que se tenga de ella; a partir de modelos existentes u otros modelos de referencia, utilizando lenguajes de representación de modelos (Vernadat, 1997).

La Ingeniería Empresarial se apoya en el modelado empresarial para facilitar la comprensión del funcionamiento de la organización, entender su cultura, facilitar los procesos de cambio, la externalización de determinadas actividades y/o compartir información y conocimiento con otros socios comerciales.

Sin embargo, se debería considerar que la creación de modelos empresariales no es un proceso lineal, con un principio y final claramente identificados. Tampoco se espera que un modelo empresarial contenga todos los elementos susceptibles de ser modelados ya que en la práctica es casi imposible obtener dicho modelo global para una organización.

Por el contrario, un modelo empresarial debería incluir aquellos aspectos relevantes para el fin que se persigue, aportando una visión parcial del problema a resolver.

En esa línea, Christiansen identifica que existen tres tipos de modelos empresariales (Christiansen, 1993):

- Para **Comunicación**, en los que el propósito fundamental del modelado empresarial es dar a conocer algunos aspectos de una empresa y facilitar su comunicación con otros actores.
- **Análisis asistido por ordenadores**, en los que el propósito fundamental de los modelos es conocer la organización mediante técnicas de simulación o deducción.
- **Despliegue y puesta en marcha** de los modelos empresariales en los que el propósito es integrar los modelos en un sistema de información empresarial y por lo tanto, impactar profundamente en el funcionamiento de la organización en cuestión.

Considerando la anterior distinción, es conveniente mencionar que el ámbito de esta Tesis se centra en el tercer tipo de modelos, aunque con la importante salvedad de extender estos principios a un contexto interorganizativo como el de las **RC**.

4.2.4. Principios básicos del modelado empresarial

Existe un conjunto de principios básicos que son aplicables al modelado empresarial (Vernadat, 1996):

- El *principio de separación de finalidades*, para analizar una entidad de negocio descomponiéndola en distintos modelos empresariales según sea el ámbito que de ella se desea estudiar.
- El *principio de descomposición funcional*, que permite avanzar de una visión general hacia una visión detallada del sistema bajo análisis y modelado.
- El *principio de modularidad*, en el que los modelos se construyen interconectando bloques constructivos, facilitando el mantenimiento e intercambio de modelos.
- El principio de *generalidad de los modelos*, donde se definen elementos constructivos estándares como clases genéricas que posteriormente pueden ser adaptadas a modelos específicos.
- El *principio de reusabilidad*, para definir modelos parciales y reutilizarlos en la composición de otros modelos.
- El *principio de separación entre el comportamiento y la funcionalidad organizativa*, es decir, permitir cambiar el comportamiento (lógica de los procesos) sin alterar las funcionalidades que una organización aporta a su construcción.
- Finalmente, el *principio de separación entre procesos y recursos*, el cual estructura a una organización como:

- Una agregación de entidades funcionales o agentes,
- Una gran colección de procesos de negocio interconectados actuando sobre objetos empresariales y sincronizados mediante el intercambio de mensajes y eventos.

Este último principio se considera muy importante para obtener la flexibilidad operativa deseada. Los procesos de negocio establecen la lógica global de lo que debe realizarse en la organización para alcanzar sus objetivos. Las entidades funcionales son entidades autónomas (dispositivos, aplicaciones o personas) que son las encargadas de ejecutar esos procesos de negocio según las condiciones del entorno, las fechas previstas o los estímulos recibidos desde el exterior.

4.2.5. Requerimientos del modelado empresarial

Un modelo empresarial debería describir la finalidad, la organización y el comportamiento de una determinada entidad de negocio con el fin de dar soporte a su proceso de ingeniería, control y mantenimiento.

De este modo, en Vernadat (1997) se establecen distintos aspectos a incluir en un modelo empresarial:

- Funcionalidad y comportamiento de la organización en términos de procesos de negocio, actividades, operaciones funcionales y eventos;
- Procesos de toma de decisiones, centros decisionales y flujos de decisión;
- Ciclo de vida y logística de los productos;
- Componentes físicos o recursos como máquinas, herramientas, dispositivos de almacenamiento o medios de transporte, así como sus capacidades, habilidades, logística y distribución.
- Aplicaciones informáticas respecto a sus capacidades funcionales elementales;
- Datos, información y sus flujos a lo largo de los procesos en forma de documentos de negocio.
- Conocimiento empresarial y saber-hacer;
- Recursos humanos, fundamentalmente en términos de habilidades, capacidades, roles o disponibilidades.
- Estructura organizativa;
- Responsabilidades y autoridad;
- Gestión de incidencias

Como puede verse, y debido a la complejidad inherente, un modelo empresarial se manifiesta en realidad como una colección de modelos, correspondientes a otras tantas vistas (o facetas) de la entidad bajo estudio.

4.2.6. Modelos parciales: vistas

Las vistas son esencialmente ventanas por las que se puede observar y manipular aspectos selectivos de una organización bajo estudio. Cuando se está analizando una vista de la empresa se está focalizando en algunos aspectos particulares, se suprimen los detalles extraños para evitar alterar los resultados reales.

Así, las principales iniciativas de modelado empresarial incluyen en sus propuestas la recomendación de considerar al menos cuatro vistas:

- **Vista de función:** permite la observación de la funcionalidad de la empresa mediante la planificación, control y supervisión de las operaciones.
- **Vista de la información:** permite la observación de la estructura de información usada durante las operaciones de la empresa por proceso de planificación control y tomas de decisión.
- **Vista de recursos:** permite la observación de los recursos de la empresa necesarios para llevar a cabo los procesos de la empresa, incluyendo el uso del modelo para gestionarlos.
- **Vista organización:** permite la observación de la responsabilidad de la toma de decisión en la empresa para los recursos de función, información y recursos, y para la gestión de excepciones y la toma de decisión.

Como señala también el autor, el número de vistas no está restringido. Ddependiendo del caso concreto que se esté modelando, sería posible incorporar otras vistas adicionales como: vista decisional, vista de productos, de mercados o de sistemas, por mencionar algunas.

Tomando como punto de partida el modelo de Prytz (1995), Myklebust (2002) sugiere que los posibles modelos que se pueden crear tienden a focalizarse en la triada **producto-proceso-organización** (ver Figura 4-2).

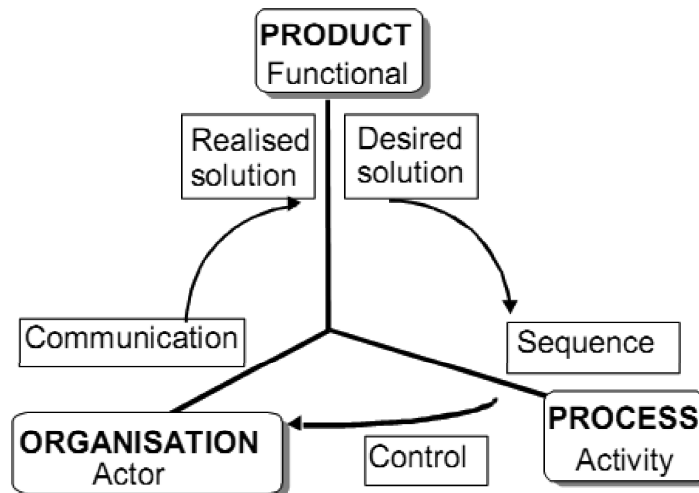


Figura 4-2: El modelo Producto-Proceso-Organización
Fuente: (Prytz et al., 1995)

Aunque sin compartir plenamente el grado de simplificación propuesto, a los fines de esta Tesis este modelo aporta un elemento que debe ser tenido en cuenta y es el de poner de manifiesto, explícitamente, las interacciones que se dan entre esas tres dimensiones. Especial atención requiere la introducción de la vista de Producto, como resultado de los procesos que la organización desarrolla.

4.2.7. Entornos de Ingeniería y Operación en la IE

Por otra parte, la IE define el concepto de **Ciclo de Vida para el Sistema Empresa**, que se apoya en la existencia de dos ámbitos estrechamente relacionados y que engloban al conjunto de procesos de negocio que en ella se llevan a cabo:

- **Entorno de Ingeniería:** en el que se modelan los distintos dominios y procesos de negocio de la organización y que, tras su validación y aceptación, se pasarán al entorno operativo para su ejecución.
- **Entorno Operativo:** en el que se desarrollan *diariamente* las operaciones de una organización y que dan como resultado que los productos sean desarrollados, producidos, promocionados y vendidos, que los pedidos sean atendidos o las facturas sean pagadas, por ejemplo.

4.3. Arquitecturas de Ingeniería e Integración Empresarial

4.3.1. Introducción

Los principios y prácticas para el modelado empresarial han dado lugar a la aparición del concepto de Arquitecturas para la Integración Empresarial.

En general, una arquitectura ha sido definida como:

“La especificación de las partes y los conectores de un sistema los que, utilizando un conjunto de reglas definidas sobre ellos, dan lugar a las interacciones dentro de éste.”
(Shaw & Garlan 1996)

Las principales arquitecturas para la IE, tuvieron su origen en el ámbito del paradigma CIM¹ en el que se intenta optimizar el desempeño de un sistema empresarial mediante la adopción de TIC².

Con ese fin, la arquitectura de un sistema CIM posee los modelos conceptuales y las reglas necesarias para convertir tales modelos en una realidad operativa dentro de una organización (O’Sullivan, 1994) y puede ser definida como:

“Un conjunto de reglas que definen las características de un sistema que afectan directamente al entorno productivo en el cual dicho sistema opera. Esas características incluyen: configuración del sistema, ubicación de los componentes, interfaces del sistema con su entorno y los modos de funcionamiento.”

Según este autor, la mayoría de autores identifica dos tipos de arquitecturas. La primera, conocida como **arquitectura de referencia**, contiene un conjunto detallado de actividades para la gestión de la información y el control automatizado del sistema, junto con sus requerimientos funcionales. Una **arquitectura particular** es la instanciación de una arquitectura de referencia para un escenario concreto.

En el año 1989, el comité CIM de la *Purdue University* también describió un modelo o arquitectura de referencia como un documento o representación conceptual estándar, o al menos con mucho consenso, de un sistema CIM.

En él, un modelo de referencia define los requerimientos comunes a todas las implementaciones que se hagan de éste y, al mismo tiempo, es independiente de las características de cualquier implementación que de él se haga.

¹ CIM: Computer Integrated Manufacturing

² TIC: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

Basado en el trabajo de Kateel (Kateel et al., 1996), en los siguientes apartados se hará una revisión de las arquitecturas más relevantes para un contexto industrial. Posteriormente, en el apartado 4.4, el análisis se centrará en aquellas cuya contribución se orienta específicamente al ámbito de las **RC**.

El trabajo desarrollado posteriormente en el ámbito de las propuestas de arquitecturas empresariales es ciertamente extenso³. De las múltiples propuestas existentes, en los siguientes apartados se presentan algunas de ellas que se han considerado como las más relevantes a los fines de esta Tesis.

En primer lugar, desde la perspectiva del autor de este trabajo, CIMOSA representa quizás el desarrollo conceptual más relevante en el ámbito de la Ingeniería Empresarial. Su influencia ha sido reconocida por múltiples desarrollos posteriores, como el caso de GERAM⁴, VERAM⁵ o ARCON⁶. Adicionalmente, CIMOSA también ha contribuido a distintas propuestas de estandarización en el ámbito de los dos organismos de ese ámbito: *European Committee for Standardization* (CEN) y el *International Organization for Standardization* (ISO)⁷.

Es necesario también indicar que, debido a estar razones y otras que se detallarán posteriormente, CIMOSA constituye un pilar básico del fundamento conceptual de esta Tesis.

La siguiente arquitectura que se describe es el marco GERAM. Como se analiza posteriormente, esta iniciativa fue intento de unificar distintas propuestas que existían hasta el momento. Su valor para esta Tesis radica en que a partir de ella se ha elaborado una propuesta específica para organizaciones virtuales, cuyo fundamento conceptual aplica también al caso de las **RC**.

Posteriormente se describe la propuesta IEM. El interés en esta propuesta se centra en que es una de las primeras en las que se propone una integración de las vistas de modelado utilizando el paradigma de orientación a objetos de la Ingeniería del Software. En secciones y capítulos posteriores, esta característica se pondrá explícitamente de manifiesto.

Existen otras propuestas que no han sido incluidas explícitamente en esta Tesis. Si bien se podría considerar que algunos de sus principios o bloques constructivos podrían tener relación con este trabajo, se ha considerado que para aquellos casos en que efectivamente esa

³ Una reseña puede encontrarse en (Cuenca González et al., 2005)

⁴ Ver apartado 4.3.3

⁵ Ver apartado 4.4.1

⁶ Ver apartado 4.4.2

⁷ Para una relación detallada, consultar (Kosanke, 2006)

circunstancia se presente, dichos elementos pueden estar recogidos en otra iniciativa más amplia o integradora.

En concreto, este es el caso de PERA (Williams, 1994) y el método GRAI/GIM (Doumeingts, 1982), (Doumeingts et al., 1992), que, como se ha mencionado anteriormente, algunos de sus componentes han sido ya tenidos en cuenta en la formulación de GERAM (Globemen, 2002).

Entre otras aportaciones se encuentra el marco Zachman (1987) y ARIS Toolset (Scheer, 1999). En el primer caso el propio autor pone de manifiesto que su marco tiene la finalidad de ordenar y estructurar los componentes necesarios para llevar a cabo un proyecto de Ingeniería Empresarial, pero su propuesta no pretende ser una nueva arquitectura de referencia. En el caso de ARIS, se ha considerado que su aproximación más técnica, cercana a la Ingeniería de los Sistemas de Información que dan soporte a las operaciones, aunque muy interesante, cae fuera el ámbito a desarrollar en este capítulo.

4.3.2. CIMOSA - Open Systems Architecture for CIM

En este apartado se resumen los principales aspectos de CIMOSA que se consideran relevantes para esta Tesis.

En primer lugar, sería conveniente mencionar que CIMOSA es una Arquitectura de Referencia y no pretende ser una Arquitectura Estándar para la Ingeniería Empresarial de un contexto CIM. Esto debe interpretarse como que sus principios, recomendaciones y estructura deben ser utilizados como guías para construir otras arquitecturas particulares de determinados dominios, antes que como una referencia rígida, cuyas directrices restringen la riqueza del modelado de los procesos y las facilidades para dar soporte a su ejecución.

Dado que es posible ampliar y/o extender su alcance para dar cobertura adecuada a nuevos escenarios de Integración Empresarial, en los siguientes apartados se examinan los aspectos principales de la arquitectura para, posteriormente, construir sobre ellos los fundamentos de esta nueva propuesta.

En las siguientes secciones se describirán brevemente los tres pilares fundamentales de CIMOSA: el esqueleto de modelado, el ciclo de vida del sistema y sus ambientes (ambiente de ingeniería y ambiente de operaciones) y la infraestructura de integración (Zelm, et al., 1995).

4.3.2.1. Descripción general del marco de modelado CIMOSA

CIMOSA ha definido tres dimensiones para reflejar todos los conceptos requeridos para la modelización de una empresa.

- Una dimensión que representa el grado de particularización que identifica el conjunto de modelos posibles, esta es la dimensión de generación o bloques constructivos.
- Otra dimensión representa la estructura y comportamiento de un modelo considerando diversos aspectos de una empresa, esta es la dimensión de las visiones o panoramas.
- La otra dimensión representa el ciclo de vida del modelo a partir de un punto de partida, que es la definición de los requisitos del modelo, esta es la dimensión de los modelos de la empresa.
-



Figura 4-3: Cubo de CIMOSA
Fuente: (ESPRIT Consortium AMICE, 1991)

4.3.2.2. La dimensión de Generación

CIMOSA define tres niveles de generación que son: genérico, parcial y particular.

A continuación se analizará cada uno de ellos:

- **Nivel genérico:** este nivel se ha generado una colección de estructuras que se denominan bloques constructivos arquitectónicos básicos. Son la base para construcción de cualquier modelo, la gran ventaja aparece en el hecho de que por catálogos de referencia son utilizables en diversas construcciones arquitectónicas. O sea que son utilizables para cualquier tipo de empresa. Incluye los llamados bloques constructivos genéricos y los bloques constructivos tipos, en funciones, objetivos, restricciones, servicios y protocolos. Las estructuras descritas a este nivel tienen una aplicación total prácticamente en cualquier tipo de entorno.

- **Nivel parcial:** este nivel se trabaja con esqueletos incompletos de modelos para empresas particulares, y son aplicables normalmente a una amplia gama de sectores industriales organizaciones y/o estrategias industriales. Son modelos que se acercan más a la realidad de la empresa concreta, y por lo tanto más utilizables por parte de esta.
- **Nivel particular:** este nivel está completamente relacionado con la empresa particular. El modelo particular representa todo el conocimiento necesario de la empresa de tal forma que es perfectamente utilizable por las especificaciones de un conjunto integrado de componentes de las tecnologías industriales y de las tecnologías de información

En la arquitectura CIMOSA se distinguen dos subarquitecturas:

- La arquitectura de referencia, que contiene nivel genérico y el nivel parcial, y la
- Arquitectura particular, que contiene el nivel particular.

4.3.2.3. La dimensión de las Vistas

Las vistas son esencialmente ventanas por las que se puede observar y manipular aspectos selectivos de una empresa. Cuando se está analizando una vista de la empresa se está focalizando en algunos aspectos particulares, se suprimen los detalles extraños para evitar alterar los resultados reales. El esqueleto de modelización CIMOSA contiene cuatro vistas: función, información, recurso y organización.

- **Vista de función:** permite la observación de la funcionalidad de la empresa mediante la planificación, control y supervisión de las operaciones.
- **Vista de la información:** permite la observación de la estructura de información usada durante las operaciones de la empresa por proceso de planificación control y tomas de decisión.
- **Vista de recursos:** permite la observación de los recursos de la empresa necesarios para llevar a cabo los procesos de la empresa, incluyendo el uso del modelo para gestionarlos.
- **Vista organización:** permite la observación de la responsabilidad de la toma de decisión en la empresa para los recursos de función, información y recursos, y para la gestión de excepciones y la toma de decisión.

4.3.2.4. La dimensión de Derivación

Está íntimamente relacionada con otra de las fases fundamentales del desarrollo del modelo de la empresa. CIMOSA define tres niveles de derivación

- **Definición de los requisitos:** utiliza un lenguaje amigable para identificar los requisitos de negocio de la empresa, refleja los objetivos de esa empresa. Los requisitos del negocio tienen que ver con definir **qué** tiene que hacerse cumplir para alcanzar los objetivos de la empresa sin mirar la tecnología que debe ser empleada. Estos requisitos llevan a la definición de procesos que se pueden descomponer posteriormente usando tipos de bloques constructivos de nivel genérico.
- **Nivel de especificación del diseño:** usa un idioma procesable por el ordenador para identificar y cuantificar, en una implementación de formato independiente (modelo lógico), la tecnología requerida para ejecutar los procesos identificados a partir de la fase anterior. Estructura y optimiza los procesos según las restricciones globales de la empresa y la tecnología seleccionada para revisarlos. El resultado es un modelo de procesables por el ordenador que contiene alternativas de los planes posibles y que pueden ser evaluadas por técnicas de simulación.
- **Nivel de descripción de la implementación:** define en un formato ejecutable por el ordenador los medios de ejecución del proceso (modelo físico) seleccionando los actuales productos existentes en el mercado para proveer los componentes de tecnología de la información y de la tecnología industrial, para ser usados en una realización integrada y efectiva, y pueden ejecutar los procesos como fueron definidos por los requerimientos del usuario en la primera fase.

4.3.2.5. *Ciclo de Vida y los entornos CIMOSA*

CIMOSA, define un conjunto de entornos relacionados en el que se llevan a cabo las tareas de modelado de la empresa y para las operaciones del Sistema Empresa (a partir del modelo de empresa definido) con el fin de alcanzar las metas empresariales (dar soporte al Ciclo de Vida del Producto).

En la propuesta se identifican dos ambientes:

- Ambiente integrado de ingeniería: proporciona soporte para la especificación, diseño, modificación y ejecución del sistema Empresa, utiliza disciplinas de ingeniería.
- Ambiente integrado de operaciones: proporciona soporte para la ejecución y control de los procesos de negocio de un modelo particular.

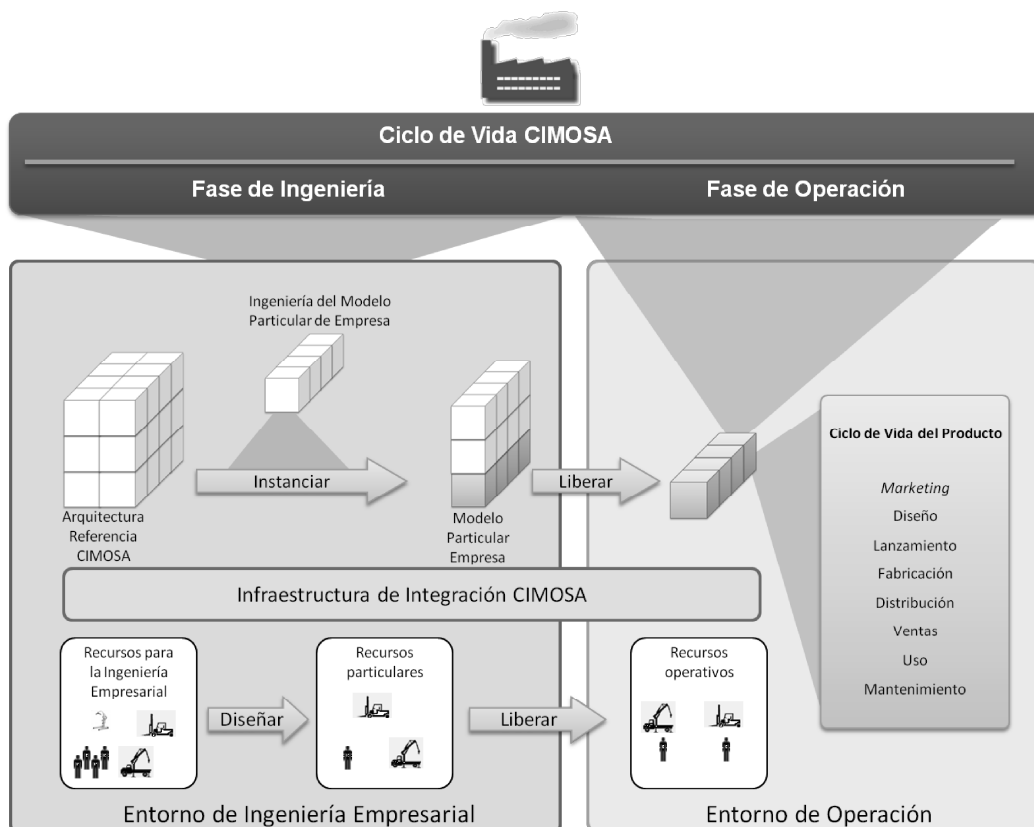


Figura 4-4: Entornos y Ciclo de vida CIMOSA

En la Figura 4-4 se representan de forma esquemática los principales componentes de CIMOSA y su interrelación. Los entornos de Ingeniería y de Operación dan soporte a la construcción y despliegue de modelos particulares de empresa que, utilizando los recursos disponibles, se apoya en la Infraestructura de Integración para ejecutar los procesos que dan soporte al Ciclo de Vida de los productos de la empresa.

4.3.2.6. Infraestructura de Integración de CIMOSA (IIS)

La infraestructura de integración (IIS) es un componente fundamental para materializar lo que se ha definido en los distintos modelos de la empresa que se han generado. Se espera que a este nivel, toda la información recogida en las fases previas de modelado permita crear un escenario operativo alineado con los requerimientos planteados.

La IIS se organiza en torno a Entidades y Servicios. Las entidades son elementos conceptuales que agrupan a un conjunto de servicios que desempeñan determinada función.

De este modo, en el primer nivel de descomposición de la Infraestructura de Integración CIMOSA (IIS) es posible identificar cinco entidades, cada una correspondiente a un conjunto de servicios. Los servicios de cada entidad interactúan entre sí para conseguir la ejecución de los modelos de la empresa. Las entidades son:

- Entidad de Negocio: facilitar la gestión de eventos y el comportamiento. Permite iniciar la reacción de la empresa a través de la selección adecuada de los procesos, interpretar la descripción del comportamiento, seleccionar y asignar los recursos sobre los que se ejecutarán las operaciones y monitorizar
- Entidad de Presentación: facilitar la gestión de los recursos (de fabricación).
- Entidad de Información: proveer gestión de información.
- Entidad de Servicios Comunes: facilitar la gestión de las comunicaciones
- Entidad de Gestión del Sistema: proveer la gestión del sistema.

En un segundo nivel, se encuentran los servicios básicos. Cada una de las Entidades de la IIS aglutina un conjunto de servicios que posteriormente se materializan con una implementación tecnológica. Por lo tanto, existirá un conjunto de servicios por cada entidad más uno provisto por la infraestructura de comunicaciones de.



Figura 4-5: Infraestructura de Integración CIMOSA

Finalmente, en el tercer nivel de descomposición de la IIS, es posible ver la correspondencia entre cada uno de los servicios y las funciones que son llevadas a cabo cada vez que uno de ellos es invocado.

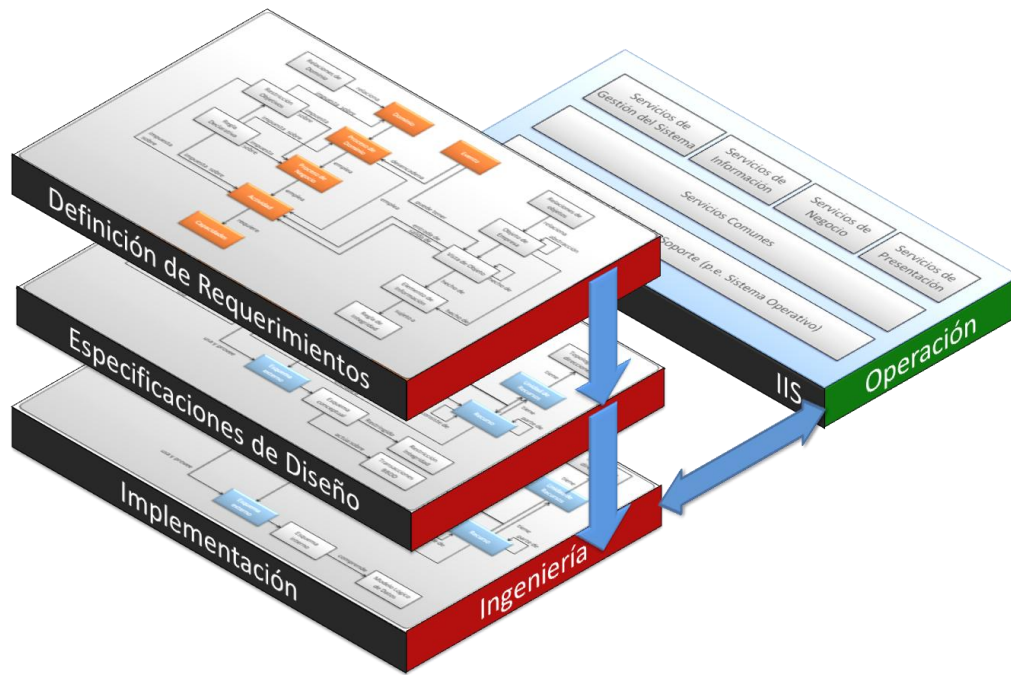


Figura 4-6: Esquema simplificado de CIMOSA

4.3.3. GERAM - Generalized Enterprise Reference Architecture and Methodology

4.3.3.1. Principales elementos de GERAM

En el análisis realizado por Myklebust (2002), respecto a las arquitecturas para la integración empresarial, sostiene que GERAM no es en sí mismo un método único sino que, al tratarse de la integración⁸ de tres iniciativas previas (CIMOSA⁹, GIM¹⁰ y PERA¹¹), se debería interpretar como un *toolkit unificado* para diseñar y gestionar organizaciones a lo largo de todo su ciclo de vida.

GERAM provee una descripción de todos los elementos recomendados en Ingeniería e Integración Empresarial y define un conjunto de criterios a aplicar en lugar de imponer ningún método o herramienta.

⁸ Provee una metodología para la IE (combinada de PERA y GIM), un ciclo de vida para el sistema (de PERA) y constructores para modelar (CIMOSA).

⁹ Descrita en el apartado 4.3.2

¹⁰ Ver Anexo II

¹¹ Ver Anexo II

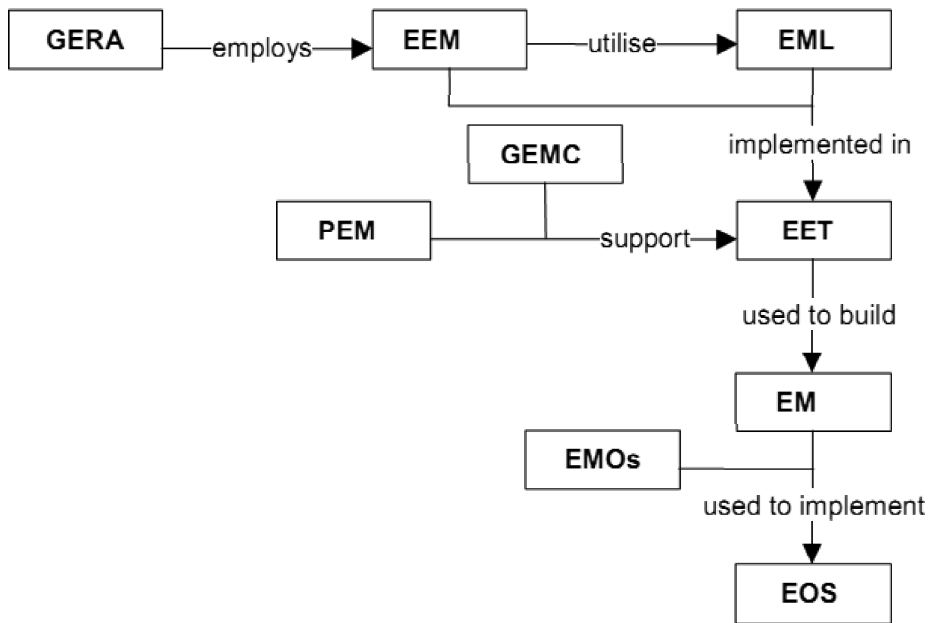


Figura 4-7: Principales componentes de GERAM
Fuente: adaptado de (Mertins et al., 1992)

Los componentes principales de GERAM, según se muestran en la Figura 4-7, se pueden describir como (Bernus, 1999):

GERA (Generic Enterprise Reference Architecture): GERA es el componente más importante de GERAM ya que define los conceptos empresariales que se recomienda utilizar en proyectos de Integración e Ingeniería Empresarial. Dichos conceptos se clasifican en tres categorías: centrados en las personas, en los procesos y en la tecnología.

EEM (Enterprise Engineering Methodologies): describe el proceso de ingeniería e integración empresarial. Estas metodologías se pueden expresar en forma de procesos de negocio u otros procedimientos estructurados conteniendo instrucciones para cada actividad de Ingeniería e Integración Empresarial.

EML (Enterprise Modelling Languages): definen los constructores genéricos para el modelado empresarial adaptado a las necesidades de las personas que crean y usan esos modelos. En particular, estos lenguajes proveerán los constructores para describir roles de personas, procesos operativos y su estructura funcional.

GEMC (Generic Enterprise Modelling Concepts) definen y formalizan el significado de los constructores.

PEM Partial Enterprise Models (reusable, paradigmatic and typical models): capturan las características comunes a múltiples empresas en uno o más sectores industriales. De este modo, estos modelos capitalizan el conocimiento existente mediante la construcción de librerías que pueden ser reutilizadas de forma transparente, tomándolas como punto de

partida sin tener que comenzar un diseño desde cero. En la literatura también se les conoce como modelos de referencia o arquitecturas de referencia.

EET (Enterprise Engineering Tools): dan soporte al proceso de ingeniería e integración empresarial, implementado metodologías y utilizando los lenguajes de modelado adecuados.

EM (Enterprise Models): se representa una empresa particular. Los modelos se crean utilizando los lenguajes de modelado empresarial. EMS incluyen múltiples diseños, modelos para el análisis, modelos ejecutables para dar soporte a la operación de la empresa, etc. Consisten de distintos modelos asociados a vistas de la empresa.

EMO (Enterprise Modules): proveen productos reutilizables que se pueden emplear en el diseño, implementación y operación de la empresa integrada.

EOS (Enterprise Operational Systems): son los sistemas que soportan la operación de una empresa particular. Su implementación es guiada por los diseños empresariales, que aportan su especificación e identifican los módulos que se van a utilizar en la implementación.

4.3.3.2. GERA - Generalized Enterprise Reference Architecture

GERA es la parte más desarrollada de GERAM y representa una forma de relacionar los conceptos generales utilizados en los proyectos de Ingeniería e Integración Empresarial. Los conceptos que aquí se describen pueden ser de tres tipos:

- Ligados a las personas: roles, la forma en que se organizan esos roles, las capacidades y destrezas necesarias. Fundamentalmente se orienta a definir:
 - Las tareas y el rol de las personas en las organizaciones
 - La organización de esos roles
- Ligados a los procesos: se relacionan con las operaciones de una empresa (respecto a la funcionalidad y el comportamiento) y cubren su ciclo de vida.
- Relacionados con la tecnología: tienen que ver con las infraestructuras utilizadas para dar soporte a los procesos.

4.3.3.3. Ciclo de Vida GERA

El ciclo de vida de GERA se aplica a cualquier empresa o unidad organizativa que la compone. Las actividades incluyen desde su concepción hasta su desaparición y éstas se han dividido en siete tipos de actividades (ver Figura 4-8).

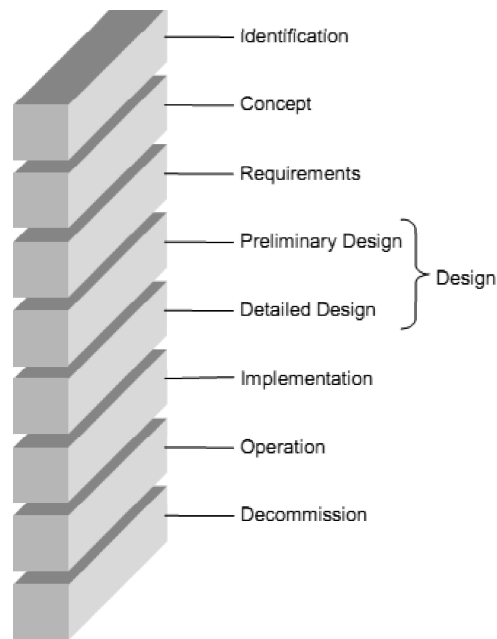


Figura 4-8: Ciclo de Vida de GERAM

De modo general, las actividades consisten en:

- **Identificación:** identifica el ámbito de trabajo, delimitando los límites de la entidad a estudiar y sus relaciones con otros sistemas y el exterior.
- **Conceptualización:** define la misión, visión, valores, estrategias, objetivos conceptos operativos, políticas y/o un plan de negocio.
- **Requerimientos:** describe los requerimientos operativos de la entidad, los procesos más relevantes y la colección de necesidades funcionales, informacionales, de comportamiento y de capacidades.
- **Diseño:** especifica los componentes necesarios para satisfacer los requerimientos anteriores. Se divide el diseño en uno general, suficiente para obtener, por ejemplo, una estimación de costes, del diseño detallado que permite describir el nivel funcional que se espera alcanzar.
- **Implementación:** cubre tres partes principales:
 - Subcontrataciones, compras, reconfiguración, fabricación y control de recursos
 - Contratación y entrenamiento del personal, cambios en la estructura organizativa
 - Validación e Integración de componentes, integración de sistemas, puesta en marcha.
- **Operación:** esta fase se encarga de obtener el producto final para el cliente. También se incluyen las desviaciones de las metas y objetivos o la retroalimentación proveniente desde el exterior que podría impactar en un cambio organizativo.

- **Disolución:** todas aquellas actividades que conlleva la disolución de la entidad considerada, incluso una eventual reconfiguración de alguna o todas sus partes.

4.3.3.4. *Arquitectura general de GERA*

Con el fin de estructurar y mostrar cómo utilizar los componentes del modelado empresarial, GERA describe una arquitectura (como se muestra en la Figura 4-9) que toma como referencia el ciclo de vida de la entidad y combina tres dimensiones:

- Dimensión del Ciclo de Vida
- Dimensión de Generalidad
- Dimensión de las vistas

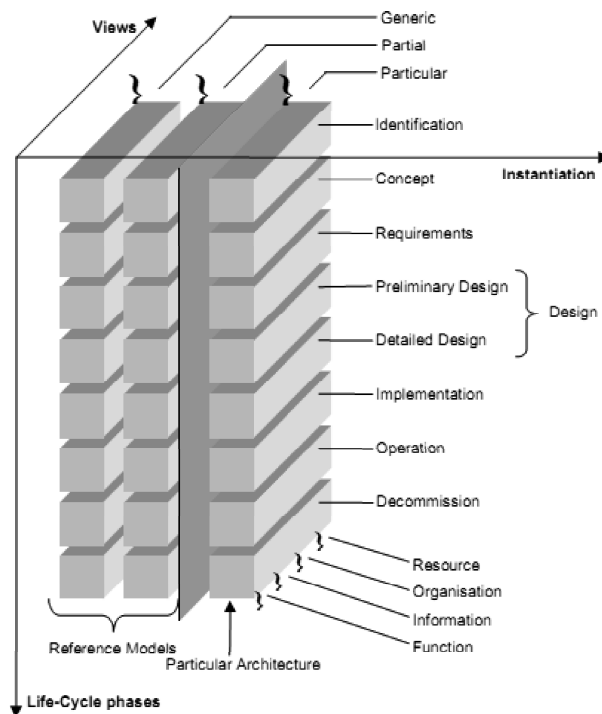


Figura 4-9: Arquitectura de GERAM
Fuente: adaptado de Globeman, 2002

La **dimensión de Generalidad** (también llamada de instanciación) contiene tres niveles, de los cuales los dos primeros son modelos de referencia:

- El primer nivel aporta los Constructores Genéricos, entendidos como los conceptos fundamentales de modelado.
- El segundo nivel contiene una librería de modelos genéricos, describiendo las características más frecuentes de las empresas de un determinado dominio o sector empresarial.
- El tercer nivel es el del modelo particular de la entidad bajo estudio.

Por su parte, la **dimensión de las Vistas** establece un conjunto de modelos con los que se desea contar, permitiendo una subdivisión para que otras arquitecturas potenciales puedan adherir a los principios de GERAM. En GERA se identifican los siguientes subconjuntos de vistas:

- Vistas acerca del Contenido de los Modelos: funcionalidad, información, recursos u organización
- Vistas acerca del Propósito de la entidad: producto, servicio al cliente, gestión y control.
- Vistas de implementación de la entidad: actividades manuales o automatizadas.
- Vistas de manifestación física de la entidad: hardware y software.

4.3.4. IEM - Integrated Enterprise Modeling

IEM es otra arquitectura de referencia para el modelado de empresas y el núcleo de su contribución se centra en las vistas de función y de información.

Según sus autores, el núcleo de IEM se basa en la aplicación de la filosofía de orientación a objetos al modelado de una empresa de fabricación mediante la utilización de distintas vistas de un único modelo (Mertins et al. 1992).

Aunque no se limita a ellas, el núcleo de IEM se compone de dos vistas principales: **la informacional y la funcional**. La vinculación entre ellas se consigue utilizando una aproximación orientada a objetos (ver Figura 4-10) en la que se encapsulan, para un mismo objeto del dominio, tanto las funciones que éste desempeña como la información que éste se encarga de gestionar.

Para modelar una fábrica, se identificarán una serie de clases genéricas que, posteriormente, se relacionarán mediante un diagrama GAM (Generic Activity Model) para describir los procesos como una interacción de dichos objetos.

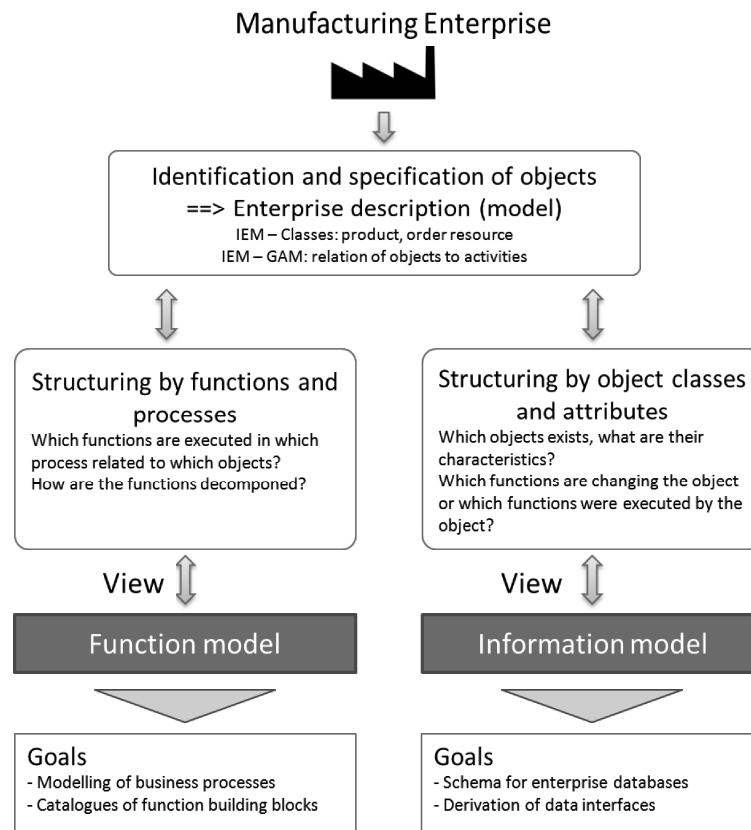


Figura 4-10: Principales vistas de IEM
 Fuente: adaptado de (Mertins et al., 1992)

Como se ha mencionado anteriormente, IEM posee dos vistas principales:

- La vista Funcional: que permite describir los aspectos funcionales de los objetos
- La vista informacional que permite modelar las características de dichos objetos.

Ambas vistas utilizan los mismos objetos, pero con propósitos distintos.

4.3.4.1. Vista Funcional

El modelo funcional representa la realidad operativa de una fábrica por medio de las actividades relacionadas al procesamiento de la información, definiendo la interrelación lógica y temporal de un determinado objeto a un proceso de negocio o, también, relacionando un determinado proceso de negocio a uno o varios objetos específicos.

4.3.4.2. Vista Informacional

En la vista informacional de IEM se recopila y estructura toda aquella información de todos los objetos identificados en los modelos de procesos, dando lugar a un Modelo de Datos Organizativo que podría utilizarse para construir las bases de datos necesarias para esa organización, independientemente de las aplicaciones que ésta utilizara.

4.3.4.3. Derivación de clases en IEM para modelar una fábrica

También según Mertins y Jochem (2005), para modelar los flujos de material e información dentro de una fábrica, los enfoques tradicionales utilizaban tres operandos básicos: el material, la información y los recursos.

Desde esta perspectiva, la finalidad de un sistema productivo sería la fabricación y para ello necesitaría información y disponibilidad de recursos.

Sin embargo, intentando utilizar un criterio más amplio, ya que la información puede ser tanto un producto como un recurso, los autores sugieren utilizar tres operandos distintos, que permitirían modelar sistemas productivos y que responden a cuestiones bien concretas:

- ¿Qué hay que fabricar? La respuesta a este interrogante genera los *productos*.
- ¿Cómo, en qué momento y qué cantidad? *Pedido*
- ¿Qué es necesario para producirlo? *Recursos*

Según ellos, con estos tres operandos se obtendrían los objetos presentes en un escenario de producción de modo que el usuario final podría crear con ellos los modelos necesarios para representar el problema a modelar.

4.4. Arquitecturas y Marcos para la Ingeniería de Redes Colaborativas

En los siguientes apartados se describen dos iniciativas específicas para RC.

4.4.1. VERAM - Virtual Enterprise Architecture and Methodology

El proyecto GLOBEMEN (Globemen 2002) dio como resultado la creación de una arquitectura y una metodología para facilitar el modelado, la formación, la gestión y soporte tecnológico, así como modelos de referencia y herramientas de soporte para empresas virtuales.

Inspirada en GERAM, VERAM se sustenta en 3 niveles o capas conceptuales (ver Figura 4-11):

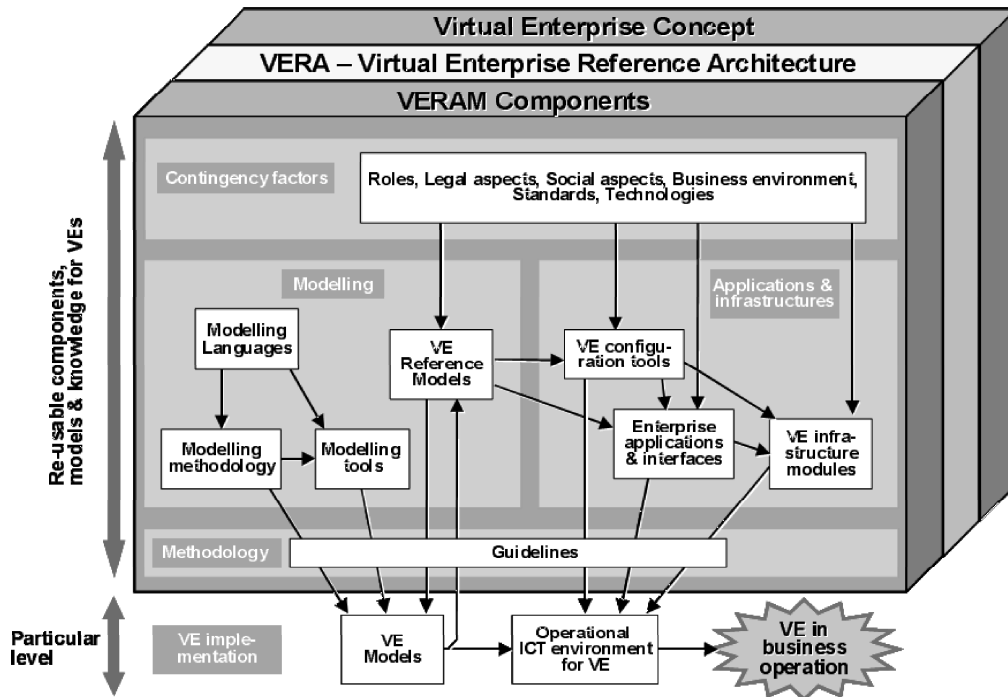


Figura 4-11: Arquitectura de VERAM
Fuente: (Zwegers et al., 2003)

4.4.1.1. Componentes VERAM

La capa superior consiste en el conjunto de componentes que son utilizados para llevar a la práctica el marco de referencia. Se apoya en un conjunto de herramientas, aplicaciones y modelos que pueden ser utilizados durante la formación y operación de EV y redes.

De acuerdo con los autores, el aspecto más importante de VERAM reside en las recomendaciones ya que indican cómo se deben utilizar los modelos, las herramientas y la metodología para ser puestas en práctica.

Los componentes principales de VERAM se estructuran en cuatro grandes bloques, como se muestra en la siguiente tabla:

COMPONENTES PRINCIPALES DE VERAM		
Dimensión	Componente	Finalidad
Modelado	Lenguajes de modelado	Proveen los constructores genéricos para modelar, fundamentalmente, roles de las personas, procesos y necesidades funcionales.
	Metodología de modelado	Dan soporte al proceso de modelado a través de un conjunto de directrices que ayudan al usuario en la construcción de los modelos.
	Herramientas de modelado	Las herramientas sustentan el proceso de ingeniería y la integración empresarial utilizando lenguajes de modelado e implementando las metodologías.

	Modelos de referencia	VERAM provee un conjunto de modelos de referencia para la ingeniería y puesta en marcha de entidades virtuales. Fundamentalmente tienen que ver con la fase de Creación y Operación en el ciclo de vida de las RC. Con este fin, se apoya en la utilización de distintos diagramas, desde IDEF0 a UML.
Factores de contingencia	Factores ambientales	Conjunto de condiciones que regulan la puesta en marcha de una VE, como las condiciones del entorno que escapan al control de la VE.
	Parámetros de diseño	Se definen como un espacio de soluciones en el que un conjunto de diferentes VE pueden ser configuradas ajustando precisamente estos parámetros.
Aplicaciones e infraestructura	Herramientas de configuración	Se utilizan para configurar la VE a partir de un conjunto de modelos de negocio, aplicaciones e infraestructuras probadas.
	Aplicaciones empresariales	Se refiere al conjunto de aplicaciones empresariales que cada empresa participante de la VE posee y la funcionalidad que éstas proveen para integrarse en un entorno de colaboración virtual.
	Módulos específicos de VE	Se refiere a la posibilidad de incluir en las aplicaciones anteriores, un conjunto de componentes con funcionalidad específica de la VE.
Metodología	Guías de trabajo	Representan un conjunto de recomendaciones acerca de cómo aplicar cada uno de los conceptos de VERAM en el diseño de VE.

Tabla 4-1: Principales componentes de VERAM

4.4.1.2. VERA – Virtual Enterprise Reference Architecture

Arquitectura de referencia (capa intermedia) en la que se organizan los conceptos relacionados a EV para ser utilizados en su ingeniería y proyectos de integración. Esta visión se encarga de crear un marco genérico basándose en el ciclo de vida de GERAM (Vesterager et al., 2002).

Brevemente, VERA muestra la relación recursiva (o fractal) entre la Entidad Red, la entidad EV y el producto. Cada una de ellas se representa mediante un ciclo de vida que una entidad puede atravesar desde sus inicios hasta su desaparición. VERA muestra que una red puede dar origen a una EV en su fase operativa y que ésta, a su vez, puede crear productos y servicios en la misma fase.

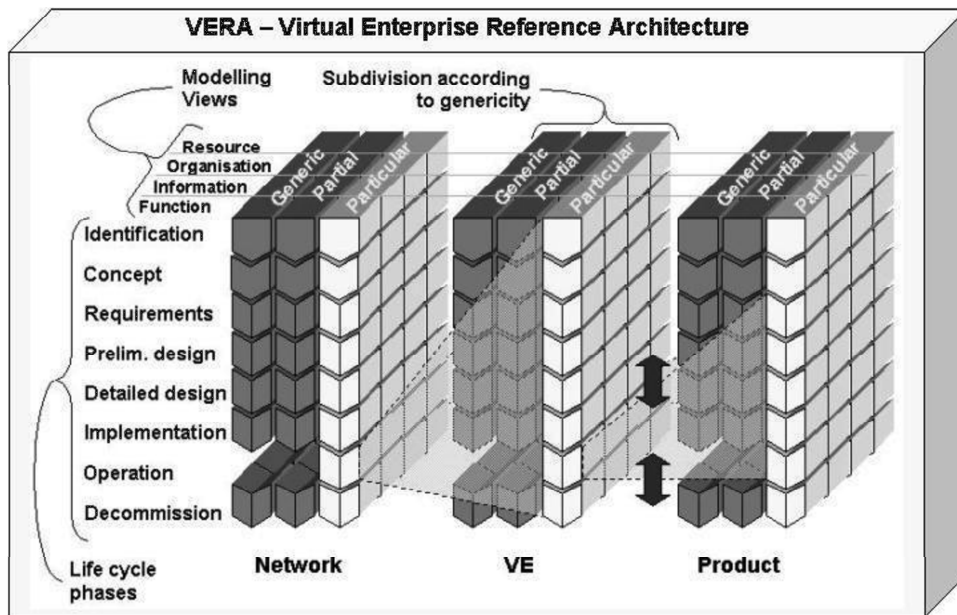


Figura 4-12: Componentes de VERA
Fuente: (Vesterager et al., 2002)

Todas estas fases del ciclo de vida, tanto de la red como de una EV son llevadas a cabo por empresas ‘reales’, que constituyen una materialización del modelo propuesto.

4.4.1.3. Capa VE (Empresas Virtuales)

En esta capa se propone el conjunto de conceptos que sustentan el resto de modelos. Partiendo de un análisis de las empresas virtuales y la aportación de las redes de empresas, se propone una definición de empresa virtual con una marcada visión tecnológica.

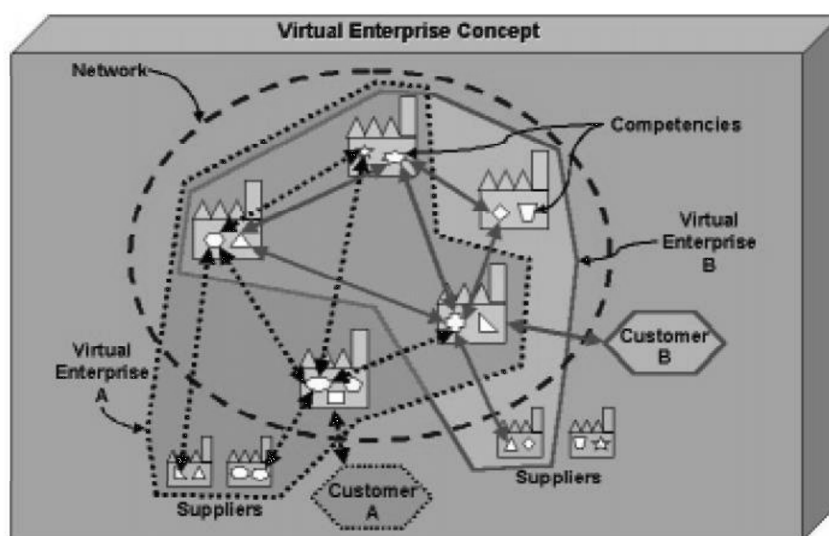


Figura 4-13: RC y Empresas Virtuales en VERA
Fuente: (Zwegers et al., 2003)

4.4.2. ARCON - A Reference Model for COLlaborative Networks

4.4.2.1. Propósito

El modelo de referencia ARCON (A Reference Model for COllaborative Networks) surgió en el marco del proyecto europeo ECOLEAD (European Collaborative networked Organisations LEADership initiative). Este proyecto tenía por finalidad abordar de **forma holística** la problemática de las RC dado que se prevé que en los próximos diez años¹², la mayoría de las empresas – especialmente las PYMEs – formen parte de una red colaborativa.

Con este fin, el consorcio ha desarrollado dentro de uno de sus paquetes de trabajo, una propuesta de marco de referencia para una red de empresas colaborativas (CNO, acrónimo del inglés “Collaborative Networked Organizations”).

La propuesta se apoya en tres perspectivas (ver Figura 4-14):

- La primera identifica y define los distintos ciclos temporales por los que atraviesa una CNO durante su ciclo de vida.
- La segunda se orienta a recoger las características del entorno que rodean esa red. En ésta, se consiguen dos análisis complementarios: a nivel interno y a nivel externo a la CNO.
- Finalmente, la tercera perspectiva refleja los diferentes propósitos del modelado de la red, partiendo de modelos genéricos a modelos específicos y las especificaciones de implementación de cada componente de la CNO.

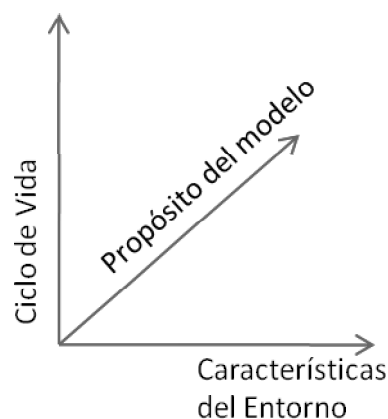


Figura 4-14: Dimensiones de ARCON
Fuente: (Ecolead, 2004)

¹² Ver misión de ECOLEAD en <http://www.ecolead.org>

4.4.2.2. *Perspectiva del Ciclo de vida*

Generalmente, en cualquier organización se considera que la fase operativa es la más larga de su ciclo de vida. Comparativamente, la constitución o disolución insumen un tiempo considerablemente menor respecto a ella. Durante la fase de operación pueden darse sucesivas transformaciones o evoluciones de la CNO original siempre motivada por la necesidad de cubrir mejor las oportunidades de mercado.

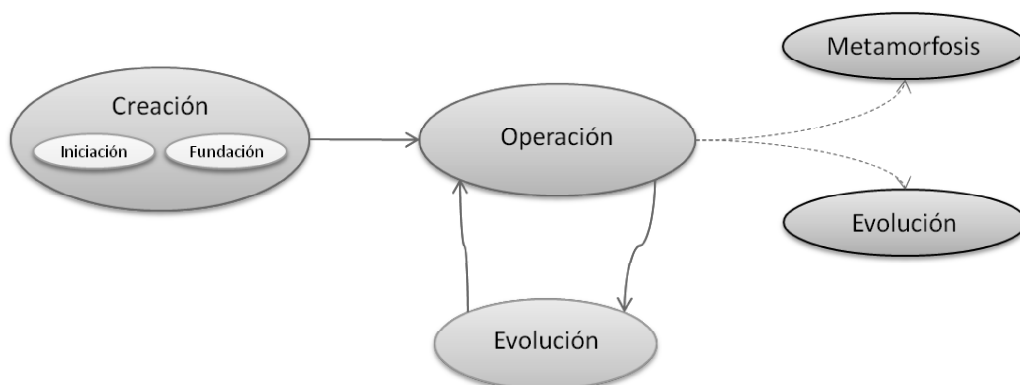


Figura 4-15: Dimensión del Ciclo de Vida en ARCON
Fuente: (Ecolead, 2004)

La inclusión de esta perspectiva en ARCON tiene por finalidad cubrir explícitamente todas las posibles etapas de evolución en la vida de la red de empresas y garantizar un modelado completo para todas ellas.

4.4.2.3. *Perspectiva del Entorno*

En esta perspectiva se considera importante modelar los aspectos endógenos y exógenos que pueden estar presentes durante el ciclo de vida de la CNO.

Se siguen dos enfoques complementarios:

- a. **Perspectiva externa:** permite modelar la relación de la red con el entorno que la rodea y que condiciona su comportamiento y respuesta.
- b. **Perspectiva interna:** en esta dimensión se analizan los aspectos caracterizan a la red bajo estudio.

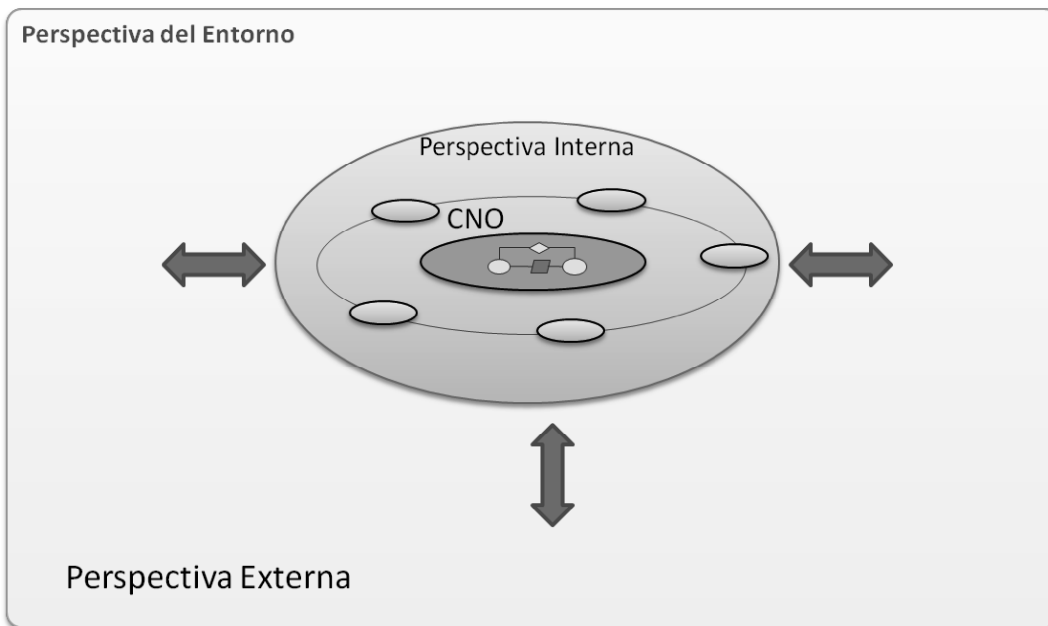


Figura 4-16: Perspectiva del entorno en ARCON

Perspectiva Interna

Bajo esta dimensión se identifican y caracterizan aquellos elementos que permiten adquirir un conocimiento de la red desde las siguientes perspectivas:

1. **Estructural:** esta dimensión permite identificar los componentes de la red y sus interrelaciones tanto los roles desempeñados (promotor, coordinador, participante, etc.) como aquellos aspectos que les caracterizan directamente (identificación, localización, etc.).
2. **Composición:** se orienta a identificar los elementos tangibles o intangibles de la CNO es decir la composición de recursos tales como los recursos humanos, software o hardware, información y conocimiento que muestran qué elementos la componen.
3. **Funcional:** recoge los aspectos funcionales en términos de funciones básicas que están disponibles en la CNO y la relación de procesos y procedimientos (entendidos como actividades ordenadas en el tiempo) para las diferentes fases del ciclo de vida de la CNO.
4. **Comportamiento:** recoge las 'normas de conducta' o reglas que rigen el funcionamiento de la CNO. Recoge todos aquellos principios o reglas que gobiernan o restringen la forma de proceder de los miembros de la CNO. Aquí se incluyen los principios de colaboración y normas de conducta, principios de confianza, contratos, políticas de resolución de conflictos, etc.

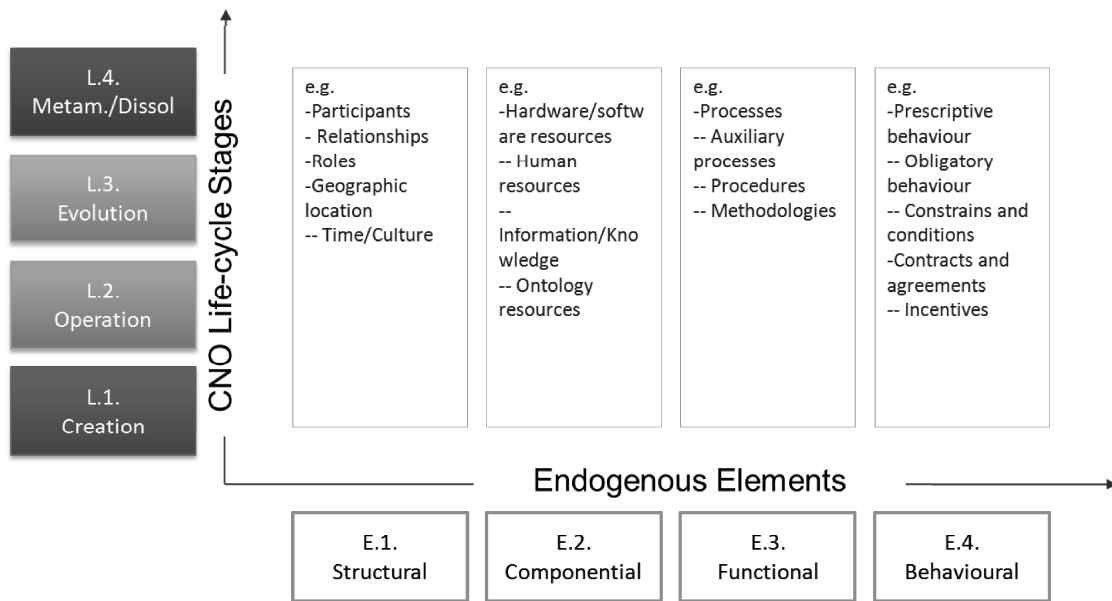


Figura 4-17: Perspectiva interna en ARCON
Fuente: Camarinha-Matos and Afsarmanesh (2006)

Perspectiva Externa

El análisis externo de la CNO permite identificar los elementos que pueden afectar o condicionar todas las etapas del ciclo de vida, desde la creación hasta su metamorfosis/disolución. Para ello, en ARCON se proveen cuatro dimensiones de análisis:

1. **Mercado:** esta dimensión se encarga de identificar y caracterizar las interacciones con clientes y competidores. De los clientes se espera identificar las transacciones comerciales y los contratos, iniciativas de márketing, etc. Por parte de los competidores, se busca conocer su posicionamiento, estrategia, políticas. La misión, visión y valores de la CNO también forman parte de esta dimensión.
2. **Soporte:** en esta dimensión se considerarán todos aquellos servicios que terceras partes (servicios de auditoría, certificación, formación, etc.) pueden prestar a la red y que son necesarios para su funcionamiento.
3. **Social:** identifica las relaciones de la CNO con la sociedad en general. Si bien esta perspectiva es muy amplia, sólo se intenta identificar el impacto que puede tener la red en la sociedad (en crecimiento, empleo, economía, etc.) y también cómo ésta puede restringirle mediante leyes, políticas o nivel de aceptación, así como los elementos que ésta aporta a su desarrollo.
4. **Composición:** en esta dimensión se consideran todos aquellos aspectos que pueden permitir crear un entorno 'atractivo' para que nuevos actores quieran formar parte de la CNO.

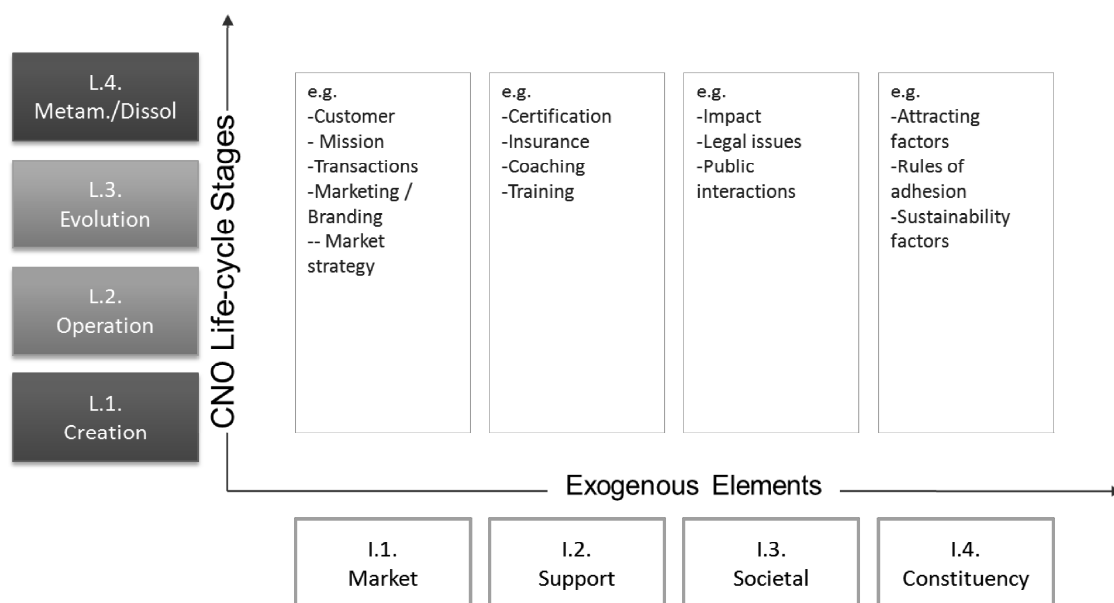


Figura 4-18: Perspectiva Externa en ARCON
Fuente: Camarinha-Matos and Afsarmanesh (2006)

4.4.2.4. Dimensión del propósito del modelo

Además de las perspectivas consideradas anteriormente, ARCON incluye esta dimensión con la finalidad de representar el proceso de modelado a distintos niveles de abstracción:

- Nivel de conceptos generales:** incluye los conceptos comunes a todas las CNOs independientemente de su dominio de aplicación.
- Nivel de modelo específico:** un nivel intermedio que permite identificar una tipología de CNOs, agrupadas por sus características más relevantes.
- Nivel de implementación:** representa la instanciación de los modelos específicos a CNOs concretas.

4.4.2.5. Visión general e integrada de ARCON

La siguiente figura representa una vista integrada del modelo de referencia ARCON.

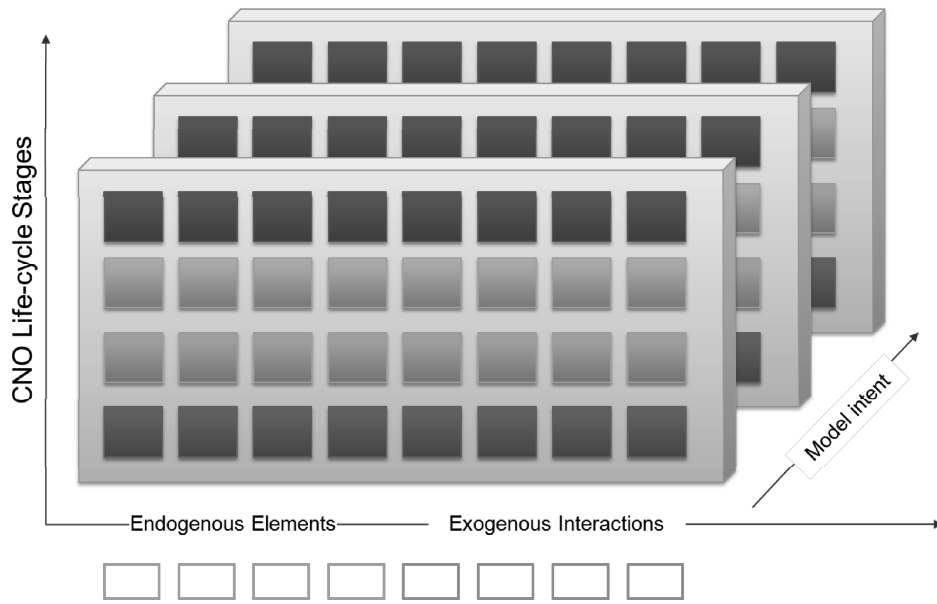


Figura 4-19: Visión Integrada en ARCON
Fuente: Camarinha-Matos and Afsarmanesh (2006)

4.5. Ingeniería y Modelado Empresarial en el ámbito de esta Tesis

4.5.1. Principios de la Ingeniería Empresarial aplicables a esta Tesis

En esencia, se espera que la IE provea la suficiente flexibilidad a las **operaciones** de la organización y, al mismo tiempo, una gestión eficiente de sus recursos. Desde esta perspectiva la IE aboga por:

"...un enfoque que considere a las operaciones como un conjunto de procesos interconectados que intercambian objetos y eventos. Los objetos intercambiados necesitan una representación común que quienes los intercambian deberían acordar... Esta mínima armonización de objetos junto a una adecuada infraestructura de integración permitirán materializar esa visión." (Kosanke et al., 1999)

De este modo, las operaciones de una organización se pueden entender como "el conjunto de procesos de negocio que son necesarios para promocionar, desarrollar, fabricar, distribuir y vender productos, y para administrar y gestionar tales operaciones". (Ortiz Bas, 1998)

En el ámbito de esta Tesis se considera que tanto **la identificación, representación como la posterior ejecución de los procesos de negocio de la RC representan el nexo de unión entre los recursos y los productos/servicios que ésta es capaz de ofrecer al exterior y, por tanto, constituyen uno de los elementos centrales de la futura arquitectura propuesta.**

Por otra parte, la IE define el concepto de **Ciclo de Vida para el Sistema Empresa**, que se apoya en la existencia de dos ámbitos estrechamente relacionados y que engloban al conjunto de procesos de negocio que en ella se llevan a cabo:

- **Entorno Operativo:** en el que se desarrollan *diariamente* las operaciones de una organización y que dan como resultado que los productos sean desarrollados, producidos, promocionados y vendidos, que los pedidos sean atendidos o las facturas sean pagadas, por ejemplo y,
- **Entorno de Ingeniería:** en el que se modelan los distintos dominios y procesos de negocio de la organización y que, tras su validación y aceptación, se pasarán al entorno operativo para su ejecución.

La propuesta de esta Tesis da soporte a los entornos de Ingeniería y Operación aplicados, de forma integrada, a la gestión de **VBE y RC**.

Un tercer elemento que la IE aporta al ámbito de esta Tesis es el de las **Vistas** o perspectivas en la creación de los distintos modelos que describen una determinada entidad bajo estudio.

Una **vista** permite centrarse en determinados aspectos de la entidad bajo estudio, al tiempo que los restantes son ocultados a los ojos del modelador.

Para el Sistema Empresa, algunas de las **vistas** que habitualmente se recogen en los modelos y su finalidad, se enumeran a continuación

- Vista Organizacional
- Vista Funcional
- Vista de Recursos
- Vista Informativa
- Vista Decisional

En el apartado 4.2.4 se introdujeron los principios generales del modelado empresarial. De modo general, mencionar que en esta Tesis estos principios se aplican de la forma en la que se describe en la siguiente tabla (ver Tabla 4-2):

PRINCIPIOS GENERALES DE MODELADO EMPRESARIAL	
Principio	Aplicación
Separación de finalidades	En esta Tesis se preserva el principio de separación de finalidades: estableciendo claramente los distintos modelos aplicables a los ámbitos considerados: VBE o RC ; estableciendo las distintas vistas que en cada uno de esos ámbitos se considera y estableciendo entre ellos una integración que permita dar consistencia entre esos distintos modelos.
Descomposición funcional	La propuesta integrada que aquí se plantea considera distintos grados de descomposición funcional tanto para VBE como para RC.
Modularidad	El núcleo de esta propuesta está compuesto por un conjunto de bloques constructivos que se interrelacionan para crear una visión de modelos integrados.
Generalidad de los modelos	La propuesta mantiene la visión de generalidad de los modelos introducida en propuestas previas.
Reusabilidad	El principio de reusabilidad se materializa en la disponibilidad de distintos repositorios alimentados por modelos parciales utilizados posteriormente en la creación de distintas RC .
Separación entre el comportamiento y la funcionalidad organizativa	Este principio se ha extendido al ámbito interorganizativo, combinando las funcionalidades organizativas en la composición de procesos extendidos.
Separación entre procesos y recursos	La propuesta considera la existencia de un conjunto de entidades independientes que lleva a cabo un conjunto de procesos de negocio definidos de forma independiente de los actores que finalmente los llevan a cabo.

Tabla 4-2: Principios generales de modelado empresarial aplicables en esta Tesis

4.5.2. Análisis de la contribución global de las distintas Arquitecturas de Referencia

A la hora de seleccionar un marco conceptual de referencia para diseñar un escenario de interoperabilidad como el descrito en este trabajo, las distintas arquitecturas analizadas aportan diferentes aspectos de interés y algunas limitaciones:

- CIMOSA: su sólida base conceptual ha servido como inspiración de desarrollos posteriores en el mismo campo. Tanto las vistas propuestas como el proceso de derivación de modelos en cierta forma son aspectos recogidos en las otras arquitecturas analizadas. Por otra parte, el hecho de haber sido diseñada para un entorno CIM (Computer Integrated Manufacturing) le restringe algo de prestaciones al intentar modelar otros contextos más tradicionales y orientados a las redes colaborativas.
- GERAM: como se ha indicado anteriormente, GERAM representa el esfuerzo por integrar elementos provenientes de otras tres iniciativas. Quizás el resultado más evidente es respecto a la inclusión de un ciclo de vida más amplio que el originalmente contenido en CIMOSA y obtenido de la propuesta original de PERA. Las otras dos dimensiones planteadas, Vistas y Generalidad, coinciden con la propuesta original de CIMOSA.
- IEM: El interés en esta propuesta se centra en que es una de las primeras en las que se propone una integración de las vistas de modelado utilizando el paradigma de orientación a objetos de la Ingeniería del Software.
- VERA: esta arquitectura representó uno de los primeros esfuerzos por abordar la complejidad de las organizaciones virtuales y su naturaleza dinámica. En cierta forma, al distinguir entre los conceptos de redes empresariales y empresas virtuales¹³, se aportó la noción de trascender al contexto organizativo en las fases de modelado e incorporar elementos arquitectónicos ligados a la interrelación entre organizaciones.
- ARCON: un paso más en ese camino, ARCON surge en el seno de un proyecto de investigación cuyo eje central son las Redes Colaborativas. Como tal, la mención explícita a los constructores básicos de las redes de empresas está presente en cada dimensión. Su aproximación podría considerarse como el punto de partida de una nueva forma de entender y modelar la complejidad de este tipo de entornos. Entre las aportaciones más interesantes de ARCON se podrían mencionar dos: a) la presentación de un Ciclo de Vida simplificado, desde el punto de vista del modelado y b) la

¹³ Como una forma organizativa que surge a partir de las precondiciones establecidas por ese entorno

identificación de la necesidad de modelar los mecanismos mediante los cuales las RC interactúan con su entorno (perspectiva externa de ARCON).

Si bien en general se considera que todos estos elementos constituyen un marco adecuado desde el cual iniciar el desarrollo de esta propuesta, también se aprecia en ellos **distintos grados de madurez**. En el caso concreto de ARCON, es una iniciativa muy reciente y que se podría considerar aún en evolución.

Sin embargo, en todas ellas se evidencia la ausencia de un componente fundamental que debería hacerse explícito con peso específico propio e imprescindible al abordar entornos heterogéneos y distribuidos: la **interoperabilidad**.

4.5.3. Comparación de las distintas Arquitecturas de Referencia específicas para RC

Hasta aquí, se han presentado distintas propuestas arquitectónicas que son utilizadas para dar soporte a un proyecto de IE.

Como se comentó anteriormente, el objetivo era el de introducir distintos aspectos ligadas a ellas para, posteriormente, proponer un conjunto preliminar de bloques constructivos fundamentales para esta Tesis.

Con ese fin, el primer paso será el de comparar tres iniciativas. Por un lado, **CIMOSA**, cuya relevancia conceptual para esta Tesis ya ha sido puesta de manifiesto y las dos específicas para entornos distribuidos: **VERAM** y **ARCON**.

En primer lugar, se realizará una comparación de los principales elementos arquitectónicos que cada una de ellas aporta. Si bien rápidamente se notará que la similitud entre ellas es elevada, existen algunos matices, que serán destacados oportunamente, que permitirán obtener una visión integrada y consistente en el resultado final.

4.5.3.1. Dimensión de generalización de los modelos

Al considerar que VERA proviene del ámbito propuesto inicialmente con CIMOSA, la similitud entre ambas es notable, sólo que en el caso de VERA - en la dimensión de Derivación - se ha considerado detalladamente el ciclo de vida de la EV (aspecto heredado de GERAM). Por lo demás, las vistas y la dimensión de derivación se corresponden con las de CIMOSA.

DIMENSIÓN DE DERIVACIÓN		
ARCON	CIMOSA	VERA
General	General	General
Parcial	Parcial	Parcial
Particular	Particular	Particular

Tabla 4-3: Comparativa de Arquitecturas - Dimensión de Derivación

4.5.3.2. Dimensión de las Vistas

En general, las arquitecturas analizadas coinciden en las vistas consideradas. VERA y CIMOSA comparten las vistas de información, recursos, funcional y organizacional. Sin embargo, debido a su visión más centrada en las redes colaborativas de empresas, ARCON introduce dos ámbitos de análisis que deben ser tenidos en cuenta:

- a) **Visión interna de la red:** con las vistas de Estructura, Recursos, Comportamiento y Funcional
- b) **Visión del contexto de la red:** con las vistas de Mercado, Soporte, Sociedad y Constituyentes.

Aunque con otra denominación, la Visión Interna de ARCON define a esas cuatro vistas de forma similar a las contempladas tanto en VERAM como en CIMOSA y por lo tanto, es posible establecer cierta relación directa entre ellas:

DIMENSIÓN DE VISTAS			
Vistas	ARCON-Interna	CIMOSA	VERA
<i>Información/Activos</i>	X	X	X
<i>Recursos</i>	X	X	X
<i>Funcional</i>	X	X	X
<i>Organización</i>	X	X	X

Tabla 4-4: Comparativa de Arquitecturas - Dimensión de Vistas

Por su parte, ARCON se aproxima al enfoque de las otras dos en el sentido de las vistas y el ciclo de vida (aunque resumido a cuatro fases) pero establece un valor añadido al aportar una dimensión que permite distinguir explícitamente los aspectos que caracterizan a una **RC**: la dimensión interna de la red y la externa del entorno.

La **perspectiva externa** de ARCON propone abordar el modelado de **RC** mediante cuatro perspectivas interrelacionadas que no están explícitamente mencionadas en otras propuestas: **Mercado, Soporte, Social y Composición**.

4.5.3.3. Visión integrada del Ciclo de Vida y los Entornos de IE

Para comenzar con el desarrollo de esta propuesta, a continuación se introduce un primer elemento con el que se pretende contextualizarla adecuadamente.

Como se ha descrito en el apartado 0, las arquitecturas presentan elementos comunes e interrelacionados. En el caso concreto de los Ciclos de Vida, VERAM se basa en un ciclo de vida detallado, herencia de PERA, mientras que CIMOSA y ARCON presentan in CdV más simple en el nivel más alto de detalle.

DIMENSIÓN DEL CICLO DE VIDA		
ARCON	CIMOSA	VERA
Creación	Requerimientos Diseño	Identificación Conceptualización Requerimientos Diseño preliminar Diseño detallado Implementación
Operación	Implementación	Operación
Evolución		
Disolución	Disolución	

Tabla 4-5: Comparativa de Arquitecturas - Dimensión de Ciclo de Vida

4.5.3.4. Resumen

A modo de resumen, se podría decir que las arquitecturas de referencia que se han comparado en esta sección presentan unos aspectos muy adecuados para el diseño de **RC**. Si bien existen diversos criterios a través de los cuales se podría efectuar este análisis, a los fines de este trabajo interesa ver hasta qué punto las arquitecturas propuestas se adecuan a las necesidades de un entorno distribuido en red y completamente interoperable.

Teniendo en cuenta ese objetivo, se pretende ver cómo las arquitecturas se adaptan a los principios de:

- Enfoque global: contempla el grado de adecuación a los requerimientos para modelar redes de empresas.
- Vistas: posibilidad de modelar el problema al menos desde las perspectivas de información, funcionalidad y recursos.
- Ciclo de vida: grado de detalle que se alcanza en la descomposición del ciclo de vida y si el mismo contempla la posibilidad de realimentación cíclica entre las fases de ingeniería y ejecución.
- Madurez de la propuesta: tiempo transcurrido desde su aparición y nivel de aceptación en la comunidad científica.
- Interoperabilidad: mención explícita a los conceptos relacionados a la interoperabilidad tanto en la fase de ingeniería como de ejecución.

En la siguiente tabla (Tabla 4-6) se pueden apreciar estas características comparadas en cada arquitectura de referencia analizada.

ARQUITECTURAS PARA RC DINÁMICAS			
<i>Característica</i>	ARCON	CIMOSA	VERA
Enfoque global	Red	Interno (CIM)	Red
Vistas	Completa+	Completa	Completa
Ciclo de vida	Ciclo	Lineal	Lineal/Recursivo
Madurez	Incipiente	Sólida	Madura
Interoperabilidad	Implícito	No explícito	Implícito

Tabla 4-6: Comparación general de arquitecturas para RC Dinámicas

4.5.4. Necesidad de una revisión para CIMOSA

Desde su formulación en el año 1985, el contexto económico ha cambiado de forma significativa y lo que inicialmente se planteó como una respuesta a una necesidad de sistematizar el proceso de Ingeniería Empresarial requiere revisiones en algunos aspectos.

De hecho, uno de los principales impulsores de CIMOSA, el Prof. F. Vernadat, ya sugirió que era necesaria una revisión de la arquitectura para adaptarla a los nuevos requerimientos de las **RC** (Vernadat, 2002).

En su artículo, Vernadat sugiere que sería necesario revisar al menos tres elementos principales:

- Incluir una **Vista de Interacción**: cuya finalidad sería la de modelar los aspectos interorganizativos, fundamentalmente en una RC. Los constructores principales que se proponen para esta vista son: la entidad de negocio, las interfaces de negocio y el canal de comunicación.
- Respecto a la IIS, recomienda utilizar una aproximación basada en servicios web, intercambiando mensajes en ficheros XML.
- Finalmente, considera que el Ciclo de Vida de CIMOSA es lineal, cuando en realidad debería ser cíclico.

En esa línea, a continuación se analizan determinados aspectos que deberían ser revisados al intentar trasladar los conceptos arquitectónicos de CIMOSA a ese nuevo ámbito, tanto desde el punto de vista del modelado de procesos como del soporte a la ejecución de procesos distribuido,.

Fase de Ingeniería

Se ha comentado anteriormente que desde el punto de vista del modelado, la aportación de CIMOSA es de gran relevancia y sus bases conceptuales la posicionan como una referencia casi indiscutible en el ámbito de la Ingeniería Empresarial.

Sin embargo, la primera observación que se le podría hacer tiene su origen en las bases mismas de la propuesta: la búsqueda de la Integración de los Sistemas de Información de la Empresa para mejorar su eficiencia operativa.

Si bien este aspecto no es nada criticable (sino más bien lo contrario) a juicio de este autor, la propuesta está influenciada por el contexto empresarial de la época en que fue ideada. El entorno industrial de la década de los 80 poco tiene que ver con el nuevo escenario que se está configurando a partir del uso intensivo de las nuevas TICs en las organizaciones y la aparición posterior de la red Internet.

En CIMOSA el centro de atención, y por lo tanto el ámbito de actuación, es la propia empresa y los esfuerzos se centran, fundamentalmente, en mejorar su eficiencia operativa desde una perspectiva interna. Esta visión, completamente acertada hace algunos años, debería evolucionar para adaptarse al ámbito actual en que opera la empresa: clientes más exigentes

(en calidad, precio y tiempos); ciclos de vida más cortos; menores márgenes de beneficios o globalización de la competencia, son algunos ejemplos. Pero sin dudas, todo este nuevo entorno ha afectado al elemento operativo por excelencia: los procesos de negocio de la empresa.

Tradicionalmente concebidos desde una perspectiva interna y completamente centralizada, **la visión actual de la gestión por procesos es completamente diferente.**

La adopción de denominaciones como: procesos extendidos, colaborativos, distribuidos o globales pone en evidencia un cambio de orientación en la búsqueda de una mayor apertura hacia el exterior de la empresa, difuminando los límites organizativos con los de otros actores de su sistema de valor a base de interconectar sus procesos o actividades internas.

Evidentemente, esto supone un nuevo reto para los directivos, quienes deben predisponer a sus empresas para operar en un mundo en el que los procesos interactúan con los de otras empresas y, debido a la heterogeneidad de los sistemas sobre los que se apoyan, no es practicable integrarlos en un único nuevo proceso. Es más, puede que incluso el mismo proceso ofrecido al exterior, deba interactuar con distintos procesos, de distintas empresas y con entornos operativos muy diferentes entre sí.

Entonces, es en este contexto, en donde la interoperabilidad adquiere gran relevancia. La búsqueda de la eficiencia interna, con la visión de empresa integrada en sus espaldas, da paso a la búsqueda de una eficiencia global en la que la gestión eficiente de los procesos de negocio extendidos (y la empresa en general) facilitan la interoperabilidad con otras empresas y actores del sistema de valor.

Aquí surge **otra de las posibles observaciones que podrían hacerse a CIMOSA es que precisamente los aspectos de interoperabilidad, si bien a nivel tecnológico se abordan parcialmente (en la IIS), a nivel de negocio, no se tratan explícitamente a nivel de red.**

Fase de Operación

Respecto al soporte a la ejecución de procesos se puede decir que la arquitectura de la IIS propuesta por CIMOSA es funcionalmente completa y detallada. Cubre los principales aspectos relacionados con el soporte de la ejecución de procesos de negocio en un contexto empresarial (interno).

Si bien la IIS se organiza en torno a Entidades y Servicios, el sentido utilizado es completamente distinto al que se describe en este trabajo. Quizás el único punto en común

está dado por la existencia en ambos casos de entidades que tienen servicios asociados y que las operaciones funcionales son ejecutadas por determinadas entidades funcionales.

Sin embargo, el sentido que se da en CIMOSA no facilita una conexión entre la fase de modelado de esas entidades y el soporte a la ejecución que posteriormente se requerirá de ellas.

Considerando por ejemplo el caso de los Servicios de Negocio presenta algunas particularidades que, llevadas a un contexto de procesos de negocio extendidos – también conocidos como distribuidos o colaborativos – en los que intervienen múltiples entidades independientes, pueden impedir la concreción de los objetivos planteados:

1. En primer lugar, en un contexto distribuido, los distintos participantes del proceso pueden tener diferentes implementaciones de la IIS.
2. Estas implementaciones pueden diferir no sólo en aspectos tecnológicos sino también, y fundamentalmente, en aspectos arquitectónicos que podrían ocasionar problemas al intentar, por ejemplo, coordinar un proceso de negocio que implica a un agente coordinador de una empresa pero cuya figura no tiene una correspondencia directa en la otra parte.
3. Por otra parte las funciones que soportan los servicios requieren parámetros o argumentos de entrada (Object Views que también generan como salida) que deben ser enviados a otro nodo de la red y que no son directamente interpretables por estos.
4. En un contexto de redes de empresas, los recursos deben tener asociados servicios de negocio que sean fácilmente reutilizables por cada nodo de la red.
5. Con la arquitectura planteada no es fácil determinar cuáles son los servicios asociados a un determinado recurso y mucho menos conocer cuál es la variabilidad que presenta ese conjunto según la tipología de estos. Es decir, no es fácil distinguir, por ejemplo, entre los servicios de un recurso de tipo transporte de los correspondientes a una máquina.
6. Desde un punto de vista de la interoperabilidad, si un determinado recurso presenta características similares a otro, sería conveniente que los servicios provistos por ambos fuesen homogéneos.
7. La homogeneización de servicios entre recursos similares se refiere a la especificación de su interfaz (o servicio abstracto) y no a su implementación concreta, que puede ser particular para cada uno de ellos. Por ejemplo, ante un recurso de tipo equipo de transporte, un servicio que calcule la capacidad disponible podrá tener la misma interfaz para ambos aunque la implementación podrá variar si se trata de un camión con remolque o uno cisterna.

4.5.5. Enfoques complementarios a utilizar

Adicionalmente, el desarrollo de esta propuesta de Tesis ha necesitado de otros componentes que también aportarán distintos elementos conceptuales o arquitectónicos a la propuesta de solución aquí detallada.

4.5.5.1. MDA – Model-Driven Architecture

La ingeniería de Sistemas dirigida por Modelos (MDD¹⁴) representa una aproximación centrada en los aspectos de negocio, que tiene como fin última el desarrollo de software como soporte a sus operaciones.

Mediante el diseño de arquitecturas dirigidas por modelos (MDA¹⁵) se intenta construir un modelo tecnológico interoperable a partir de modelos empresariales que también lo son. Tales modelos se utilizan para la comprensión, diseño, construcción, despliegue, operación, mantenimiento y modificación de plataformas de software.

En el año 2002, la organización con más reconocimiento internacional en cuanto a iniciativas de estandarización en el ámbito de la Ingeniería del Software y Sistemas, conocida por sus siglas en inglés, Object Management Group (OMG, 2010), publicó la primera versión de la especificación técnica de su propuesta Model-Driven-Architecture (MDA) (OMG Board, 2002), como una propuesta para facilitar la interoperabilidad e integración de sistemas de información.

MDA pretende abordar la construcción de sistemas desde una perspectiva interoperable, mediante la generación de modelos a distintos niveles de abstracción (ver Figura 4-20) de modo que sea posible separar el diseño de un sistema respecto a la plataforma sobre la que éste se construye y finalmente se ejecuta.

MDA se estructura en tres niveles de abstracción (decreciente) para los modelos generados:

- Computer Independent Model (CIM): los modelos generados a este nivel se centran en los aspectos de negocio (no tecnológicos) del sistema a diseñar y los requerimientos que, a ese nivel, pudieran aparecer. Representan modelos en los que el aspecto computacional, o solución tecnológica, no es tomada en cuenta.
- Platform Independent Model (PIM): los modelos generados a este nivel recogen las características tecnológicas del sistema a diseñar aunque éstas son lo suficientemente genéricas como para no depender de una plataforma tecnológica concreta. En estos

¹⁴ Model-Driven Development

¹⁵ Model-Driven Architecture

modelos se recoge el comportamiento del sistema, independientemente de la plataforma o lenguaje en el que finalmente se implemente. En consecuencia, el modelo PIM de un sistema podrá implementarse sobre distintas arquitecturas tecnológicas, con independencia del lenguaje de programación o sistema gestor de datos.

- Platform Specific Model (PSM): estos modelos recogen información específica del sistema respecto a una plataforma concreta a utilizar.

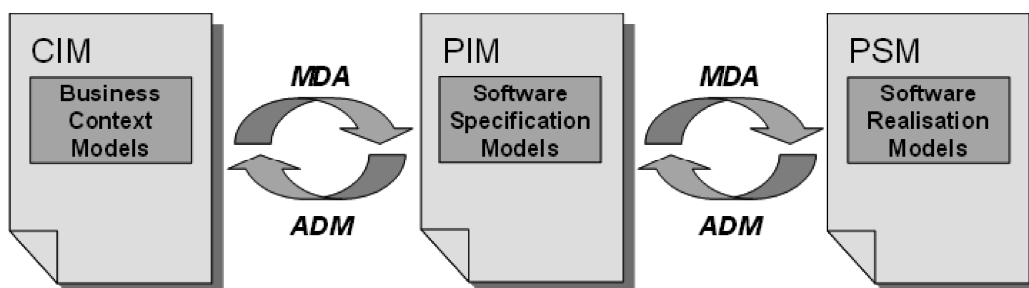


Figura 4-20: Tipos de modelos proporcionados por MDA

El objetivo final es obtener una representación ejecutable de los modelos, en un entorno tecnológico destinado a tal fin, tomando como punto de partida los modelos de negocio definidos inicialmente.

El aspecto crítico que surge aquí es el esfuerzo necesario que hay que aplicar en la transformación sucesiva de cada uno de los modelos para pasar de una especificación de alto nivel a una representación tecnológicamente ejecutable, manteniendo la consistencia entre los distintos niveles.

En este sentido, McNeile (2003) concluye que existen dos corrientes o interpretaciones acerca de cómo se realiza el proceso de transformación de modelos en MDA. La primera de ellas, que denomina **transformadores**, considera que el paso de CIM -> PIM -> PSM se debe realizar automáticamente a partir de la utilización de generadores de código, intérpretes de modelos o tecnologías similares.

La segunda corriente, los **elaboradores**, considera que cada transformación no es completamente automatizada sino que cada una de ellas requiere cierta intervención o elaboración manual hasta conseguir el resultado final¹⁶.

¹⁶ En el texto se cita como ejemplo de cada uno de ellos a los libros “Executable UML. A foundation for Model Driven Architecture” (Mellor y Balcer) y “MDA Explained. The Model-Driven Architecture: Practice and Promise” (Kleppe, Warmer, Bast), respectivamente.

4.5.5.2. MDI – Model-driven Interoperability

Si bien los principios fundamentales planteados desde la propuesta MDA se presentan como sólidos a la hora de intentar automatizar la construcción de sistemas de software interoperables, la interoperabilidad a nivel de negocio representa un desafío aún mayor.

Los trabajos realizados en el ámbito de la Red de Excelencia INTEROP (2010) – cuyo tema principal de investigación se centra en la interoperabilidad tanto a nivel empresarial como tecnológica – ponen de manifiesto la necesidad de reforzar determinados aspectos de este enfoque ya que, según concluye el Task Group 2 (TG2), los aspectos que deben considerarse a nivel CIM habitualmente son relegados a segundo plano ante la necesidad de automatizar la generación del código fuente de las aplicaciones.

Tomando estos principios como punto de partida, el TG2 propone un marco completo para abordar la denominada Interoperabilidad Dirigida por Modelos (MDI)¹⁷, en el que se enfatiza la **interoperabilidad de negocio**, a partir de la creación de dos niveles distintos de especificación CIM (INTEROP TG2, 2007):

- **CIM de alto nivel:** en el que se consideran los aspectos ligados a los modelos de estructuras organizativas, procesos, productos, estrategias, etc.)
- **CIM de bajo nivel:** en el que se establecen los requerimientos iniciales del sistema a implementar y que se utilizarán como punto de entrada para la construcción de la infraestructura tecnológica.

Analizando ambas propuestas es posible identificar un grado de complementariedad entre ellas con el fin de alcanzar el nivel de interoperabilidad deseado para la propuesta de esta Tesis.

De forma simple, se podría considerar que el enfoque MDI, fundamentalmente a nivel de CIM de alto nivel es un **enfoque horizontal**, que intenta resolver los problemas de interoperabilidad **entre organizaciones** mientras que con MDA se pretende automatizar el proceso de dar soporte a los requerimientos de negocio con aplicaciones existentes o nuevos desarrollos, mediante un enfoque de **integración vertical, intraorganizativo** (Figura 4-21).

¹⁷ Model-Driven Interoperability.

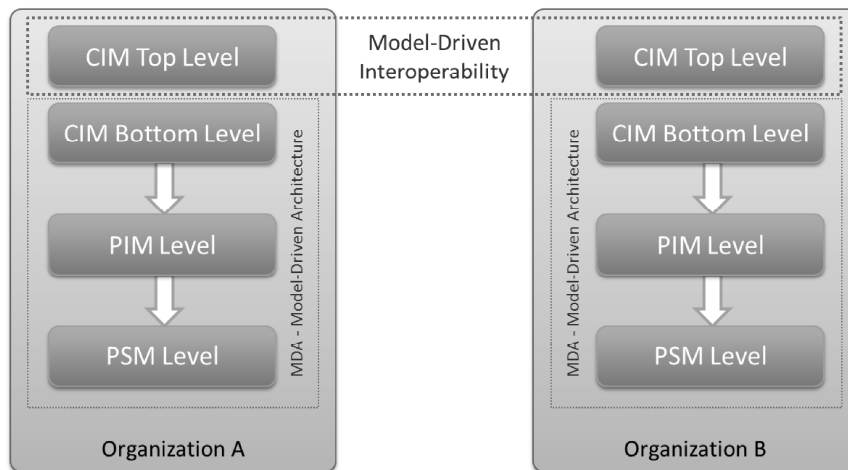


Figura 4-21: Complementariedad de los enfoques MDA y MDI

La figura anterior representa, de modo general, el núcleo central de la propuesta MDI respecto a que su orientación principal es contribuir a resolver los problemas de interoperabilidad en el ámbito interorganizativo, al tiempo que se reconoce la utilidad de MDA para alcanzar los niveles deseados de interoperabilidad, considerando que ésta se debe conseguir a todos los niveles que ha sido definida en la red INTEROP: **negocio, procesos, servicios y datos**.

Tomando el marco definido en el apartado anterior como punto de partida, el desarrollo de la propuesta de esta Tesis se orienta a proveer una arquitectura, unas herramientas y una metodología que faciliten la interoperabilidad, a nivel MDI, de Redes Colaborativas que se conforman en el ámbito de Ecosistemas Digitales.

Coincidiendo además con la visión del proyecto Digital Business Ecosystem (DBE Consortium, 2005), en el ámbito de esta Tesis se considera que:

- Al momento de decidir la creación de una nueva RC, es una condición deseable el poder disponer de un **repositorio común en el que poder apoyar la ingeniería de los modelos y especificaciones**.
- Los miembros gestores de esa nueva red – pudiendo ser una única entidad, un número finito de ella, todos sus miembros o incluso personas físicas (*brokers*) – serán los encargados de llevar a cabo ese proceso de ingeniería, alimentando el repositorio con aquellos elementos que permitan alcanzar los niveles deseados de interoperabilidad y faciliten su posterior puesta en marcha.

- El repositorio común podría estar desplegado en una infraestructura tecnológica propiedad de uno de los miembros, ser adquirida *ad-hoc* por la red o simplemente contratar los servicios de un tercero con ese fin (un servidor BEE)¹⁸.
- La existencia de una plataforma tecnológica se considera un facilitador decisivo

Atendiendo a lo expuesto hasta aquí, la provisión de un entorno centralizado que permita la ingeniería y facilite la puesta en marcha de RC tendrá como elemento central la creación de modelos de referencia para la ingeniería integrada de VBE, VOs y ES, como se detalla en el siguiente apartado.

4.5.5.3. Service-Oriented Enterprise Architecture

En los últimos años, de la mano con la evolución de Internet, se ha dado lugar a la aparición de una aproximación para la construcción de sistemas de información cuyos principios fundamentales se basan en la existencia de un conjunto de entidades que intercambian mensajes apoyándose en un conjunto de tecnologías estándares.

La forma de intercambiar esos mensajes se manifiesta bajo una aproximación de **servicios**, indicando que ni emisor ni receptor desean comunicar los detalles internos de dicho intercambio sino que se considera una prestación de servicios entre dos partes, en el sentido tradicional del contexto empresarial.

Esta forma de diseñar sistemas e intercambios de información también posee principios arquitectónicos fundamentales que se apoyan en el concepto de servicio, su provisión y consumo mediante el intercambio de mensajes a través de un interfaz o protocolo conocido.

Las denominadas Arquitecturas Orientadas a Servicios (SOA, Service-Oriented Architecture) representan ya no sólo una aproximación tecnológica para el diseño de sistemas de información sino que también se consideran un enfoque válido para el diseño de servicios de negocio destinados a conformar procesos extendidos en el ámbito de una **RC**.

Por esta razón, se considera que **diseñar una arquitectura SOA tiene no sólo implicaciones en el ámbito de la Arquitectura de Sistemas de Información de una organización sino también en su propia Arquitectura Empresarial.**

Al estudio de las implicaciones e interrelaciones que un diseño centrado en servicios puede tener para la arquitectura de una organización se le ha comenzado a denominar **Service Oriented Enterprise Architecture** (Steen et al., 2005; Stojanovic and Dahanayake, 2005; Knippel, 2006; Nurcan and Schmidt, 2009).

¹⁸ En los denominados Business Execution Environments (BEE). (SOLUTA.NET)

En esencia, lo que se intenta responder en este ámbito de investigación es cuáles son las posibles repercusiones o consideraciones que deben ser tenidas en cuenta al momento de integrar el diseño organizativo, desde la perspectiva funcional y tecnológica, de un modo integrado.

Si bien este ámbito es de muy reciente aparición y en la literatura el número de contribuciones aún es relativamente bajo, se considera que alinear la visión tradicional de Arquitecturas Empresariales con el valor añadido que las arquitecturas SOA aporta, representa un aspecto de especial interés en el ámbito de esta Tesis.

Por esta razón, en el Capítulo 6 se desarrolla el concepto de Entidades de Servicios como un bloque constructivo que permite alcanzar el nivel de integración deseado por esta propuesta y que se convierte en el elemento central para reducir la brecha existente entre los entornos de Ingeniería y Operación de RC.

4.6. Definición de la arquitectura global de esta Tesis. Fase I-b

Considerando lo hasta aquí expuesto, en los siguientes apartados se identificarán los primeros elementos que formarán parte de esta propuesta.

4.6.1. Planteamiento general de la solución. Cierre de la Fase I

Como se ha expuesto en el capítulo anterior, la solución de interoperabilidad a diseñar se centra en la posibilidad de definir elementos arquitectónicos y utilizar modelos de referencia a distintos niveles, integrando la gestión de **VBE** y **RC**.

Con el desarrollo de este capítulo se han identificado los elementos arquitectónicos principales que constituyen la propuesta inicial de esta Tesis en el ámbito de las **RC** y con ello concluye la que se ha identificado como la Fase I del trabajo.

Al final de dicho capítulo se presentó la siguiente figura, en la que se estructuraba el trabajo realizado en dos grandes bloques (ver Figura 4-22).

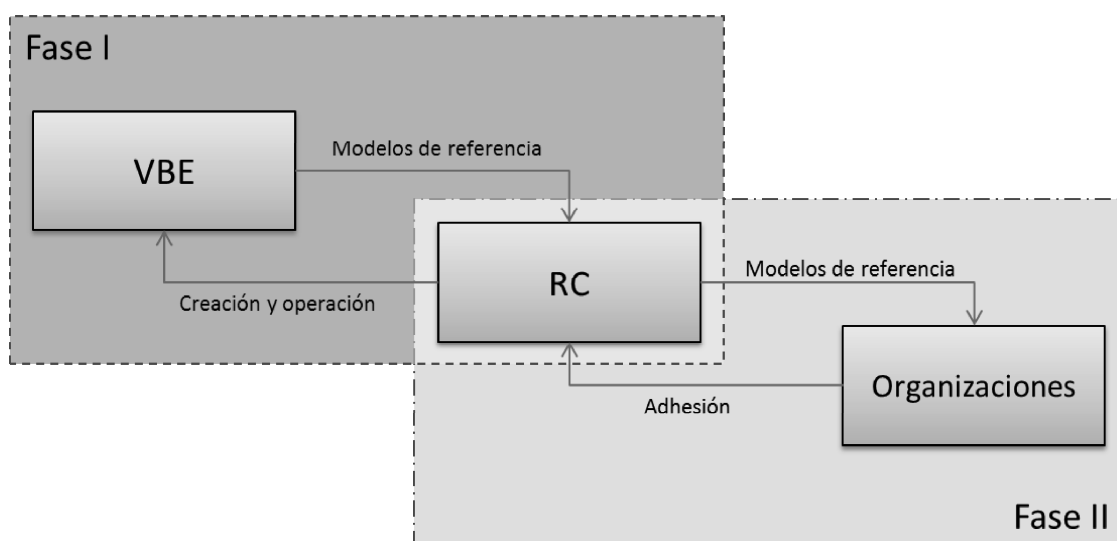


Figura 4-22: Fases de diseño de la solución propuesta

Para esta fase, el objetivo ha sido identificar aquellos mecanismos que son necesarios para que la puesta en marcha de RC sea un proceso ágil, eficiente y estructurado; utilizando para ellos un conjunto de **bloques constructivos** que apoyen la **creación de modelos de referencia** basados en **estándares**.

En la **Fase II**, se abordará la forma en que distintas organizaciones puedan adherir a distintas **RC** y que la provisión de modelos de referencia por parte de ésta permita también salvar potenciales barreras de interoperabilidad.

Como cierre de la primera fase (Fase I) en la definición de esta propuesta, a continuación se identifican y estructuran los principales elementos arquitectónicos sobre los que se sustenta esta propuesta en el ámbito de las **RC**.

Posteriormente, en el último apartado, se introduce una primera aproximación a la definición del marco integrado para la gestión de **VBE** y **RC**.

4.6.2. Elementos arquitectónicos que componen esta propuesta

En general, esta propuesta se sustentará en los elementos identificados en el apartado 4.5.2, es decir:

- Una dimensión del ciclo de vida,
- Una dimensión de vistas,
- Una dimensión de derivación de los modelos

4.6.2.1. Dimensión de Derivación

La dimensión de Derivación contempla tres niveles distintos de abstracción:

- **Conceptos generales de VBE y RC:** en este nivel se proveen los constructores genéricos (conceptos) que están presentes en el ámbito integrado de la gestión de VBE y RC. A este nivel, los conceptos que se definen no se relacionan con ningún tipo particular de **VBE** ni tampoco de **RC**. Se trata más bien de conceptos generales que sirven de base para la instanciación de distintos VBE particulares.
- **Conceptos específicos a un tipo de VBE:** derivados del nivel anterior, los modelos creados a este nivel son particulares de un determinado tipo de VBE (por ejemplo para la industria del plástico, la salud, la educación, etc.) y que son aplicables a un conjunto homogéneo de RC que se crean en el ámbito de ese **VBE**.
- **Modelos particulares de una RC** o de implementación, propios de instancias concretas de **RC** pertenecientes a un mismo tipo de **VBE**.

4.6.2.2. Dimensión de Vistas

Siguiendo la recomendación de las principales arquitecturas empresariales, **específicas para RC o no**, en esta propuesta se considerará como punto de partida al conjunto de vista principales que éstas incluyen:

- Organización
- Procesos (anteriormente Funcional)
- Datos (anteriormente Información)

- Recursos

A partir de considerar los tres ámbitos de interoperabilidad planteados (procesos, servicios y datos), cogiendo el testigo de las propuestas de recomendación realizadas por el Prof. Vernadat para la extensión de CIMOSA y considerándolo un elemento integrador fundamental para la propuesta de esta Tesis, a la lista anterior se añade la **Vista de Servicios**, que debe ser entendida como una interfaz de negocio que una entidad puede aportar al conjunto de procesos de la **RC**. Como se indicó en el apartado 4.5.5.3, en el capítulo anterior se justifica y detalla esta necesidad.

Adicionalmente se propone, aunque su desarrollo queda fuera del ámbito de esta Tesis y se plantea en las líneas de trabajo futuro, la inclusión de una vista y los correspondientes constructores para dar soporte a la creación de sistemas de medición del rendimiento (SMR) en un contexto de VBE y RC.

Siguiendo en la línea de las propuestas futuras a desarrollar e incluir en este marco, también se considera conveniente incluir las vistas de productos y pedidos como dos componentes necesarios para cada **RC**.

La consideración de inclusión definitiva de estas dos últimas vistas se considera fuera del ámbito de esta Tesis y podría constituir base para desarrollar trabajos futuros.

En consecuencia, una visión unificada de las vistas propuestas queda como sigue:

- **Organización**
- **Procesos**
- **Datos**
- **Servicios**
- **Recursos**
- Indicadores(*)
- Productos (*)
- Pedidos (*)

4.6.2.3. Dimensión de Ciclos de Vida

Respecto a las consideraciones del **Ciclo de Vida**, se tendrán en cuenta las consideraciones realizadas en el apartado 4.5.3.3 - Visión integrada del Ciclo de Vida y los Entornos de IE.

Es decir, se considerará una versión simplificada para el CdV de las RC, similar al propuesto por ARCON, aunque reducido a tres fases principales: Creación, Operación y Disolución. De modo análogo, también se considerará que los VBE tienen un CdV similar, consistente de las mismas

fases, aunque cada una compuesta por actividades distintas. Se considerará que ambos ciclos de vida están interrelacionados, como se describió en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y por ello se adopta la denominación de Dimensión de Ciclos de Vida.

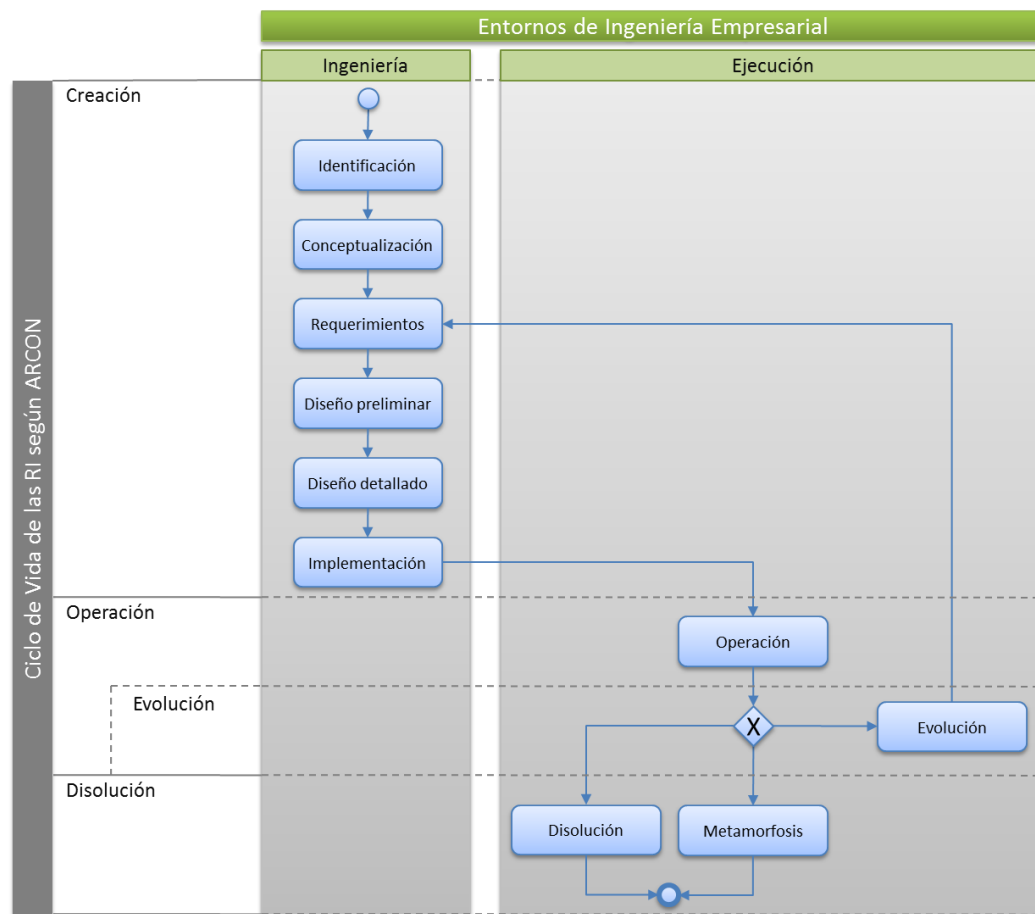


Figura 4-23: Esquema unificado del Ciclo de Vida y los Entornos de IE

Respecto a las fases del CdV, en este trabajo se adopta una simplificación similar a la utilizada en ARCON, aunque reduciéndola a tres niveles: Creación, Operación, que incluye la Evolución, y la Disolución. En la Figura 4-23 se han incluido también las fases detalladas que propone VERA y se ha representado la secuencia de estas fases como si de un diagrama de flujos se tratase.

Finalmente, se ha representado el hecho de la constante necesidad de reconfigurar la RC (Evolución) lo que da una visión cíclica a este CdV.

En resumen, en esta propuesta se considerará que el proceso de creación y puesta en marcha de una **RC** se podría considerar en tres fases, en las cuales se alterna cíclicamente entre un entorno de **Ingeniería** y otro de **Operación**. Adicionalmente se considerará que dicho CdV ocurre durante la fase Operativa de un **VBE**.

4.6.3. Representación de la arquitectura parcial para la gestión integrada de VBE y RC

En la siguiente figura se han sintetizado los desarrollos anteriores y se han representado esquemáticamente sus relaciones (ver Figura 4-24).

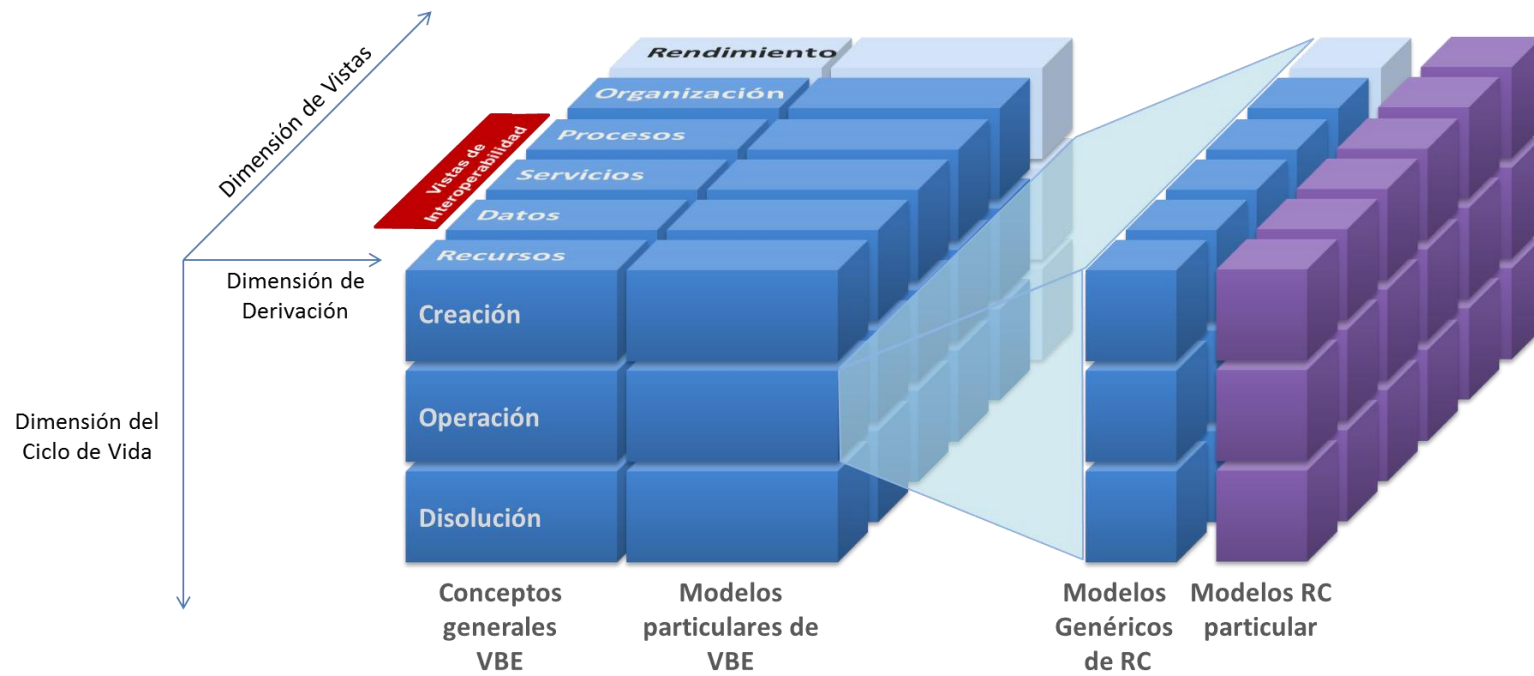


Figura 4-24: Propuesta de arquitectura parcial para VBE y RC

En el esquema anterior es posible visualizar la representación del marco para la gestión integrada de VBE y RC en el que se representa una síntesis de lo desarrollado hasta aquí en los capítulos previos.

El marco integrado se compone de las tres dimensiones anteriormente enunciadas: la dimensión de **Derivación**, la dimensión de las **Vistas** y la del **Ciclo de Vida**.

Entre los aspectos a destacar de la anterior representación anterior aparecen:

- Se han integrado los conceptos de VBE y RC desde la primera fase de la vista de derivación, esto representa el hecho de que los conceptos son conocidos e interpretados en ambos ámbitos.
- En la definición de los aspectos relacionados con el VBE se han distinguido elementos comunes a todos ellos de los particulares a cada tipo de VBE.
- Entre las vistas consideradas:
 - o A nivel de VBE se han incluido las tres vistas de interoperabilidad destacadas por los distintos marcos analizados en el capítulo anterior,
 - o Se han incluido las mínimas necesarias a los fines de esta propuesta y su número puede variar según el ámbito a modelar.
 - o El número de vistas que posee una RC puede ser mayor que las vistas consideradas a nivel de VBE. A modo ilustrativo, se han identificado tres posibles vistas de interés: indicadores, productos y pedidos.
- Respecto al ciclo de vida se ha considerado que ambos CdV, de los VBE y las RC, están interrelacionados.
- Todas las fases del CdV de una **RC** suceden en la fase de operación del **VBE** y su gestión está estrechamente relacionada.

En el siguiente capítulo se avanza en la segunda fase, Fase II, de la definición del marco integrado, introduciendo el concepto de Entidades de Servicios y mostrando su rol en el ámbito de esta propuesta.

4.7. Conclusiones

En este capítulo se ha analizado el rol de la Ingeniería e Integración Empresarial en el ámbito de esta Tesis Doctoral.

Tras analizar sus principios y elementos fundamentales, se han revisado distintas arquitecturas y marcos que están disponibles en el estado del arte y que facilitan la Ingeniería de Organizaciones a través de un proceso estructurado y metodológico.

Posteriormente, se han revisado con más detenimiento dos de las iniciativas que han sido creadas específicamente para el caso de RC del tipo de las que centran el interés de esta Tesis. De su análisis, se han extraído distintos elementos que se han conformado como una segunda parte de la arquitectura propuesta, tomando como punto de partida el desarrollo del capítulo anterior que ya intentaba garantizar la interoperabilidad al proponer un marco de modelización para los VBE.

Posteriormente, el capítulo avanza con una representación de la arquitectura integrada para VBE y RC que formarán parte de la aportación central de esta Tesis.

En este punto, es necesario aclarar que la propuesta introducida en este capítulo no pretende ser divergente respecto a la planteada en ARCON para RC, cuyo fundamento conceptual ha sido ampliamente desarrollado en la comunidad científica y posee un amplio reconocimiento académico.

Por el contrario, la alternativa surge a partir de la necesidad de plantear un enfoque que rápidamente permita establecer una correspondencia entre esta propuesta de arquitectura para RC y la introducida en el capítulo anterior para VBE, de modo que se ha intentado mantener la mayor similitud posible entre las arquitecturas parciales planteadas en cada uno de los tres ejes que las componen.

En los siguientes capítulos, estas aportaciones parciales irán completándose con la incorporación de la Orientación a Servicios de los Capítulos 5 y 6.

4.8. Referencias

- Burkhart, R., 1992. Process-based Definition of Enterprise Models, in: Enterprise Integration Modeling - Proceedings of ICEIMT Conference, Scientific and Engineering Computation Series. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Camarinha-Matos, L.M., Afsarmanesh, H., 2006. Towards a Reference Model for Collaborative Networked Organizations, in: Information Technology For Balanced Manufacturing Systems. Springer US, Boston, MA, pp. 193–202.
- Christiansen, T., 1993. Modeling Efficiency and Effectiveness of Coordination in Engineering Design Teams (PhD. Thesis).
- DBE Consortium, 2005. The Digital Ecosystems Research Vision: 2010 and Beyond.
- Cuenca González, L., Ortiz Bas, Á., Boza García, A., 2005. Arquitectura de Empresa. Visión General, in: IX Congreso De Ingeniería De Organización. Presented at the IX Congreso de Ingeniería de Organización, Gijón.
- Doumeingts, G., 1982. La Méthode GRAI (PhD. Thesis).
- Doumeingts, G., Villespir, G., Zanettin, M., Chen, D., 1992. GIM-GRAI Integrated Methodology – A methodology for designing CIM systems, version 1.0.
- Ecolead, 2004. www.ecolead.org. European Commission.
- ESPRIT Consortium AMICE, 1991. CIMOSA: Open System Architecture for CIM, Research Reports. Springer Berlin / Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Globemen, 2002. Global Engineering and Manufacturing in Enterprise Networks.
- INTEROP, 2010. INTEROP-VLab Platform [WWW Document]. URL <http://www.interop-vlab.eu/>
- INTEROP TG2, 2007. DTG2.3: Report on model driven interoperability.
- Kateel, G., Manjunath, K., Pratt, D., 1996. An overview of CIM Enterprise Modelling Methodologies Kateel Ganesh, Manjunath Kamath, David Pratt. Proceedings of the Winter Simulation Conference 1000–1007.
- Knippel, R., 2006. Service Oriented Enterprise Architecture (Master Thesis).
- Kosanke, K., 2006. ISO Standards for Interoperability: a Comparison [WWW Document]. Interoperability of Enterprise Software and Applications. URL http://dx.doi.org/10.1007/1-84628-152-0_6
- Kosanke, K., Vernadat, F., Zelm, M., 1999. CIMOSA: enterprise engineering and integration. Computers in Industry 40, 83–97.
- McNeile, A., 2003. MDA: The Vision with the Hole?
- Mertins, K., Jochem, R., 2005. Architectures, methods and tools for enterprise engineering. International Journal of Production Economics 98, 179–188.
- Mertins, K., Süssenguth, W., Jochem, R., 1992. An Object Oriented Method for Integrated Enterprise Modeling as a Basis for Enterprise Coordination, in: Enterprise Integration Modeling, Scientific and Engineering Computation Series. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Myklebust, O., 2002. Enterprise Modelling supported by Manufacturing Systems Theory (PhD. Thesis).
- Nurcan, S., Schmidt, R., 2009. Service Oriented Enterprise-Architecture for enterprise engineering introduction, in: Enterprise Distributed Object Computing Conference

- Workshops, 2009. EDOCW 2009. 13th. Presented at the Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops, 2009. EDOCW 2009. 13th, IEEE, pp. 247–253.
- O’Sullivan, D., 1994. *Manufacturing Systems Redesign: Creating the Integrated Manufacturing Environment*, 1ST ed. Prentice Hall.
- OMG, 2010. Object Management Group [WWW Document]. URL <http://www.omg.org/>
- OMG Board, J., 2002. *Technical Guide to Model Driven Architecture: The MDA Guide v1.0.1*.
- Ortiz Bas, A., 1998. *Propuesta para el desarrollo de programas de integración empresarial en empresas industriales. Aplicación a una empresa del sector cerámico. (Tesis Doctoral)*.
- Prytz, K., Nof, S.Y., Rolstadas, A., 1995. *Manufacturing Integration and learning by Corporate Memory Systems*, Research Memorandum No 95-12.
- Scheer, A.-W., 1999. *ARIS - Business Process Frameworks*, 3rd ed. ed. Springer Berlin Heidelberg.
- Shaw, M., Garlan, D., 1996. *Software Architecture: Perspectives on an Emerging Discipline*. Prentice Hall.
- Steen, M.W.A., Strating, P., Lankhorst, M.M., ter Doest, H., Iacob, M.E., 2005. *Service-Oriented Enterprise Architecture*, in: *Service-Oriented Software System Engineering : Challenges and Practices*. Idea Group Publishing.
- Stojanovic, Z., Dahanayake, A., 2005. *Service-Oriented Software System Engineering : Challenges and Practices*. Idea Group Publishing.
- Vernadat, F., 1996. *Enterprise Modeling and Integration: Principles and Applications*, 1st ed. Kluwer Academic Publishers.
- Vernadat, F., 1997. *Enterprise Modelling Languages*, in: *Enterprise Engineering and Integration: Building International Consensus, Proceedings of the ICEIMT’97 Conference*. Springer Berlin / Heidelberg, Cambridge, Massachusetts.
- Vernadat, F., 2002. *Enterprise Modelling and Integration. From Fact Modelling to Enterprise Interoperability*, in: *Enterprise Inter- and Intra-organizational Integration: Building International Consensus, ICEIMT - International Conference on Enterprise Integration and Modeling Technology*. Springer, 2002.
- Vesterager, J., Tølle, M., Bernus, P., 2002. *VERAM: Virtual Enterprise Reference Architecture and Methodology*“; *Global Engineering and Manufacturing*. in *Enterprise Networks GLOBEMEN*, eds. I. Karvonen et. al., Julkaisija Utgivare Publisher 17–38.
- Williams, T.J., 1994. *The Purdue enterprise reference architecture*. *Computers in Industry* 24, 141–158.
- Zachman, J.A., 1987. *A Framework for Information Systems Architecture*. *IBM Systems Journal* 26.
- Zwegers, A., Tølle, M., Vesterager, J., 2003. *VERAM: Virtual Enterprise Reference Architecture and Methodology*.

Capítulo 5

Orientación a servicios en RC Dinámicas

Tabla de Contenidos

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

Índice de Figuras

Figura 5-1: Fases de diseño de la solución propuesta	271
Figura 5-2: Niveles de interoperabilidad y los modelos de referencia en VBE y RC	272
Figura 5-3: Tipos de Procesos según su responsabilidad y ejecución de las actividades.....	274
Figura 5-4: La coordinación de actividades en una RC Dinámica y la relación con los procesos internos de los nodos.....	275
Figura 5-5: Tiempos asociados a un proceso	277
Figura 5-6: Esquema del envío de información de un Emisor a un Receptor	278
Figura 5-7: Modelo de comunicación Emisor-Receptor y los niveles de automatización	281
Figura 5-8: El concepto de latencia en las RC	282
Figura 5-9: Evolución de los Sistemas de Información y el soporte a procesos de negocio	286
Figura 5-10: Estructura del PIB español por sectores económicos.....	288
Figura 5-11: Proveedor y consumidor de servicios	289
Figura 5-12: Clasificación de servicios.....	290
Figura 5-13: La interfaz de un servicio representa actividades, subprocesos o procesos completos	294
Figura 5-14: Ejemplo de un servicio de red compuesto por otros SR.....	296
Figura 5-15: Posible secuencia de invocaciones de un servicio compuesto	297
Figura 5-16: Relaciones reflexivas sobre el constructor Servicio de Red.....	298
Figura 5-17: Interfaz pública e implementación privada de un servicio electrónico	300
Figura 5-18: Implementaciones distintas bajo una misma interfaz de servicio.....	302
Figura 5-19: Cada servicio representa un punto de acceso a funcionalidad de un SI.....	304
Figura 5-20: Composición de procesos extendidos a partir de servicios de negocio	305
Figura 5-21: Marco para el modelado de Procesos Extendidos. Fuente: (Lazarte et al., 2009)	306

Figura 5-22: Intercambio de Documentos de Negocio para la coordinación de procesos extendidos. Fuente: Adaptado de (Dubray 2001)	309
Figura 5-23: Ejemplo de Documentos de Negocio - Pedido. Fuente: Elaboración propia	310
Figura 5-24: Principales componentes e interrelaciones de una SOA	314
Figura 5-25: Interacciones en una SOA	316
Figura 5-26: Orientación a componentes en una Empresa Orientada a Servicios	319
Figura 5-27: La descripción de servicios como elemento integrador de los actores SOA.....	320
Figura 5-28: Cadena de valor en el modelado SOA. Fuente: adaptación de Hansen (2008)	321
Figura 5-29: Distribución de responsabilidades en la generación de modelos de referencia	324
Figura 5-30: Una visión integradora de los servicios de negocio para las RC	326
Figura 5-31: Diseño e implementación de servicios en el ámbito de una RC	327
Figura 5-32: Integración de procesos, servicios y datos. Fuente: elaboración propia	330
Figura 5-33: Alinear modelos de referencia entre la RC y los nodos	331

Índice de tablas

Tabla 5-1: Esquemas de interoperabilidad y el diseño SOA – Fuente: Elaboración propia	299
Tabla 5-2: Qué es y que no es SOA? – Fuente (Rotem-Gal-Oz et al., 2009).....	312
Tabla 5-3: Esquemas de interoperabilidad y el diseño SOA – Fuente: Elaboración propia	322

5.1. Motivación y estructura del capítulo

5.1.1. Introducción

En el Capítulo 3 se mencionó que el objetivo global de esta Tesis era el de abordar el **diseño de una arquitectura integrada para diseñar una solución interoperable para RC Dinámicas** y que, a fin de estructurar adecuadamente el desarrollo de la propuesta, el trabajo se abordaría en dos fases, según se representa en la siguiente figura (ver Figura 5-1):

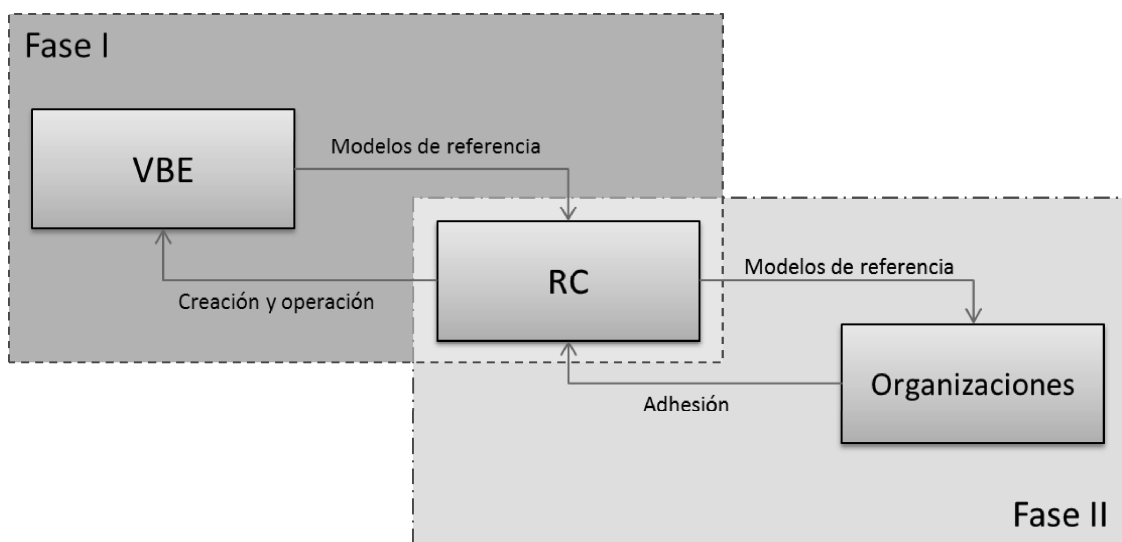


Figura 5-1: Fases de diseño de la solución propuesta

La **Fase I** estaba destinada a identificar los mecanismos necesarios para que la puesta en marcha de RC fuese un proceso ágil, eficiente y estructurado; salvando tantas barreras de interoperabilidad como sea posible, mediante la definición y utilización de **bloques constructivos** que apoyen la **creación de modelos de referencia basados en estándares y que estuviesen alineados con aquellos definidos a nivel de VBE**.

Complementariamente, se anticipó que en la **Fase II** se abordaría la forma en que las organizaciones podían adherir a distintas RC y que la provisión de modelos de referencia por parte de éstas podría permitir también salvar potenciales barreras de interoperabilidad.

Al describir la necesidad de alinear los modelos de referencia para salvar las barreras de interoperabilidad, se hizo referencia a que si una organización deseaba participar en una RC, debía adherir a determinados principios operativos, entre los cuales figuraba la adopción de los modelos de referencia que permitían salvar algunas de las barreras de interoperabilidad a nivel de negocio, las cuales van indivisiblemente ligadas a los aspectos tecnológicos (Greiner, Legner, et al., 2007).

Atendiendo a los niveles de interoperabilidad identificados en dicho capítulo, se señalaba que existían al menos tres ámbitos de especial interés a considerar: el ámbito de los procesos, el de los servicios y el de datos (ver Figura 5-2).

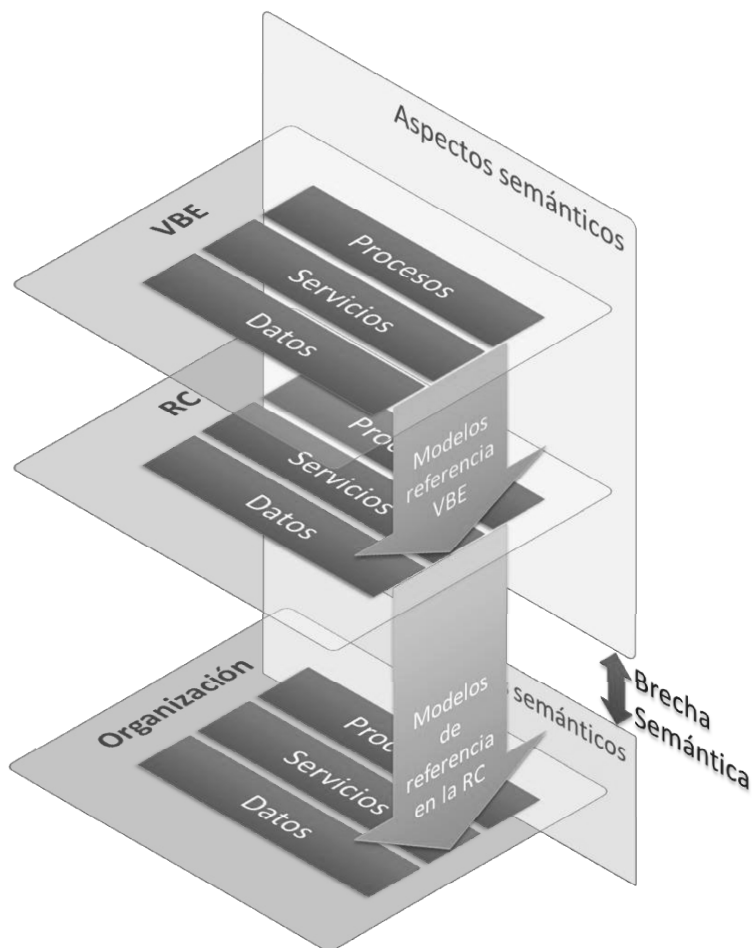


Figura 5-2: Niveles de interoperabilidad y los modelos de referencia en VBE y RC

Atendiendo a la continuidad en el desarrollo de esta propuesta, siguiendo este hilo argumental, en este capítulo se abordará una de las formas posibles de abordar la tarea de disminuir la brecha semántica y operativa que surge cuando una organización se vincula a una **RC**.

5.1.2. Estructura del capítulo

En este capítulo se avanza hacia esa dirección considerando, en primer lugar, las necesidades de coordinación de operaciones y de gestión de información que surge en un contexto de procesos de negocio distribuidos, en los que confluyen las realidades tecnológicas heterogéneas de los distintos actores implicados en una **RC**.

Posteriormente se analiza cómo el enfoque emergente de la orientación a servicios se postula como un enfoque adecuado para abordar el diseño de soluciones interoperables para dar soporte a la ingeniería y despliegue rápido de RC Dinámicas.

El capítulo concluye con una discusión acerca de cómo los principios de los servicios electrónicos y las arquitecturas orientadas a servicios pueden contribuir a dicho fin.

5.2. Coordinación de operaciones y gestión de la información en las RC Dinámicas

5.2.1. Procesos de negocio extendidos

Se suele definir a un proceso de negocio como el conjunto de actividades que son ejecutadas en una secuencia lógica, que puede variar en función de determinadas reglas de negocio, y que son definidas previamente (Gunasekaran and McGaughey, 2002).

En general, se espera que la ejecución de esas actividades produzca una agregación de aportaciones de valor, de modo que las salidas que se obtienen del proceso superen el valor inicial de sus entradas y, con ello, la organización responsable de llevarlo a cabo consiga satisfacer la necesidad de un determinado cliente de ese proceso.

Mediante la especificación e implantación de los procesos de una organización se puede establecer cómo aquellos aspectos recogidos en su definición estratégica, se traducen en acciones concretas, al tiempo que permiten conocer su funcionamiento general.

Cada ocurrencia concreta de un determinado proceso de negocio, se convertirá en un mecanismo de respuesta a un evento generado tanto en el **ámbito interno como externo** a los límites organizativos que se consideren y su lanzamiento se podrá realizar **automática o manualmente**, dependiendo de si el origen de dicho evento es un automatismo o una persona, respectivamente.

Respecto a la ejecución de las actividades, interesará distinguir si ésta recae sobre una única organización o si, por el contrario, es llevada a cabo por distintos participantes. En cualquiera de estos dos casos, también interesará distinguir si la responsabilidad final sobre el proceso es individual o compartida entre todos ellos.

Teniendo en cuenta estas apreciaciones y con el fin de identificar los procesos de una **RC**, se podría considerar que los procesos de negocio podrían ser clasificados en:

		Responsabilidad sobre el proceso	
		Individual	Compartida
Ejecución de las actividades	Individual	Procesos internos	N/A
	Compartida	Procesos parcialmente externalizados	Procesos Extendidos

Figura 5-3: Tipos de Procesos según su responsabilidad y ejecución de las actividades.

En base a esta clasificación, se podría considerar que los procesos de negocio de una **RC Dinámica** corresponderán a los denominados **procesos extendidos** (ver Figura 5-3), **en los que tanto la planificación de la actividad conjunta como la ejecución de las tareas son compartidas entre sus participantes.**

Greiner et al (2007) definen a un proceso extendido como aquel en el que se da la interacción entre dos o más entidades de negocio, mediante una secuencia de mensajes que acompañan el intercambio de bienes o información.

En consecuencia, como se representa en la Figura 5-4, al considerar la modelización y soporte a la ejecución de los procesos de una RC, interesará distinguir entre dos ámbitos:

- Un **ámbito extendido de la RID** en el que se definen las responsabilidades y actividades de los **procesos extendidos** que coordinan las actividades de sus participantes. De modo similar a cualquier otro tipo de procesos, los de la **RC** también pueden requerir del soporte de sistemas (en forma de aplicaciones o servicios) para gestionar los flujos de información que por él circulan.
- Un **ámbito interno**, en el que cada organización que participa en el proceso recibe eventos generados por la estructura de coordinación de la **RC** y asume la responsabilidad final de su gestión. Cuando esos eventos aparecen, la organización pone en marcha su respuesta mediante sus propios **procesos internos, o parcialmente externalizados**, que también se apoyan en una combinación de TI/SI para facilitar su ejecución.

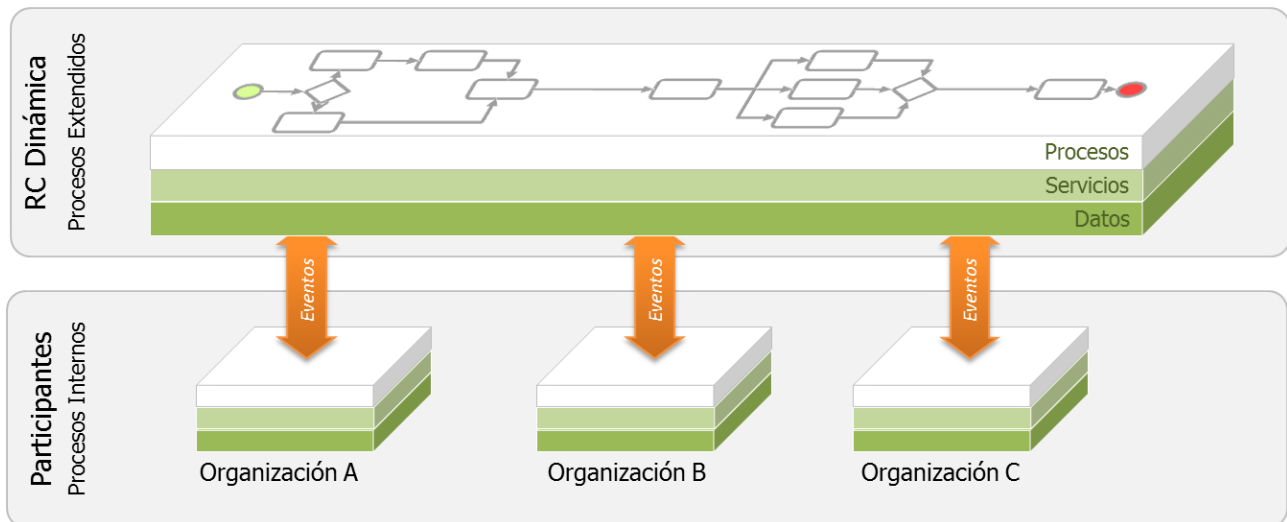


Figura 5-4: La coordinación de actividades en una RC Dinámica y la relación con los procesos internos de los nodos

Adicionalmente, los autores también identifican la existencia de un nivel intermedio al que denominan “vista” y que representa una ofuscación de la complejidad de los procesos internos y que representan una simplificación de éstos y que dan a conocer para facilitar la composición de procesos extendidos o colaborativos, según les llaman.

Como consecuencia, se pone de manifiesto que, de cara a facilitar la interacción con otros actores del proceso, **cada participante en una RC se verá en la necesidad de:**

- **Implementar aquellos procesos internos o parcialmente externalizados** que le permitan responde a un evento inicial generado en el ámbito de la **RC** y, paralelamente,
- **Definir adecuadamente las interfaces organizativas¹** que le permitirán responder a los distintos eventos que provengan de **su** exterior en aquellos procesos extendidos de la **RC**.

Por ello, en el ámbito de esta Tesis se considerará que:

- **Cada participante de una RC tendrá unos mecanismos de respuesta (en forma de procesos internos), de los que sólo ella es responsable.**
- **Que parte de ese comportamiento podrá ser ofrecido hacia el exterior y deberá ser conocido por otros participantes de la RC para poder interactuar con ella**
- **Las interacciones consisten en intercambios de mensajes que contienen la información necesaria para facilitar la ejecución de la actividad encargada.**

¹ Lo que Greiner et al. denominan “vistas”

Entonces, en este contexto, la ejecución de un proceso de negocio extendido supone que la estructura de coordinación de la **RC** podrá requerir la contribución de cada participante, según lo indique la lógica del proceso y en el instante de tiempo que corresponda. Para ello, se generará un evento (en forma de mensaje) que el nodo participante deberá recibir, procesar y, posteriormente, devolver a la **RC**.

Ahora bien, como ya se ha comentado anteriormente, también se espera que una **RC**, y en especial una dinámica, sea una estructura ágil y eficiente, que consiga sacar el máximo partido a los recursos de que dispone y por lo tanto, alcanzar la máxima eficiencia operativa del conjunto de actores.

Entendiendo que esa eficiencia global del proceso ya no depende sólo del desempeño interno de cada uno de los participantes² entonces una infraestructura de soporte a las operaciones de la **RC** debería intentar eliminar o reducir al mínimo, el **periodo de latencia** (Vasarhelyi et al., 2006) en el intercambio de mensajes que por ella circulan y que surge cuando es necesario resolver problemas de interoperabilidad entre dos participantes.

En los siguientes apartados se analizará con detenimiento el problema de la latencia de información, se indagará sobre sus componentes principales y se analizará el papel crítico de las TICs al intentar mejorar su gestión (Gunasekaran y McGaughey, 2002).

5.2.2. El problema de la latencia de la información en procesos extendidos

Para dar un soporte adecuado a los procesos de negocio utilizando TICs, se deberá intentar que el flujo de actividades se encadene de forma adecuada, con la menor dilación posible entre ellas y haciendo que cada una disponga de toda la información necesaria, en el preciso instante en que deba comenzar su ejecución, de modo que el tiempo total que transcurre desde que se lanza una instancia del proceso hasta que éste concluye, se debería intentar que fuese mínimo.

Es decir, retomando la Figura 5-4, la eficiencia en la coordinación global de las operaciones en el ámbito de la **RC** dependerá de cuán fácilmente un evento proveniente de la red pueda ser recibido, procesado y respondido por parte de cada uno de los nodos.

Si se considera un proceso genérico como el de la Figura 5-5, se puede observar que podrían existir dos ámbitos en los que las TICs pueden ayudar a mejorar la eficiencia de la ejecución global:

² Ya que al tratarse de una forma organizativa que preserva la autonomía de los participantes, poco o nada puede hacer lo mejorar la eficiencia interna de éstos.

- Intentado reducir la duración total de la ejecución de cada una de las actividades (Círculo A, en la figura), automatizando su ejecución hasta el punto en que sea posible
- Intentando minimizar el **tiempo de coordinación** que transcurre entre ellas. (B, en la figura)

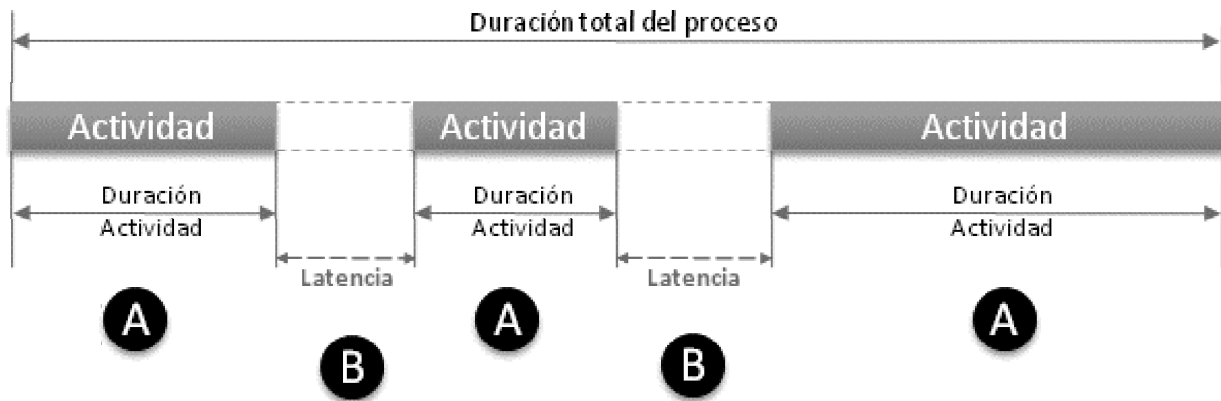


Figura 5-5: Tiempos asociados a un proceso

En general, las actividades de un proceso tendrán una duración estándar (Círculo A en la figura) para su realización. Si la actividad ya ha sido total o parcialmente automatizada con alguna combinación de TI/SI, esa duración no podrá ser fácilmente reducida. Si por el contrario, la automatización fuese una alternativa posible, entonces el periodo (A), podría reducirse.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, aún es posible intentar disminuir el **periodo de latencia de la información que fluye entre dos actividades** (B), es decir, el periodo que transcurre entre la finalización de una actividad y el inicio de la siguiente, en el que la información no posee utilidad alguna si no es tratada.

En general se dirá que existe **latencia** cuando un flujo de información que sale de una actividad, necesita ser traducido, interpretado, convertido o procesado para poder ser utilizado en la actividad posterior y que si no hubiera sido necesario hacer alguna de esas tareas, la actividad siguiente habría podido comenzar inmediatamente³.

Un ejemplo de latencia entre dos actividades se puede ver en el caso de un proceso de Gestión de Pedidos en el que el proceso es iniciado por un cliente que envía un fax con los datos de los productos o insumos que necesita. Cuando llega a la empresa, el fax debe ser analizado e interpretado por el destinatario el que, en el mejor de los casos, procederá a registrarlo en el sistema de información de la empresa para que se inicie su tratamiento. En este ejemplo, la latencia

³ Aunque esta observación no aplica, por ejemplo, en el caso de que la actividad siguiente deba comenzar en un momento determinado (una fecha y hora concreta) y exista holgura suficiente para realizar esas adaptaciones.

es el tiempo transcurrido entre el envío del mensaje por parte del cliente y el momento en que esa información desencadena la reacción de la empresa (gestión del pedido).

Si se deseara mejorar la eficiencia de un proceso, el objetivo entonces sería disminuir o eliminar la latencia entre sus actividades. Para ello, se deberá intentar facilitar que la información que se obtiene como resultado de una actividad, sea directamente aprovechable como entrada de la actividad siguiente y esté disponible en el momento en que ésta debería comenzar su ejecución.

5.2.3. Componentes de la latencia de información

Como se ha descrito en el apartado anterior, la latencia de la información se entiende como el lapso de tiempo que transcurre entre el final de una actividad y el inicio de la siguiente dentro de un proceso y su duración corresponde al sumatorio de tiempos incurridos en las tareas que tienen lugar desde que el emisor del mensaje prepara su envío hasta que el receptor almacena la información.

En la Figura 5-6 se ha representado el esquema general de un proceso que posee dos actividades (A y B). Los responsables de la ejecución de esas actividades son, respectivamente, el **Emisor** y el **Receptor** de la información que la **Actividad A** genera y que la **Actividad B** necesita para su ejecución.

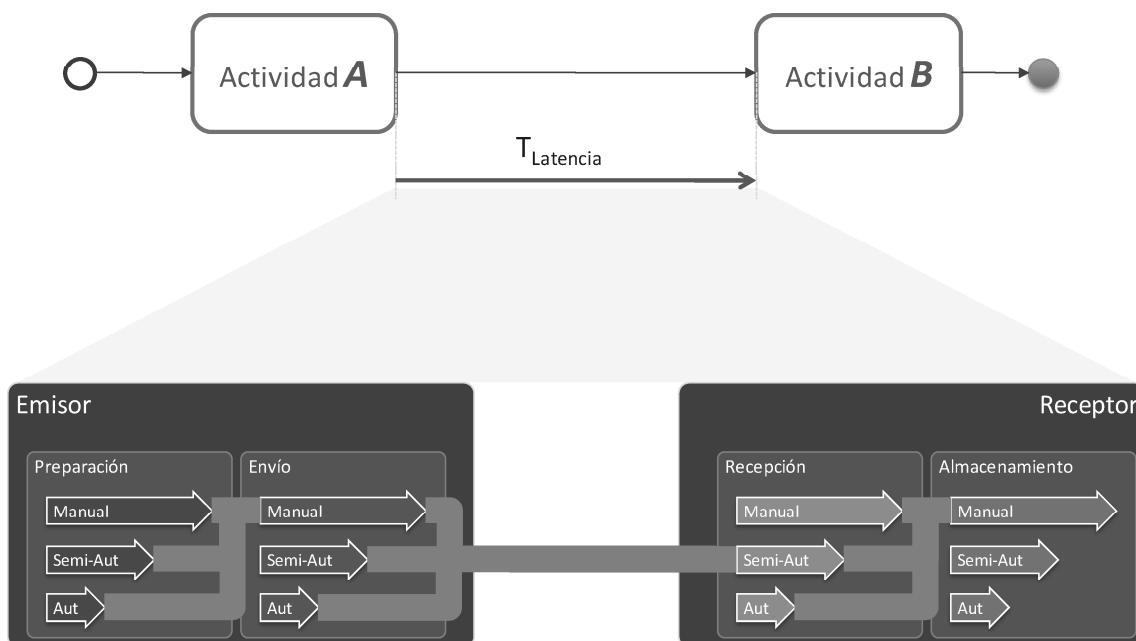


Figura 5-6: Esquema del envío de información de un Emisor a un Receptor

Intentando analizar los detalles, en la figura anterior se han identificado dos actividades genéricas tanto para el emisor como para el receptor. En el primer caso, se ha considerado que cuando el **Emisor** debe enviar un mensaje a otro nodo de la red, existen dos tareas que le insumen tiempo:

- **Preparación:** hace referencia al tiempo que se debe dedicar para recuperar la información de las fuentes correspondientes y prepararla para su envío posterior. El tiempo dedicado a esta tarea estará influido por su nivel de automatización, es decir, con qué intensidad se utiliza una combinación de SI/TI para apoyar su ejecución. Con esa consideración, la tarea de preparación podrá ser:
 - o **Manual:** es decir, la recolección de la información no se apoya en sistema alguno sino que es realizada por una persona sin asistencia de TI/SI.
 - o **Semi-automatizada:** en este caso, la información es preparada por una persona que utiliza una combinación de TI/SI para esa tarea. Esto incluye, por ejemplo, desde la impresión de listados por parte de un sistema a la obtención de un fichero electrónico.
 - o **Automatizada**⁴: en este caso, un sistema se encarga de preparar el paquete de información a enviar, basándose en un conjunto de reglas y programaciones predefinidas.
- **Envío del mensaje:** una vez que el paquete de información está listo para ser enviado, la siguiente tarea consiste en Enviar la información a su destinatario. Del mismo modo que en la preparación, el tiempo requerido podrá variar en función de si esta tarea es:
 - o **Manual:** en el que el envío se realiza sin utilizar sistemas ni tecnologías de comunicación. El caso de una solicitud telefónica o un documento enviado por correo postal es un ejemplo de este tipo de tarea.
 - o **Semi-automatizado:** un Envío de este tipo utiliza una combinación de personas y recursos tecnológicos para hacerse efectivo. En esta tipología se podrían considerar, por ejemplo, el envío de pedidos por fax o correo electrónico.
 - o **Automatizado:** un envío automatizado se reserva a la utilización de una combinación de TI/SI para permitir, por ejemplo, el envío automático de faxes o correos electrónicos, sin intervención de persona alguna.

En el caso del Receptor, la situación es semejante, siendo posible identificar dos macro-tareas que tienen lugar cuando se produce la llegada de un mensaje con información:

⁴ En general se asume que a mayor nivel de automatización la duración de una tarea se reduce.

- **Recepción:** hace referencia al tiempo que se dedica no sólo a recibir el mensaje sino en transformarlo a un formato 'comprensible' por parte del receptor del mensaje. Nuevamente teniendo en cuenta el nivel de automatización, esta tarea podrá ser:
 - o **Manual:** en este caso, una persona se encarga de la recepción del mensaje que proviene de una fuente no automatizada. La información contenida en él no estará estructurada y requerirá también registro y almacenamiento manual.
 - o **Semi-automatizada:** la recepción semi-automatizada supone la utilización de una combinación de TI/SI para que una persona pueda recibir el mensaje. Un fax o correo electrónico son ejemplos de este tipo de tareas. En este caso, una vez que el mensaje es interpretado y se decide la forma de procesarlo, el registro o almacenamiento también es asistido.
 - o **Automatizada:** la recepción automatizada es realizada habitualmente por una combinación de TI/SI y normalmente no suele requerir la personas.
- **Almacenamiento:** El almacenamiento, o registro, supone que tras la recepción del mensaje, éste pasa a formar parte del repositorio de información que el receptor deberá procesar posteriormente. Nuevamente teniendo en cuenta el nivel de automatización, esta tarea podrá ser:
 - o **Manual:** esto supone que la información recibida se registra en medios que no utilizan TI/SI como soporte.
 - o **Semi-automatizada:** en este caso, una persona utiliza una combinación de TI/SI para registrar la información recibida. En ejemplo de esta modalidad puede verse cuando una persona, por ejemplo tras recibir un correo electrónico, se encarga de registrar los datos de un pedido en los sistemas de la propia empresa.
 - o **Automatizada:** utilizada en combinación con la recepción automatizada, bajo esta modalidad el mensaje recibido se ingresa directamente en la infraestructura de TI/SI del Receptor sin que intervenga una persona en ese proceso.

Con la enumeración anterior se han intentado cubrir las posibles variantes de casos en los que Emisor y Receptor intercambian un mensaje. Como se ha analizado, cada uno de ellos puede disponer de un nivel de automatización distinto y, en consecuencia, eso determinará directamente el periodo de latencia de esa transacción.

En la Figura 5-7 se introducen algunos ejemplos ilustrativos acerca de cómo varía el periodo de latencia, en función del nivel de automatización que cada uno disponga para una transacción concreta. Para obtener la latencia global del proceso, se han de sumar las latencias parciales de cada paso. Las flechas con mayor extensión corresponden a latencias mayores.

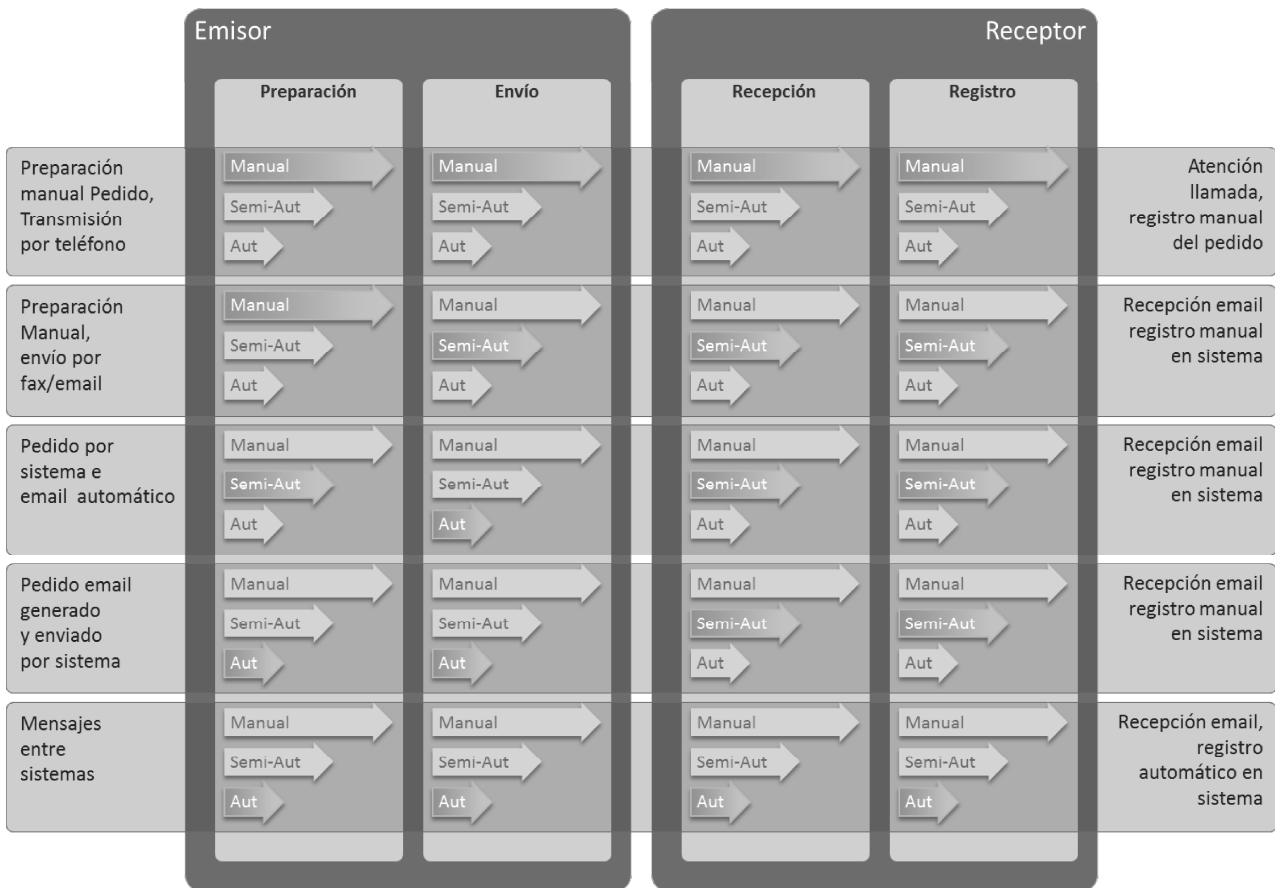


Figura 5-7: Modelo de comunicación Emisor-Receptor y los niveles de automatización

Como se puede observar en la figura anterior, cuando tanto el Emisor como el Receptor disponen de una combinación de TI/SI que permite la preparación, el envío, la recepción y almacenamiento directo entre sus sistemas, el periodo de latencia⁵ es el menor posible.

5.2.4. La latencia de información en procesos de una RC Dinámica

El problema de la latencia en los flujos de información también puede presentarse – aunque es de esperar que en menor medida – en las RC Dinámicas.

Como se ha descrito en el capítulo anterior, poner en marcha una RC implica desplegar una infraestructura tecnológica cuya misión es permitir la interconexión de los nodos, mejorar el intercambio de información y facilitar la coordinación de los procesos colaborativos, de principio a fin.

En consecuencia, para RC Dinámicas con estructura de coordinación centralizada, la propia infraestructura se convierte en un **intermediaria u orquestadora** de la ejecución de las actividades y de los flujos de

⁵ En la figura, entendido como suma de las duraciones parciales de cada una de las tareas.

información que por ella circulan y, por tanto, uno de sus cometidos será garantizar la robustez y fiabilidad de la información que gestiona.

Pero esta labor de intermediación no se debería limitar simplemente a facilitar el intercambio de mensajes entre nodos. La **RC** debe incorporar aquellos mecanismos que permitiesen validar, por ejemplo, la validez sintáctica y/o semántica de los mensajes intercambiados. Adicionalmente, y dado que la información generada por una actividad no siempre se convierte en entrada para la siguiente, en algunos casos será necesario realizar un **tratamiento**, automatizado, previo de esos flujos de información.

En consecuencia, para el problema de la latencia, la **RC** se convierte un **intermediario** más cuyas tareas, aunque necesarias y optimizadas si se quiere, añaden tiempos que se agregan a los ya analizados para el Emisor y el Receptor de los mensajes. En la Figura 5-8 se ha representado el rol de la OV en la latencia de los flujos de información.

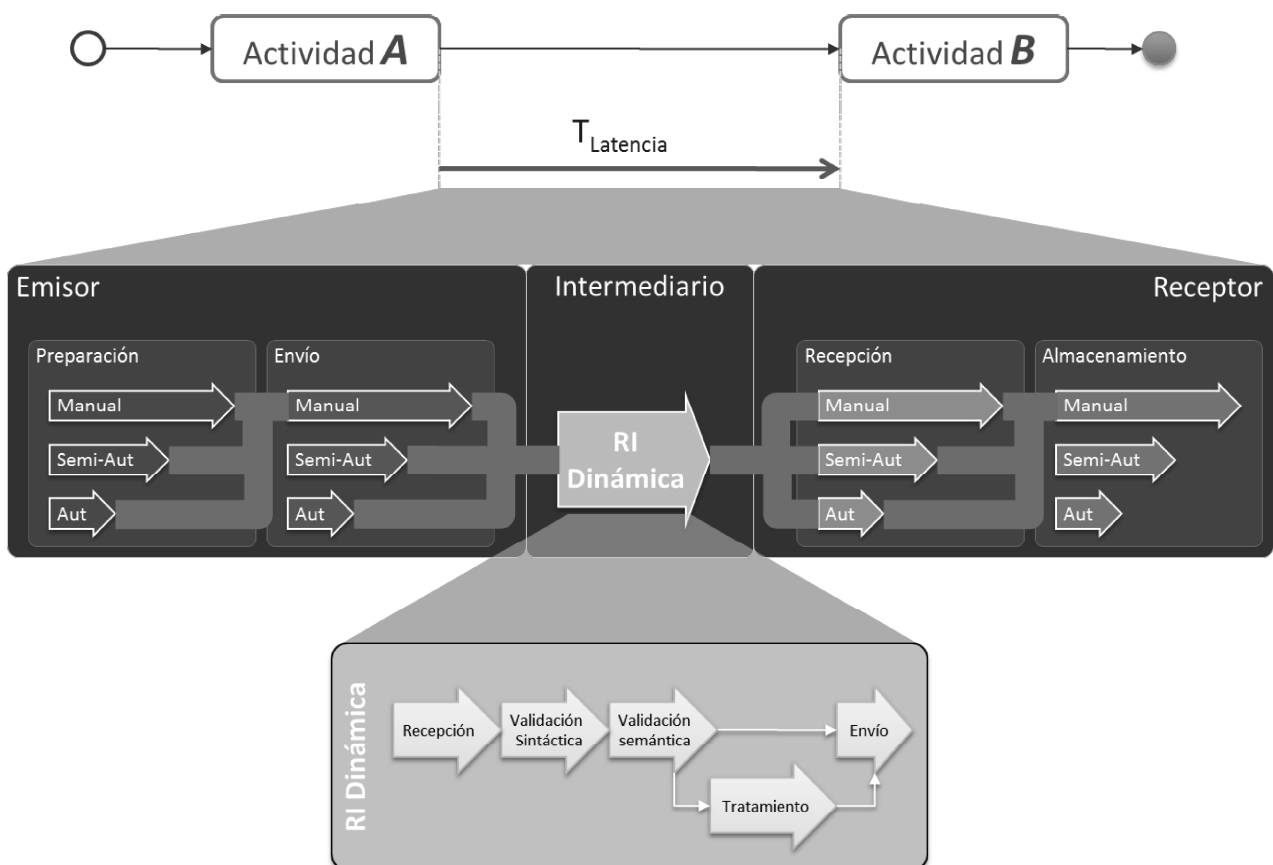


Figura 5-8: El concepto de latencia en las RC

5.2.5. Enfoques para reducir la latencia en una RID

Para intentar gestionar de forma eficiente los flujos de información en una RC Dinámica y disminuir así el periodo de latencia de sus procesos, el despliegue de una infraestructura de coordinación podría adoptar uno de los siguientes enfoques (Bauer et al. 2007):

- **Enfoque basado en la integración de los nodos bajo una plataforma operativa común:** en este caso, se pone a disposición de los participantes una infraestructura operativa que les permite coordinar eficientemente sus actividades, pero cuyo alcance está limitado a esa **RC** concreta. La infraestructura diseñada no contempla la posibilidad de que un determinado nodo pueda participar en múltiples **RC** al mismo tiempo.

En estas condiciones, cada nodo debería implementar tantos “procesador de mensajes” como **RC** en las que pudiese estar participando. Esto es, el Emisor de la Figura 5-8 debería particularizar la gestión de mensajes provenientes, o con destino a, cada **RC** en las que participase.

- **Enfoque centrado en la interoperabilidad:** este enfoque, por el contrario, promueve la creación de un único procesador para cada tipo de mensaje entrante o saliente, de modo que con él, el Emisor puede utilizarlo para generar un único mensaje para distintas **RC** o, por el contrario, utilizarlo para recibir mensajes provenientes de distintas **RC**.

Bajo este enfoque, la plataforma operativa común asume las tareas de orquestar la ejecución de actividades gestionar los intercambios de mensajes entre los nodos. Bajo este modelo, la ejecución de las actividades permanece bajo el control y autonomía de cada uno de los nodos.

Si bien se podrían considerar ambos enfoques, es conveniente recordar que en el ámbito de esta Tesis se promueve un enfoque unificado de interoperabilidad, guiado por la Ingeniería de modelos de referencia que también será necesario considerar ya que su ausencia podría ocasionar un aumento creciente de la complejidad de gestión de la RC.

Si no existe un conjunto de principios comunes que proporcione un marco sobre el cual poder desarrollar las transacciones entre nodos, puede existir una tendencia a establecer acuerdos puntuales y protocolos específicos entre pares de participantes de la **RC**. Consecuentemente, si el número de participantes – reales o potenciales – es elevado, la complejidad en la gestión de las interfaces de colaboración aumenta exponencialmente.

En caso de no establecer esos criterios de referencia, se podría dar el caso, por ejemplo, de que un mismo fabricante aceptara pedidos de sus clientes en múltiples formatos (teléfono, fax, correo electrónico o ficheros EDI) – lo que le llevaría a tener que disponer de distintos procesadores o interfaces para cada uno

de esos mensajes – o que, de modo análogo, tuviese que generar mensajes a sus proveedores en múltiples formatos, cada uno con distinto nivel de automatización o estructuración.

Sin embargo, en el ámbito de las **RC Dinámicas**, el establecimiento de determinados principios operativos comunes es uno de los pilares básicos y si, además, se pretende dar soporte a una **OV Dinámica**, la complejidad potencial es aún mayor.

5.2.6. Modelos de arquitecturas tecnológicas para el soporte a los procesos de negocio

Si fuese posible determinar etapas de evolución en el soporte TIC a la ejecución de los procesos organizativos, se podrían identificar tres etapas evolutivas (ver Figura 5-9).

Primera Generación: en esta etapa se identifica a aquella generación de sistemas de información que están orientados a la función. Su diseño, arquitectura e implementación tenía por misión dar soporte a una determinada área funcional de la organización. Por tanto, las actividades que soporta se centran fundamentalmente en las relacionadas al área considerada. De este modo, existirán sistemas para gestionar las finanzas, los sistemas contables, de nóminas, de gestión de almacenes, etc.

Segunda generación: este conjunto se centra en aquellos sistemas de información y tecnologías cuya misión fundamental es intentar optimizar los **procesos internos** de la organización. En este caso, existen dos alternativas claramente diferenciadas. La primera se apoya en la existencia de un único sistema integrado de gestión el cual concentra todos los aspectos operativos de la organización. Podría considerarse el caso de los Sistemas de Planificación los Recursos Empresariales (**ERP**, por Enterprise Resource Planning).

En este apartado también se han de considerar todas aquellas tecnologías que, ante la imposibilidad de implantar un sistema único, se encargarán de realizar la integración entre los distintos que dan soporte a la ejecución de los procesos. Las tecnologías (y herramientas) de Integración de Aplicaciones Empresariales (**EAI**, por Enterprise Application Integration) se encargarán de proveer los mecanismos que faciliten una adecuada gestión de los flujos de información vinculados a los distintos procesos de negocio. Entre ellas, los sistemas de gestión del flujo de trabajo (**sistemas workflow**) se constituyen como integradores de la visión de negocio y tecnológica requerida para dar soporte adecuado a los procesos de negocio.

Tercera generación: la tercera generación de sistemas de información tiene como objetivo principal permitir que los procesos de negocio que trascienden al ámbito organizativo tengan un adecuado soporte tecnológico.

En este ámbito, los intentos se remontan a la utilización de las redes electrónicas para el intercambio de datos en formato electrónico (**EDI**, 2004). Con la aparición de Internet y, fundamentalmente, con la estandarización de XML, ahora la piedra angular es la **Orientación a Servicios (SOA, por Service Oriented Architecture)**, que ha dado impulso al nacimiento de herramientas que permiten gestionar las necesidades de interoperabilidad entre sistemas de información pertenecientes a organizaciones distintas que comparten un proceso, basándose en la existencia de los denominados Colectores de Servicios Empresariales (**ESB**, por Enterprise Service Bus).

Dado que este último enfoque es el que se identifica como el más adecuado para el contexto de este trabajo, en la siguiente sección se describirá el rol de las Arquitecturas Orientadas a Servicios al dar soporte a los aspectos de interoperabilidad.

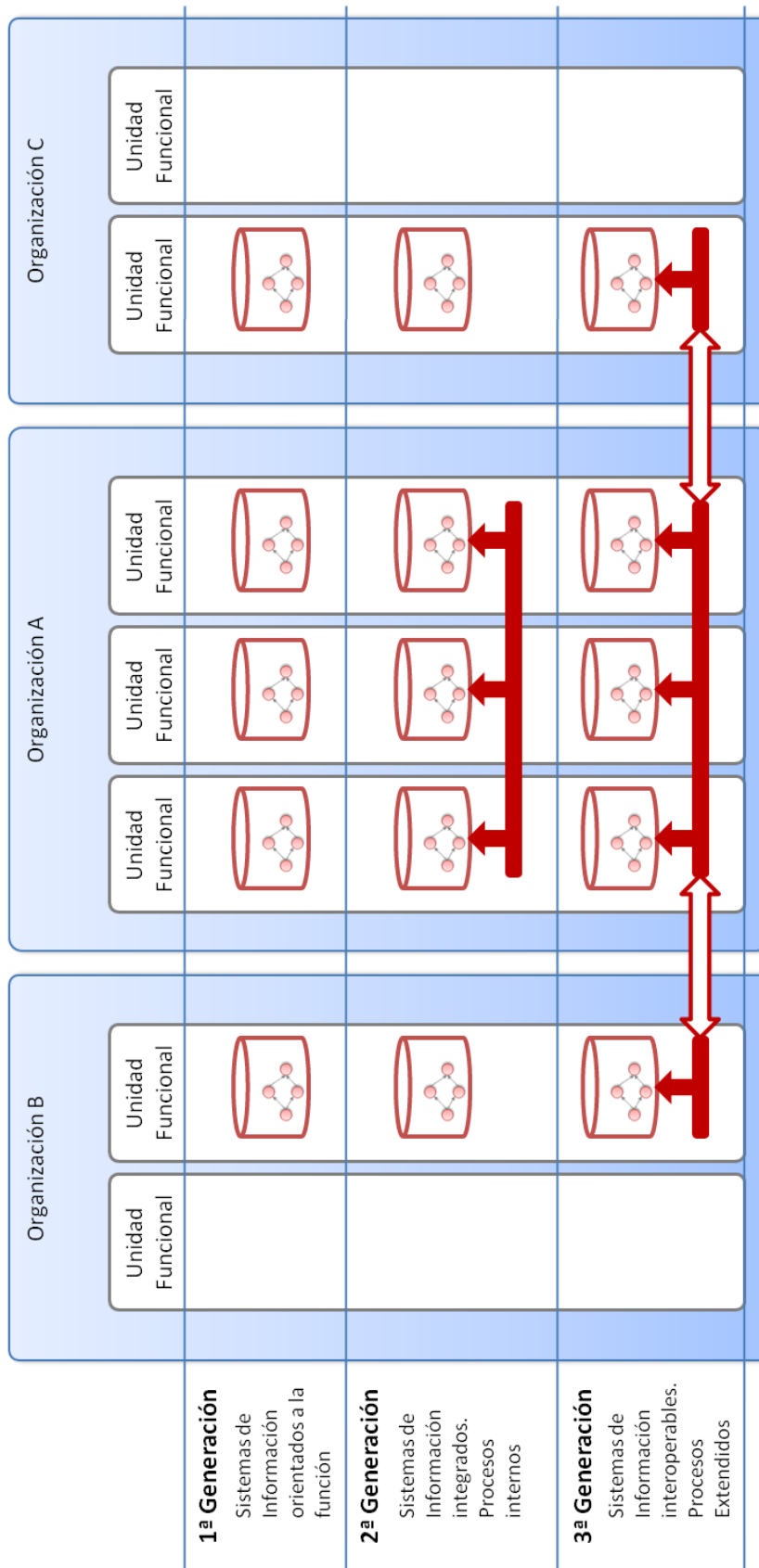


Figura 5-9: Evolución de los Sistemas de Información y el soporte a procesos de negocio

5.3. Servicios electrónicos o e.Servicios

5.3.1. El concepto de Servicio

El concepto de servicio se utiliza ampliamente y en distintos contextos. Si bien tradicionalmente se ha asociado con la prestación de servicios en el ámbito de los negocios, en la actualidad también es un término que se utiliza frecuentemente, y cada vez más, en el ámbito de las TIC.

Aun reconociendo que es objeto de un creciente interés, tanto en el ámbito académico como en el profesional, el desarrollo del concepto de servicio desde una perspectiva de negocios queda fuera del ámbito de esta Tesis Doctoral.

La finalidad aquí es identificar qué características convierten a la orientación a servicios en un enfoque de interés para la construcción de sistemas de apoyo a las operaciones de una RC dinámica y cómo utilizar esta aproximación para facilitar esta propiedad.

En el resto de este apartado se profundiza en dicha relación y se aporta una visión integradora que permite comprender por qué un servicio puede ser considerado un punto de unión entre dichos ámbitos. Para avanzar en el desarrollo, se tomará como punto de partida el trabajo de Kohlbornn (2008) quien desarrolla una clasificación de servicios que es de utilidad a los fines de esta Tesis.

Según el autor concluye, las economías de los países han vivido en los últimos cincuenta o sesenta años un periodo de transformación que ha variado la composición de su Producto Interior Bruto (PIB) orientándose cada vez más hacia los servicios, tras dejar atrás una economía basada en la agricultura, primero; y en la industria, después.

En España este hecho se constata observando el siguiente gráfico (ver Figura 5-10):

Estructura del PIB por sectores económicos en España - 2010

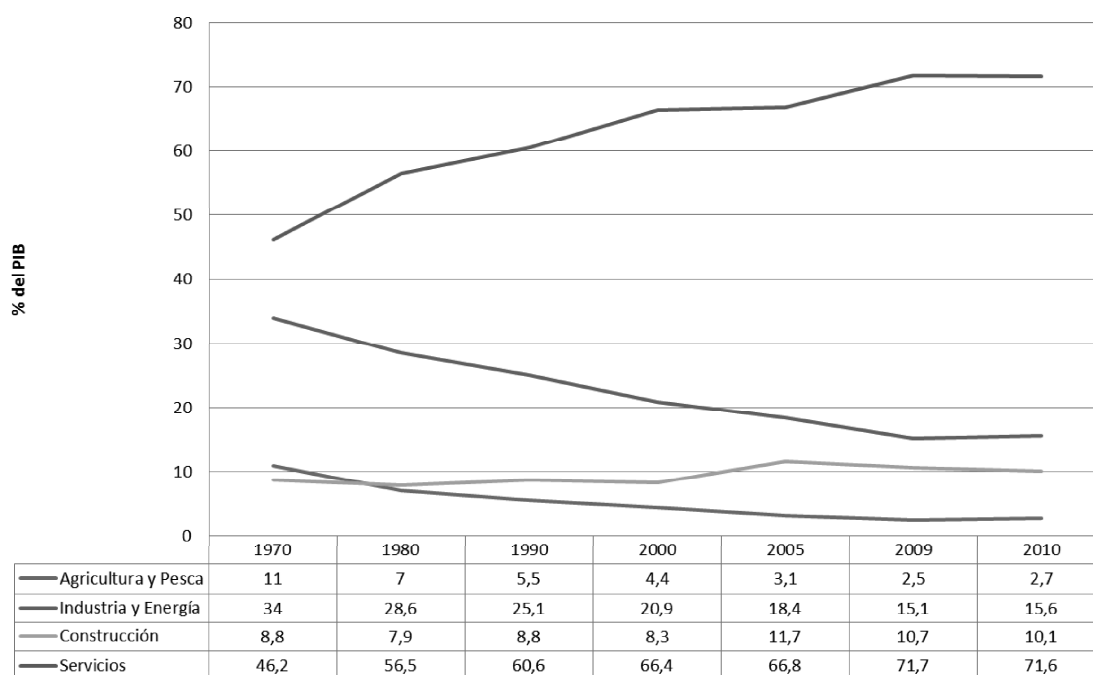


Figura 5-10: Estructura del PIB español por sectores económicos.

Pampillón (2011)

En cuanto a su relevancia en el contexto interorganizativo, son varios los autores que sugieren que la mejora de la coordinación de operaciones en estos ámbitos proviene cuando se adopta una visión centrada en la provisión de servicios (Lusch et al., 2007).

Sin embargo, a pesar de ser un sector muy desarrollado y con creciente peso en la economía global, cuando se intenta obtener una definición precisa acerca de lo que es un servicio, no hay uniformidad al respecto (Sanz et al., 2007). En la Ciencia de los Servicios, el concepto se asocia frecuentemente con un conjunto de definiciones y acepciones, frecuentemente utilizadas bajo determinadas circunstancias (Baida et al. 2004) y no existe una única interpretación.

Por ello, en el ámbito de esta Tesis, tomaremos la sugerencia de Kohlborn quien manifiesta que la definición del World Wide Web Consortium (W3C) captura la esencia de lo que es un servicio:

“Un servicio es un recurso abstracto que representa la capacidad de realizar tareas que definen una funcionalidad coherente desde el punto de vista de los proveedores y consumidores de dichos servicios.” (W3C 2004)

Según esta definición, la entidad **proveedora** del servicio realiza ciertas tareas, actuando en representación del **consumidor**, bajo unas determinadas condiciones, en un momento del tiempo y utilizando un canal (ver Figura 5-11).

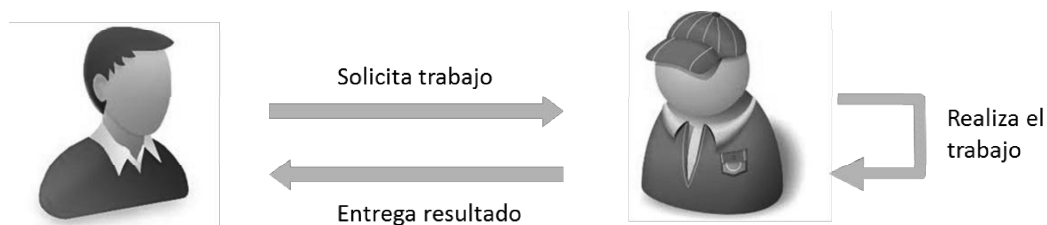


Figura 5-11: Proveedor y consumidor de servicios

Bajo esta concepción tan amplia, es posible encontrar múltiples escenarios posibles en los que encontrar la orientación a servicios en la ejecución de actividades descentralizadas o externalizadas.

Por esta razón, se intuye, el término servicio ha tenido una gran difusión en el mundo de los negocios y comienza también a tenerlo en el ámbito de la red Internet.

En el primer caso, la creciente globalización de las operaciones, sumada a la especialización de las organizaciones, conduce rápidamente a una nueva forma de componer y operar estructuras productivas, bajo la modalidad de prestación de servicios.

En el segundo caso, utilizando la red Internet actualmente es posible solicitar remotamente los “servicios” de aplicaciones distribuidas sobre dicha red, obteniendo así un abanico muy amplio para componer funcionalidad de sistemas “a la carta”.

Por ello, coincidiendo con Kohlborn (2008), se considera que en la actualidad el concepto de servicios puede integrar el mundo de los negocios y de la tecnología, a partir de un elemento común que es el denominado **servicio electrónico o e.Servicio** (Rust and Kannan, 2003).

Utilizando el esquema de clasificación de dicho autor, representado en la Figura 5-12, en el ámbito de esta Tesis, se considera conveniente aclarar que el concepto de servicio se utilizará desde distintas perspectivas:

- De forma general, la acepción del término **servicio** será la que en la Figura 5-12 se refiere como un “E-Service”, es decir, un elemento que posee dos dimensiones inseparables: la de negocio y la tecnológica.
- La dimensión de negocio del servicio se entiende que es un aspecto cuya definición concierne principalmente a aquellos trabajadores con más conocimiento del negocio y es independiente de su equivalencia tecnológica.
- Por su parte, la segunda dimensión de un E-Service es su correspondencia en el ámbito de las Ciencias de la Computación, es decir, acerca de cómo la definición de un nuevo servicio definido a nivel de negocio tendrá implicaciones en la arquitectura de los sistemas de información de la organización.

En la figura se ha representado esta visión distinguiendo, además, el hecho de que los servicios electrónicos pueden estar ligados, o no, a un servicio tradicionalmente provisto por la organización y que, desde la perspectiva del software, la implementación más comúnmente conocida, con la tecnología de servicios web, es una de las posibles alternativas.

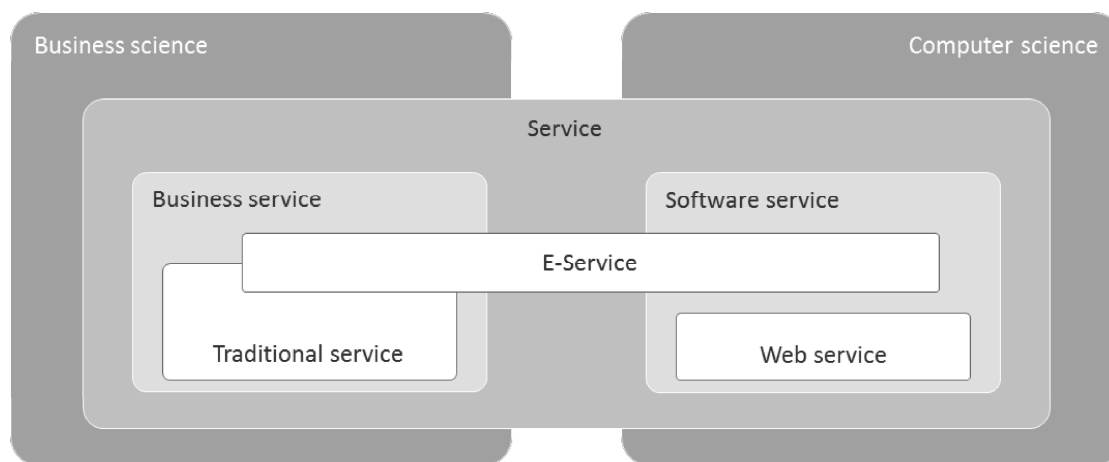


Figura 5-12: Clasificación de servicios

La aplicación de las TIC tiene por finalidad proveer todo el contexto tecnológico necesario para facilitar la ejecución y monitorización del servicio ofertado. De este modo, se aplicarán las TICs para permitir:

- Proveer la información de entrada que el servicio necesita para desarrollarse y recoger la información de salida que este genera (siempre que sea necesario⁶),
- Facilitar los mecanismos para monitorizar: el estado de su ejecución, la cesión o recuperación del control del proceso o los parámetros de prestaciones que se han definido sobre él.
- Describir la función que realiza el servicio (aunque no **cómo** lo hace).

Supóngase que una empresa posee un sistema de información mediante el cual realiza la gestión de sus almacenes. El sistema en cuestión puede tratarse de un sistema ERP de los más conocidos o un desarrollo informático propio realizado por personal de la compañía. Si esa empresa deseara dar visibilidad a las existencias de sus productos a otros nodos de la red, debería recurrir a las TICs para crear una interfaz tecnológica que permitiera el acceso al servicio por parte de otros nodos. Quien quisiera hacer uso del servicio, y asumiendo que todos conocen la funcionalidad que éste brinda, debería conocer:

- La dirección electrónica donde localizar el servicio⁷
- Nombre que se ha dado al servicio
- Parámetros de entrada y salida

Por tanto, cuando otras organizaciones tuvieran la necesidad de utilizar el servicio, podrían acceder a él mediante la especificación de la interfaz que el proveedor hubiese establecido.

5.3.2. El concepto de e.Servicio desde una perspectiva de negocio

El término servicio de negocio es usado para describir un conjunto específico de acciones que son llevadas a cabo por una organización en beneficio de otra (Baida et al., 2004; Grida Ben Yahia et al., 2006). Dado que estas acciones se pueden analizar a distintos niveles de granularidad, de modo análogo un servicio de negocio también posee distintos niveles de abstracción, pudiendo hacer referencia a una actividad atómica de un determinado proceso de negocio o bien a un subproceso completo (Sanz, Nayak, et al. 2006).

⁶ La invocación de un servicio electrónico puede requerir: sólo información de entrada (por ejemplo para registrar unos datos); sólo información de salida (listado de artículos cuyas existencias están por debajo del mínimo) o información de entrada y salida (por ejemplo para notificar las existencias a partir de un código de producto)

⁷ Un servidor web que aloja una dirección como por ejemplo www.upv.es

La lógica de negocio que es encapsulada dentro de un servicio de negocio se puede acceder mediante un conjunto de operaciones que comparten una serie de actividades vinculadas a ellos. Estas operaciones permiten que los servicios puedan ser invocados por varios consumidores o por otros servicios de negocio (Flaxer & Nigam 2004).

La implementación de las operaciones de los servicios de negocio, puede o no apoyarse en una infraestructura de TI. En este contexto, es posible encontrar otro significado del término servicio de negocio en el que se los considera como una combinación reusable de componentes TI que proporcionan un servicio orientado a negocio. Así un servicio de negocio de acuerdo con esta terminología se considera como un servicio de software ya que es implementado y se concreta en una solución integrada (J. L. Sanz, Becker, Cappi & Chandra 2007)

Un servicio electrónico posee las mismas características de un servicio tradicional: es intangible, implican la integración de un agente externo y la producción y consumo del servicio están sincronizadas (Ahlert & Evanschitzky 2003), es decir, es perecedero y no puede ser almacenado (Zeithaml et al. 1985), aunque también pueden poseer elementos tangibles a los que complementan.

Todas estas características ponen de manifiesto que en la prestación de un servicio deben interactuar al menos dos entidades, en la que una de ellas ejecuta ciertas tareas en beneficio de la otra. Al existir la noción de valor, ligada al servicio, también se puede considerar que los servicios son parte de los activos de la organización (O'Sullivan et al. 2002).

Si bien existen autores que consideran que los e.Servicios representan la provisión de un servicio tradicional utilizando la red Internet (Baida et al., 2004), otros consideran que la definición de servicios tradicionales (desde perspectiva de negocio) se ha visto influenciada por los avances y desarrollos tecnológicos recientes, y la aplicación de éstas al ámbito empresarial, dando lugar a un nuevo tipo de servicios, los llamados servicios electrónicos o e.Servicio, los cuales pueden estar basados en un servicio tradicional o ser diseñados exclusivamente para el entorno digital.

Se han identificado tres características principales que definen a esta nueva clase de servicios:

- La utilización de Internet como medio para poner en contacto a proveedores y consumidores de servicios.

- La posibilidad de que los clientes puedan acceder a funciones de negocio específicas a través de Internet con el fin de fortalecer las relaciones entre clientes y los proveedores de servicios.
- La capacidad de que los servicios pueden estar distribuidos y ser accedidos a través de redes electrónicas, quizás no exclusivamente Internet.

En un mayor nivel de abstracción, se suele denominar **servicio de negocio** a un conjunto de operaciones de una organización que pueden ser accedidos bajo demanda sin importar si es un servicio tradicional, un e.Servicio o una combinación de ambos.

5.3.3. El concepto de e.Servicio desde una perspectiva técnica

Desde la perspectiva tecnológica, un servicio software correspondería con todo el despliegue tecnológico que es necesario realizar para que la prestación del servicio sea efectiva a nivel de negocio. Se podría considerar el envoltorio tecnológico de un servicio definido en ese nivel.

Si bien un servicio se puede implementar con distintas tecnologías, la irrupción de las tecnologías ligadas a Internet ha dado un nuevo impulso a este modelo. De este modo, al hacer referencia a la implementación software de un servicio electrónico, es inevitable hacer referencia a la implementación realizada sobre **servicios Web** (Kreger 2003). El W3C propone la siguiente definición de servicio Web:

Un servicio Web es un sistema de software diseñado para soportar la interoperabilidad de dos entidades sobre una red. El servicio Web posee una interfaz desarrollada en un formato electrónicamente procesable (comúnmente WSDL). Además tiene la capacidad de interactuar con otros sistemas a través de mensajes SOAP que son transmitidos empleando HTTP con una serialización XML y también otros estándares basados en Web (W3C, 2004).

Un servicio de software está compuesto por un contrato de servicio, una interfaz del servicio y una implementación que incluye lógica de datos y la lógica de negocio (Krafzig et al., 2004). En un contrato de servicio es posible realizar una especificación informal del servicio en la que se incluya su propósito, funcionalidad, aplicabilidad y restricciones. Además de esto, en el contrato de servicio se puede definir una interfaz formal basada en una tecnología específica y dependiendo de las características del servicio (Erl, 2005). Es a través de la interfaz que el servicio presenta las operaciones que este puede ofrecer a sus consumidores. El acceso a

dichas operaciones, debe regirse por las condiciones establecidas en el contrato de servicio (Krafzig et al., 2004).

5.3.4. Tipos de servicios de red

Tal y como han sido definidos hasta el momento, tras la interfaz de un servicio de red pueden encapsularse distintas actividades de negocio. Puede tratarse desde una actividad atómica que no admite descomposición, un subproceso de negocio o un proceso completo (Figura 5-13). En cada caso, el Servicio de Red representa una forma de exponer ese trozo de funcionalidad del negocio para que esté disponible para otros nodos.

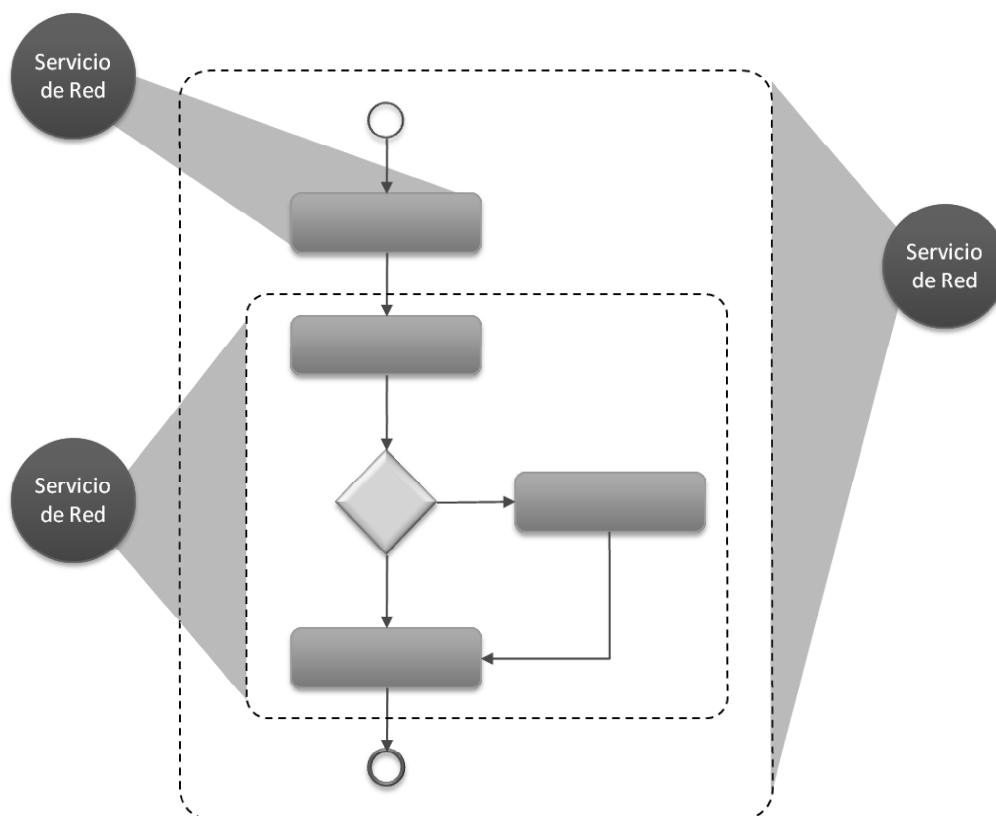


Figura 5-13: La interfaz de un servicio representa actividades, subprocesos o procesos completos

Desde esta perspectiva, existirán servicios de distinta granularidad. Unos podrán definirse con una lógica muy simple, por ejemplo requiriendo la ejecución de una única actividad de negocio, y otros que requerirán la ejecución de diversas actividades y reglas de negocio aplicadas sobre ellas.

Otro aspecto a destacar respecto al consumo de servicios es el tiempo transcurrido entre la solicitud de activación y la obtención de la respuesta esperada. Así, los servicios podrán invocarse de forma **síncrona** o **asíncrona** dependiendo de si la respuesta es inmediata o si la ejecución es diferida en el tiempo.

Esta última clasificación puede ser de utilidad cuando la activación de un determinado servicio requiere que el proveedor del mismo ejecute una serie de actividades de negocio que llevan implícito un proceso de toma de decisiones. En este caso, el servicio es activado, el proveedor lanza en interno el proceso de toma de decisiones y cuando éste finaliza, se genera la respuesta del servicio.

En consecuencia, llevado a un contexto de toma de decisiones, se podría distinguir entre servicios:

- Transaccionales: cuya finalidad es simplemente aportar información para otros nodos. Habitualmente implican la ejecución de una única actividad de negocio sin que medie ninguna toma de decisiones. El caso de las existencias mencionado anteriormente es un ejemplo de este tipo de servicios.
- Decisionales: en los que cada servicio consiste en la ejecución de un proceso en el que las reglas de negocio, previamente definidas o negociadas en el momento⁸, apoyan la toma de decisiones. Un ejemplo de este tipo de servicios podría ser, en el caso de cumplimiento de pedidos, el determinar la fecha de entrega de un determinado pedido. En este caso, un nodo podría solicitar el compromiso de una fecha de entrega y la respuesta del servicio implicaría encadenar una serie de acciones que finalmente darían como resultado la fecha esperada (**fundamentalmente asíncronos**).

5.3.5. Composición de Servicios de Red

Uno de los aspectos más interesantes de los Servicios de Red es que se diseñan teniendo en cuenta su orientación para dar soporte a la Interoperabilidad. Una cualidad básica de un elemento interoperable es que pueda ser utilizado (y reutilizado) por otros elementos sin alterar su estructura interna (comportamiento o funcionalidad) ni interfaz.

⁸ Se podría citar el caso de un servicio que lanza una petición a un Sistema Multi-Agentes. Tras el proceso de negociación entre los agentes, el resultado del servicio es la respuesta obtenida del SMA.

Una consecuencia de este postulado es que cada Servicio de Red puede ser utilizado para componer servicios de lógica más compleja. La funcionalidad de este servicio de mayor nivel de abstracción se construye mediante la aplicación de reglas de negocio a partir de un conjunto de servicios disponibles (ver Figura 5-14).

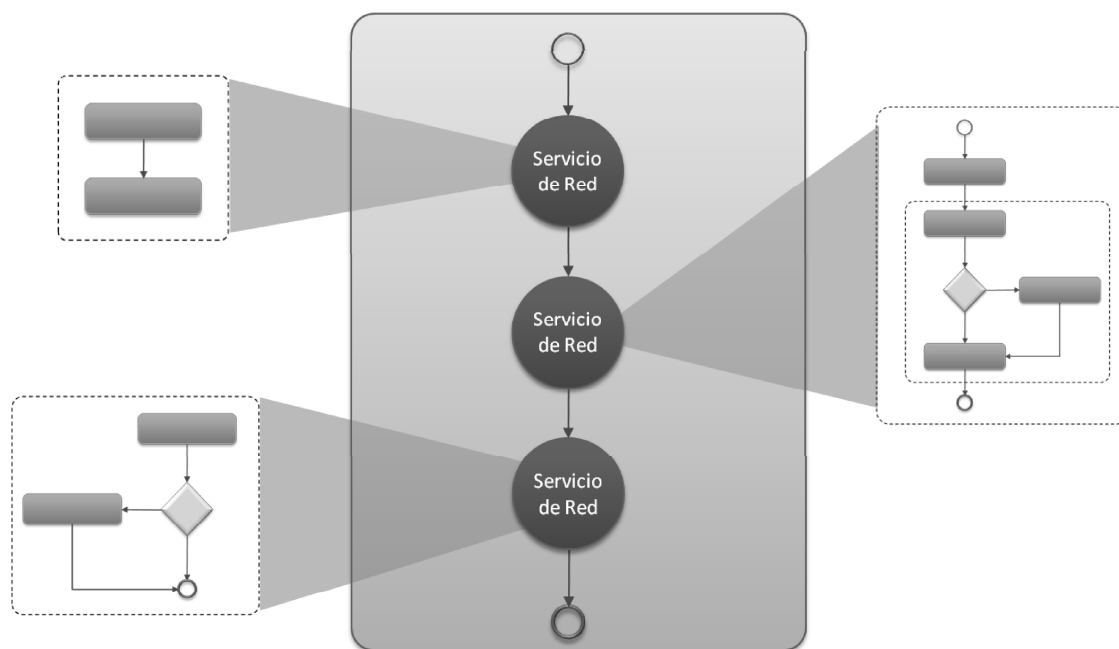


Figura 5-14: Ejemplo de un servicio de red compuesto por otros SR

Por ejemplo supóngase una empresa de distribución que tiene varios almacenes geográficamente dispersos. Como en el caso anterior, cada almacén puede poner a exponer un Servicio de Red cuya finalidad sea la de NotificarExistencias() de un determinado producto. A partir de un Código de Producto el servicio, tras realizar la consulta correspondiente con el sistema de información del almacén, devuelve la cantidad disponible.

Ante un requerimiento de un cliente de la empresa que desea saber cuáles son las existencias **totales** disponibles en los almacenes, la empresa debería consultar el correspondiente servicio de red de cada almacén, acumular los resultados parciales e informar del total al cliente.

En este caso, la composición de servicios permite que la empresa genere y exponga un nuevo Servicio de Red cuya funcionalidad automatiza la realización de los pasos anteriores. En el siguiente ejemplo (ver Figura 5-15), se esquematiza cómo, a partir de la invocación del servicio perteneciente a la empresa, se desencadenan las distintas invocaciones de servicios pertenecientes a los almacenes (pasos 1 a 6).

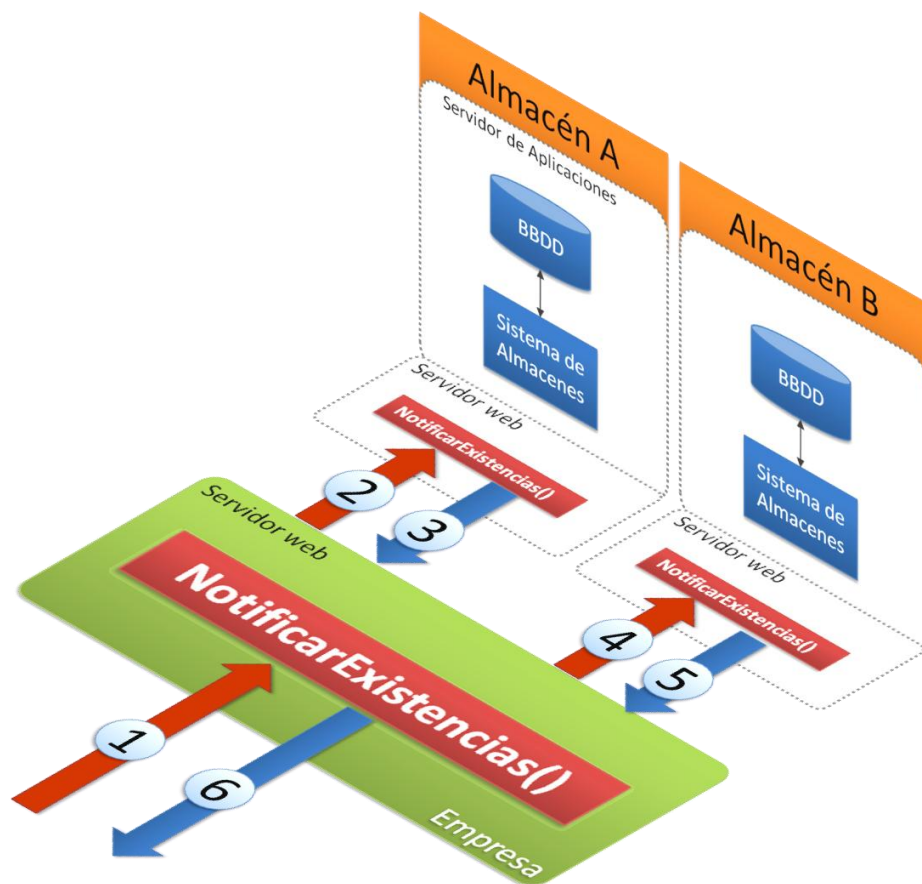


Figura 5-15: Posible secuencia de invocaciones de un servicio compuesto

En la Figura 5-15, la Empresa ofrece un servicio cuya finalidad es la de `NotificarExistencias()` de un determinado componente. Ante la llegada de una petición de servicio (Instante 1, i_1), la implementación del servicio en la empresa se encarga de activar el servicio correspondiente en el Almacén A (i_2) y de esperar su respuesta (i_3).

Cuando se recibe la respuesta del almacén A, se activa el servicio del Almacén B (i_4). En el momento en que este responde (i_5), el servicio de la Empresa ya cuenta con toda la información necesaria para enviar el resultado al consumidor del servicio (i_6).

De este modo, a partir de la funcionalidad de servicios existentes, se ha generado un nuevo Servicio de Red que la empresa puede poner a disposición de otros nodos de la cadena. Del mismo modo, el nuevo servicio generado da lugar a ser utilizado para componer otros servicios.

Respecto a los constructores, aparecen dos nuevas relaciones para los servicios de red: *parte de* y *consiste de* (ver Figura 5-16).

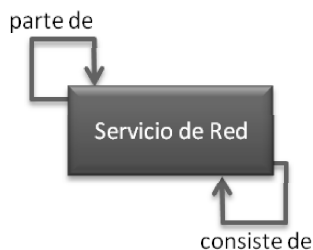


Figura 5-16: Relaciones reflexivas sobre el constructor Servicio de Red

5.3.6. Diseño de Servicios Electrónicos

5.3.6.1. Principios generales

Un aspecto importante en el ámbito de esta Tesis está relacionado con la forma en que la orientación a servicios se puede integrar en la Ingeniería y Operación de RC.

Por esta razón, interesa rescatar algunos principios de diseño que pueden ser aplicables al diseño de servicios de forma que sean tenidos en cuenta a la hora de plantear dicha integración.

Para ello, se tomará como punto de partida el trabajo de Legner y Vogel (2007), quienes identifican los principios citados con más frecuencia en la literatura y elaboran una tabla que sintetiza el análisis realizado (ver Tabla 5-1).

PRINCIPIOS GENERALES DE DISEÑO DE SERVICIOS		
Categoría	Principio de diseño	Detalle
Orientación a interfaces	Abstracción de la implementación	Es necesario centrarse en la definición de interfaces, independientes de la implementación. Los consumidores no necesitan conocer los detalles de implementación sino la forma de acceder al servicio.
	Especificación completa y detallada de servicios	Una correcta especificación de servicios incluirá no sólo los detalles técnicos para invocar el servicio sino que deberá atender a los aspectos semánticos, atributos dinámicos y niveles de calidad en la prestación del servicio.
	Gestión de contratos adecuada	La solicitud y prestación de servicios se regula no sólo mediante los contratos técnicos de la implementación sino

		por contratos formales entre las partes, gestionados de forma centralizada y con revisiones periódicas.
Interoperabilidad	Estandarización a nivel de negocio	Para facilitar una integración transparente con otros actores, los servicios de negocio deberían definirse de forma homogénea para múltiples actores.
	Estandarización Tecnológica	La estandarización tecnológica es un facilitador de la interoperabilidad a nivel de negocio. La utilización de servicios web puede resultar de interés en el ámbito de las RC.
	Uso de estándares abiertos, disponibles en la industria	Si se desea diseñar un espacio abierto e interoperable es necesario adoptar estándares reconocidos para la implementación de los servicios.
Autonomía y modularidad	Alto nivel de cohesión y bajo acoplamiento lógico	Siguiendo los principios de diseño de software, un servicio debería englobar sus aspectos funcionales para ser considerado una unidad. La interdependencia entre servicios debería ser baja, aunque sin limitar la composición.
	Comunicación débilmente acoplada	Se deben utilizar los mecanismos tecnológicos disponibles (URI, mensajería asíncrona, etc.) para limitar la dependencia de comunicación en tiempo de ejecución.
Alineado con el negocio	Granularidad de servicios alineada con prácticas del negocio	El nivel deseado de granularidad del servicio, es decir, la complejidad funcional que expone, dependerá de cada caso. En general, debería ser consistente con los requerimientos de la RC a nivel de componer el proceso global
	Generalización de servicios	Un servicio aumenta su valor como activo cuanto más es reutilizado. Su diseño debe tender a ser generalizado para facilitar esta caracter'

Tabla 5-1: Esquemas de interoperabilidad y el diseño SOA – Fuente: Elaboración propia

En el apartado 5.3.8, que cierra esta sección, se hará una mención detallada acerca de cómo se van a considerar estos principios en el ámbito de esta Tesis.

5.3.6.2. La interfaz del Servicio de Red

En consecuencia, cada servicio electrónico dispone de: **una interfaz**, que es la parte pública, que debe ser conocida por los potenciales consumidores y una parte privada que está destinada a la **implementación** de la funcionalidad del servicio que cada proveedor realiza.

De este modo, se puede establecer que en general un servicio de red es una función de transformación de un conjunto de **n** parámetros de entrada en **m** parámetros de salida.

$$F(E_1, E_2, E_3, \dots, E_n) \rightarrow S_1, S_2, \dots, S_m \quad n = 0..N \text{ y } m = 0..M$$

Tanto los parámetros de entrada como los de salida son opcionales. Por tanto, podrán darse casos en los que un servicio sólo sirva para almacenar datos⁹ (enviados como parámetros de entrada) o generar y enviar un listado a intervalos regulares¹⁰ (datos de salida).

En la Figura 5-17 se ejemplifica un SR de nombre NotificarExistencias. La interfaz posee además dos parámetros. Al invocarlo con un código de producto (parámetro de entrada) devuelve la cantidad de unidades existentes (parámetro de salida). La implementación está alojada en un determinado servidor web, el que a su vez posee una dirección electrónica única y su funcionalidad es la de recuperar los datos desde el Sistema de Almacenes instalado en el Servidor de Aplicaciones.

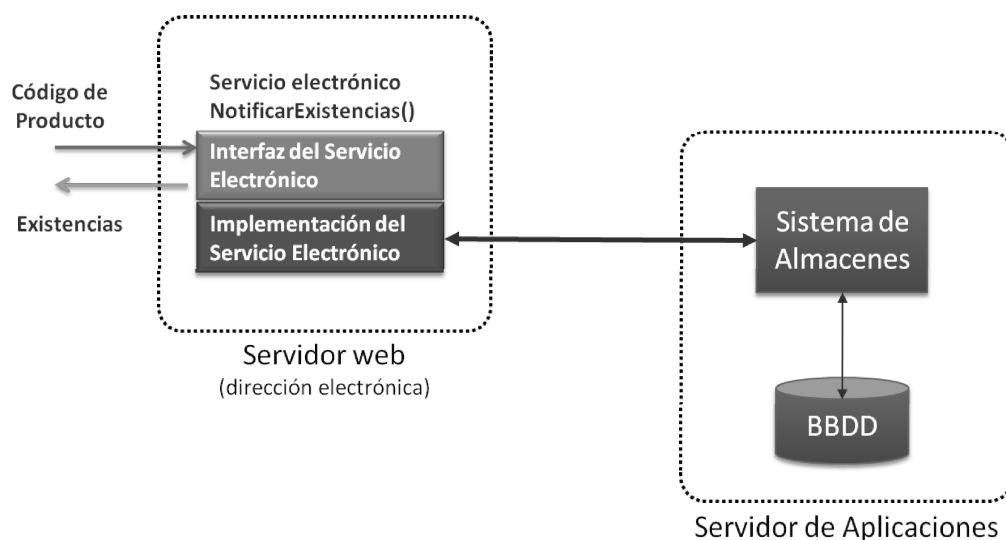


Figura 5-17: Interfaz pública e implementación privada de un servicio electrónico

La **interfaz** del servicio se compone del Nombre del Servicio más los parámetros de Entrada y Salida que son necesarios para activarlo. En este caso, el parámetro de entrada está representado por el Código de Producto y el de salida por las Existencias.

De este modo, cada usuario potencial del servicio debería activarlo a partir de una petición dirigida a la dirección electrónica del servidor acompañada del nombre del servicio y los parámetros de entrada. Como resultado obtendría lo acordado como parámetros de salida.

⁹ Como por ejemplo un servicio de registro histórico de datos para generar un Cubo de Datos

¹⁰ Por ejemplo la generación automática de un listado de cuentas por cobrar

NotificarExistencias(Código de Producto) → Existencias

A modo de ejemplo podríamos tener:

NotificarExistencias("LUNETAS TRASERA MODELO A340CL83475") → 2410 uds.

Por su parte, la **implementación** del servicio consiste en realizar todos aquellos procedimientos necesarios que permitan obtener la salida a partir de las entradas desde un punto de vista fundamentalmente de sistemas de información.

Si bien la interfaz permite que todo usuario potencial active y consuma el servicio, la implementación forma parte de los **aspectos privados** que son controlados por el proveedor del mismo. Por esta razón, cada implementación es particular a cada proveedor de servicios y dependerá del entorno tecnológico que éste disponga.

En este caso se ha supuesto que la implementación tecnológica del servicio consiste en realizar una petición al sistema de almacenes interno de la empresa, mediante el acceso a una interfaz propietaria provista por el fabricante.

A los fines de esta propuesta, se entenderá que un servicio electrónico será referido como **Servicio de Red**. Esta denominación obedece al hecho de que los servicios electrónicos que se modelen, tendrán por finalidad facilitar la interoperabilidad de una entidad dentro de un contexto de una **RC**.

5.3.6.3. Implementación de servicios electrónicos

En el mundo de la Ingeniería del Software se utiliza un concepto denominado polimorfismo que utilizaremos en este trabajo y que se introduce a continuación.

El polimorfismo sirve para expresar el hecho de que una misma funcionalidad (como p.e. la consulta de saldo de una cuenta bancaria) perteneciente a una determinada entidad genérica (un banco), aun compartiendo una interfaz común, puede ser materializado (o implementado utilizando un lenguaje de programación) de forma distinta en cada instancia concreta de esa entidad.

Por ejemplo, retomando el caso anterior, si la empresa dispusiera de dos almacenes A y B, uno de ellos (A) podría gestionar las existencias del almacén con un sistema de almacenes a

medida desarrollado por gente de la propia empresa y el otro (B) podría tener instalado un sistema integrado de tipo ERP¹¹.

Si bien ambos almacenes podrían disponer del mismo servicio, la heterogeneidad tecnológica de los sistemas subyacentes en cada escenario, podría requerir implementar un servicio (almacén A) por ejemplo en el lenguaje Visual Basic y el otro (almacén B) en Java.

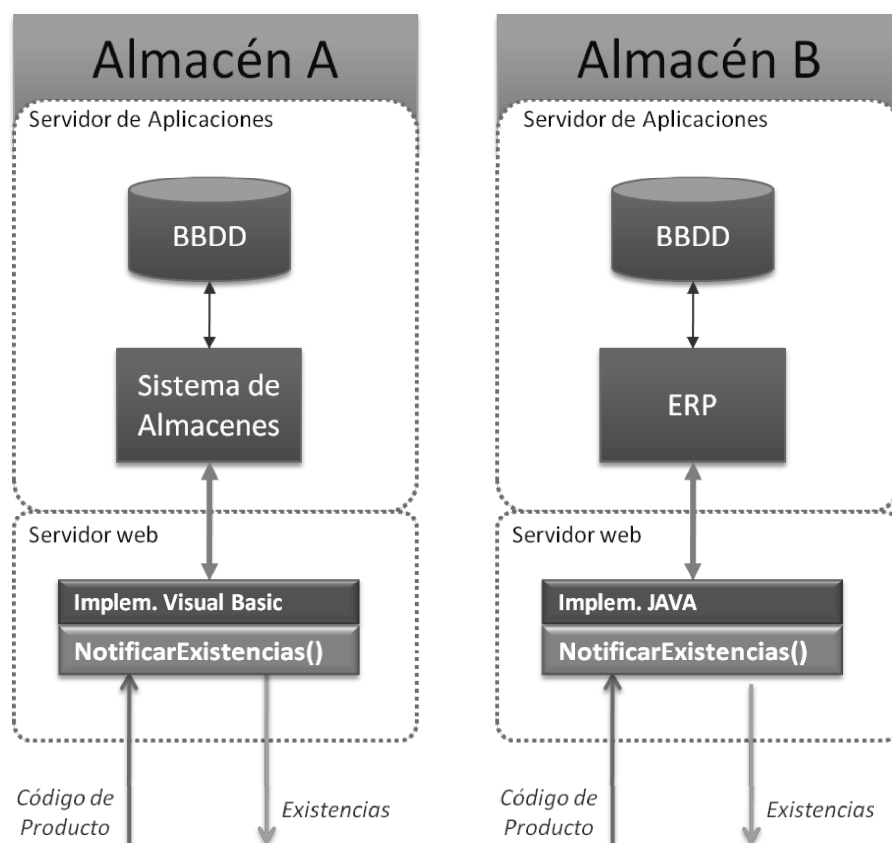


Figura 5-18: Implementaciones distintas bajo una misma interfaz de servicio

De este modo se consigue un efecto muy importante desde el punto de vista de la reutilización de los servicios para dar soporte a escenarios de interoperabilidad: **la separación entre la especificación de la interfaz del servicio y la materialización que cada proveedor realice de cada uno de ellos.**

¹¹ Enterprise Resource Planning o Sistema de Planificación de los Recursos de la Empresa

Esto permite que, si dentro de un conjunto de organizaciones que colaboran en red, las interfaces de los servicios son públicas y conocidas, entonces cada uno de los nodos podrá acceder y consumir los servicios ofertados por los otros independientemente de la infraestructura tecnológica sobre la que están desplegados. Al mismo tiempo, cada proveedor de servicios electrónicos se reserva el derecho de realizar la implementación que considere más eficaz y eficiente.

En la actualidad la oferta de servicios electrónicos en Internet funciona de forma diferente. La oferta de servicios se concentra en registros públicos, como UDDI, en los que cada proveedor puede registrar el servicio deseado utilizando tanto el nombre del servicio como los parámetros de entrada/salida que él desee.

Cuando un usuario potencial requiere determinado servicio, debe dirigirse al registro público y comenzar una búsqueda al estilo de las tradicionales Páginas Amarillas. La agrupación por categorías y la utilización de códigos estándares para describir los servicios ofertados tiene cierta utilidad pero no es fácil determinar si efectivamente el servicio realiza exactamente lo que el cliente necesita. Por este motivo ha surgido todo un ámbito de estudio, que aunque no es objeto de este trabajo se menciona brevemente a continuación.

Dado que la especificación de la interfaz de cada servicio no sigue una notación estándar ni patrón alguno, se recurre a añadirles información semántica adicional en forma de etiquetas de meta-información o información abstracta acerca del comportamiento del servicio.

De este modo, se pueden diseñar mecanismos de búsqueda automatizados que permitan realizar consultas acerca de la información semántica asociada a cada servicio y poder determinar si efectivamente se amolda a las necesidades del cliente potencial o no.

5.3.7. Integración de los Servicios Electrónicos en los Procesos de Negocio Extendidos

La utilización de servicios electrónicos como apoyo a la reingeniería de las organizaciones y en especial de los procesos de negocio desde una perspectiva de composición de servicios electrónicos es un tema que ha recibido mucha atención en el ámbito académico (Karastoyanova and Buchmann, 2004; Leymann, 2006; Villarreal et al., 2006; Vernadat, 2007; Karacan et al., 2009).

También como ya se indicó en el apartado 5.2.1, diversos autores coinciden en señalar que en el modelado y ejecución de estos procesos existen dos niveles a considerar: el nivel de proceso global y el de los procesos internos o privados (Villarreal et al., 2006; Greiner, Lippe, et al., 2007; Ghattas and Soffer, 2008; Lazarte et al., 2009).

Para facilitar el modelado de dichos procesos colaborativos, también han sido propuestas distintas iniciativas (Karastoyanova and Buchmann, 2004; Hofreiter et al., 2006; Greiner, Lippe, et al., 2007; Ghattas and Soffer, 2008).

En general, la integración de servicios electrónicos en los procesos, ya sean internos o extendidos, se asocia con la posibilidad de “orquestrar” funcionalidad que se compone a partir de los servicios prestados por distintos nodos.

De este modo, diseñar servicios electrónicos sobre un conjunto de sistemas existentes implica generar un conjunto de puntos de acceso (interfaces de servicios) a su funcionalidad (ver Figura 5-19) para posteriormente orquestrar su ejecución.

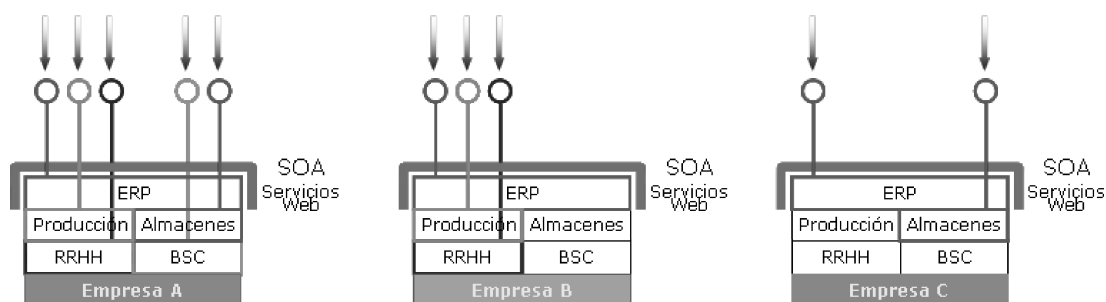


Figura 5-19: Cada servicio representa un punto de acceso a funcionalidad de un SI

La reusabilidad de estos sistemas se basa en que los servicios pueden ser implementados con aplicaciones heredadas a las cuales se les construyen una nueva interfaz, a través de la cual otras aplicaciones interactúan con ella. Sin embargo, aplicaciones legadas suelen estar desarrolladas usando tecnologías y paradigmas diversos, lo cual hace necesario estandarizar las interfaces para permitir la interoperabilidad.

De este modo, a partir del elemento básico que es el **servicio electrónico**, que puede ser localizado y consumido por una aplicación de software a través de Internet.

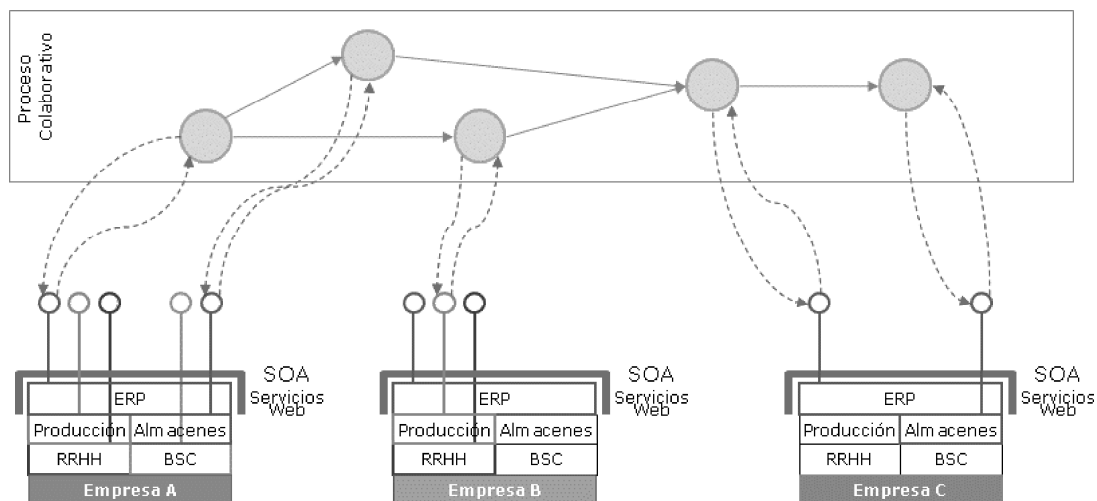


Figura 5-20: Composición de procesos extendidos a partir de servicios de negocio

Posteriormente, en tiempo de ejecución, las herramientas utilizadas para dar soporte a la ejecución de estos procesos basados en servicios utilizarán dichas definiciones para orquestar la ejecución de cada instancia concreta, enlazando y solicitando la prestación de cada servicio.

Para ello, utilizan lenguajes basados en la composición de servicios web como BPEL4WS o WS-BPEL 2.0, que han sido diseñados para permitir específicamente la integración de servicios en las definiciones de procesos de negocio.

En consecuencia, un aspecto fundamental para una adecuada integración de los servicios electrónicos en los modelos de procesos será la existencia de distintos modelos de procesos nivel global, sus correspondientes modelos tecnológicos que incluyan la traducción de la interfaces de servicios a una plataforma tecnológica concreta y la integración de éstas con los sistemas internos de cada organización.

Atendiendo a la necesidad de ordenar y contextualizar adecuadamente estas necesidades de modelado y automatización en la transformación de los modelos de procesos de negocio extendidos a sus correspondientes modelos tecnológicos, se considera conveniente contemplar la propuesta por Greiner y otros (2007).

En concreto, la propuesta ofrece un marco de modelado que se utiliza como base para definir procesos extendidos y que será utilizado en este apartado para mostrar a qué nivel es posible integrar la definición de servicios en ellos.

El marco propuesto consta de dos dimensiones:

- La primera que define los niveles que van desde el modelado hasta la implementación de los procesos, abarcando tres posibles niveles: nivel de negocio, nivel tecnológico y de implementación (de forma análoga a los niveles de MDA) y,
- La segunda dimensión que representa el ámbito del proceso a modelar: extendido o colaborativo, el de la vista (o interfaz) y el interno al nodo de la **RC**.

Integrando las dimensiones, los autores proponen distintas posibilidades de transformación entre dichos modelos, si la existencia de los distintos modelos es requerida o no, o si es posible utilizar herramientas para lograr una transformación automática de dichos modelos (ver Figura 5-21).

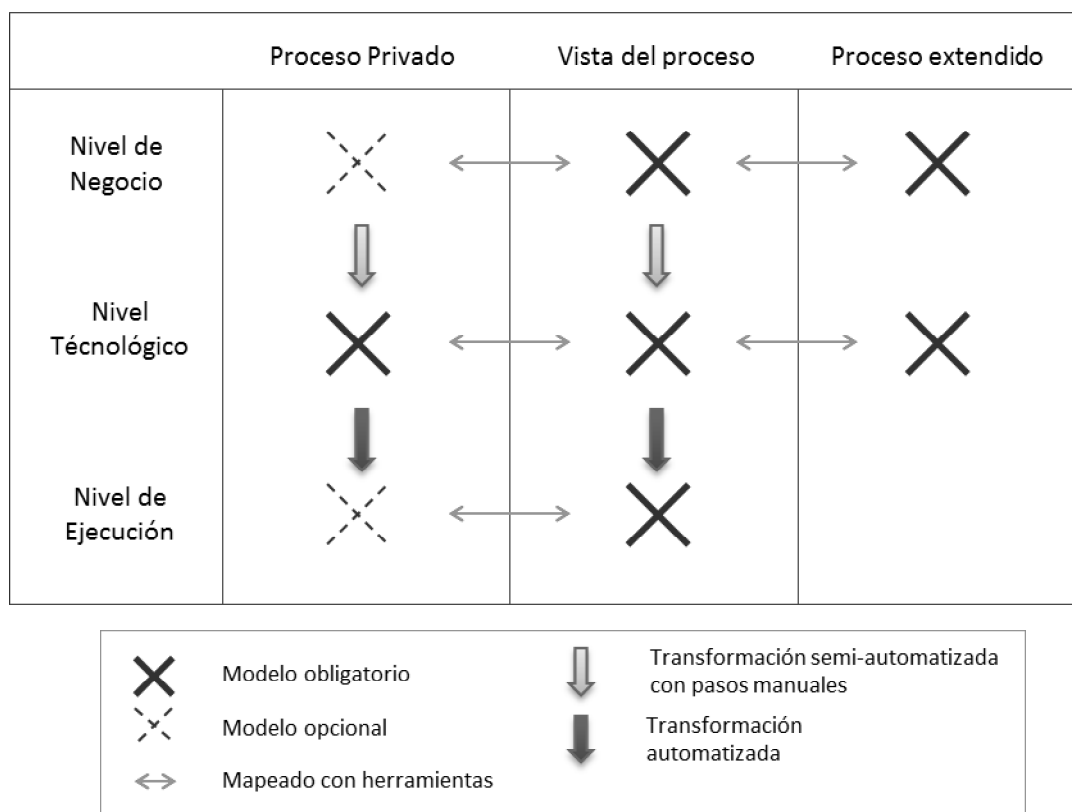


Figura 5-21: Marco para el modelado de Procesos Extendidos. Fuente: (Lazarte et al., 2009)

En cada intersección del marco existe un posible modelo de procesos, aunque algunos se identifican como obligatorios y otros como opcionales.

A nivel de negocio, por ejemplo, los autores identifican que tanto el modelo del proceso extendido como la definición de la vista del proceso interno que cada nodo realiza deben ser definidas.

Si bien el modelo del proceso extendido a la larga es el que finalmente se ejecuta, cada actor que participa en él se responsabiliza de su ejecución distribuida. En consecuencia, a nivel de ejecución el modelo extendido no tiene sentido que sea representado, sin embargo, sí que es necesario definir técnicamente la secuencia y la estructura (no el contenido) de los mensajes que se van a intercambiar.

A nivel de las vistas de procesos, los autores sostienen que, al tratarse de conectores hacia los procesos internos, sería necesario contar con los modelos a los tres niveles considerados para facilitar no sólo su integración a nivel global sino que en el ámbito de cada nodo, cada vista tenga su correspondencia con los procesos internos.

5.3.8. Intercambio de mensajes en procesos extendidos basados en servicios electrónicos

Como se ha analizado en la sección 5.2, la ejecución de las distintas instancias de procesos de negocio extendidos utilizando un modelo de orquestación pretende disminuir al mínimo el tiempo de latencia que, a su vez, mejora la eficiencia operativa global.

En el apartado 5.3.3 también se ha señalado que la implementación más habitual de los servicios electrónicos se realiza sobre la tecnología de servicios web desplegados sobre la red Internet.

Para conseguir una orquestación eficiente de una secuencia de servicios, se considera que un aspecto clave en la eficiencia global será que la necesidad de traducir los mensajes que circulan por la RC y que son intercambiados por los actores del proceso, sea la menor posible.

En este sentido, diversas iniciativas han demostrado que la estandarización de documentos de negocio utilizando el lenguaje de representación XML es una estrategia adecuada cuando se desea facilitar la integración en distintos ámbitos (Nurmilaakso and Kotinurmi, 2004; Tolk and Diallo, 2005; Nurmilaakso et al., 2006; Lampathaki et al., 2008; Lee et al., 2009).

La interoperabilidad que se desea alcanzar a este nivel no sólo tiene que ver con la tecnología utilizada para representar la información intercambiada, en este caso ficheros en lenguaje XML, sino que el objetivo es proponer una estructura para esos documentos, conteniendo los datos mínimos que son comunes al conjunto de nodos.

Como ejemplos de aplicaciones de este tipo de iniciativas que proponen un conjunto de estándares abiertos para el intercambio de datos y sincronización de procesos en cadenas de suministro de distintos sectores., se pueden citar:

- La desarrollada por el Open Applications Group (OAGI, <http://www.oagi.org/>), que consta con más de cincuenta documentos de negocio, dando soporte a más de treinta escenarios de integración distintos o,
- La iniciativa Universal Business Language (UBL, <http://www.ubl.org.es/>) impulsada por el organismo de estandarización OASIS (2006a) y que cuenta con una propuesta de especificación de más de treinta documentos electrónicos.

En concreto, coincidiendo con la visión de Tolk y Diallo (2005), ambas iniciativas sostienen que la simple estandarización de ficheros en lenguaje XML como soporte al intercambio de datos no garantiza alcanzar el nivel de interoperabilidad deseado. Para conseguirlo, estas iniciativas definen un conjunto de **documentos de negocio** que dan soporte al intercambio de información en distintos **escenarios de integración**.

Así, se encargan de proponer estructuras de documentos que los distintos participantes de los escenarios se encargarán de rellenar con el contenido que corresponda a cada mensaje. De este modo, se garantiza la homogeneidad de los mensajes intercambiados entre los participantes de una transacción de negocios.

Complementariamente, las definiciones propuestas también incluyen un conjunto de documentos utilizados como señales, cuya misión simplemente es apoyar la coordinación de la ejecución de los procesos. Algunos tipos de señales pueden incluir: pedido_recibido, pedido_confirmado, existencias_reservadas, entre otras.

El esquema general que se plantea utilizando este tipo de soluciones es el que se representa en la Figura 5-22:

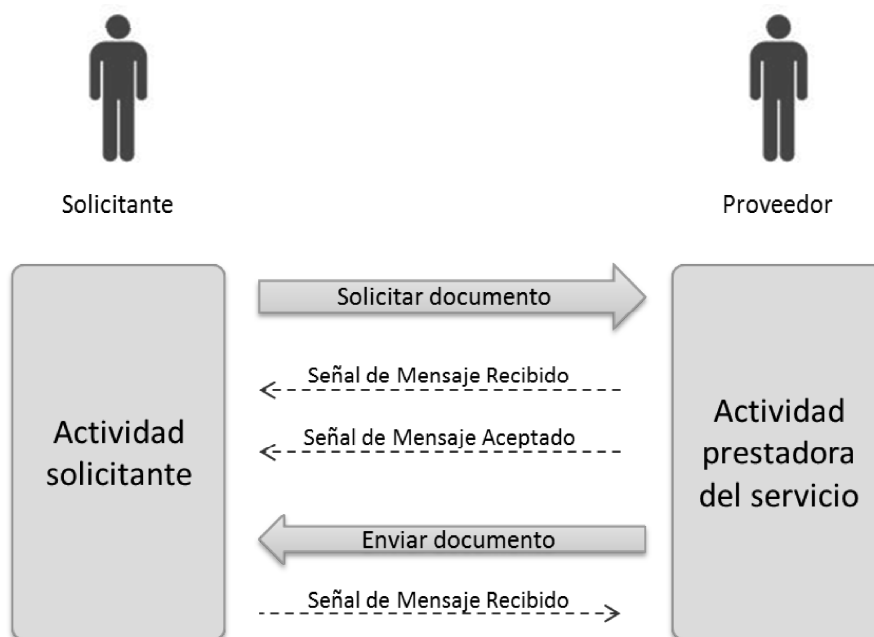


Figura 5-22: Intercambio de Documentos de Negocio para la coordinación de procesos extendidos. Fuente: Adaptado de (Dubray 2001)

De este modo, la secuencia de actividades que conforman un proceso de negocio extendido puede ser representada como un intercambio de mensajes que, desde el punto de vista de la automatización del proceso, aumentan la eficiencia global pretendida.

La siguiente figura introduce un ejemplo esquemático de un documento de negocio para gestionar un **Pedido**. Como puede observarse, el documento se ha estructurado en tres partes principales: la que contiene los datos identificativos del propio documento (su número y fecha de emisión), los datos del comprador (identificación, dirección postal, persona de contacto) y los datos del pedido (cantidad, producto y precio unitario).



Figura 5-23: Ejemplo de Documentos de Negocio - Pedido. Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, si el conjunto de **plantillas de documentos de negocio** se hace disponible en **un repositorio centralizado** al cual todos los miembros de la RC tienen acceso, y estas definiciones son utilizadas por cada uno de ellos para conformar los mensajes a intercambiar dentro de la red, los esfuerzos necesarios para interpretar cada uno de los mensajes se reduce considerablemente.

5.4. Arquitecturas Orientadas a Servicios - SOA

5.4.1. Concepto de SOA

El término Arquitecturas Orientadas a Servicios fue utilizado por primera vez en un informe de Gartner, en 1996 (Gartner 1996a; Gartner 1996b)¹² aunque su reciente impulso viene apoyado en las sinergias que han surgido con la implementación más popular de la arquitectura sobre la tecnología de *servicios web*.

Sin embargo, definir precisamente qué es SOA no suele ser tarea sencilla. Como señala Rotem-Gal-Oz (2009) , cuando un término se vuelve popular, padece una especie de **dispersión semántica**, queriendo referir al hecho de que su definición pierde precisión según comienza a ser adoptado por gente de la industria, usuarios, académicos, etc.

Si bien su desarrollo se vincula fundamentalmente al entorno tecnológico, las organizaciones también pueden aplicar sus principios para tratar estos aspectos a nivel de negocio (Nayak et al., 2006). En este sentido, Marks y Bell (2006) consideran que SOA es un concepto de negocio que define la forma en que múltiples funcionalidades tecnológicas pueden ser planificadas, diseñadas y gestionadas como servicios de negocio modulares con el fin de lograr objetivos de negocio.

Intentando aclarar esta cuestión, Rotem-Gal-Oz también propone un conjunto de creencias habituales respecto a este paradigma e intenta situarles en su contexto adecuado. En la Tabla 5-2 se ha introducido este análisis como paso previo al de aportar una aproximación precisa de su definición.

POSIBLES DEFINICIONES DE SOA	
¿Qué se considera que es SOA?	¿Qué tiene esto de erróneo o incompleto?
SOA es una forma de alinear mejor el negocio y la tecnología	No es así. El objetivo final que se quiere alcanzar usando SOA es éste, pero esto no es lo que SOA es. Un buen diseño de sistemas basado en SOA provee la agilidad necesaria para que este objetivo sea alcanzado.
SOA es cualquier programa que	Un diseño basado en SOA se puede implementar con distintas

¹² Estos documentos se incluyen simplemente como referencia ya que su acceso es restringido bajo pago.

gestiona interfaces de servicios web.	tecnologías, como por ejemplo con Open Services Gateway Initiative (OSGI), una plataforma basada en Java. Además, exponer un método de programación como un servicio web dista mucho del objetivo real de SOA, aunque sea muy utilizado.
SOA es un conjunto de tecnologías (SOAP / REST / WS-I....)	Se relaciona con el apartado anterior, si bien existe un conjunto de tecnologías que se asocian con SOA, un diseño basado en SOA es independiente de la tecnología utilizada para su implementación.
SOA es una estrategia para reutilizar software, o al menos de hacer realidad ese paradigma.	Si bien se puede pensar que la reutilización es un buen argumento en favor de la adopción de SOA, dependiendo de la granularidad de un servicio esto será más fácil de alcanzar o no. El sentido de reutilización en SOA se orienta más a la posibilidad de avanzar en su adopción, reutilizándolos para componer nuevos servicios sin tener que comenzar desde cero.
SOA es una solución comercial	SOA no es un producto que se pueda comprar. Es una forma de realizar la arquitectura de sistemas distribuidos que requieren tratar la integración y la distribución al mismo tiempo.

Tabla 5-2: Qué es y que no es SOA? – Fuente (Rotem-Gal-Oz et al., 2009)

Del análisis de la tabla anterior se puede deducir el sentido que se pretende dar a este término en el ámbito de esta Tesis Doctoral. Aquí se considerará que SOA es:

“Un estilo arquitectónico, una forma de diseñar sistemas en la que se define un conjunto de componentes, las relaciones entre ellos y el conjunto de reglas acerca del uso y la interacción que éstos tienen.”

Es decir, se considerará que una SOA desplegada sobre **servicios web** se corresponde con la implementación táctica sobre un conjunto de tecnologías estándares y abiertas.

Adicionalmente, el marco de referencia propuesto por OASIS para SOA introduce un aspecto interesante a considerar al referirse a SOA como:

“un paradigma para organizar y utilizar capacidades distribuidas que pueden estar bajo el control de distintos propietarios” (OASIS 2006)

Estas capacidades distribuidas se deben entender como la habilidad de realizar una tarea o un encargo por parte del prestador del servicio que se invoca y se espera que éstas provoquen un resultado concreto, fundamentalmente ligado a:

- La obtención de información como respuesta a una solicitud

- El cambio de estado de una entidad,
- Una combinación de ambos

Finalmente, es conveniente mencionar que si bien las capacidades tienden a satisfacer una necesidad concreta, la relación no tiene por qué ser uno a uno. Una necesidad puede ser satisfecha mediante la combinación de distintas capacidades o una capacidad puede también satisfacer múltiples necesidades.

Actualmente se pueden distinguir dos corrientes acerca de lo que se entiende por SOA. La primera tiene que ver con aquellos que consideran que es un estilo arquitectónico abstracto y la otra con quienes la consideran un estilo tecnológico concreto ligado a las tecnologías estándares de Internet y los servicios web, fundamentalmente las impulsadas por los organismos W3C¹³, OASIS¹⁴ y WS-I¹⁵. Esta última visión es que la Thomas Erl, un referente indiscutible en este campo, denomina la **falsa acepción SOA** (Erl, T 2005).

En el siguiente apartado, se analizarán los principales componentes de una SOA.

5.4.2. Componentes de una Arquitectura Orientadas a Servicios

Siguiendo con la propuesta de Rotem-Gal-Oz, los principales componentes que se pueden identificar en una SOA son:

- **Servicio:** el servicio es el pilar básico sobre el que se construye SOA. Un servicio se debe entender como la respuesta que una entidad da a una solicitud proveniente del exterior. En consecuencia, un servicio implementa, consistentemente y al nivel que contractualmente le compromete, la funcionalidad de negocio que dicha respuesta requiere. Una propiedad importante del servicio es su autonomía, en el sentido que se considera una unidad lógica de ejecución que depende de sí misma para concretarse.
- **Contrato:** un contrato recoge todos los mensajes que un servicio es capaz de proveer. Su definición puede ser unilateral, bilateral o multilateral. El contrato también puede considerarse el interfaz del servicio, es decir, la forma de acceder a él y solicitar su

¹³ World Wide Web Consortium

¹⁴ Organization for the Advancement of Structured Information Standards

¹⁵ OASIS Web Services Interoperability Organization

ejecución. Este interfaz permite separar la especificación de un servicio de la forma en que este será implementado dentro de la entidad prestadora del servicio.

- **End Point:** una dirección electrónica única donde solicitar la prestación del servicio.
- **Mensaje:** la unidad de comunicación en SOA es el mensaje. Todos los componentes intercambian mensajes y tanto las invocaciones como prestaciones de servicios resultan en la provisión de un mensaje que posee, de forma general, un encabezamiento con la descripción del mensaje y un cuerpo conteniendo la información.
- **Políticas:** una diferencia importante entre una aproximación SOA y una orientada a objetos o componentes es la existencia de estas políticas. Así como una interfaz separa la especificación de un mensaje respecto de su implementación, una política distingue entre las propiedades dinámicas de un servicio (como los aspectos de seguridad, encriptación, autenticación, etc.) de las condiciones estáticas que los consumidores del servicio necesitan para acceder a él.
- **Consumidor del servicio:** un servicio no tiene razón de ser si no existe un consumidor para él. En el ámbito de los sistemas, un servicio puede ser consumido por otras aplicaciones y otros servicios disponibles en el mismo entorno tecnológico, intercambiando mensajes como se ha indicado anteriormente.

En la Figura 5-24 se han identificado los principales componentes de una SOA y junto a sus posibles relaciones.

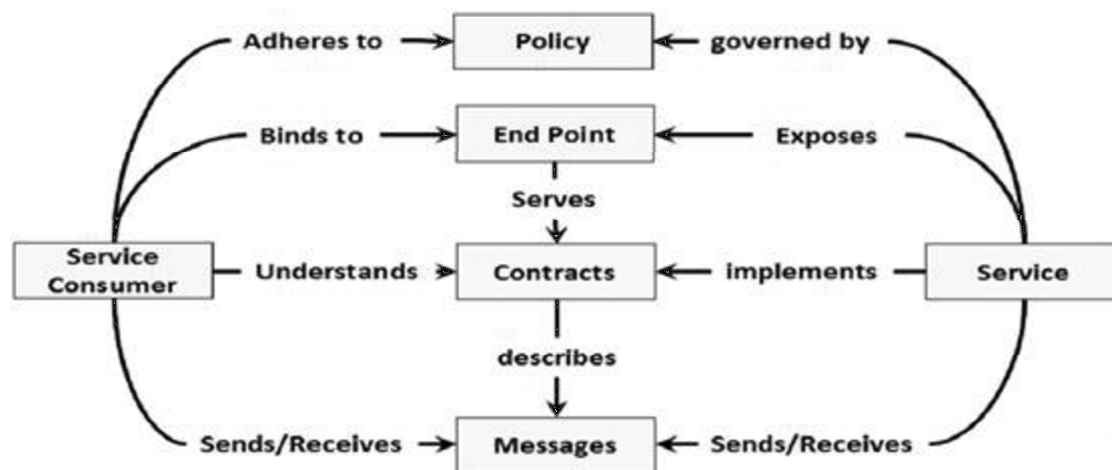


Figura 5-24: Principales componentes e interrelaciones de una SOA

La figura anterior pone de manifiesto el énfasis que en SOA se pone al diseño arquitectónico de las interfaces. De los cinco componentes identificados, cuatro de ellos se relacionan

directamente con ella. **Aquí es donde reside el valor añadido de este estilo arquitectónico: el desacople entre la interfaz de un servicio y su posterior implementación.**

Este hecho es de especial relevancia en el contexto de una RC y a los fines de diseñar una arquitectura interoperable ya que permite que, adhiriendo a una interfaz común de servicio, cada nodo de dicha RC pueda realizar su propia implementación de éste.

5.4.3. Entidades principales de una Arquitectura Orientadas a Servicios

Desde un punto de vista de la oferta, localización y consumo de servicios, el modelo arquitectónico básico de una SOA está compuesto por las siguientes entidades (ver Figura 5-25):

1. **Proveedor de Servicios:** se trata de una persona u organización que se responsabiliza de proveer la funcionalidad de un servicio a un *consumidor*, vinculándose por medio de un *contrato*.
2. **Intermediario:** son personas o instituciones que mantienen un registro de servicios publicados por proveedores, con el fin de proporcionar un repositorio centralizado que será consultado por los consumidores de servicios.
3. **Consumidor de Servicios:** persona u organización que localizan y consumen los servicios ofertados por los proveedores. Pueden interactuar directamente con ellos o a través de un intermediario
4. **Servicio:** representa cierta funcionalidad que un proveedor de servicios presta a un consumidor. El consumo del servicio se considera una *transacción* regulada por los términos del *contrato*.
5. **Contrato:** es el marco normativo que regula la oferta y el consumo de servicios entre proveedores y consumidores. Además de los intervinientes, el contrato también vincula a un Monitor que garantiza el cumplimiento del contrato.
6. **Solicitante:** es una entidad relacionada al consumidor que es quien solicita la prestación de dicho servicio. Puede tratarse de la actividad de otro proceso, una aplicación informática o una persona.
7. **Monitor:** es una entidad que interpreta los términos y condiciones de un contrato y monitoriza que tanto la prestación como el consumo se realiza dentro de lo establecido, alertando de cualquier posible desviación.

8. **Transacción:** es una funcionalidad provista bajo los términos del contrato y que se considera indivisible.

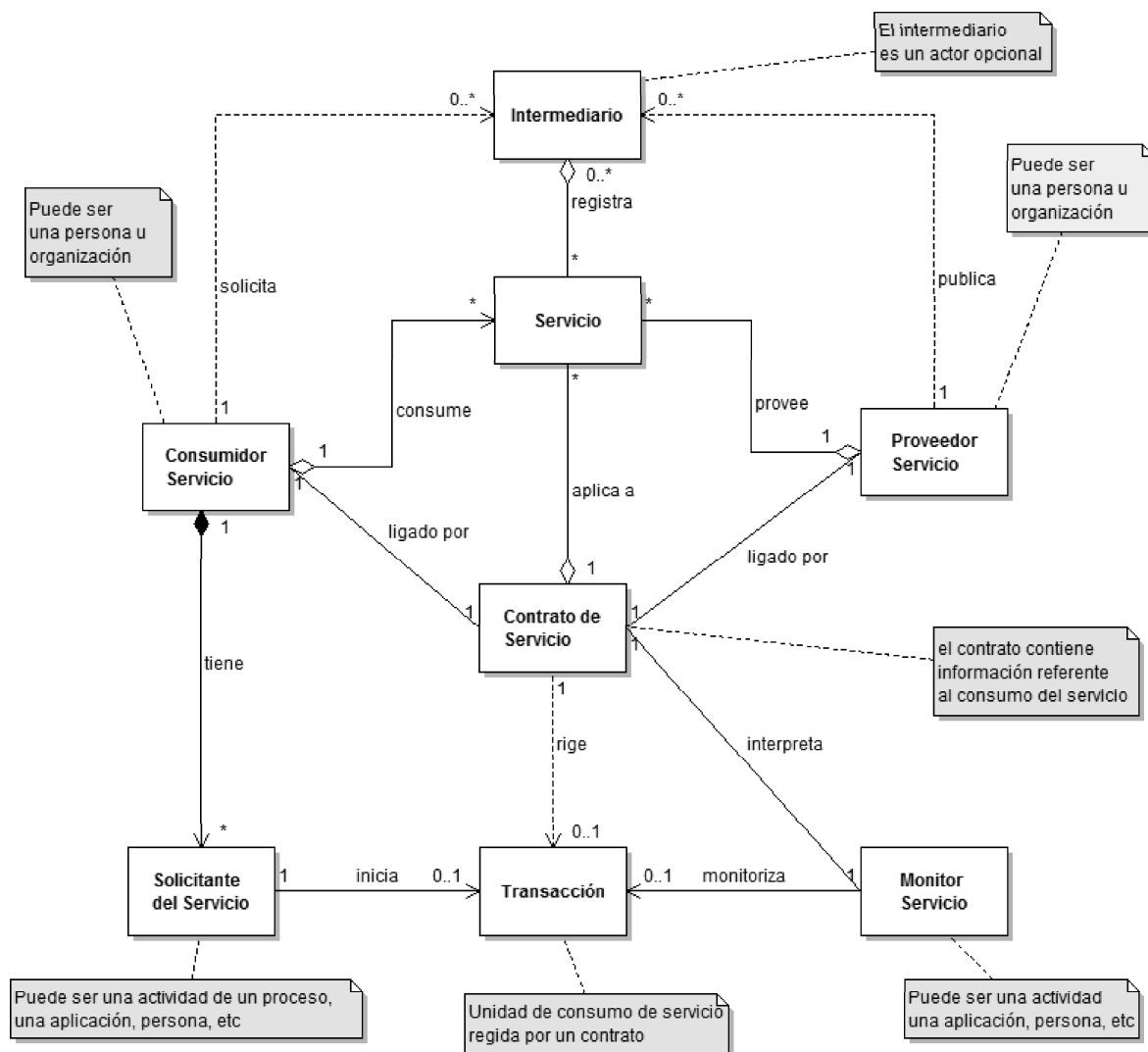


Figura 5-25: Interacciones en una SOA

5.4.4. Perspectiva Tecnológica de SOA

En sus comienzos, la arquitectura SOA se consideró como un aspecto fundamentalmente tecnológico, ligado a la integración de sistemas de información y plataformas de software heterogéneas.

Con la aparición de la red Internet, se ha apreciado una creciente evolución en su adopción que ha llevado, por ejemplo, a considerar este enfoque como una gran arquitectura de

sistemas distribuidos, compuesta por diversos agentes de software que realizan conjuntamente determinadas tareas (W3C 2004)¹⁶.

Desde esta perspectiva tecnológica, SOA también puede ser visto como un sistema de información distribuido de múltiples capas, en el que parte de la lógica de aplicación de una organización es encapsulada y expuesta como un servicios de software (Legner & Vogel 2007).

Por su parte, (Krafzig et al. 2004) definen SOA como un estilo de arquitectura de software. Un estilo de arquitectura expresa la organización estructural de un sistema de software; provee un conjunto predefinido de subsistemas, sus responsabilidades, y guías para organizar las relaciones entre los mismos.

A partir de esto, es posible definir SOA como un estilo de arquitectura de software que define la utilización de servicios como construcciones básicas para el desarrollo de aplicaciones. Es una arquitectura de una aplicación donde las funcionalidades se definen como servicios independientes, con interfaces invocables bien definidas, que pueden ser llamadas en secuencias dadas para formar procesos de negocios.

Algunas otras definiciones que se pueden encontrar en el contexto tecnológico son las siguientes:

“SOA es una arquitectura de software que comienza con una definición de interface y construye toda la topología de la aplicación como una topología de interfaces, implementaciones y llamados a interfaces. Sería mejor llamada “arquitectura orientada a interfaces”. SOA es una relación de servicios y consumidores de servicios, ambos suficientemente amplios para representar una función de negocios completa” (Kenney & Gartner 2006).

“SOA es un concepto de arquitectura de software que define la utilización de servicios como construcciones básicas para el desarrollo de aplicaciones. Es una arquitectura de una aplicación donde las funcionalidades se definen como servicios independientes, con interfaces invocables bien definidas, que pueden ser llamadas en secuencias dadas para formar procesos de negocios” (Alvez et al., 2006).

¹⁶ W3C - Word Wide Web Consortium. Organismo dedicado a regular el desarrollo de protocolos, arquitecturas y estándares para la red Internet.

“Arquitectura de un sistema de información en la que la funcionalidad se implementa en pequeños elementos separados, discretos y reutilizables, llamados servicios” (Software AG, 2007).

Como puede observarse, las definiciones aportadas desde diversas fuentes, otorgan a SOA el rol de facilitador tecnológico para el despliegue de sistemas de software distribuidos.

Esta aproximación considera que el fin último de su existencia es el de automatizar el intercambio de información entre sistemas distribuidos y por esta razón se ha considerado que entre los modelos tecnológicos descritos en el apartado 5.2.6 este era el adecuado para el objetivo que aquí se persigue.

Sin embargo, como también se ha señalado en esta misma sección, SOA se debe entender como un estilo arquitectónico para ser utilizado por la gente más cercana a la perspectiva de negocio dentro de la organización y, por este motivo, en el siguiente apartado se analiza su rol desde un nivel de abstracción mayor.

5.4.5. La importancia de SOA desde una perspectiva de negocio

Para comprender el efecto real de SOA en el ámbito de los negocios sería necesario indicar que desde diversos ámbitos se pide a las empresas que sean ágiles y flexibles. Desde el punto de vista operativo, esto intenta representar el hecho de que, ante una necesidad de cambio, una organización sea capaz de adaptar su estructura y operaciones a la nueva realidad.

Para que este cambio sea efectivo, y se pueda alcanzar a un coste razonable, Cherbakov (2005) señala que las organizaciones deberían ser capaces de descomponer, analizar y reconstruir su cadena de valor mediante la integración de los sistemas de información de clientes y proveedores en un entorno de **RC**.

Un elemento clave para poder materializar esta visión es que cada organización se especialice en sus capacidades distintivas y externalice aquellas en las que no centra su negocio. De este modo, una organización se transforma en “una federación de capacidades agregadas dentro de un ecosistema”.

Como consecuencia, el autor concluye que en este escenario una organización se transforma en “un conjunto de componentes interactuando en un entorno similar a un ecosistema de negocios”.

Este modelo organizativo conduce a un incremento de las interacciones que deben ser gestionadas. La complejidad de este entorno puede gestionarse mejor diseñando funcionalidades de negocio ofrecidas como servicios, dando lugar a lo que él denomina la **empresa orientada a servicios** (Schroth, 2007).

La idea subyacente tras la empresa orientada a servicios es simple, pero su implementación es realmente compleja. Algunos de los retos principales se resumen en la Figura 5-26.

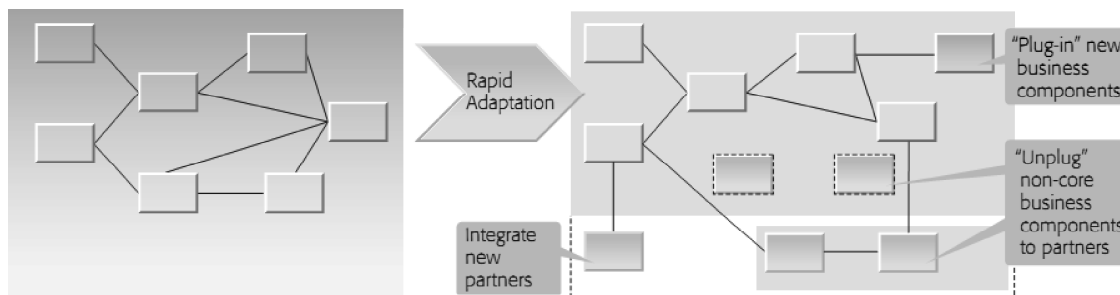


Figura 5-26: Orientación a componentes en una Empresa Orientada a Servicios

- Integración de nuevos actores.
- Conexión (plug-in) de nuevos componentes (actividades o procesos).
- Desconexión de componentes (procesos o actividades) para cederlo a otros actores.

La idea de utilizar componentes conduce a una construcción y deconstrucción rápida de una red de valor, permitiendo conectar y desconectar rápidamente nuevos actores y nuevos servicios, de forma aparentemente sencilla.

Sin embargo, como ya se ha comentado anteriormente, este modelo es sencillo de comprender pero complejo de implementar. Su adopción requiere tener en cuenta que tras cada conexión o desconexión, existe una unidad de negocio que integra personas, recursos, tecnología, etc. y que para alcanzar el nivel deseado de **interoperabilidad** es necesario considerar un enfoque arquitectónico estructurado y metodológico.

Si una organización ofrece sus productos o servicios a cambio de dinero u otros servicios o productos, sus componentes deberían comportarse de un modo similar, es decir, cada componente también intercambia bienes y servicios con otros componentes externos. **El elemento que facilita la concreción de esta visión es el servicio de negocio** que es el constructo utilizado para describir lo que un componente intercambia con otro, ya sean bienes o servicios (ver Figura 5-27). De este modo, la descripción de un servicio se transforma en el

elemento común al que tanto proveedores como consumidores de servicios, e intermediarios, deben definir adecuadamente al momento de establecer procesos de colaboración.

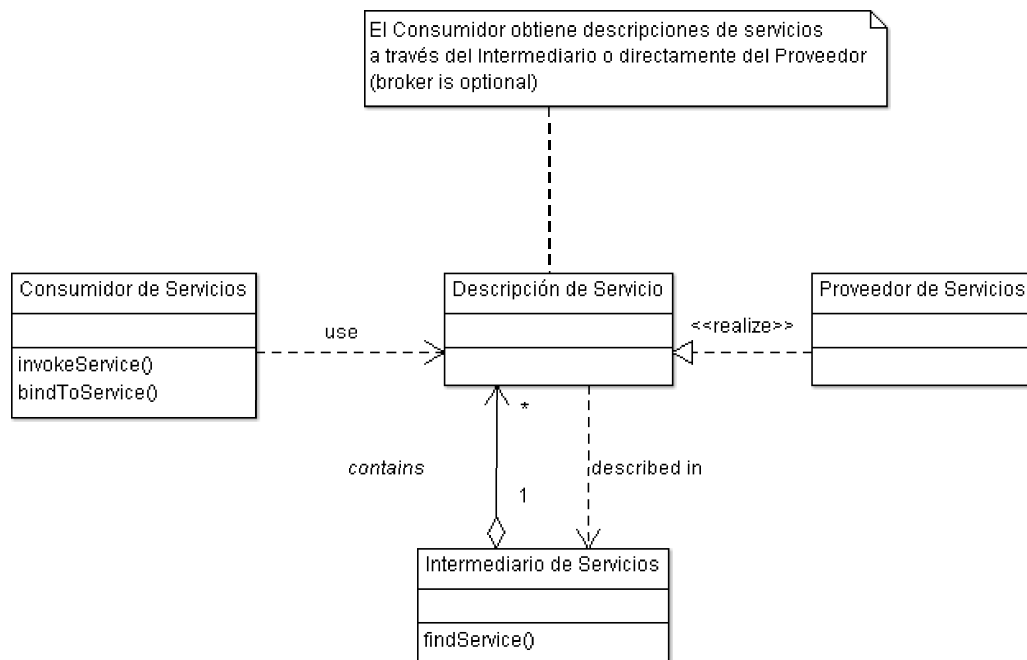


Figura 5-27: La descripción de servicios como elemento integrador de los actores SOA

De la figura anterior se desprende que para alcanzar el nivel deseado de interoperabilidad, un aspecto fundamental será **establecer el nivel adecuado al cual diseñar cada interfaz de servicio** y el propósito que con ello se persigue.

Con este fin, se tomará como punto de partida el trabajo de Hansen (2008) , quien establece una posible cadena de valor para establecer el contexto adecuado en el que situar la perspectiva de negocio y la tecnológica en el ámbito del diseño de servicios utilizando los procesos de negocio como elemento integrador de la relación BPM y SOA.

Adicionalmente, se considera conveniente recuperar los conceptos de Ingeniería Empresarial para **RC** introducidos en el capítulo anterior y, especialmente, recurrir a los enfoques **MDA** y **MDI** allí descritos.

De este modo, el autor establece un marco adecuado para comprender el rol de SOA en la Ingeniería de RC y el diseño de soluciones interoperables se representa en la siguiente figura (Figura 5-28)

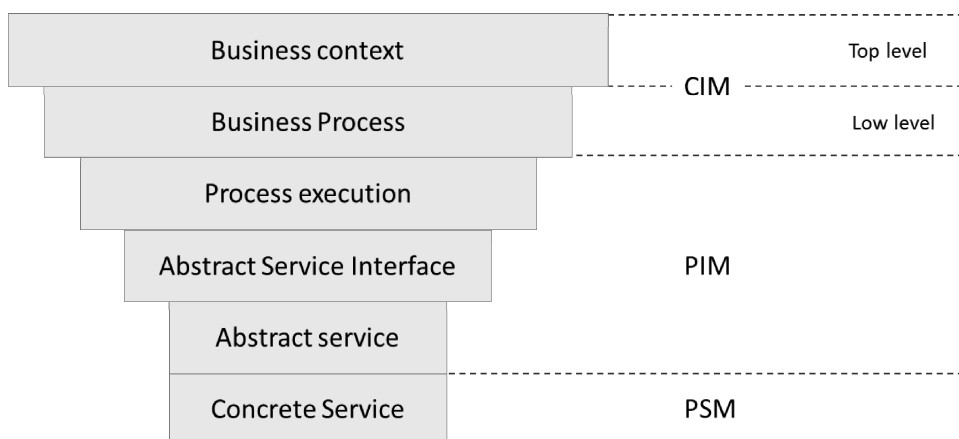


Figura 5-28: Cadena de valor en el modelado SOA. Fuente: adaptación de Hansen (2008)

En el nivel **CIM**, independiente de ordenadores, se realiza el modelado de los aspectos relacionados al entorno del negocio y cómo éste se relaciona con los procesos de negocio. Esto ayuda a determinar cómo la estrategia, visión, políticas, reglas y objetivos se convierten en el contexto sobre el cual se diseñarán e implementarán tanto los procesos de negocio como los servicios asociados. Desde el punto de vista del modelado de esta capa, el autor sugiere que mucha información de la empresa reside en documentos de texto y otros diagramas organizativos, mientras que la referida a procesos de negocio se apoya en la utilización de la notación BPMN¹⁷ que se está convirtiendo en un estándar *de-facto* en la industria.

En el nivel **PIM**, en el que se consideran los ordenadores pero independientemente de las tecnologías utilizadas para la implementación concreta, el autor sugiere considerar el modelado de los aspectos ligados a la ejecución, utilizando un lenguaje específico como puede ser WS-BPEL, descrito como un lenguaje “para describir procesos de negocio y protocolos de interacción empresarial basado en XML” (Brahe & Bordbar 2006).

Para la definición de interfaces a nivel técnico sugiere utilizar dos lenguajes – ligados a la implementación sobre la red Internet de SOA – que son:

- Web Services Description Language (WSDL) que es un lenguaje utilizado para describir servicios web y cómo accederlos, y
- XML Schema Definition (XSD) utilizado para describir estructuras de datos y validar los contenidos de otros documentos XML. Se utiliza tanto para WSDL como para WS-BPEL.

¹⁷ Business Process Modeling Notation.

Finalmente, en los aspectos de implementación Hansel sostiene que si bien no existe aún desarrollos previos que cubran esta necesidad, es posible seguir el enfoque propuesto por Emig et al (2007) en el cual el diseño de servicios se desdobra en una interfaz abstracta, correspondiendo con el modelo **PIM** y en consecuencia sin detalles de implementación tecnológica, y una concreta ligada al ámbito **PSM**, **con los detalles necesarios para la ejecución o prestación del servicio.**

En consecuencia, aparecen elementos de esta aproximación que interesa destacar a los fines de esta Tesis.

- En primer lugar, que el diseño de una arquitectura SOA, entendida como patrón arquitectónico, se utilizaría para facilitar la ejecución de procesos de negocio.
- En segundo lugar, la conveniencia de realizar la definición de interfaces abstractas de servicios a nivel **PIM**, es decir, independiente de la plataforma tecnológica que se utilizará para su implementación.
- Finalmente, considerar implementaciones concretas de servicios ligadas a una plataforma concreta, a nivel **PSM**.

Utilizando los marcos de interoperabilidad analizados en el Capítulo 3, los escenarios posibles podrían identificarse como se indica en la siguiente tabla (ver Tabla 5-3):

DISEÑO DE DESCRIPCIONES/INTERFACES DE SERVICIOS	
Esquema de interoperabilidad	Diseño de las interfaces de servicios
Integrado	En este esquema de solución, un único actor suele definir las interfaces abstractas de servicios y también las tecnologías a utilizar en la implementación. Todos los otros actores deben adherir a ellas.
Unificado	En el esquema unificado, los actores de la RC acuerdan definir conjuntamente las interfaces abstractas de los servicios y cada uno se responsabiliza de implementar el modelo operativo asociado para que la prestación del servicio se ajuste a los términos del contrato.
Federado	Cada actor define sus propias interfaces y realiza sus propias implementaciones sobre tecnologías específicas. Cuando un consumidor necesita determinado servicio es necesario recurrir a técnicas de reconciliación semántica para determinar si la necesidad se corresponde con la capacidad ofertada.

Tabla 5-3: Esquemas de interoperabilidad y el diseño SOA – Fuente: Elaboración propia

5.5. Orientación a Servicios para la Interoperabilidad en RC Dinámicas

Una vez introducidos los conceptos más relevantes en el ámbito de los servicios electrónicos y las arquitecturas orientadas a servicios, analizada la relación entre éstos y los procesos de negocio y el intercambio de mensajes en una RC para coordinar sus actividades, en este apartado se describirán los elementos que se consideran de interés a los fines de esta Tesis y su integración en el planteamiento general de la solución a abordar.

5.5.1. Un diseño y ejecución guiados por modelos

En el capítulo 4 se señalaba que otro de los aspectos complementarios de esta Tesis estaba ligado a la ingeniería de soluciones de interoperabilidad guiada por modelos (MDE y MDA).

En la Figura 5-2 de este mismo capítulo se representaba el hecho de intentar disminuir la brecha semántica existente entre la Ingeniería y Operación de una RC respecto de las organizaciones que desean adherir a ella. En dicho apartado se destacaba que éstas últimas debían adoptar un conjunto de principios operativos comunes que ayudasen a disminuir las barreras de interoperabilidad.

Alineando este desarrollo con el del capítulo 3, se proponía que, al menos, esa búsqueda de interoperabilidad debía centrarse en tres pilares fundamentales:

- La interoperabilidad a nivel de procesos extendidos
- La interoperabilidad a nivel de servicios de negocio,
- La interoperabilidad a nivel de datos.

Tomando como referencia el marco global de (Lazarte et al. 2009) introducido en el apartado 5.3.7, lo que resulta de interés en el ámbito de esta Tesis es identificar, en primer lugar, el ámbito de actuación que corresponde a cada rol de la RC en la creación de dichos modelos.

Así, se identificará un ámbito ligado a la gestión de la RC en el que los modelos de referencia son creados por el planificador de la RC, quien se encarga de definir sus aspectos operativos más relevantes.

De este modo, corresponde al planificador de la RC definir los modelos de:

- Procesos extendidos, utilizando una notación estándar para representar modelos de procesos de negocio, por ejemplo, BPMN.

- Interfaces de servicios, definiendo las características principales de los servicios que cada nodo debe adoptar e implementar los mecanismos para su efectiva prestación, utilizando Web Services Definition Language (WSDL).
- Definiciones de las plantillas de documentos XML que serán utilizados para el intercambio de mensajes y sincronización de los procesos extendidos en el ámbito de la RC.

Así, en el ámbito de la RC existirá un conjunto de modelos disponibles para las organizaciones de modo que, adoptándolos, verían disminuida las barreras de interoperabilidad para acceder a ella.

Como se observa en la Figura 5-29, al establecer los modelos de referencia como nexo operacional entre la RC y sus nodos, esta correspondencia se establece a nivel de negocio y tecnológico, aunque en este último caso, la especificación se debe considerar independiente de la plataforma final que cada uno utilice para la implementación interna de dichos modelos.

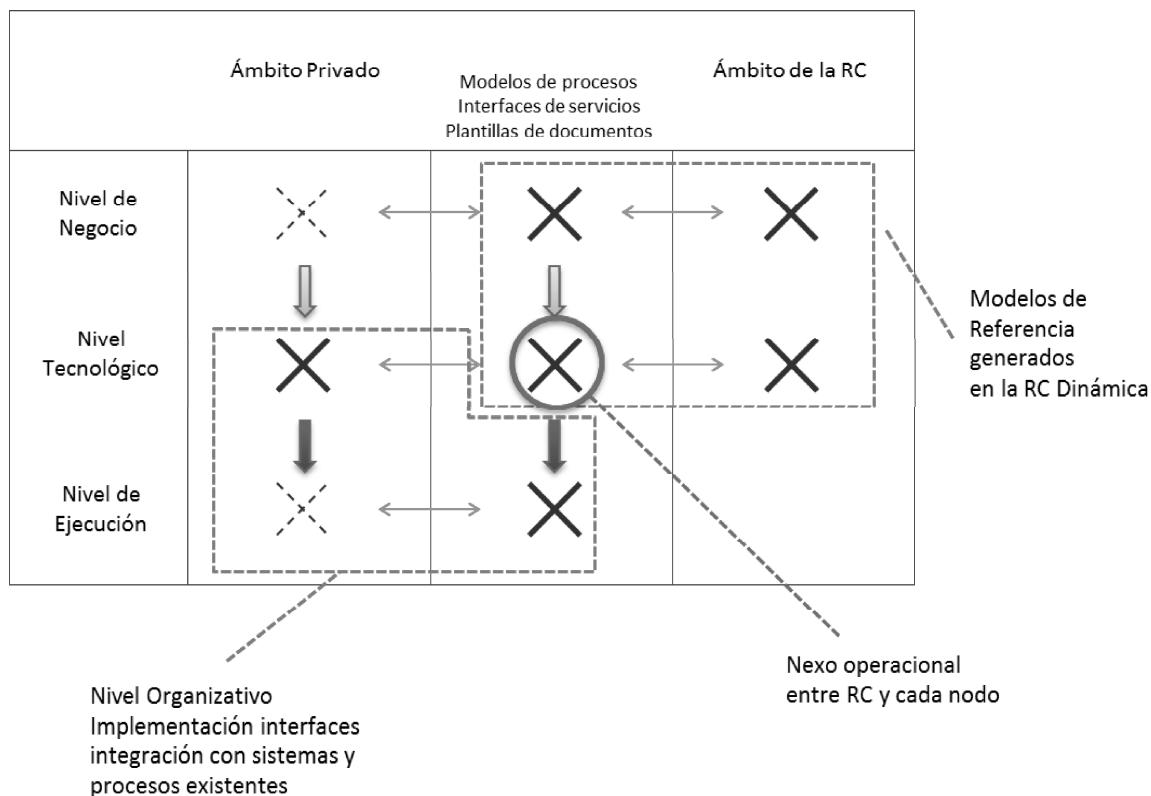


Figura 5-29: Distribución de responsabilidades en la generación de modelos de referencia

De forma análoga a la propuesta MDA, aquí se considera que el soporte de las TIC es fundamental pero se entiende que la **especificación generada desde la RC hacia los nodos debe ser neutral del contexto tecnológico** que éstos utilicen para la prestación efectiva de un determinado servicio, pero dicha especificación deberá ser fácilmente traducida a lenguaje de ejecución interpretable por ordenadores.

5.5.2. Diseño de Servicios Electrónicos Orientado a Interfaces

Como se ha indicado, es de especial relevancia el hecho de que un servicio posea dos dimensiones que deben ir unidas al momento de diseñarlos:

- Por una parte, está la componente de negocio, sobre la que el personal ligado a este ámbito tiene plena competencia en su definición y,
- La componente tecnológica del servicio definido, cuya implementación final corresponde al ámbito de las Ciencias de la Computación.

Sin embargo, se podría argumentar que en la actualidad, esta práctica ya es implementada por la mayoría de los proveedores de servicios, y esa argumentación no sería rebatida.

Lo que aquí se argumenta es que en la mayoría de esos casos se intuye un desacople entre un entorno y otro que puede llevar a la pérdida de información y ser fuente de innumerables desencuentros.

Por esta razón, y atendiendo a uno de los principios de diseño enunciados anteriormente, en esta Tesis se considerará que **el nexo de unión será la definición de la interfaz de cada servicio, en términos de los flujos de información y control que son necesarios para una efectiva prestación de dicho servicio.**

Corresponderá entonces, bajo un enfoque de Ingeniería de Organización, el definir precisamente cuáles son las entradas y salidas esperadas para un determinado servicio, estableciendo la funcionalidad esperada y los niveles de calidad pretendidos.

Una vez definida la interfaz, corresponderá al personal técnico de la organización la implementación de dicha interfaz de servicio para que puedan ser efectivamente prestados.

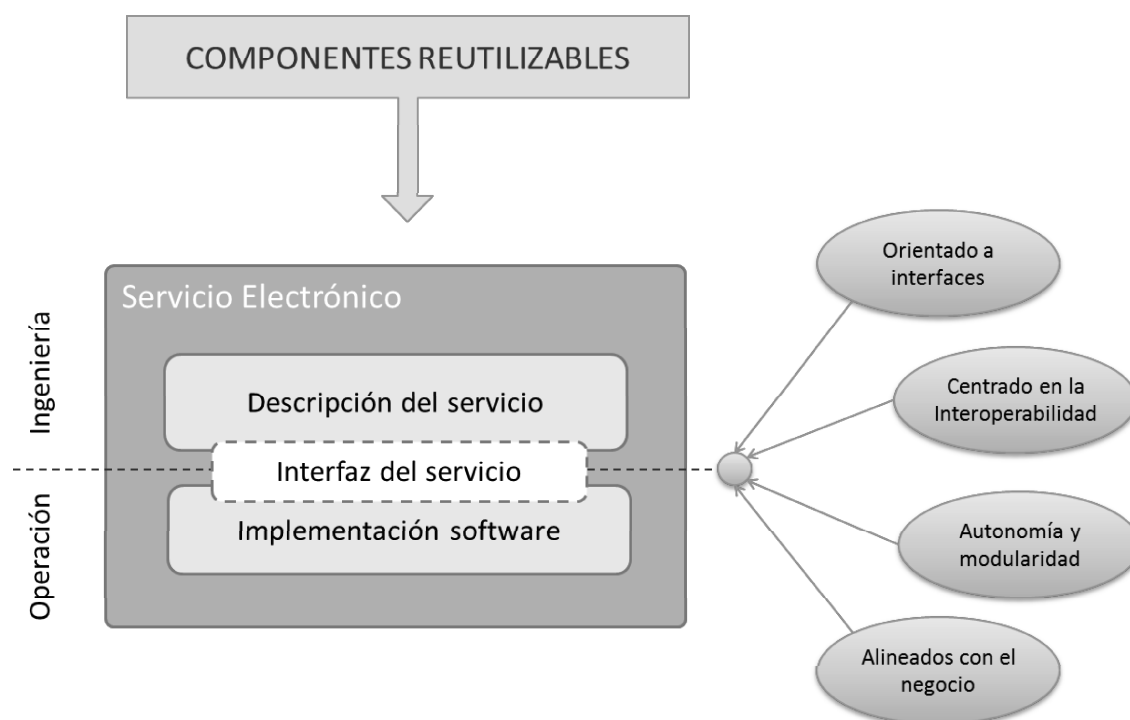


Figura 5-30: Una visión integradora de los servicios de negocio para las RC

En segundo lugar, indicar que se considera que la orientación a servicios puede ser un facilitador adecuado para concretar la visión de una RC dinámica.

En el capítulo 2 se ha señalado que dentro de las características deseables para una RC dinámica se podrían resaltar dos:

- La variación dinámica de la estructura,
- La variación de la forma en que las actividades se planifican y coordinan.

Estos dos elementos son coincidentes: la incorporación de nuevos miembros a las RC tiene por finalidad que ellos aporten algunas capacidades funcionales al conjunto mediante su contribución a la ejecución de procesos extendidos.

Para que esto sea posible, es necesario que un nodo que busca incorporarse a la RC tenga la posibilidad de alinearse rápidamente con el resto de miembros actuales y que el esfuerzo que esto supone se vea compensado con las futuras transacciones provenientes de esa red.

De modo que la orientación a servicios, definiendo a las interfaces como punto de desacople entre la RC y los nodos, es el primer elemento que se va a considerar en el diseño de la arquitectura de esta Tesis.

Para facilitar la adhesión de los nodos, se establece que el planificador de la RC será el encargado de definir las interfaces de los servicios que existen dentro de la RC. Posteriormente, cuando un nodo desee adherir a una determinada red, deberá responsabilizarse de obtener tales definiciones de interfaces e implementarlas tecnológicamente para lograr una efectiva prestación del servicio.

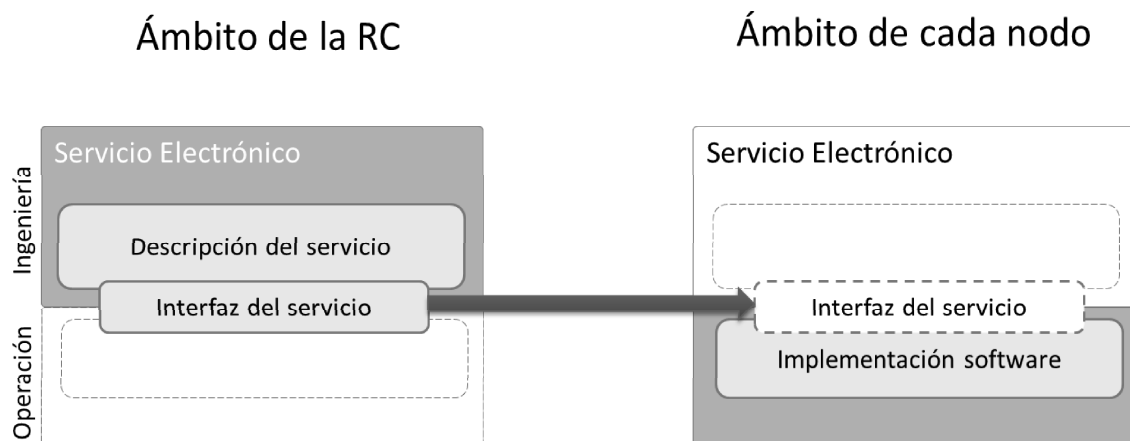


Figura 5-31: Diseño e implementación de servicios en el ámbito de una RC

Lo que se presenta en la Figura 5-31 es una representación esquemática de cómo se utilizará la orientación a servicios en esta Tesis.

De modo que se considera conveniente centralizar, bajo la responsabilidad del planificador de la RC, la descripción de los servicios y las interfaces que cada uno de ellos posee. En una segunda instancia, cada nodo toma esa interfaz como punto de partida para realizar la implementación propia de dicho servicio.

Llegados a este punto se podría argumentar que cada nodo debería ser libre de definir tanto los servicios ofertados, como sus interfaces y la implementación escogida para cada uno de ellos.

Aun coincidiendo inicialmente con esta apreciación, **se considera que esta forma de organizar el diseño y utilización de servicios conduce a un escenario caótico, donde la interoperabilidad se convierte en una quimera.** Retomando el ejemplo del club deportivo del Capítulo 2, sería impensable un torneo de tenis en el que cada participante decidiera utilizar la red a una determinada altura, las pelotas de un tamaño diferente o un tipo de superficie según sus preferencias.

Por ello, cuando en el Capítulo 2 se hacía referencia a que las organizaciones que buscaban participar en una RC debían adherir a unos determinados principios operativos comunes, se hacía una referencia implícita a este tipo de cuestiones.

5.5.3. El principio de interoperabilidad

Teniendo en cuenta este aspecto también se adhiere a otro de los principios de diseño de servicios destacados por Legner y Vogel: el de **la interoperabilidad**.

Desde el punto de vista de la RC, la búsqueda de miembros que potencialmente presten el servicio requerido, para un determinado proceso, en un escenario en el que los nodos adhieren y respetan las interfaces definidas, se convierte en una tarea más sencilla. El remplazo de un proveedor de un servicio por otro equivalente, es directo y transparente, incluso en tiempo de ejecución.

Desde el punto de vista de los nodos, la conveniencia de adherir y respetar las interfaces de servicios definidas a nivel de la RC, les puede reportar beneficios potencialmente mayores a medio plazo.

Como se ha comentado anteriormente, el beneficio mayor de la orientación a servicios se concreta cuando un determinado servicio es reutilizado la mayor cantidad de veces posible y por usuarios distintos.

La homogeneización de interfaces planteada podría contribuir a que el esfuerzo que cada nodo realiza en su posterior implementación se traduzca en beneficio directo, a coste cero, si el mismo servicio se utiliza posteriormente en la composición de otros procesos de la RC o en su contribución a distintas instancias de un mismo proceso.

En el próximo capítulo se verá también como **ese mismo esfuerzo puede tener un retorno de la inversión aún mayor si lo que se considera es la posibilidad de dar soporte a la interoperabilidad entre RC, con servicios definidos a nivel de VBE.**

5.5.4. Autonomía y modularidad

El principio de autonomía y modularidad se ha introducido anteriormente al mencionar la necesidad de considerar tanto la orientación a las interfaces como la separación entre la ingeniería de su ingeniería como de su implementación.

Actuando de este modo, se logra que cada servicio pueda ser considerado una unidad funcional que en ejecución se comporta como una transacción única e indivisible, cuya realización se considera binaria: la prestación de un servicio por parte de un nodo se ejecuta por completo o no se ha ejecutado en absoluto¹⁸.

En cuanto al grado de autonomía de cada nodo en la implementación de los servicios, el planificador de la RC será el encargado de definir la tecnología a utilizar en cada caso para la definición de las interfaces pero, en caso de optar por la implementación sugerida de servicios web, entonces la “complejidad” se reduce a obtener un fichero XML con las definiciones de las interfaces y realizar su implementación en cualquier lenguaje de programación que cada nodo considere oportuno, según la arquitectura tecnológica disponible.

5.5.5. Integración de procesos, servicios y datos desde una perspectiva de servicios

Un aspecto adicional que surge en el análisis acerca de cómo la orientación a servicios puede contribuir a una disminución en las barreras de interoperabilidad es la posibilidad de integrar, en un único esfuerzo de diseño, las vistas de procesos, servicios y datos.

Como se observa en el siguiente diagrama (ver Figura 5-32) un proceso extendido está compuesto por un conjunto de servicios de negocio. Cada uno de ellos posee una interfaz de servicio que es utilizada por los proveedores de servicios para realizar la implementación final de los servicios, apoyada en sus propios sistemas.

De este modo, así definidos, los procesos de negocio quedan relacionados con las interfaces de servicio, siendo éstas elementos constitutivos fundamentales para la ejecución efectiva de cada una de sus instancias.

¹⁸ Aun cuando en el medio se pudiera interpelar al proveedor de servicios acerca de su estado

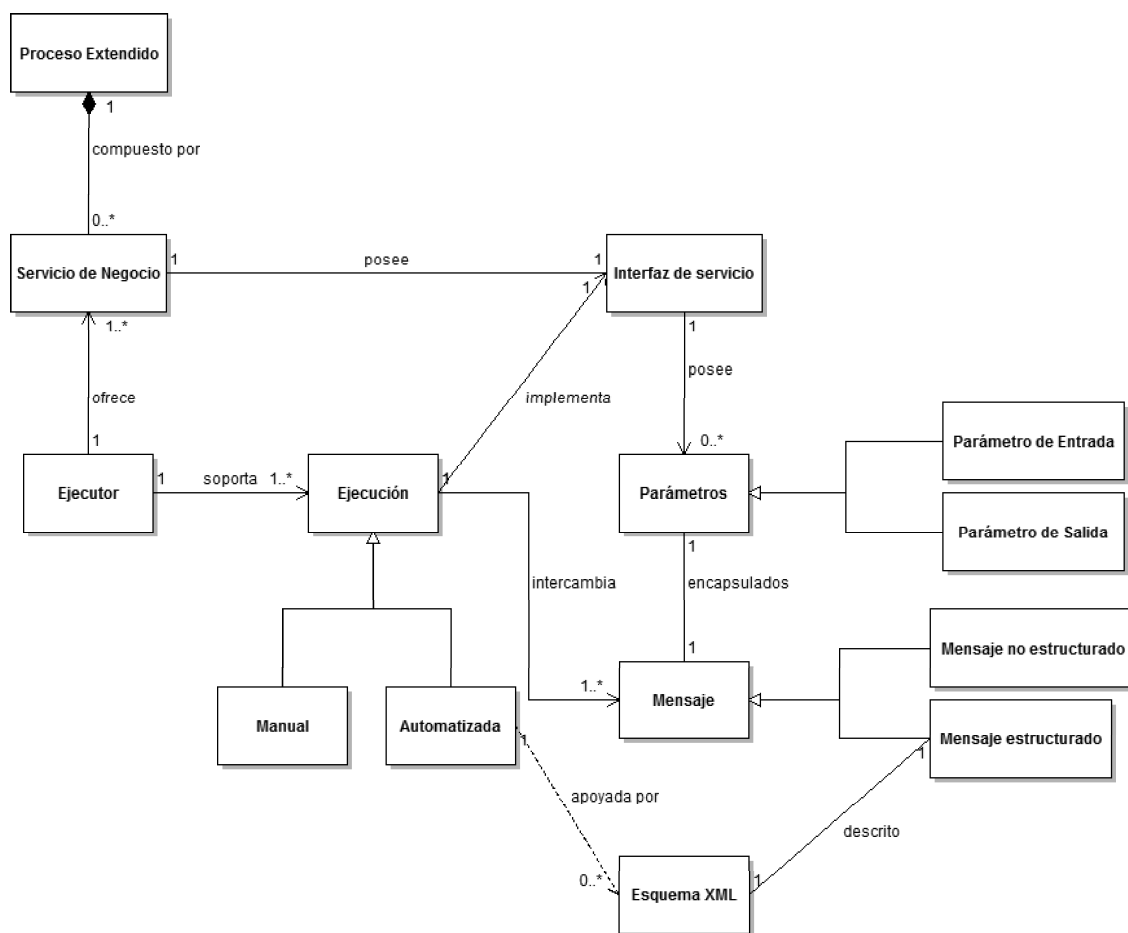


Figura 5-32: Integración de procesos, servicios y datos. Fuente: elaboración propia

Por otra parte, la integración de servicios y datos, se manifiesta a través de los parámetros que se definen para la interfaz del servicio.

Los parámetros, de entrada o salida, que se definen para una interfaz de servicio habitualmente se consideran como datos, simples o compuestos, que son utilizados para la invocación de cada servicio.

A los fines de esta Tesis interesa considerar la posibilidad de utilizar las capacidades de SOA como un mecanismo de intercambio de mensajes a bajo nivel en el que dichos mensajes se encapsulan bajo una estructura de datos soportada en ficheros XML.

Es decir, todos los intercambios de mensajes realizados en la arquitectura propuesta, tanto a nivel de coordinación de actividades como a nivel de flujos de información ligados a los procesos, se definirá como un documento XML que será utilizado, de forma homogénea, en el ámbito de la RC, integrándolos en el ámbito de los procesos extendidos como elementos de coordinación.

5.6. Conclusiones

En este capítulo se han introducido las nociones principales de Orientación a Servicios, se ha detallado el concepto de Servicio – tanto de la perspectiva de negocio como tecnológica – y se ha presentado como, a partir del **diseño de una arquitectura orientada a servicios**, es posible contar con un enfoque que promueve la interoperabilidad a nivel de procesos, servicios y datos en una organización que puede estar vinculada a una o varias RC.

Según se representa en la Figura 5-33, la orientación a servicios puede facilitar que una determinada organización pueda interactuar a nivel operativo con una RC particular, adhiriendo a un conjunto de modelos de referencia que son definidos por ésta.

En concreto, lo que se busca es ver cómo, a partir de las necesidades operativas de la RC, una organización que desea unirse a ella necesita alinear sus propias operaciones adoptando al tres tipos de modelos de referencia:

- Los modelos de **procesos** extendidos definidos por el gestor de la RC,
- Los **servicios** de negocio necesarios para apoyar la ejecución de estos procesos,
- Los **datos** o flujos de información que apoyan la ejecución de procesos.

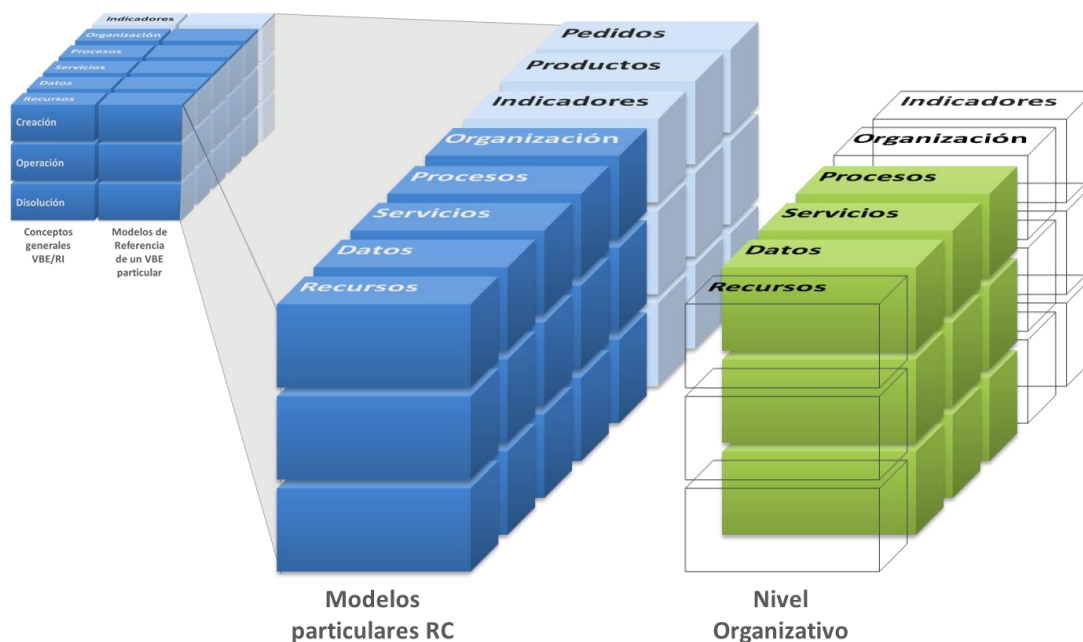


Figura 5-33: Alinear modelos de referencia entre la RC y los nodos

Sin embargo, tras esta aproximación general, existe una cuestión que debe aún ser abordada con más detenimiento.

Si se procede de esta forma, en la que cada red define sus propios modelos de referencia a los que cada organización debe adherir, la RC podrá resolver muchos de sus problemas de interoperabilidad que surgen entre ella y cada nodo en particular.

Por el contrario, un enfoque basado en la adhesión a modelos de referencia (o requerimientos) de forma bilateral, origina que cada nodo tenga que diseñar, implementar y mantener los mecanismos organizativos y tecnológicos que dan respuesta a los eventos provenientes de la RC.

Por ello, esta propuesta busca que los beneficios derivados de una solución centrada en la interoperabilidad repercutan directamente en los nodos, permitiéndoles, con el mismo esfuerzo tecnológico y organizativo, acceder y participar en múltiples RC.

Con este fin, en el próximo capítulo se introducirá el enfoque de las Entidades de Servicios como un enfoque que busca reducir la complejidad en la gestión de la interoperabilidad, tanto para las redes como de los nodos que las componen.

5.7. Referencias

- Ahlert, D., Evanschitzky, H., 2003. Dienstleistungsnetzwerke: Management, Erfolgsfaktoren und Benchmarks im internationalen Vergleich, Springer. ed.
- Alvez, P., Foti, P., Scalone, M., 2006. Proyecto Batuta - Generador de Aplicaciones Orquestadoras.
- Baida, Z., Gordijn, J., Omelayenko, B., 2004. A shared service terminology for online service provisioning. ACM, Delft, The Netherlands, pp. 1–10.
- Bauer, B., Müller, J.P., Roser, S., 2007. A Decentralized Broker Architecture for Collaborative Business Process Modelling and Enactment, in: Doumeingts, G., Müller, J., Morel, G., Vallespir, B. (Eds.), Enterprise Interoperability. Springer London, London, pp. 115–125.
- Brahe, S., Bordbar, B., 2006. A Pattern-based Approach to Business Process Modeling and Implementation in Web Services. Presented at the International Conference in Service Oriented Computing.
- Cherbakov, L., Galambos, G., Harishankar, R., Kalyana, S., Rackham, G., 2005. Impact of service orientation at the business level. IBM Syst. J. 44, 653–668.
- Dubray, J., 2001. OAGIS Implementation Using the ebXML CPP, CPA and BPSS specifications v1.0.
- Emig, C., Krutz, K., Link, S., Momm, C., 2007. Model-Driven Development of SOA Services. Technical Report Forschungsbericht.
- Erl, T., 2005. Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design. Prentice Hall PTR.
- Erl, T., 2005. Service-Oriented Architecture. Concepts, Technology, and Design, Edition 4. ed. Prentice Hall.
- Flaxer, D., Nigam, A., 2004. Realizing Business Components, Business Operations and Business Services, in: Proceedings of the E-Commerce Technology for Dynamic E-Business, IEEE International Conference, CEC-EAST '04. IEEE Computer Society, pp. 328–332.
- Gartner, 1996a. SSA Research Note SPA-401-068 “Service Oriented Architectures” Part 1.
- Gartner, 1996b. SSA Research Note SPA-401-069 “Service Oriented Architectures” Part 2.
- Ghattas, J., Soffer, P., 2008. Evaluation of inter-organizational business process solutions: A conceptual model-based approach. Inf Syst Front 11, 273–291.
- Greiner, U., Legner, C., Lippe, S., Wende, K., 2007. Business Interoperability Profiles: Relating Business Interoperability Issues To Technical Interoperability Solutions, in: Gonçalves, R.J., Müller, J.P., Mertins, K., Zelm, M. (Eds.), Enterprise Interoperability II. Springer London, London, pp. 865–877.
- Greiner, U., Lippe, S., Kahl, T., Ziemann, J., Jäkel, F.-W., 2007. Designing and Implementing Cross-Organizational Business Processes - Description and Application of a Modelling

- Framework, in: Doumeingts, G., Müller, J., Morel, G., Vallespir, B. (Eds.), *Enterprise Interoperability*. Springer London, London, pp. 137–147.
- Grida Ben Yahia, I., Bertin, E., Deschrevel, J.P., Crespi, N., 2006. Service Definition for Next Generation Networks. Presented at the Networking, International Conference on Systems and International Conference on Mobile Communications and Learning Technologies, 2006. ICN/ICONS/MCL 2006. International Conference on, p. 22.
- Gunasekaran, A., McGaughey, R., 2002. Information technology/information systems in 21st century manufacturing. *International Journal of Production Economics* 75, 1–6.
- Hansen, L., 2008. *Enterprise Agility. An integrated approach* (Master Thesis).
- Hofreiter, B., Huemer, C., Liegl, P., Schuster, R., Zapletal, M., 2006. UN/CEFACT'S Modeling Methodology (UMM): A UML Profile for B2B e-Commerce, in: Roddick, J.F., Benjamins, V.R., Si-said Cherfi, S., Chiang, R., Claramunt, C., Elmasri, R.A., Grandi, F., Han, H., Hepp, M., Lytras, M.D., Mišić, V.B., Poels, G., Song, I.-Y., Trujillo, J., Vangenot, C. (Eds.), *Advances in Conceptual Modeling - Theory and Practice*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 19–31.
- Karacan, Ö., Grosso, E., Carrez, C., Taglino, F., 2009. Towards Cross-Organizational Innovative Business Process Interoperability Services, in: Poler, R., Sinderen, M., Sanchis, R. (Eds.), *Enterprise Interoperability*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 1–12.
- Karastoyanova, D., Buchmann, A., 2004. A Procedure for Development and Execution of Process-Based Composite Web Services, in: Koch, N., Fraternali, P., Wirsing, M. (Eds.), *Web Engineering*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 593–594.
- Kenney, L., Gartner, I., 2006. *SOA Governance: It's More than Just Technology*.
- Kohlborn, T., 2008. A consolidated approach for service analysis [WWW Document]. URL <http://eprints.qut.edu.au/archive/00013682/>
- Krafzig, D., Banke, K., Slama, D., 2004. *Enterprise SOA: Service-Oriented Architecture Best Practices*, Prentice Hall PTR. ed.
- Kreger, H., 2003. Fulfilling the Web services promise. *Commun. ACM* 46, 29.
- Lampathaki, F., Mouzakitis, S., Gionis, G., Charalabidis, Y., Askounis, D., 2008. Business to business interoperability: A current review of XML data integration standards. *Computer Standards & Interfaces* 31, 1045–1055.
- Lazarte, I., Chiotti, O., Villarreal, P., 2009. Transforming Collaborative Process Models into Interface Process Models by Applying an MDA Approach. *Proceedings of, Nancy, Francia, IFIP Advances in Information and Communication Technology, Vol 305*, pp 301-315, Springer, 2009., in: *IFIP Advances in Information and Communication Technology. Presented at the 9th IFIP Conference on e-Business, e-Services, and e-Society (I3E 2009)*, Springer, Nancy, France, pp. 301–315.
- Lee, T., Hon, C.T., Cheung, D., Lee, T., Hon, C.T., Cheung, D., 2009. XML Schema Design and Management for e-Government Data Interoperability. *Electronic Journal of e-Government* 7, 381–390.

- Legner, C., Vogel, T., 2007. Design Principles for B2B Services - An Evaluation of Two Alternative Service Designs. Presented at the Services Computing, 2007. SCC 2007. IEEE International Conference on, pp. 372–379.
- Leymann, F., 2006. Workflow-Based Coordination and Cooperation in a Service World, in: Meersman, R., Tari, Z. (Eds.), *On the Move to Meaningful Internet Systems 2006: CoopIS, DOA, GADA, and ODBASE*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 2–16.
- Lusch, R.F., Vargo, S.L., O'Brien, M., 2007. Competing through service: Insights from service-dominant logic. *Journal of Retailing* 83, 5–18.
- Marks, E., Bell, M., 2006. *Service Oriented Architecture (SOA): A Planning and Implementation Guide for Business and Technology*. Wiley.
- Nayak, N., Anil Nigam, Jorge Sanz, David Marston, David Flaxer, 2006. Concepts for Service-Oriented Business Thinking. Presented at the Services Computing, 2006. SCC '06. IEEE International Conference on, pp. 357–364.
- Nurmilaakso, J.-M., Kotinurmi, P., 2004. A review of XML-based supply-chain integration. *Production Planning and Control* 15, 608–621.
- Nurmilaakso, J.-M., Kotinurmi, P., Laesvuori, H., 2006. XML-based e-business frameworks and standardization. *Computer Standards & Interfaces* 28, 585–599.
- O'Sullivan, J., Edmond, D., ter Hofstede, A., 2002. What's in a Service? *Distributed and Parallel Databases* 12, 117–133.
- OASIS, 2006a. Universal Business Language v2.0 - Committee Specification.
- OASIS, 2006b. Reference Model for Service Oriented Architecture.
- Pampillón, R., 2011. Estructura sectorial de la economía (PIB) y del empleo en España en 2010 (1970-2010). *Economy Weblog*.
- Rotem-Gal-Oz, A., Bruno, E., Dahan, U., 2009. *SOA Patterns*. Manning Early Access Program.
- Rust, R.T., Kannan, P.K., 2003. E-service. *Commun. ACM* 46, 36.
- Sanz, J.L., Becker, V., Cappi, J., Chandra, A., 2007. Business Services and Business Componentization: New Gaps between Business and IT, in: *IEEE International Conference on Service-Oriented Computing and Applications, 2007. SOCA '07*. Presented at the IEEE International Conference on Service-Oriented Computing and Applications, 2007. SOCA '07, IEEE, pp. 271–278.
- Sanz, J.L.C., Nayak, N., Becker, V., 2006. Business Services as a New Operational Model for Enterprises and Ecosystems, in: *The 8th IEEE International Conference on and Enterprise Computing, E-Commerce, and E-Services, The 3rd IEEE International Conference on E-Commerce Technology, 2006*. Presented at the The 8th IEEE International Conference on and Enterprise Computing, E-Commerce, and E-Services, The 3rd IEEE International Conference on E-Commerce Technology, 2006, IEEE, p. 61–61.

- Schroth, C., 2007. The Service-Oriented Enterprise, in: Proceedings of the 2nd Workshop on Trends in Enterprise Architecture Research (TEAR 2007). Presented at the 2nd Workshop on Trends in Enterprise Architecture Research.
- Tolk, A., Diallo, S.Y., 2005. Model-Based Data Engineering for Web Services. *IEEE Internet Computing* 9, 65–70.
- Vasarhelyi, M., Hoitash, R., Kogan, A., Srivastava, R., 2006. Measuring Information Latency.
- Vernadat, F.B., 2007. Reengineering the Organization with a Service Orientation, in: Hsu, C. (Ed.), *Service Enterprise Integration*. Springer US, Boston, MA, pp. 77–101.
- Villarreal, P.D., Salomone, E., Chiotti, O., 2006. Transforming Collaborative Business Process Models into Web Services Choreography Specifications, in: Lee, J., Shim, J., Lee, S., Bussler, C., Shim, S. (Eds.), *Data Engineering Issues in E-Commerce and Services*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 50–65.
- W3C, 2004. *Web Services Glossary*.
- Zeithaml, V.A., Parasuraman, A., Berry, L.L., 1985. Problems and Strategies in Services Marketing. *Journal of Marketing* 49, 33–46.

Capítulo 6

Las Entidades de Servicios

Tabla de Contenidos

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

Índice de Figuras

Figura 6-1: Influencias conceptuales en el concepto de Entidades de Servicios	344
Figura 6-2: Modelado de los atributos y servicios de una Entidad de Servicios Abstracta	348
Figura 6-3: Procesos de Abstracción y Refinamiento de Entidades de Servicios Abstractas	351
Figura 6-4: Repositorio de ESA. Interfaz de Usuario	353
Figura 6-5: Proceso de Instanciación de ESA en ESC.....	354
Figura 6-6: Creación de una Entidad de Servicios Concreta a partir de una ESA	355
Figura 6-7: Ejemplo de una ESA y su instanciación en una ESC	356
Figura 6-8: Arquitectura del Directorio de ESC	358
Figura 6-9: Árbol de Especialización/Abstracción	360
Figura 6-10: Entidades de Servicios Abstractas y sus relaciones	361
Figura 6-11: Relaciones entre ESC – Jerarquía y Pares.....	362
Figura 6-12: Metodología para el modelado de ESA.....	364
Figura 6-13: Modelado de una Entidad de Servicios Abstracta	367
Figura 6-14: Mediante la concreción de las interfaces y los atributos, una ESA se convierte en ESC	368
Figura 6-15: Mecanismo de Especialización de ESAs	369
Figura 6-16: Ejemplo de dos ESC a partir de una ESA especializada	370
Figura 6-17: Representación esquemática de la implementación de un servicio compuesto.....	371
Figura 6-18: Fases de diseño de la solución propuesta.....	372
Figura 6-19: Fases de diseño de la solución propuesta.....	375

6.1. Introducción

En el capítulo anterior se ha descrito la utilidad de la orientación a servicios en los entornos de las RC como una aproximación que puede aportar la flexibilidad necesaria en la composición de los procesos de negocio extendidos pertenecientes a dicha RC.

Actualmente existe una tendencia creciente en adoptar la Ingeniería de Software Orientada a Servicios como un paradigma de diseño de sistemas distribuidos sobre Internet. Diversas organizaciones diseñan e implementan servicios de negocio que, posteriormente, son publicados en repositorios públicos para ser localizados y consumidos por otras organizaciones.

En un entorno completamente abierto como es la red Internet, el diseño y la implementación de los servicios electrónicos es exclusiva responsabilidad de cada organización. Si bien esta aproximación les dota de mucha autonomía, al mismo tiempo se incrementa la complejidad ligada a la gestión de la interoperabilidad, cuando un nodo necesita localizar y utilizar servicios definidos y provistos bajo este enfoque.

Sin embargo, en el capítulo 3, se ha definido a los VBE como “universos controlados de organizaciones” poniendo de manifiesto que si una organización desea formar parte de él, debe adherir a algunos principios operativos comunes.

Tomando estos aspectos como punto de partida, en este capítulo se introduce el concepto de **Entidades de Servicios** que representan un esfuerzo por aportar un mecanismo de interoperabilidad que facilite el diseño y utilización de servicios electrónicos para la ingeniería y operación de RC.

La propuesta contempla definir interfaces de servicios a nivel de VBE que posteriormente son utilizadas como referencia en la creación de servicios particulares para cada RC. Adicionalmente, estas interfaces serán agrupadas lógicamente en torno a distintos perfiles funcionales que describirán las capacidades ligados a las entidades de un dominio.

6.2. Las Entidades de Servicios

6.2.1. Motivación

La aplicación de las tecnologías de la información para la creación de servicios electrónicos se utiliza desde hace ya algún tiempo en distintos tipos de organizaciones.

Por ejemplo, uno de los portales electrónicos de más trayectoria en Internet para la comercialización de libros y distintos bienes de consumo, Amazon.com, dispone de un conjunto de servicios electrónicos que pueden ser utilizados para consultar su catálogo utilizando distintas opciones de búsqueda: por autor, por título, ISBN, editorial, etc.

Estos servicios pueden ser utilizados por distintos usuarios (particulares, empresas u organizaciones sin ánimo de lucro) para obtener información **de forma automatizada** desde el servidor web de esa empresa. Posteriormente, a partir de la información obtenida es posible generar una nueva aplicación empresarial que haga uso de ella.

Del mismo modo, la empresa Google Inc. ofrece un conjunto de servicios electrónicos que proveen la misma funcionalidad del motor de búsqueda y que son capaces de devolver los resultados que se les solicitan mediante la provisión de algunas palabras clave¹.

Desde hace algunos años, el ámbito de las Arquitecturas Orientadas a Servicios es un área en la que se está alentando a que las empresas, sin importar su tamaño, comiencen a desarrollar sus proyectos de integración, tanto a nivel interno como externo.

La adopción de SOA como mecanismo integrador y, al mismo tiempo, facilitador de la interoperabilidad mantiene un ritmo sostenido de crecimiento). Sin embargo, en el proceso de comenzar a diseñar e implementar servicios electrónicos, son pocas las organizaciones que siguen un criterio metodológico homogéneo o consensuado. Cada una adopta sus propios

¹ Así como existen estos ejemplos de empresas muy reconocidas, otros que no lo son tanto también están disponibles en la red. Para tener una idea más acertada de la oferta disponible se puede consultar www.uddi.org

criterios para la definición de las interfaces y las respectivas implementaciones. Esto conduce al caos y la confusión (Yang, 2003).

En esta misma línea, uno de los principales impulsores de la orientación a servicios y precursor de los trabajos en ese campo, el Prof. Yang (2003), sostiene que el desarrollo de servicios electrónicos es un espacio que crece desordenadamente y de un modo descontrolado.

Según el autor, la raíz de este problema se encuentra en el hecho de que los servicios se diseñan para resolver un problema específico y no se aborda, en ese proceso, una perspectiva más amplia que fomente la reutilización.

Adicionalmente, las tareas de implementación y ofrecimiento de servicios son inherentemente distribuidos; con lo cual, para poder tener un mínimo control sobre esos desarrollos pasa por adoptar soluciones que han probado su efectividad en ese tipo de entornos.

En un intento por subsanar esta situación Yang y Papazoglou (2006) propusieron la extensión del modelo de componentes de software, cuya validez ya ha sido extensamente probada en el ámbito de la Ingeniería del Software, y llevarlo al mundo de la red Internet.

Ellos proponen la creación de componentes basados en *servicios web* de modo que, tras una misma interfaz de servicio, se puedan agrupar otro conjunto de servicios y su correspondiente lógica de invocación. El objetivo final es elevar el nivel de abstracción para facilitar la composición y reutilización de servicios a distinto nivel de granularidad.

Si bien esta aportación provee un valioso marco para conseguir esa meta, en este trabajo se propone ir un paso más allá y extender el concepto de componente web para dotarles de información semántica que permita acercar esta definición al mundo de los negocios, a partir de la combinación de este enfoque con otras aportaciones existentes en la literatura.

6.2.2. Aportaciones previas

La idea de crear componentes de software reutilizables es un aspecto que ya ha sido abordado en la literatura para crear soluciones a problemas de naturaleza distribuida, fundamentalmente en el ámbito de la Ingeniería del Software.

En el desarrollo del concepto de Entidades de Servicios (ES) que aquí se plantea, han existido diversas fuentes que, a lo largo de los últimos años, han influido conceptualmente en su

desarrollo. A modo de síntesis, en la siguiente figura se introducen las principales influencias para, posteriormente, destacar brevemente los elementos de interés a los fines de esta Tesis.

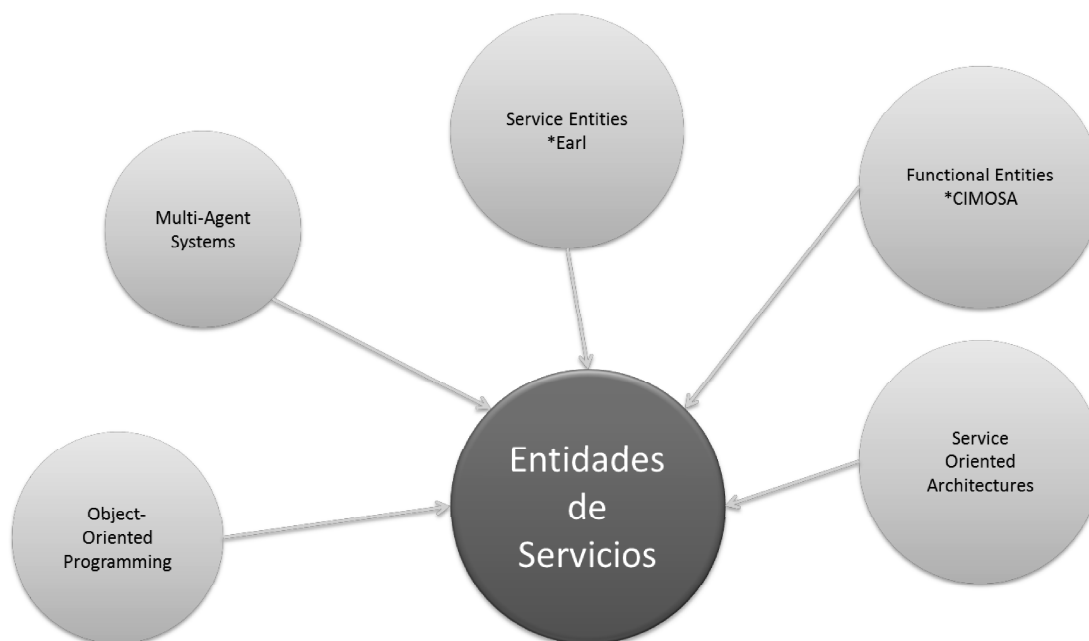


Figura 6-1: Influencias conceptuales en el concepto de Entidades de Servicios

Entre las influencias conceptuales que han sido adoptadas para la construcción de la propuesta de Entidades de Servicios se incluyen:

- En primer lugar, aunque sin establecer por ello un orden o peso, se podría mencionar a las Entidades Funcionales que se describen en CIMOSA. Para abordar la ingeniería de una solución a los requerimientos de integración en un entorno CIM, en CIMOSA se considera un conjunto de entidades que serán las encargadas de realizar las tareas necesarias para concretar la ejecución de un determinado proceso de negocio que las vincula.
Cada Entidad Funcional es responsable, de forma transaccional, de ejecutar la parte del trabajo que le es requerida para la consecución del objetivo global.
- Los Sistemas Multiagentes (Camarinha-Matos et al., 1997; Bernus et al., 2002) aportan una forma de abordar la modelización de problemas complejos como un conjunto de entidades autónomas que colaboran para alcanzar un objetivo que se les plantea, intercambiando mensajes para comunicarse. Los agentes poseen autonomía para tomar sus propias decisiones, como los nodos de una RC, y sobre ellas actuar según sus propios objetivos, principios que mantienen las ES .

Sin embargo, una característica distintiva de los agentes, que les diferencia de las ES es su inteligencia o proactividad (Cardoso and Camarinha-Matos, 2011). Como se ha descrito en capítulos anteriores, la solución aquí planteada sigue un esquema centralizado para la coordinación de operaciones y, dentro de la autonomía de cada nodo, las operaciones se planifican conjuntamente con el fin de minimizar el impacto global de los cambios de planes decididos unilateralmente.

- Thomas Erl ya introdujo una aproximación al concepto de Entidades de Servicios desde una perspectiva fundamentalmente tecnológica, entendida como una forma de agrupar aquellos servicios web que fuesen prestados por una misma entidad, independientemente del contexto.

En este sentido, la aportación base de Erl es recogida aquí y se extiende su ámbito a los aspectos de negocio y, fundamentalmente, a los de la Ingeniería de RI.

- Otra de las influencias importantes en la definición de las Entidades de Servicios proviene del ámbito de la Programación Orientada a Objetos, en el campo de la Ingeniería del Software.

De cara a facilitar la definición de modelos de referencia y sus posteriores instancias e implementaciones particulares a cada nodo de la RC, se recuperan los conceptos de clases, objetos, herencia y polimorfismo como los mecanismos principales para facilitar la distinción entre entidades abstractas y concretas.

- Finalmente, las Arquitecturas Orientadas a Servicios proveen un marco que se considera adecuado para integrar todos estos elementos con el fin de conseguir una solución integrada e interoperable para que facilite la Ingeniería y Operación de RI Dinámicas.

Aun reconociendo la utilidad e influencia de todas estas aproximaciones, el enfoque aquí planteado posee algunos aspectos en el sentido que se pretende dar a las Entidades de Servicio el rol de **un conector para apoyar la interoperabilidad**.

En este sentido, se debe considerar este enfoque como meramente reactivo, en el que los servicios son provistos bajo demanda.

Un ejemplo cercano a lo que se pretende se puede encontrar en los tradicionales *drivers* que acompañan cualquier elemento de *hardware* con los que podemos contar habitualmente en cualquier infraestructura tecnológica.

Si ponemos el caso de una nueva impresora, ésta no está disponible para ser utilizada hasta tanto no instalamos en nuestro ordenador el correspondiente *driver*. Una vez realizada esta tarea, todos los programas del ordenador que deseen imprimir requerirán los servicios de la impresora utilizando dicho driver. Es más, de él no se espera proactividad alguna.

En consecuencia, esta propuesta se ajusta más a la aproximación de Sanz y otros (2007) y Flaxer y Nigam (2004) quienes van tras la búsqueda de crear componentes basados en servicios como una forma de mejorar el desarrollo de sistemas de información.

Sin embargo, en esta Tesis, se debe considerar que el diseño de componentes se aborda desde la fusión de las propuestas de ambos enfoques, reconociendo y valorando su utilidad. Es decir, crear componentes de servicios pero que se utilicen tanto a nivel de arquitectura y modelos de referencia, pero que al mismo tiempo permitan pasar rápidamente de la Ingeniería a la Operación en RC.

6.2.3. Concepto

El concepto de Entidad de Servicios es directo y simple. Consiste en facilitar la creación de componentes reutilizables que engloben un conjunto finito de servicios electrónicos que, por su funcionalidad y comportamiento, estén unívocamente asociados a un tipo de entidad conceptual del dominio de un problema. Adicionalmente, su definición también proveerá un conjunto de atributos que permitan distinguir inequívocamente dos entidades del mismo tipo.

De este modo, por ejemplo, una entidad de servicios que sea diseñada como un Almacén, entre otras cosas podrá disponer de distintos servicios electrónicos que permitan:

- Notificar existencias
- Registrar entrada de material
- Registrar salida de material
- Otros...

Y de un conjunto de atributos como identificación, localización, capacidad volumétrica, etc.

Si lo que se trata es de modelar un recurso productivo, la lista de servicios electrónicos podría estar conformada por:

- Registrar pedido
- Cancelar pedido

- Notificar fecha entrega pedido
- Notificar capacidad disponible

De modo similar, el conjunto de atributos podrá ser: identificación, localización, propietario, calendario de trabajo, etc.

En consecuencia, los servicios electrónicos definidos para cada tipo de entidad representarán la funcionalidad **expuesta** que cada una de ellas podrá ofrecer a otras entidades para planificar y coordinar la ejecución conjunta de actividades.

De este modo, las ES se convierten en un elemento integrador que permiten:

- Modelar un problema pensando en entidades y sus interacciones
- Definir un conjunto de interfaces de servicios que son homogéneas para un mismo tipo de entidad
- Agrupar bajo un mismo tipo y comportamiento a entidades similares
- Facilitar la definición de procesos extendidos a partir de las interfaces de servicios que cada entidad es capaz de aportar al resto.
- Intercambiar actores del mismo tipo y de forma transparente, en un mismo proceso extendido.
- Identificar qué entidades satisfacen los requerimientos funcionales de un proceso extendido, para una actividad concreta ya que poseen una interfaz similar.
- Definir un conjunto de interfaces de servicios cuya implementación final es decidida por cada nodo de la RI, respetando los modelos definidos a nivel de RI.
- Abstractar la complejidad de la implementación interna de los procesos en cada nodo
- Facilitar el envío de mensajes a distintas entidades a raíz del hecho de poseer una interfaz idéntica para el mismo tipo de servicio, y en consecuencia, de sus parámetros.
- Facilitar la incorporación de nuevas entidades mediante la adhesión a los distintos mecanismos provistos para disminuir las barreras de interoperabilidad.

Hasta aquí se ha introducido la noción de Entidad de Servicios. Se ha comentado que cada una de ellas resulta de la agregación de un conjunto de servicios (que describe su comportamiento electrónico) y un conjunto de atributos (que permitirán su identificación) destinados a facilitar la gestión de flujos de información en escenarios de interoperabilidad.

En los siguientes apartados se introduce la noción entre Entidades de Servicios Abstractas y Concretas para modelar y dar soporte a la ejecución de procesos, respectivamente.

6.3. Entidades de Servicios Abstractas (ESA)

6.3.1. Concepto

Las Entidades de Servicios Abstractas son bloques constructivos **genéricos** que se utilizan para **modelar** distintos ‘tipos’ de entidades presentes en el dominio del problema bajo estudio.

De este modo, por ejemplo en el contexto de una red productiva, se podrá utilizar el concepto de ESA para definir y representar las características genéricas y servicios de: fábricas, proveedores, plantas, almacenes, subcontratistas, transportes, líneas, secciones o, en general, los distintos tipos de recursos que formarán parte del modelo final.

Las Entidades de Servicios Abstractas no están asociadas a ninguna instancia concreta de la entidad que definen. Representan la definición abstracta del conjunto de atributos que pueden caracterizar a la entidad y el conjunto de las especificaciones de las interfaces de los servicios electrónicos que para cada una de ellas se definan (ver Figura 6-2).

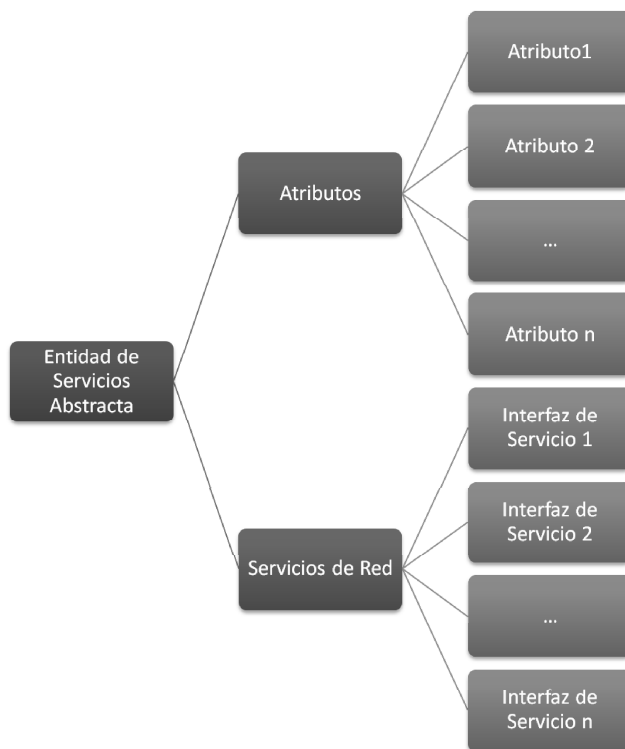


Figura 6-2: Modelado de los atributos y servicios de una Entidad de Servicios Abstracta

Por ejemplo, si dentro del dominio del problema que se quiere modelar se identifica que existen entidades de transporte, como por ejemplo camiones, se podría definir una Entidad de Servicios Abstracta, denominada Camión, que contemplase los atributos y servicios necesarios para identificarlos y describir su comportamiento electrónico.

Entidad de Servicios Abstracta: CAMIÓN	
Atributos	
Matrícula	Identificador unívoco
Tipo	Descripción del tipo de camión
Número de Ejes	Indicación del número de ejes
Capacidad (m ³)	Indicación de la capacidad de almacenamiento
Servicios	
Cargar()	Servicio para registrar una carga en un camión
Descargar()	Servicio para registrar una descarga
Mover()	Servicio para ordenar un desplazamiento
Capacidad_Disponible()	Servicio para informar capacidad disponible

6.3.2. Mecanismos de creación de Entidades de Servicios Abstractas

A los fines de este trabajo, se definen tres mecanismos básicos para la creación de ESAs, los que se describen a continuación.

6.3.2.1. Creación Directa

El proceso de creación directa es el que se ha utilizado hasta este momento para describir los conceptos de Entidades de Servicios.

Este mecanismo se utiliza a criterio del modelador para generar nuevas ESAs en el ámbito del problema considerado. Como se ha comentado anteriormente, una ESA representa la definición abstracta del conjunto de atributos que pueden caracterizar la entidad y el conjunto de las especificaciones de las interfaces de los servicios electrónicos que para ella se definan.

6.3.2.2. Creación por generalización

Del mismo modo en que ocurría en el caso de los Servicios de Red, las Entidades de Servicios también pueden agruparse o dividirse para enriquecer y facilitar el proceso de modelado.

A partir del análisis de un conjunto de Entidades de Servicios Abstractas podría darse el caso de que fuese posible crear una entidad abstracta de nivel superior que sirviera para representar características (atributos) y funcionalidad (servicios) comunes a todas las ESA consideradas. Este proceso se denomina *abstracción o generalización de entidades*.

Los atributos de la entidad agregada podrán ser aquellos que sean comunes a todas las entidades que se están agregando, más todos los otros que se consideren necesarios para la nueva entidad².

Como ejemplo para este caso, se podría considerar una empresa que desea ofrecer un servicio de visibilidad de inventarios a sus proveedores y que dispone de existencias en los almacenes de sus dos plantas. La primera planta está localizada en Valencia, es la sede central de la compañía y posee un Sistema ERP con el que realiza toda la gestión de información. La segunda planta, localizada en Valladolid, se ha adquirido recientemente y se trata de una pequeña empresa que estaba en funcionamiento. Desde su creación, la empresa de Valladolid ha desarrollado sus propios sistemas de gestión de almacenes, recurriendo a personal propio de la empresa con ciertas capacidades.

Para este escenario se podría modelar una ESA Almacén. Al pasar a la fase de ejecución se requiere crear dos instancias concretas, una para cada almacén. Cada una de esas instancias posee los atributos propios de cada uno de ellos (identificación, localización, etc.) pero la implementación de los servicios puede ser diferente según el caso.

Respecto a la funcionalidad, la entidad agregada podrá incorporar las interfaces de servicios que sean comunes a todas las entidades agregadas aunque sólo se podrá abstraer la implementación tecnológica del servicio en caso de ser la misma para todas las entidades que la poseen.

² Incluso podría darse el caso de que una entidad agregada no posee atributos ni servicios de las entidades que agrega ya que sólo se modela como un 'contenedor' de esas entidades.

Por ejemplo, en la Figura 6-3 se representa la creación de una ESA denominada CAMIÓN a partir de abstraer tres entidades también presentes en el dominio del problema: Camión Cisterna, Frigorífico y Grúa.

El proceso de abstracción podría reflejar que, por ejemplo, los atributos de marca, modelo, matrícula y capacidad podrían ser comunes a todos ellos.

Si todo ellos dispusieran de un servicio que permitiese conocer su posicionamiento satelital, denominado por ejemplo NotificarPosiciónGPS(), la nueva ESA podría incluir la interfaz de ese servicio (común a todos). Para poder abstraer también el comportamiento del servicio, debería validarse que éste es el mismo para todas las entidades de nivel inferior³.

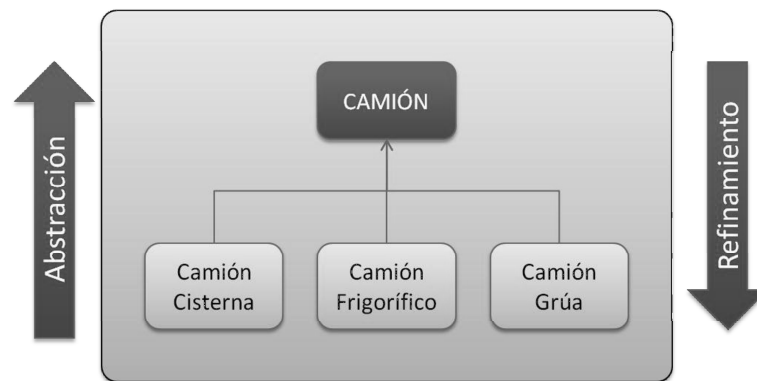


Figura 6-3: Procesos de Abstracción y Refinamiento de Entidades de Servicios Abstractas

6.3.2.3. Creación por especialización

De modo análogo, si la definición de una ESA crece para contemplar los múltiples casos posibles que aparecen, sería recomendable especializarla y crear una división que contenga las características y funcionalidad propias de cada nuevo tipo definido. Este proceso se denominará refinamiento o especialización.

En este caso, cada nuevo tipo de entidad que se defina incorporará (heredará) el subconjunto de atributos que sean comunes a todas las entidades que se especializan más los atributos propios de la nueva entidad.

³ Por ejemplo, en el ejemplo de los almacenes, se podría abstraer la implementación del servicio NotificarExistencias() si ambos utilizaran el mismo procedimiento informático para recuperar los datos.

Desde el punto de vista de la funcionalidad, cada nueva entidad ofrecerá un subconjunto de servicios que serán comunes a todas las entidades especializadas, además de los propios del nuevo tipo. En cualquier caso, la implementación de uno de esos servicios comunes podrá particularizarse para cada nueva entidad definida.

6.3.3. El repositorio de Entidades de Servicios Abstractas

El proceso de modelado de las distintas ESA requiere que toda la información que se recolecte sea almacenada para su posterior uso. Con este fin, el modelador debe contar con el respaldo de un repositorio destinado a almacenar todas las definiciones de entidades de servicios.

La funcionalidad básica del repositorio incluye todos los mecanismos necesarios para permitir gestionar el conjunto de entidades de servicios modo que sea posible:

- Crear nuevas entidades utilizando cualquiera de los tres procesos de creación que se han descrito anteriormente (directa, abstracción o especialización).
- Modificar la estructura de las ESA y gestionar la propagación de los cambios según se ha descrito anteriormente.
- Eliminar entidades del repositorio.

A continuación se presenta, de forma esquemática, el diseño de la interfaz de usuario del repositorio y se describen sus principales funcionalidades.

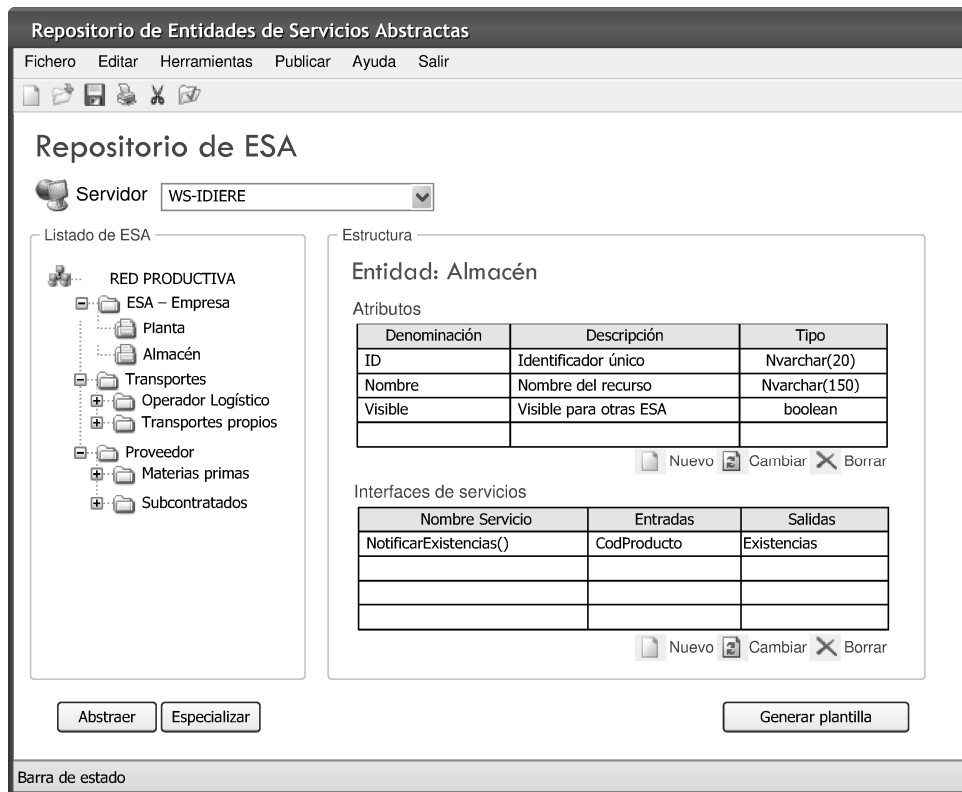


Figura 6-4: Repositorio de ESA. Interfaz de Usuario

El repositorio permite modelar las ESA en un escenario de interoperabilidad y sus componentes principales. De esta forma, el modelador puede gestionar las entidades (en la parte izquierda) añadiendo, quitando o modificándolas. Los procedimientos de abstracción o generalización también están soportados.

Posteriormente, para cada ESA, se puede definir su estructura, incorporando (y quitando) tanto los atributos como los servicios que definen su comportamiento electrónico.

6.4. Entidades de Servicios Concretas (ESC)

6.4.1. Concepto

Las ESA pueden ser utilizadas en la fase de Especificación de Diseño para modelar el problema, pero sin hacer referencias concretas a los recursos utilizados.

En cuanto se desea dar **soporte a la ejecución**, es necesario considerar que las actividades de los procesos son llevadas a cabo por instancias concretas de las distintas ESA que se han modelado. Esas instancias son las Entidades de Servicios Concretas.

6.4.2. Creación de Entidades de Servicios Concretas (ESC)

El proceso de creación de ESC recibe la denominación de **instanciación** y da lugar a ocurrencias específicas de una determinada ESA. Esto implica que, de forma explícita, la nueva entidad creada debe ser dotada de los valores que permitan llenar la estructura vacía de la ESA de la que proviene, esto es, dar valores a los atributos e implementaciones a los servicios de red.

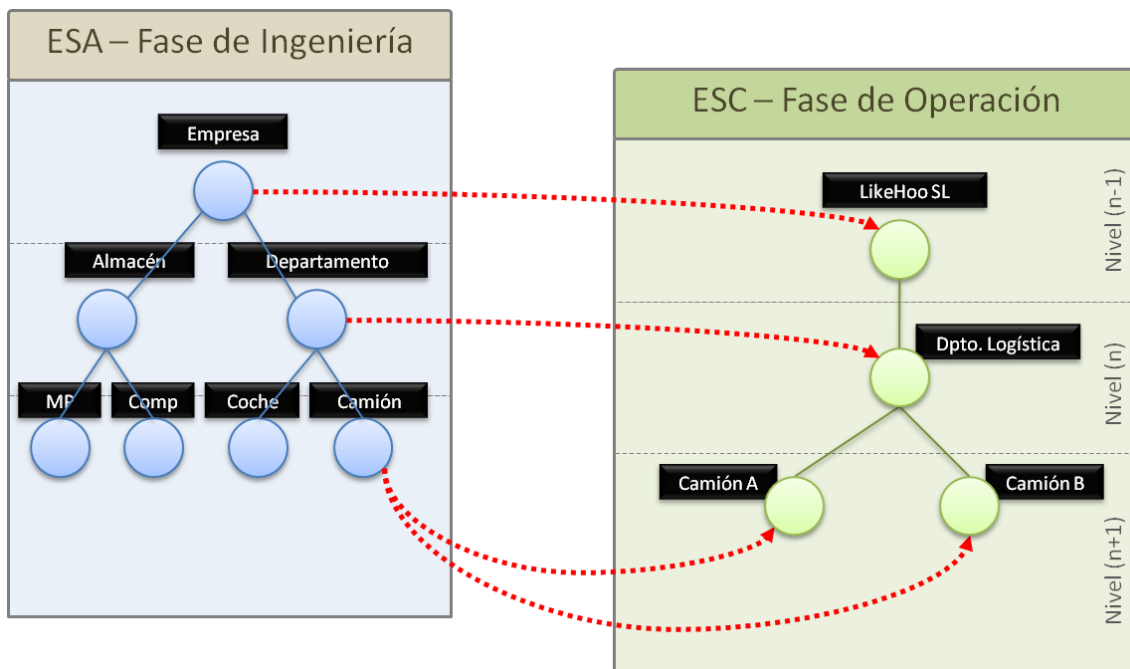


Figura 6-5: Proceso de Instanciación de ESA en ESC

En la Figura 6-5 se puede ver que a partir de tres Entidades de Servicios Abstractas se han instanciado cuatro ESC del modo en que se muestra:

ESA	ESC
Empresa	LikeHoo SL.
Departamento	Departamento de Logística
Camión	Camión A
	Camión B

Por lo tanto, los atributos definidos en la ESA, ahora tendrán valores específicos de esa entidad concreta (un número de máquina, un identificador de almacén, etc.) y los servicios electrónicos correspondientes tendrán una implementación también propia de la Entidad (ver Figura 6-6).

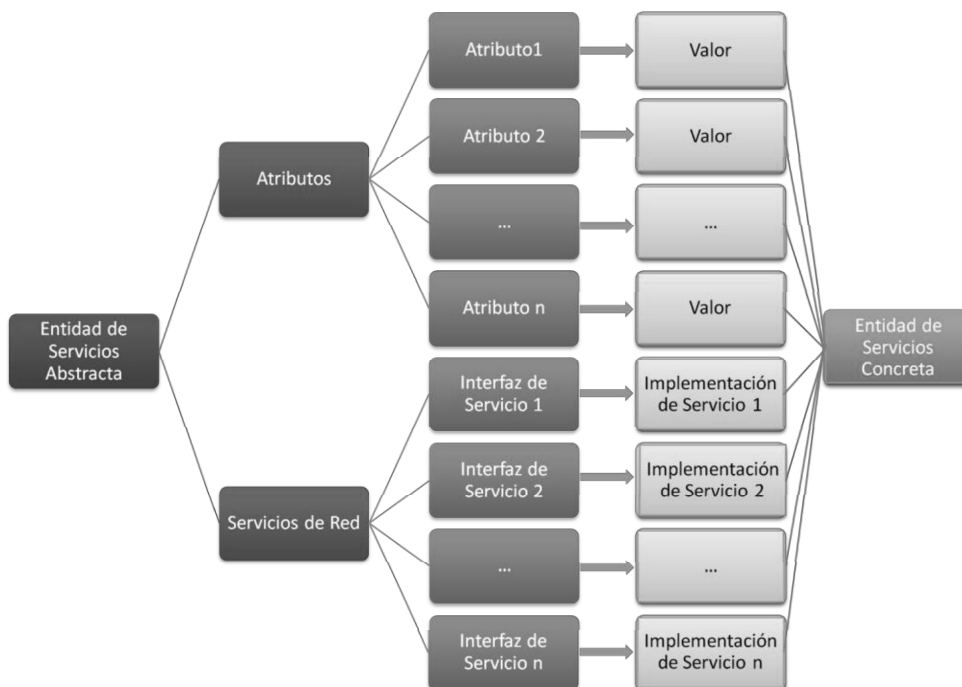


Figura 6-6: Creación de una Entidad de Servicios Concreta a partir de una ESA

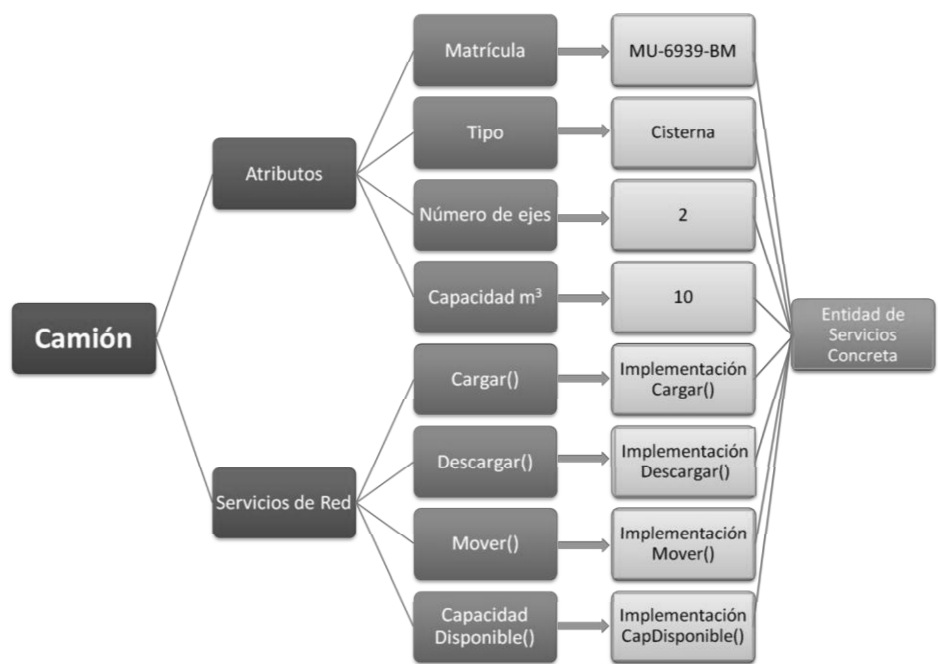


Figura 6-7: Ejemplo de una ESA y su instanciación en una ESC

Definidas de esta forma, las ESC se convierten en elementos flexibles que, al tiempo que respetan la estructura y especificación del comportamiento definido en la ESA (fundamental para dar soporte a la interoperabilidad), permiten que cada instancia realice su propia implementación tecnológica de los servicios.

Retomando el ejemplo de la ESA Camión que se ha definido anteriormente, se podría crear una instancia específica que se correspondería con un camión cisterna, con matrícula MU-6939-BM que posteriormente se podría utilizar para instancias concretas de los procesos de negocio considerados.

A cada atributo de la ESA a la que representa, se le otorga un valor y cada servicio se materializa en una implementación particularizada al contexto tecnológico de la entidad en cuestión (ver Figura 6-7).

De este modo, al camión cisterna con matrícula MU-6939-BM, dos ejes y con una capacidad de 10 m3 podrá ser utilizado para modelar un actor concreto del dominio del problema y convertirse en parte del soporte a la fase de ejecución.

6.4.3. El repositorio de Entidades de Servicios Concretas

Del mismo modo en que el proceso de modelado de ESA requería que existiese un repositorio centralizado en el cual fuesen almacenándose todas las definiciones de entidades de servicios, en el caso de las ESC también será necesario llevar un registro de las instancias existentes, aunque en este caso existe una diferencia fundamental.

Al tratarse de instancias particulares cuyo único requisito es que su implementación informática esté alojada en un servidor web con una dirección electrónica que permita ser localizado y accedido⁴, será necesario contar con un mecanismo dinámico que permita establecer una correspondencia unívoca entre los datos de la ESC y su localización en Internet.

Para ello, se introduce un nuevo componente tecnológico denominado **Directorio de ESC** cuya funcionalidad principal será:

- Facilitar el proceso de creación de instancias ESC a partir de las definiciones de ESA contenidas en el repositorio
- Gestionar las ESC que han sido creadas, permitiendo su modificación y/o eliminación.
- Proveer mecanismos que permitan monitorizar el estado de conexión de cada ESC.
- Con el fin de garantizar la consistencia de las distintas ESC creadas, deberá facilitar los mecanismos que permitan sincronizar su estructura ESC con su correspondiente ESA.

De este modo, el Repositorio de ESC tiene una arquitectura similar a la siguiente:

⁴ En esta referencia genérica se incluyen tanto direcciones IP fijas, es decir aquellas que una empresa puede contratar y conservar durante la duración del contrato, como aquellas que se gestionan de forma dinámica cada vez que se establece una conexión a Internet (y por tanto se renuevan en cada sesión iniciada).

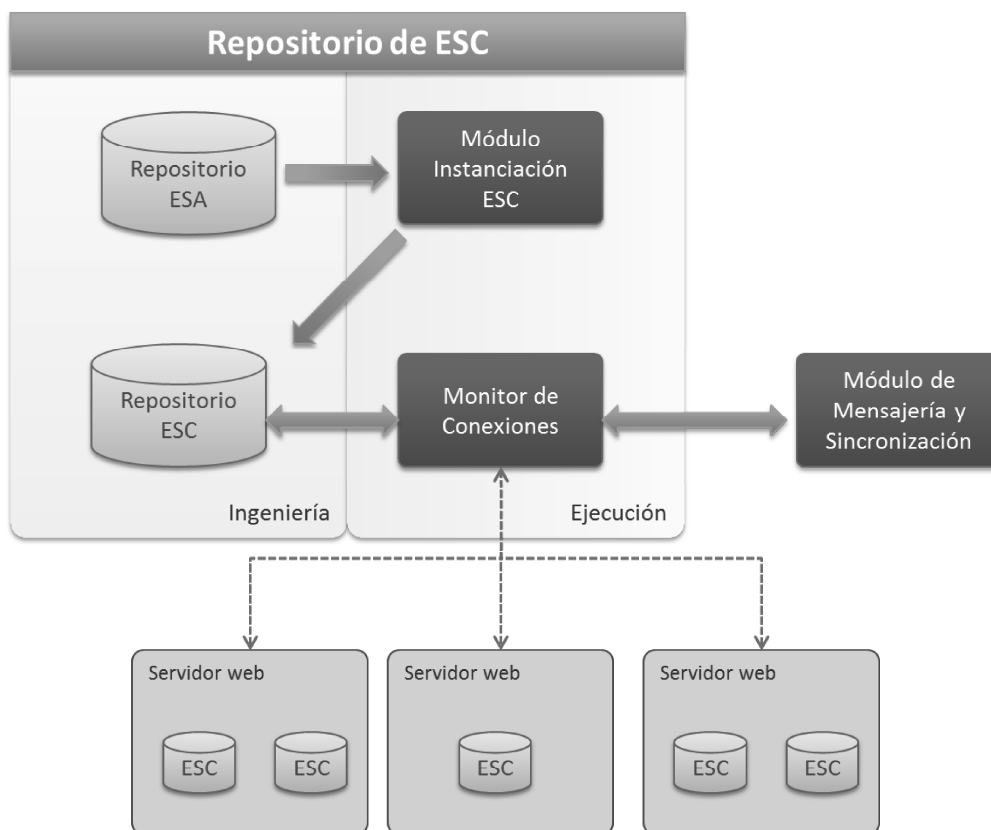


Figura 6-8: Arquitectura del Directorio de ESC

De este modo, a partir de las definiciones almacenadas en el Repositorio de ESA, el módulo de **Instanciación de ESC** da soporte a la fase de ingeniería permitiendo crear y registrar distintas instancias de entidades de servicios que son almacenadas en el **Repositorio de ESC**.

En tiempo de ejecución, el **Monitor de Conexiones** utilizará esa información para brindar información acerca de la disponibilidad en tiempo real de las ESC desplegadas sobre los distintos servidores web.

Haciendo uso de estas facilidades, el Módulo de Mensajería y Sincronización permite que las ESC dispongan en todo momento de la información que es relevante a ellas. Por una parte, este módulo permite gestionar la cola de mensajes provenientes de, y con destino a, cada entidad. Además, permite que la ESC pueda sincronizar la definición de su estructura para incorporar, en caso de ser necesario, las actualizaciones disponibles respecto a su estructura⁵.

⁵ Realizadas en la Fase de Ingeniería

6.5. Relaciones entre Entidades de Servicios

En el apartado anterior, se han analizado los mecanismos de creación de ESA, entre los que se identificaron principalmente tres tipos:

- Creación directa
- Creación por generalización
- Creación por especialización

El proceso de modelado se inicia con la identificación y caracterización de las ESA que están presentes en el dominio de un determinado escenario de interoperabilidad. Este paso suele ser directo y si es necesario especializar o agregar entidades, es un paso que se realizará al ir refinando los modelos y de este modo se establecerán relaciones entre ESAs.

Puestos en el entorno de soporte a la ejecución, las instancias concretas de esas entidades (ESC) también irán relacionándose entre sí.

Por lo tanto, un aspecto muy importante, y que resulta de interés a los fines de este trabajo, es estudiar las relaciones que existen entre los distintos tipos de entidades de servicios.

6.5.1. Relaciones entre Entidades de Servicios Abstractas

Las relaciones entre las ESAs se corresponden a las distintas abstracciones o especializaciones que se realizan en la fase de modelado. Para ilustrar correctamente este tipo de relaciones, se introducirá el concepto de Árbol de Especialización/Abstracción de ESA.

Un Árbol de Especialización/Abstracción (en la Figura 6-9) representa gráficamente las relaciones que se originan cuando se especializan o abstraen un conjunto de entidades. En el ejemplo, la ESA-01 se ha especializado en otras dos entidades ESA-02 y ESA-03. De este modo puede leerse que: ESA-01 es una generalización de ESA-02 o bien que ESA-02 es una especialización de ESA-01.

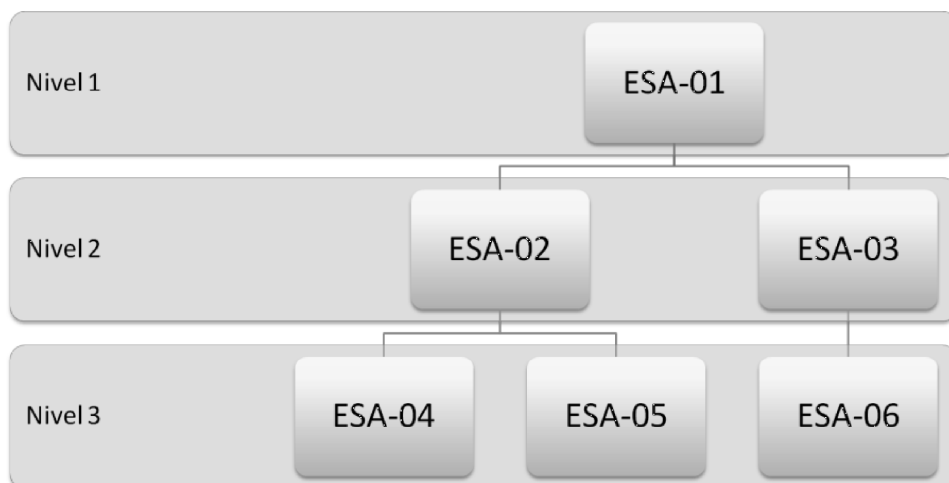


Figura 6-9: Árbol de Especialización/Abstracción

Cada ESA definida formará parte de un camino que se comienza en el nodo inicial (o raíz) y finaliza en un nodo final (hoja) que no ha sido especializado. A partir de las definiciones anteriores, se establecen posibles tipos de relaciones que pueden tener dos ESA:

- Independientes: cuando las ESA consideradas no pertenecen al mismo Árbol de Especialización/Abstracción
- Dependientes: cuando ambas entidades forman parte del mismo Árbol de Especialización.
 - o Dependencia débil: cuando no existe una secuencia de especializaciones o abstracciones que permitan ir de una a la otra⁶.
 - o Dependencia fuerte: cuando ambas ESA pertenecen a la misma cadena de especializaciones o abstracciones. Es decir, existe un recorrido (sin cambio de sentido) entre una y otra.

Cuando dos ESA tienen una relación de dependencia fuerte, entonces se dirá que:

- **Especializa α** : una ESA (*nivel $n+1$*) especializa a otra ESA (*nivel n*) se encuentra en el nivel inmediato inferior del Árbol de Especialización.
- **Generaliza α** : una ESA (*nivel $n-1$*) generaliza a otra ESA (*nivel n*) cuando se encuentra en el nivel inmediato superior del Árbol de Especialización.

⁶ Es decir, no comparten la misma rama del árbol

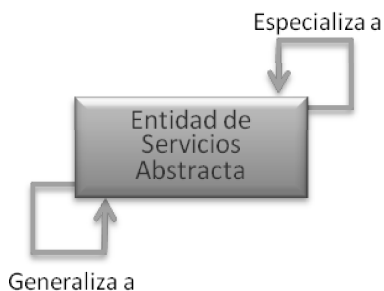


Figura 6-10: Entidades de Servicios Abstractas y sus relaciones

Un aspecto importante de cara a garantizar la integridad del modelo es analizar qué repercusión tienen los cambios que se introducen en una determinada ESA respecto a otras con las que tiene relación⁷. De este modo, será posible que los cambios en una ESA:

	Nivel en el Árbol de Especialización (otras ESA)		
Tipo de dependencia	Nivel inferior (n+1)	Mismo nivel (n)	Nivel superior (n-1)
Dependencia débil (mismo árbol, otra rama)	Sin impacto	Analizar si pueden compartir la modificación	Sin impacto
Dependencia fuerte (mismo árbol, otra rama)	Analizar si deben heredarse los cambios	No Aplica	Analizar si el cambio puede abstraerse

Tabla: ESA Repercusión de los cambios en su modelo sobre otras ESA

6.5.2. Relaciones entre Entidades de Servicios Concretas

El análisis de las relaciones entre ESC es más directo que el anterior; al tratarse de instancias concretas de alguna ESA definida previamente, sus relaciones están limitadas a tres tipos: o bien son independientes, se da una entre pares o una relación jerárquica.

- Independientes: cuando son instancias de ESAs pertenecientes a árboles distintos.

⁷ Con otras ESA independientes no hay repercusión posible ya que no pertenecen al mismo árbol

- Dos entidades ESC tienen una relación de pares si ambas son instancias de la misma ESA.
- Una determinada ESC tiene una relación jerárquica con otra instancia ESC, si las ESA a las que representan se encuentran en la misma Cadena de Abstracción/Especialización del árbol correspondiente.

Esquemáticamente:

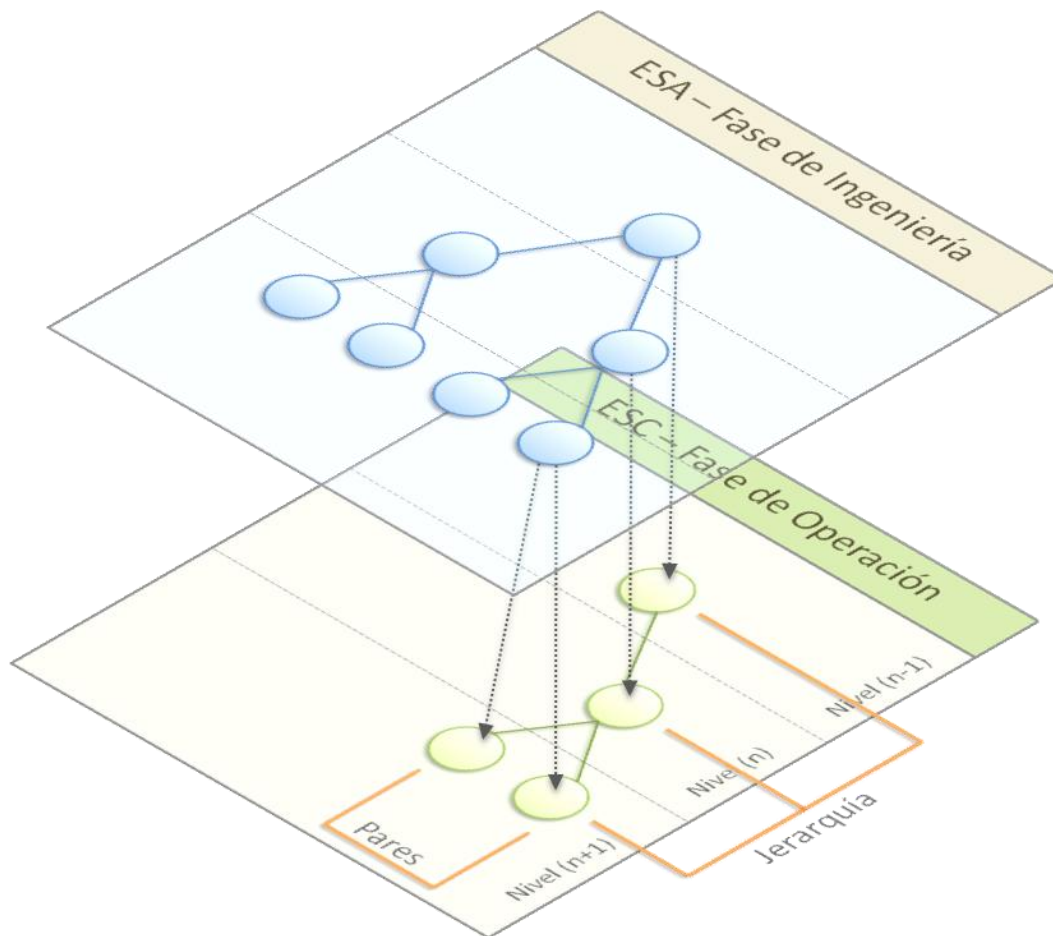


Figura 6-11: Relaciones entre ESC – Jerarquía y Pares

6.5.3. Atributo de Visibilidad en una Entidad de Servicios Concreta

La visibilidad es un atributo de las Entidades de Servicios Concretas y que hace referencia a la posibilidad que tienen otras entidades de acceder a sus servicios.

De este modo, se distinguirá entre entidades que posean:

- Visibilidad interna: cuando sus servicios pueden ser accedidos sólo por ESC pertenecientes la misma estructura jerárquica (de nivel superior o inferior). En este caso, el atributo de visibilidad interna permite que, por ejemplo, los servicios de una instancia Almacén sólo sean visibles dentro de la propia empresa.
- Visibilidad externa: cuando puede ser accedida por otras ESC independientes. En este caso, los servicios del almacén podrían ser consultados por otras empresas no vinculadas a la de la que él depende.

6.6. Procedimiento para Modelado de Entidades de Servicios Abstractas

El procedimiento para modelar ESA tiene como objetivo estructurar el proceso de creación de esas entidades utilizando etapas sucesivas de refinamiento del modelo y, mediante la utilización de mecanismos de abstracción/especialización, crear un modelo acorde a las necesidades de interoperabilidad que debe ser soportada en la fase de ejecución.

La metodología propuesta se plasma en una serie de pasos (ver Figura 6-12) que se convierten en una guía para apoyar la tarea del modelador.

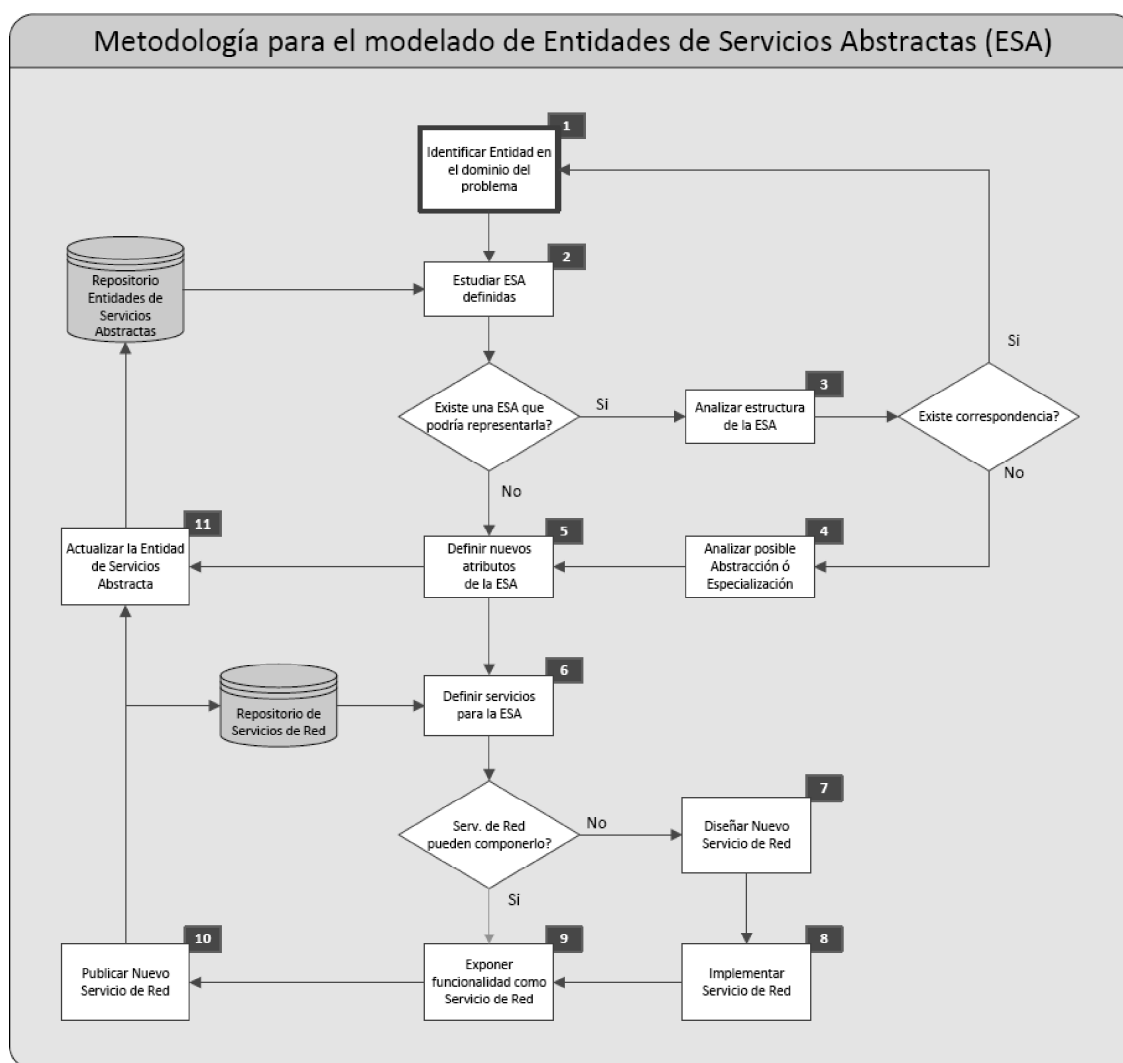


Figura 6-12: Metodología para el modelado de ESA

A continuación, se presenta el contenido de cada uno de los pasos en los que se ha dividido la metodología propuesta.

1. **Identificar Entidad en el dominio del problema.** En este primer paso, el modelador situado frente al escenario de interoperabilidad, debe identificar una de las entidades presentes y comenzar su análisis. Dado que se trata de un ciclo de modelado y refinamiento, cada vez que se finalice el análisis de una entidad, se volverá a este paso hasta tanto se hayan analizado todas las entidades implicadas en el escenario.
2. **Estudiar ESA definidas.** Una vez seleccionada la Entidad, el modelador debe analizar el conjunto de entidades cuyas definiciones están almacenadas en el Repositorio de Entidades de Servicios Abstractas e intentar encontrar identificar alguna definición que, por aproximación semántica y de estructura, pudiese ajustarse a la definición que debe aportarse para la entidad escogida.

Si no existe una entidad que cumpla con esas características, entonces se debe ir directamente al paso número 5.
3. **Analizar estructura de la ESA.** En caso de haber localizado en el repositorio una entidad que se corresponde con la que actualmente se está analizando, se debe realizar un análisis detallado para determinar si existe una correspondencia directa entre la ESA definida y la Entidad considerada. Si existe, se puede considerar que la entidad ya está definida y se debe volver al Paso 1 para seleccionar otra entidad. En caso de no existir una correspondencia directa, será necesario iniciar el proceso de definición / adecuación de la entidad.
4. **Analizar posible Abstracción / Especialización.** Antes de iniciar la definición de una nueva entidad, deberían estudiarse otras alternativas como por ejemplo la posible afinidad con otras entidades ya definidas. En este caso, se debería analizar la estructura de los atributos y los servicios ofertados por otras entidades para determinar si en la definición de la nueva entidad es posible utilizar los mecanismos de abstracción o refinamiento. La salida de esta etapa será un conjunto de acciones posibles que podrán conducir a:
 - a. Crear una nueva entidad
 - b. Agregar atributos a una entidad existente
 - c. Agregar servicios a una entidad existente
5. **Definir nuevos atributos de la ESA.** En cualquiera de los supuestos anteriores (incluyendo la decisión del Paso 3) se debe definir en primer lugar, el conjunto de atributos que se van a incorporar a la entidad nueva o a una existente. Para cada atributo se definirá su nombre, tipo y valores por defecto que podrá asumir. Si esta es la única diferencia entre la entidad analizada y la almacenada en el repositorio,

entonces se debe ir directamente al Paso 11 que implica la actualización de la definición de la ESA.

6. **Definición de los servicios de la ESA.** La definición del conjunto de servicios que constituirán el comportamiento electrónico de la ESA completará su definición. Para cada uno de los servicios de red identificados se deberá analizar si existe un servicio correspondiente en el Repositorio de Servicios de Red o si, en todo caso, la nueva funcionalidad del servicio puede componerse a partir de definiciones existentes. Si existen todos los servicios que pueden componer el nuevo servicio entonces se deberá realizar la composición (e ir al Paso 9). Si es necesario caso contrario, se deberán generar las especificaciones del nuevo servicio.
7. **Diseñar nuevo Servicio de Red.** En esta fase, el modelador debe identificar los requerimientos que debe cumplir el nuevo servicio. Para ello deberá especificar todos aquellos atributos necesarios para su posterior utilización, además del nombre asignado, será fundamental determinar la información de entrada y/o salida que debe gestionar el servicio. Respecto al comportamiento y composición de servicios, el modelador deberá indicar qué aspecto concreto viene a resolver el nuevo servicio y cuál es su relación con otros existentes.
8. **Implementar Servicio de Red.** Con todas las especificaciones de la fase anterior, el personal encargado de la implementación dispondrá de información suficiente para realizar la implementación tecnológica de la composición.
9. **Exponer funcionalidad como Servicio de Red.** En este paso lo que se pretende es establecer los mecanismos que van a permitir que otras entidades puedan acceder al servicio. Esto implicará dotar al servicio de la información semántica y tecnológica que facilitar su posterior localización y consumo.
10. **Publicar nuevo Servicio de Red.** La publicación del nuevo servicio creado implica la actualización del repositorio de servicios de red con la nueva definición y por otro lado también conlleva la actualización de la definición de la ESA incorporándole las características del nuevo servicio.
11. **Actualización de la ESA.** Una vez que ha finalizado el proceso de definición de la nueva ESA o se han realizado los cambios requeridos por las definiciones existentes se debe actualizar el repositorio de ESA con la nueva información. A partir de ese momento la ESA está disponible para ser utilizada en los entornos operativos y en caso de tratarse de una actualización de la estructura, las instancias existentes deberán realizar realización una sincronización con la actualización disponible.

6.7. Ejemplo de Modelado de ESA y ESC

Utilizando los mecanismos descritos anteriormente, se pretenden modelar las ES que conforman el dominio de un escenario como el que se ha venido utilizando. Tanto si se trata de un entorno de servicios como industrial, la forma de modelar las ES es similar, sólo será necesario considerar las necesidades de información y los servicios que cada una proveerá.

Por ejemplo, considerando un sistema productivo, bajo esta aproximación es posible modelar desde una unidad de negocio completa (una empresa, un proveedor, un subcontratista, un operador logístico, etc.), una célula organizativa (un almacén, un departamento financiero, una sección) o un recurso (una máquina, un medio de transporte o un operario⁸).

Inicialmente, se modela una Entidad de Servicios Abstracta, que se denominará Empresa. Esta entidad dispondrá de dos atributos: Razón Social y CIF. Adicionalmente, también se incluye la especificación de la interfaz del servicio electrónico NotificarExistencias() que contempla la existencia de información de entrada (Código de Producto) y de salida (Existencias) (ver Figura 6-13).



Figura 6-13: Modelado de una Entidad de Servicios Abstracta

A partir de este momento, se dispone de un bloque constructivo para el modelado, la entidad Empresa, que permite representar empresas que posean un servicio como el descrito. La creación de instancias supone la asignación de valores a los parámetros y la implementación informática que permite materializar la funcionalidad del servicio.

⁸ Aunque en este caso su labor debería estar apoyada por un dispositivo informático que actuara como interfaz.

Por lo tanto, en el ejemplo que nos ocupa, el paso siguiente es instanciar esa entidad abstracta en el caso concreto que nos ocupa para una empresa, supongamos Likehoo S.L. con un CIF determinado y una implementación del servicio que realiza una comunicación con el Sistema de Almacenes de la empresa y solicita el valor de las existencias (ver Figura 6-14).

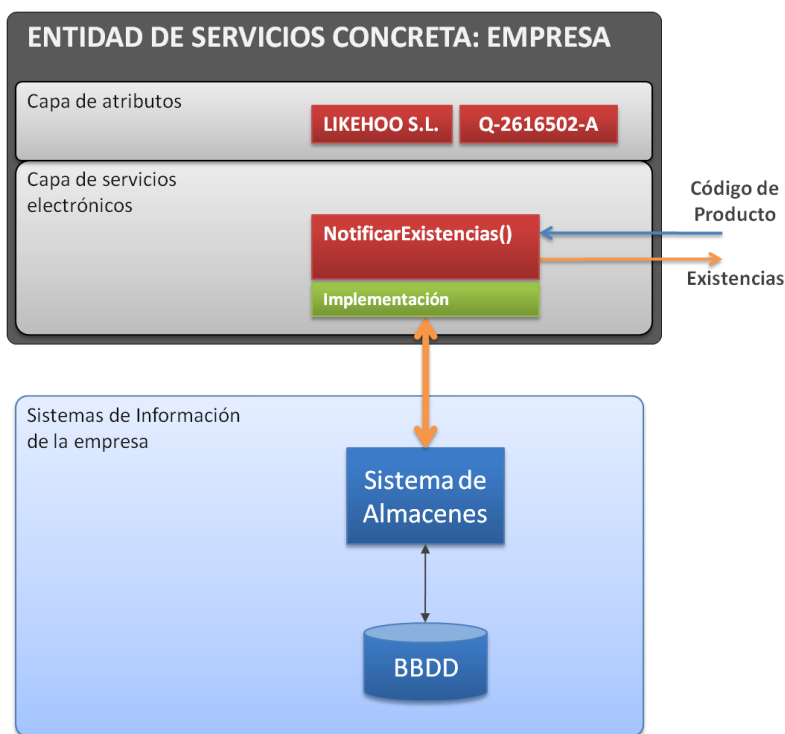


Figura 6-14: Mediante la concreción de las interfaces y los atributos, una ESA se convierte en ESC

Ahora la empresa se transforma una Entidad de Negocio Concreta que, mediante la interfaz correspondiente, oferta un servicio electrónico de consulta de existencias. El servicio `NotificarExistencias()` tiene una implementación que accede directamente a los sistemas de información de la empresa y atiende la petición cuando es activado (ver Figura 6-14).

Una vez creada la Entidad de Negocio Concreta y puesta a funcionar⁹, la empresa está en condiciones de ofertar ese servicio a terceros directamente. Si publicase los datos del servicio en un Registro General (como UDDI, por ejemplo), podría aceptar peticiones provenientes de otros nodos.

⁹ Es decir el componente web está instalado en el servidor web de la empresa.

Ahora bien, supongamos que en un escenario posterior, la empresa instala un segundo almacén en un lugar remoto. La infraestructura tecnológica del segundo almacén es completamente diferente del primero pero las necesidades de información son similares.

En este caso, el modelador podría tomar la decisión de crear una especialización de la ESA Empresa (que no desaparece) y crear una nueva ESA denominada Almacén (ver Figura 6-15).

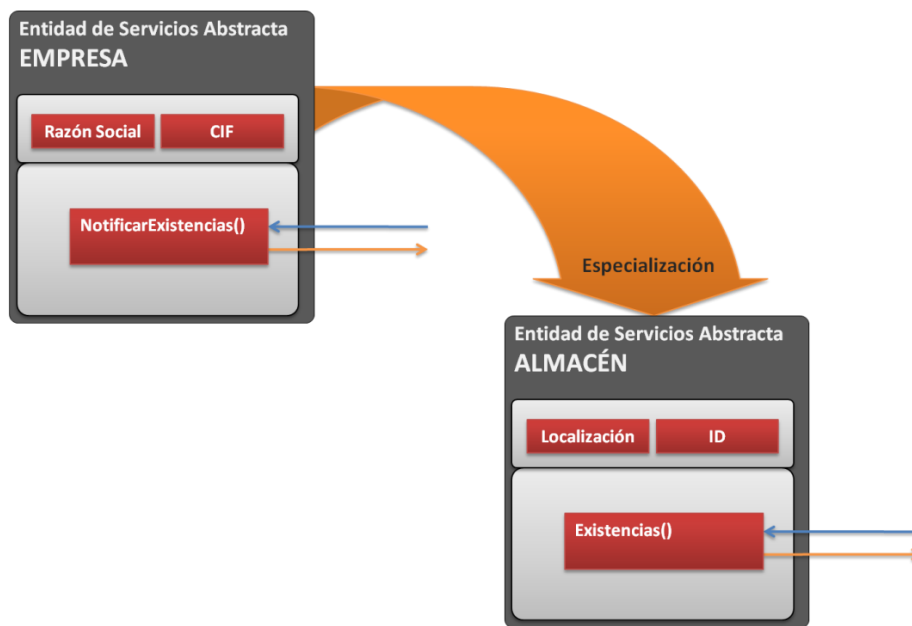


Figura 6-15: Mecanismo de Especialización de ESAs

El objetivo de esta especialización es el de permitir generar una interfaz común con cada uno de los almacenes pero atender, mediante implementaciones distintas, las características de sus entornos tecnológicos heterogéneos. De este modo, a partir de la ESA Almacén, se crearán dos instancias concretas (A y B), una para cada almacén considerado (ver Figura 6-16):

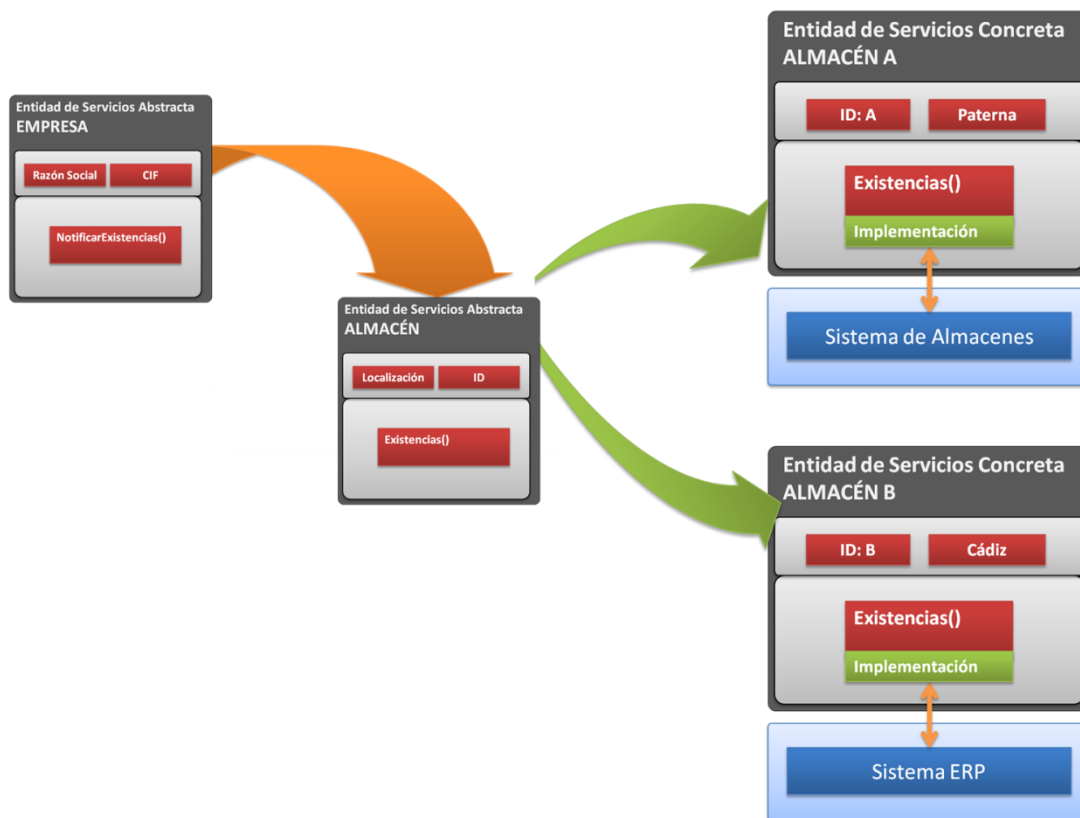


Figura 6-16: Ejemplo de dos ESC a partir de una ESA especializada

De esta forma, la empresa ahora dispondría de tres ESC: la propia empresa (Likehoo S.L.), el Almacén A y el Almacén B. Cada una de ellas dispone de un conjunto de servicios cuyas interfaces son conocidas para el modelador.

Así, en tiempo de diseño de la funcionalidad del servicio `NotificarExistencias()`¹⁰, se podría componer el resultado de las invocaciones a los servicios `Existencias()` de cada uno de los almacenes.

Puesto de un modo simbólico, la nueva implementación del servicio quedaría como sigue (ver Figura 6-17):

¹⁰ Perteneciente a la Entidad de Servicios Concreta Likehoo S.L.

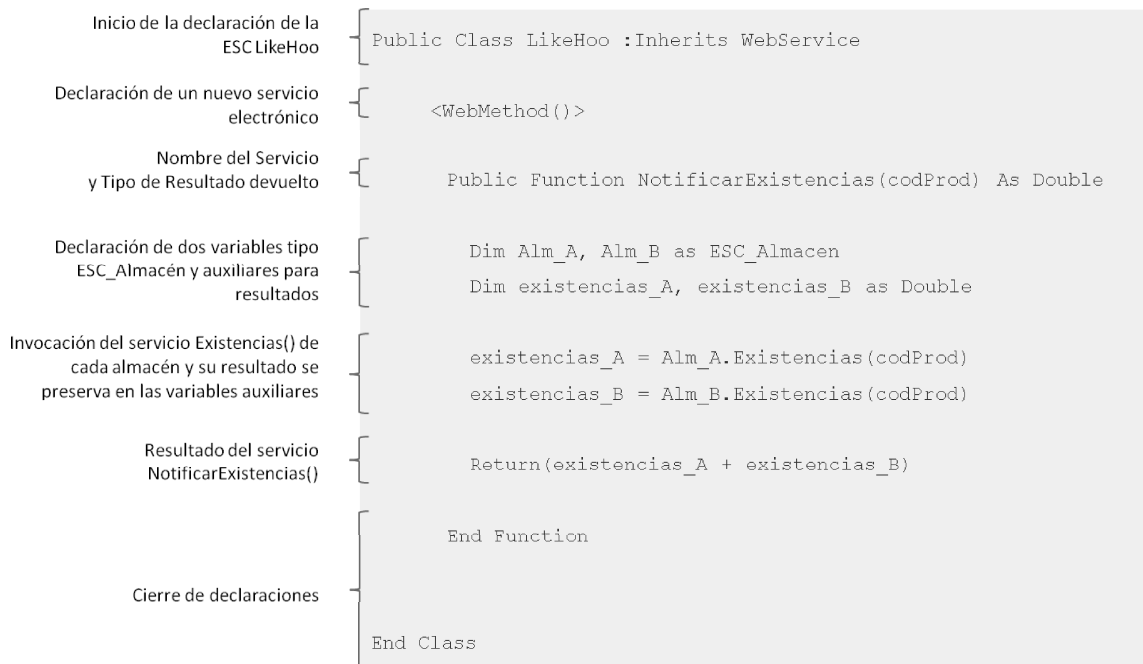


Figura 6-17: Representación esquemática de la implementación de un servicio compuesto

Dentro de la declaración de la ESC LikeHoo se declara un nuevo servicio electrónico que devolverá un valor decimal. El cuerpo de la implementación del servicio comienza con la declaración de las variables a utilizar: Alm_A y Alm_B se definen como ESC_Almacén lo que permitirá posteriormente acceder a los servicios electrónicos que se han definido para esa clase.

Las variables auxiliares se utilizan para almacenar el resultado de la invocación del servicio correspondiente de cada uno de los almacenes, pasándole como parámetro el producto que se desea consultar. Finalmente, el servicio retorna el valor resultante de contabilizar las existencias en ambos almacenes.

6.8. Modelado de procesos con ESA y ESC

Un aspecto también central de la aproximación propuesta es acerca de cómo el enfoque de las Entidades de Servicios se integra en el modelado de procesos de negocio extendidos.

En las siguientes secciones se presenta brevemente cuál es la aproximación utilizada y los fundamentos, detalles y aplicación se pueden ver en (Franco, Ortiz Bas, and Lario Esteban, 2009; Franco, Ortiz Bas, Prats, et al., 2009)

6.9. Arquitectura de referencia para Entidades de Servicios

6.9.1. Antecedentes

En los capítulos 3 y 4 se han avanzado dos arquitecturas parciales tanto para VBE como para RC y se ha comentado que en concreto esta última había sido creada buscando mantener la integridad y consistencia de toda la propuesta.

En esta sección se presenta el tercer elemento que se aporta al diseño de la solución y en cuyo diseño también se ha pretendido mantener la coherencia con las propuestas parciales anteriormente presentadas.

Como se describió en los capítulos anteriores, se ha decidido estructurar el trabajo en dos fases, como el que se muestra en la siguiente figura (ver Figura 6-18):

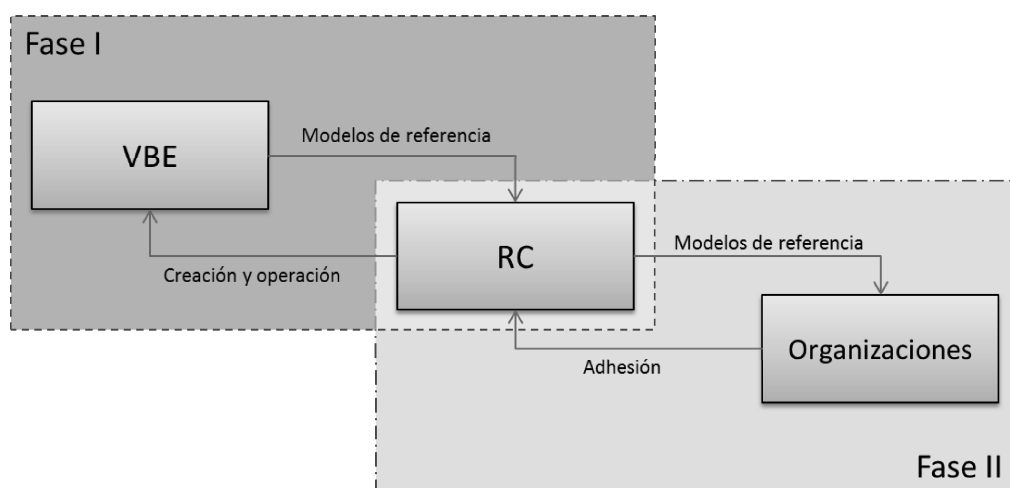


Figura 6-18: Fases de diseño de la solución propuesta

En el diseño de la solución propuesta se consideraban dos fases. La primera de ellas, la **Fase I**, destinada a identificar los mecanismos necesarios para que la puesta en marcha de RC sea un proceso ágil, eficiente y estructurado; salvando tantas barreras de interoperabilidad como sea posible mediante la definición y utilización de **bloques constructivos** que apoyen la **creación de modelos de referencia** basados en **estándares**.

Con la aportación de las ES, a partir de lo desarrollado en los Capítulos 5 y 6, se lleva a cabo la **Fase II** en la que se aborda la forma en que distintas organizaciones puedan adherir a distintas **RC** y que sea posible salvar potenciales barreras de interoperabilidad.

Para ello, se adopta un enfoque distinto al propuesto por algunos autores (Nurcan and Schmidt, 2009; Knippel, 2006; Steen et al., 2005) quienes buscan integrar las arquitecturas orientadas a servicios en la arquitectura empresarial ya que en este caso su utilización sólo busca facilitar la interoperabilidad de la organización en el contexto de VBE y RC.

En consecuencia, buscando mantener la coherencia entre las propuestas parciales hasta aquí introducidas, se ha considera conveniente plantear para este caso también una arquitectura que posteriormente será integrada con las restantes.

6.9.2. Dimensiones de la propuesta de arquitectura para ES

Estableciendo una analogía con las distintas iniciativas que se han analizado a lo largo de este capítulo, para este marco se definen tres dimensiones:

1. Dimensión de generalidad de los modelos
2. Dimensión de Vistas o *concerns*
3. Dimensión del Ciclo de Vida de las ES.

6.9.2.1. Dimensión de generalidad de los modelos

Esta dimensión considera, al menos inicialmente, dos niveles de modelado:

- El primer nivel, en el que se plantean **los conceptos generales para modelar Entidades de Servicios Abstractas**, comunes a todos los tipos posibles.
- El segundo nivel, corresponde con los modelos específicos de una **ESC** particular instanciada a partir de alguno de los modelos creados anteriormente.

6.9.2.2. Dimensión de Vistas o *concerns*

Desde el punto de vista de los distintos tipos de modelos o vistas a considerar, inicialmente se plantea considerar las siguientes:

- **Organización:** esta vista tiene por finalidad facilitar la identificación de las entidades en el VBE y las RC vinculadas a él.
- **Procesos:** esta se ocupa de identificar la relación existente entre las interfaces de servicios definidas para la ESA y provistas por la ESC, y la relación entre estos y los procesos internos de cada organización.

- **Servicios:** los servicios serán las unidades funcionales mínimas que cada entidad aportará a las RC para que llevar a cabo la ejecución de los procesos de negocio. Los servicios podrán ser automatizados, utilizando recursos computacionales, o llevados a cabo por personas.
- **Datos:** en esta perspectiva se consideran los flujos de información y los mensajes que son intercambiados entre las distintas ES como parte de la ejecución de los procesos de negocio.
- **Recursos:** lista de los recursos disponibles para llevar a cabo la ejecución de los procesos.
- **Indicadores (*):** en esta perspectiva se propone considerar los elementos necesarios para facilitar la integración del sistema de medición del rendimiento en el ámbito del VBE y las RC con los de la propia organización.

6.9.2.3. *Dimensión del Ciclo de Vida*

La perspectiva del Ciclo de Vida se corresponde con las etapas del CdV definido para las ES:

- Creación
- Operación y
- Disolución

Integrando las tres perspectivas se obtiene la primera representación de la arquitectura para entidades de servicios, que se presenta en la siguiente figura:

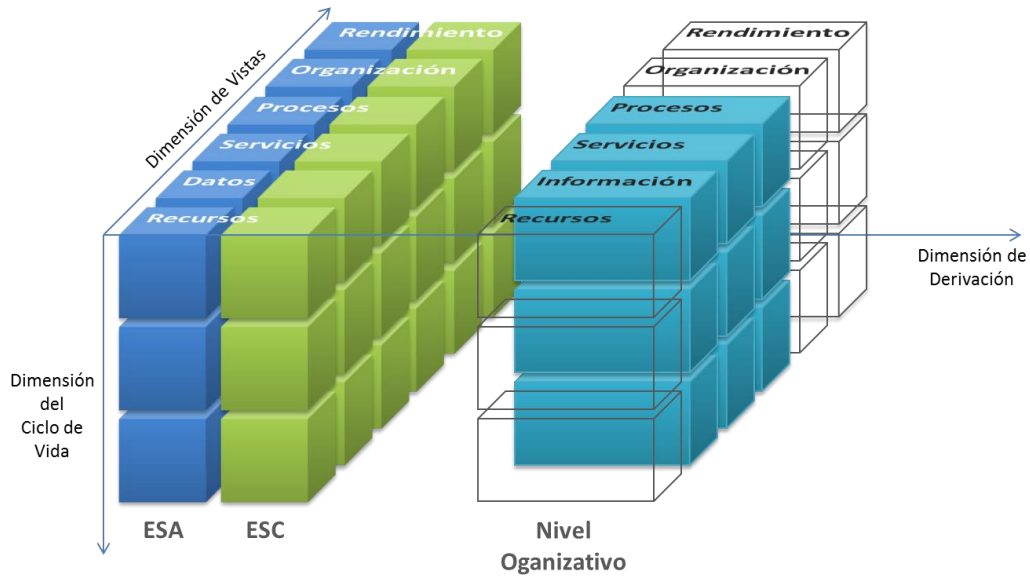


Figura 6-19: Fases de diseño de la solución propuesta

El mecanismo propuesto es que las ES representen el nexo de unión y al mismo tiempo de desacople entre una organización y las distintas RC y el VBE en el que participa.

Representan el nexo de unión ya que la ESC que representará a una organización concreta en el ámbito del VBE y le permitirán participar en distintas RC.

Al mismo tiempo, las ES representan un punto de desacople ya que permiten que, a partir de la adhesión a los modelos de referencia creados para la ESA, sea posible hacer una personalización para cada organización individual, facilitando la integración con sus sistemas internos, sin resentir la interoperabilidad global.

6.10. Conclusiones

Este capítulo recoge otra de las aportaciones centrales de esta Tesis: las Entidades de Servicios.

En el capítulo anterior se ha descrito detalladamente el potencial que las Arquitecturas Orientadas a Servicios poseen para la creación de sistemas de información que permitan crear determinados niveles de abstracción de modo que, una parte pueda ser públicamente acordada y otra, privada, pueda permanecer bajo el control exclusivo del nodo que presta dicho servicio.

Tomando como base este principio, en este capítulo se ha presentado una propuesta para diseñar entidades de un sistema agrupando los servicios que éstas pueden aportar a la RC y definiendo para ellas un conjunto de atributos que permiten distinguirlas unívocamente.

De este modo, las Entidades de Servicios asumen un doble papel:

- **Bloques constructivos de modelos organizacionales**, en los que sea bajo la figura de Entidad de Servicios Abstracta o Concreta, pueden representar a una entidad existente en el dominio del problema
- **Componentes de Software** que permiten la materialización o concreción de distintas ejecuciones de procesos de negocio a partir de la invocación de los servicios tecnológicos implementados a partir de las definiciones abstractas.

De este modo, las Entidades de Servicios se convierten en elementos integradores tanto de:

- VBE y RC, en los que representan a entidades concretas
- Los entornos de Ingeniería y Operación, en los que permiten rápidamente transformar una especificación de servicios abstracta en una concreta.

En el siguiente capítulo, se presenta la arquitectura integrada de esta propuesta. En ella, se verá cómo tanto los Servicios de Negocio, las Entidades de Servicios Abstractas como las Entidades de Servicios Concretas se han considerado como parte de sus *building blocks*.

6.11. Referencias

- Bernus, P., Baltrusch, R., Tølle, M., Vesterager, J., 2002. Better Models for Agile Virtual Enterprises- the Enterprise and its Constituents as Hybrid Agents. *Global Engineering and Manufacturing in Enterprise Networks* 91–110.
- Camarinha-Matos et al., L., 1997. PRODNET Project.
- Cardoso, T., Camarinha-Matos, L.M., 2011. ProActive Service Entity Framework: Improving Service Selection Chances within Large Senior Professional Virtual Community Scenario, in: Camarinha-Matos, L.M. (Ed.), *Technological Innovation for Sustainability*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 21–29.
- Flaxer, D., Nigam, A., 2004. Realizing Business Components, Business Operations and Business Services, in: *Proceedings of the E-Commerce Technology for Dynamic E-Business, IEEE International Conference, CEC-EAST '04*. IEEE Computer Society, pp. 328–332.
- Franco, R., Ortiz Bas, Á., Lario Esteban, F., 2009. Modeling extended manufacturing processes with service-oriented entities. *Service Business* 3, 31–50.
- Franco, R.D., Ortiz Bas, A., Prats, G., Navarro Varela, R., 2009. Supporting Structural and Functional Collaborative Networked Organizations Modeling with Service Entities, in: Camarinha-Matos, L.M., Paraskakis, I., Afsarmanesh, H. (Eds.), *Leveraging Knowledge for Innovation in Collaborative Networks*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 547–554.
- Knippel, R., 2006. *Service Oriented Enterprise Architecture* (Master Thesis).
- Nurcan, S., Schmidt, R., 2009. Service Oriented Enterprise-Architecture for enterprise engineering introduction, in: *Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops, 2009. EDOCW 2009. 13th*. Presented at the Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops, 2009. EDOCW 2009. 13th, IEEE, pp. 247–253.
- Sanz, J.L., Becker, V., Cappi, J., Chandra, A., 2007. Business Services and Business Componentization: New Gaps between Business and IT, in: *IEEE International Conference on Service-Oriented Computing and Applications, 2007. SOCA '07*. Presented at the IEEE International Conference on Service-Oriented Computing and Applications, 2007. SOCA '07, IEEE, pp. 271–278.
- Steen, M.W.A., Strating, P., Lankhorst, M.M., ter Doest, H., Iacob, M.E., 2005. *Service-Oriented Enterprise Architecture*, in: *Service-Oriented Software System Engineering : Challenges and Practices*. Idea Group Publishing.
- Yang, J., 2003. Web service componentization. *Commun. ACM* 46, 35.
- Yang, J., Papazoglou, M.P., 2006. Web Component: A Substrate for Web Service Reuse and Composition, in: Pidduck, A.B., Ozsu, M.T., Mylopoulos, J., Woo, C.C. (Eds.), *Advanced Information Systems Engineering*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 21–36.

Capítulo 7

Arquitectura para la gestión integrada de VBE, RC y ES

Tabla de Contenidos

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

Índice de Figuras

Figura 7-1: Relación de facilitadores entre los VBE y ES en las RC.....	391
Figura 7-2: Ingeniería y Operación de VBE, RC y ES en el ámbito de esta Tesis	393
Figura 7-3: Enfoque MAT aplicado en esta Tesis Doctoral	395
Figura 7-4: ES en un VBE o Ecosistema Digital.....	396
Figura 7-5: Representación esquemática de las relaciones entre VBE, RC y ES	397
Figura 7-6: Integración de los Ciclos de Vida de VBE, OV y ES.....	401
Figura 7-7: Ciclo de Vida de una RC en esta propuesta	404
Figura 7-8: El rol de las ES en el modelado de VBEs y VOs	405
Figura 7-9: Contribución de las ES a la integración de las vistas de modelado de VBE y RC	408
Figura 7-10: Componentes básicos de la arquitectura planteada	411
Figura 7-11: Visión esquemática de los principales componentes de la arquitectura	412
Figura 7-12: Propuesta de Marco de Modelado para VBE (Fuente: Elaboración propia).....	414
Figura 7-13: Marco de modelado para RC en el ámbito de un VBE (Fuente: Elaboración propia).....	415
Figura 7-14: Marco de modelado para ES en el ámbito de un VBE (Fuente: Elaboración propia)	416
Figura 7-15: Constructores para Creación de VBE	417
Figura 7-16: Constructores para Operación de VBE	419
Figura 7-17: Constructores para Diseño de RC	421
Figura 7-18: Constructores para Operación de RC	423
Figura 7-19: Constructores para Diseño de ES.....	425
Figura 7-20: Constructores para Operación de ES.....	427
Figura 7-21: El constructor <i>Member</i> (o derivaciones) en la Integración entre VBE y RC	430
Figura 7-22: El constructor <i>Business Service</i> (o derivaciones) en la Integración entre VBE y RC.....	431

Figura 7-23: El constructor <i>Reference Process</i> en la Integración entre VBE y RC	432
Figura 7-24: El constructor <i>Message</i> en la Integración entre VBE y RC	433
Figura 7-25: El constructor <i>Service Entity (o derivaciones)</i> en la Integración entre VBE y ES	434
Figura 7-26: El constructor <i>Business Service (o derivaciones)</i> en la Integración entre VBE y ES	435
Figura 7-27: El constructor <i>Service Entity (o derivaciones)</i> en la Integración entre RC y ES	436
Figura 7-28: Relación temporal de los distintos procesos de instanciación de las arquitecturas	437
Figura 7-29: Efecto de la instanciación múltiple de RC y ES y los correspondientes CdV	438
Figura 7-30: Derivación centrada en la Ingeniería de los Procesos.....	439
Figura 7-31: Derivación centrada en la Ingeniería de los Servicios	440

Índice de tablas

Tabla 7-1: Comparación Ciclos de Vida ARCON y VERAM	403
Tabla 7-2: Ciclo de Vida de una RC en esta Tesis	403
Tabla 7-3: Descripción de los Constructores para Creación de VBE	418
Tabla 7-4: Descripción de los Constructores para Operación de VBE.....	420
Tabla 7-5: Descripción de los Constructores para Definición de Requerimientos de RC.....	422
Tabla 7-6: Descripción de los Constructores para Operación de RC.....	424
Tabla 7-7: Descripción de los Constructores Diseño de ES	426
Tabla 7-8: Descripción de los Constructores para Operación de ES	428

7.1 Introducción

En el ámbito de esta Tesis, la Ingeniería e Integración Empresarial (IE) aportan el fundamento conceptual necesario para diseñar la solución de interoperabilidad que se propone, con el fin de agilizar el proceso de ingeniería y disminuir el tiempo de puesta en operación de una RC Dinámica.

Si bien en sus comienzos la IE surgió como una disciplina que fundamentalmente se orientaba al diseño de organizaciones desde una perspectiva interna, la creciente necesidad de considerar los vínculos externos, así como la aparición de los conceptos de Redes Colaborativas y Organizaciones Virtuales, ha causado que algunas propuestas más recientes, hayan considerado los principios fundamentales de la IE para aplicarlos en este contexto.

Por esta razón, la propuesta de esta Tesis considera distintos elementos provenientes de dicho ámbito para proveer el marco adecuado con el que estructurar sus contenidos y, fruto de ello, **en este capítulo se aborda el planteamiento de la arquitectura fundamental de la propuesta.**

Para alcanzar dicho fin, en el desarrollo del capítulo se abordan distintos principios y elementos de la IE. Se incluye análisis de ciclos de vida, una propuesta unificada de vistas de modelado y una arquitectura global que da paso al conjunto de constructores o *building blocks* necesarios.

Finalmente, es necesario mencionar explícitamente que la arquitectura que aquí se describe ha sido diseñada con la finalidad de dar soporte a los requerimientos de interoperabilidad que poseen las RC y que han sido detallados como parte del Capítulo 3.

7.2 Elementos de la propuesta

Hasta el momento se han presentado tres ejes distintos sobre los que se sustenta el desarrollo de esta Tesis:

- Los Virtual Breeding Environments (o Ecosistemas Digitales)
- Las Redes Colaborativas
- Las Entidades de Servicios

El objetivo de este apartado es presentar, de modo esquemático, cuál es el ámbito específico de la propuesta, la forma en que estos tres ámbitos se relacionan entre sí y el objetivo final que se persigue con ello.

Como se ha comentado anteriormente en el Capítulo 4, la gestión de Redes Colaborativas a partir de la existencia de VBE es un aspecto ampliamente desarrollado en el estado del arte. Sin embargo, el estado actual del desarrollo conceptual aún se percibe como alejado de aquellos aspectos que permitan alcanzar niveles operativos realmente aceptables, abordándolo desde una perspectiva integrada que facilite la interoperabilidad y logre una puesta en marcha rápida.

También se han revisado distintas iniciativas que tratan la gestión de RC en el ámbito de los VBE y se han detallado los aspectos que se han abordado en distintos trabajos relacionados a esta propuesta.

Como se ha mencionado, estas propuestas presentan distintos aspectos que contribuyen a dar soporte a la gestión de VBE y/o RC, al tiempo que también se evidencia la escasa integración entre los ámbitos analizados.

Por esta razón, **una de las principales aportaciones de esta Tesis se orienta a incorporar un tercer elemento, el de las Entidades de Servicios, que, combinado con los dos anteriormente mencionados, permite responder a la necesidad de abordar, de forma integrada y desde la perspectiva de la Ingeniería Empresarial, el diseño y operación de Redes Colaborativas en el contexto de un VBE.**

A partir de esta afirmación, se evidencia una estrecha relación entre los distintos ámbitos que se pretenden integrar. Tal interrelación podría representarse esquemáticamente como se describe en la Figura 7-1.

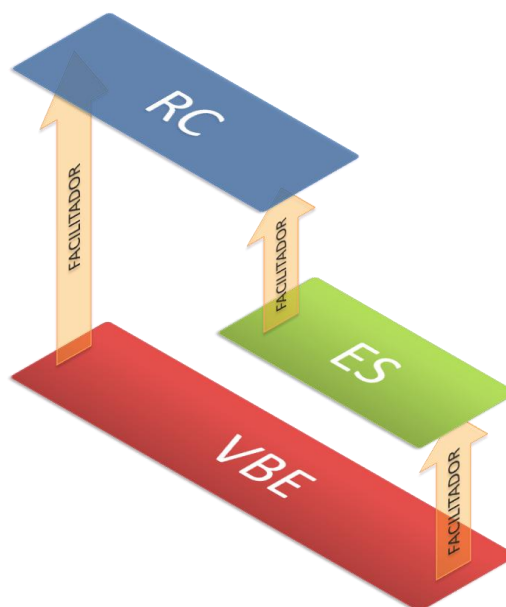


Figura 7-1: Relación de facilitadores entre los VBE y ES en las RC

Como se representa en la figura anterior, la interrelación entre los tres ámbitos referidos se debería entender en términos de **facilitadores**. De este modo, y según se recoge en el Estado del Arte, se entiende que la existencia de un **VBE** se convierte en un mecanismo necesario para la existencia y posterior gestión de distintas **RC**.

Entonces, de modo análogo, se debe considerar que la existencia de un **VBE**, en el ámbito de esta Tesis, es un prerequisite para la existencia de las **ES**. A partir de ese momento, tanto el **VBE** como las **ES** definidas en él se convierten en facilitadores de las nuevas **RC** que a partir de ellos se definan y pongan en marcha.

De este modo, la gestión del ciclo de vida de las Redes Colaborativas se debe componer a partir de la existencia de las Entidades de Servicios creadas a nivel de Ecosistema Digital.

Ejemplo ilustrativo de las interrelaciones entre VBE, RC y ES

Estableciendo una analogía con un ejemplo concreto, la interrelación de estos tres entornos podría ser descrita como la que se presenta en el ámbito de un club deportivo, sus socios y la organización de distintos eventos destinados a estos últimos.

- Un **club deportivo** (VBE) es una entidad que posee unos estatutos, normas y procedimientos que regulan su funcionamiento. Su misión es proveer una oferta de **eventos y servicios deportivos** destinados a su cartera de **socios**.
- Cuando una persona decide asociarse al club, implícita o explícitamente está adhiriendo a esos estatutos y normas. A partir del momento en que se establece el vínculo formal, esa persona adquiere una identidad dentro del club, se convierte en un **socio** con unas características únicas que le distinguen unívocamente de otros socios del club.
- Por otra parte, un subconjunto de los procedimientos del **club** está destinado a regular, de forma general, la organización y desarrollo de distintos **eventos deportivos** (oportunidades de colaboración o RC), destinados a los **socios**.

El ejemplo anterior pone de manifiesto algunos aspectos que interesa destacar de las relaciones entre los denominados **facilitadores**:

Aspectos del ejemplo ilustrativo	Ámbito de la Tesis Doctoral
No se concibe la idea de la existencia de un club sin socios ni eventos (o servicios) que ofertar a éstos	Tampoco se concibe la idea de crear un VBE en el que no existan RCs ni SEs.
Los eventos deportivos son organizados en el seno de un club	Las RC surgen en el ámbito de un VBE
Un evento deportivo está destinado a los socios y, excepcionalmente, a otras personas invitadas que no lo son	Las RC se conforman a partir de miembros estables del ED y, excepcionalmente, por invitados a formar parte de él.
Los organizadores de un evento pueden invitar a cualquier socio, salvo que se establezcan restricciones expresas de participación	Cada miembro del ecosistema tiene las mismas posibilidades de acceso ante una oferta proveniente de cualquier RC...
Un socio puede participar en los eventos para los que se sienta calificado	...siempre que posea el perfil adecuado para ella.

En consecuencia, se establece que en el ámbito de esta Tesis se consideran los tres entornos anteriormente descritos, combinándolos para producir un único enfoque integrado para dar un soporte adecuado a la gestión del ciclo de vida de las RC.

Adicionalmente, es conveniente destacar que la propuesta pretende abarcar no sólo la definición de los aspectos arquitectónicos de dicha integración sino proveer los mecanismos necesarios para alcanzar un nivel operacional efectivo mediante la implementación de una plataforma tecnológica que será descrita en el Capítulo 9.

Para ello se tendrá en cuenta, desde una perspectiva de Ingeniería Empresarial, la existencia de dos ámbitos relacionados y que engloban al conjunto de procesos de negocio que se llevan a cabo como soporte al **Ciclo de Vida para el Sistema Empresa**:

- **Entorno Operativo:** en el que se desarrollan *diariamente* las operaciones de una organización y que dan como resultado que los productos sean desarrollados, producidos, promocionados y vendidos, que los pedidos sean atendidos o las facturas sean pagadas, por ejemplo y,
- **Entorno de Ingeniería:** en el que se modelan los distintos dominios y procesos de negocio de la organización y que, tras su validación y aceptación, se pasarán al entorno operativo para su ejecución.

Teniendo en cuenta lo enunciado anteriormente, la propuesta de esta Tesis también da soporte a los entornos de Ingeniería y Operación pero aplicados a los VBE, RC y ES, de la forma que a continuación se describe (ver Figura 7-2):

	Ingeniería	Operación
VBE	●	●
RC	●	◐*
SE	●	◐**

Figura 7-2: Ingeniería y Operación de VBE, RC y ES en el ámbito de esta Tesis

En la figura anterior se esquematiza el hecho de que a nivel de VBE, y al tratarse del principal facilitador, existen elementos de esta propuesta que introducen para dar soporte tanto a su Ingeniería como a su Operación.

De modo similar, se da un amplio soporte a la Ingeniería de RC aunque sus aspectos operativos son cubiertos **parcialmente** (llamada (*), en la figura).

Esto se debe a que se considera que, dada la heterogeneidad y complejidad de este tipo de redes, un entorno operativo requeriría la utilización de múltiples plataformas y herramientas tecnológicas que facilitasen su puesta en marcha y operación.

Por esta razón, la fase operativa de las RC se soporta **parcialmente** desde este enfoque, aunque en las líneas futuras de trabajo se analizan con detalle sus futuras extensiones.

Respecto a las Entidades de Servicios (**), como se ha expuesto con anterioridad en el capítulo 6, la propuesta de esta Tesis se limita a proveer mecanismos que faciliten determinados aspectos operativos como es la definición de las interfaces de servicios de negocio que han de proveer, mientras que el soporte operativo completo correrá a cargo de cada nodo, con la implementación tecnológica de cada uno de dichos servicios.

7.3 Visión general de la solución

7.3.1 El enfoque MAT

Durante la elaboración de la propuesta IE-GIP en el ámbito de **la Integración Empresarial** contenida en (Ortiz Bas, A. 1998), se identificó que en la generación de una solución integral de Ingeniería Empresarial, como la propuesta en esta Tesis, era altamente recomendable contar con los tres elementos: una arquitectura, una metodología y una herramienta (M.A.T., ver Figura 7-3). La aportación de cada uno ellos, adaptados a las necesidades de esta tesis, debe ser la siguiente:

- Metodología: Explicita los pasos para abordar y desarrollar de una forma adecuada la resolución del caso. Presenta una descripción precisa de las tareas, establece el detalle y la cantidad de información necesaria, etc.
- Arquitectura: Proporciona los elementos conceptuales que permiten la estructuración de la propuesta, mostrando la interrelación de todas las partes y/o funciones del procedimiento seguido.
- Tecnologías/Herramientas: Dan soporte al desarrollo de los conceptos arquitectónicos y metodológicos de la propuesta.

El enfoque M.A.T. proporciona una estructura cuya ventaja fundamental es la de hacer reflexionar al constructor de la propuesta sobre cual es la **interacción de los diferentes elementos entre sí** para cada caso concreto. La mayoría de los enfoques abarcan exclusivamente la parte metodológica, pero esa visión parcial es insuficiente porque no permite al lector disponer desde el primer momento de la información relativa a los componentes (bloques constructivos) sobre los que se asienta el desarrollo de la metodología. Además esa visión parcial impide conocer los instrumentos, normalmente tecnológicos, que se deben aplicar. La ausencia de estos elementos en el caso de la propuesta que se plantea en los sucesivos capítulos impediría la comprensión de la misma.

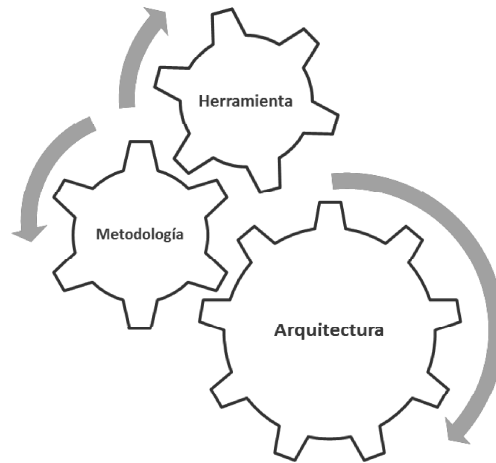


Figura 7-3: Enfoque MAT aplicado en esta Tesis Doctoral

7.3.2 Descripción del enfoque de la solución

La arquitectura, metodología y las herramientas propuestas en esta Tesis, tienen como misión última el facilitar la coordinación de un conjunto de entidades (o recursos) de un determinado escenario o red colaborativo.

Con ese fin, el primer paso en la definición de la arquitectura consiste en la provisión de un **VBE o Ecosistema de Entidades de Servicios** en el que cada entidad del mundo real tendrá una **representación única** (ver Figura 7-4) y en el que, tras completar el proceso de registro, tales ES estarán ya en disposición de pasar a formar parte de distintas instancias de RC¹ vinculadas a ese VBE.

¹ Proceso similar a la solicitud que una persona

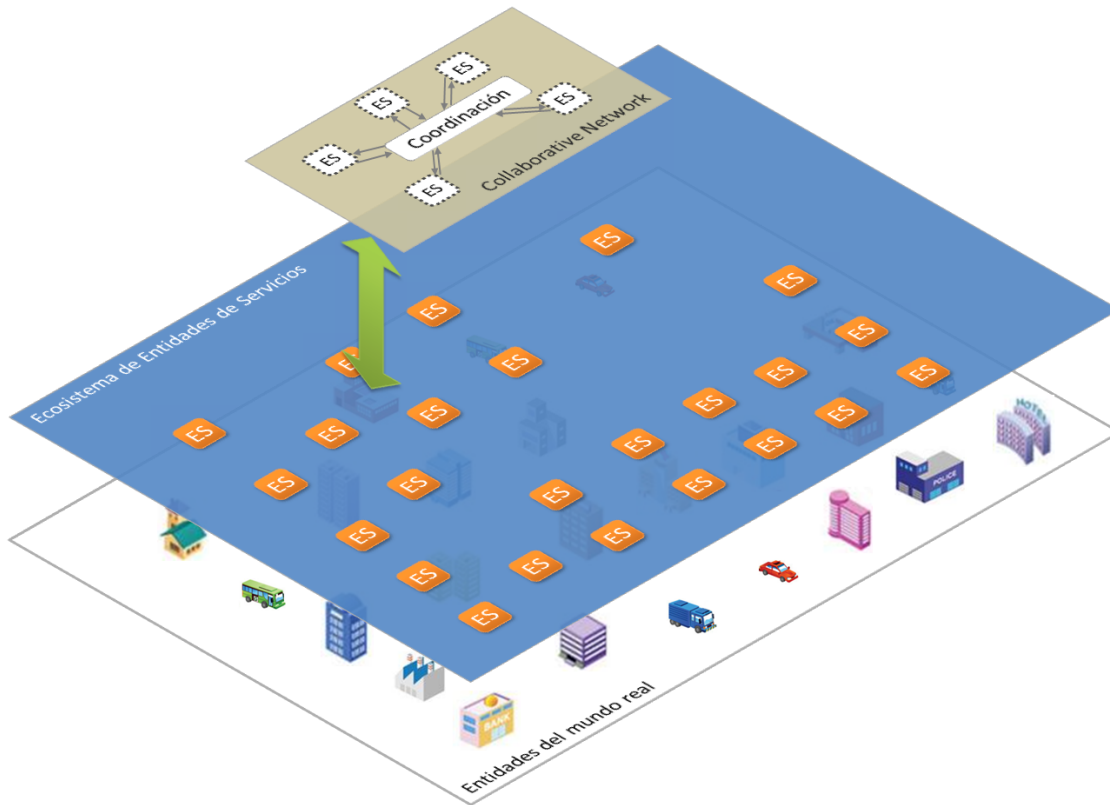


Figura 7-4: ES en un VBE o Ecosistema Digital

De forma análoga a la que se da en los ecosistemas de la naturaleza, en la arquitectura propuesta **cada individuo es único e irrepetible** y se manifiesta como una **instancia** concreta los individuos de su **especie**.

Desde el punto de vista de los modelos de referencia, se debe considerar que cada individuo surge a partir de la particularización, para cada caso, del modelo de referencia genérico creado para los individuos de esa especie a nivel del ecosistema.

En la arquitectura esto se consigue mediante el **proceso de instanciación**, ya descrito en el Capítulo 6, de Entidades de Servicios. Mediante este proceso se establece una correspondencia biunívoca entre una entidad abstracta² del dominio del problema con la correspondiente Entidad de Servicios Concreta (ESC) que la representa en el ecosistema.

En la plataforma tecnológica esta característica está soportada mediante una funcionalidad que cada nodo utiliza para:

² Modelo de referencia para Entidades de Servicios a nivel de VBE

1. Identificar cuál es la Entidad de Servicios Abstracta (**especie del ecosistema**) que mejor lo describe
2. Completar los datos que permiten identificarle unívocamente
3. Completar el despliegue de la entidad de servicios localmente
4. Solicitar la validación como nodo operativo de la red.

Como resultado se obtiene un conjunto de entidades de servicios que representan unívocamente a todos los nodos del ecosistema y que en la siguiente figura (Figura 7-5) se identifica como el conjunto SE de entidades de servicios:

$$SE = \{SE.1, SE.2, \dots, SE.n\}$$

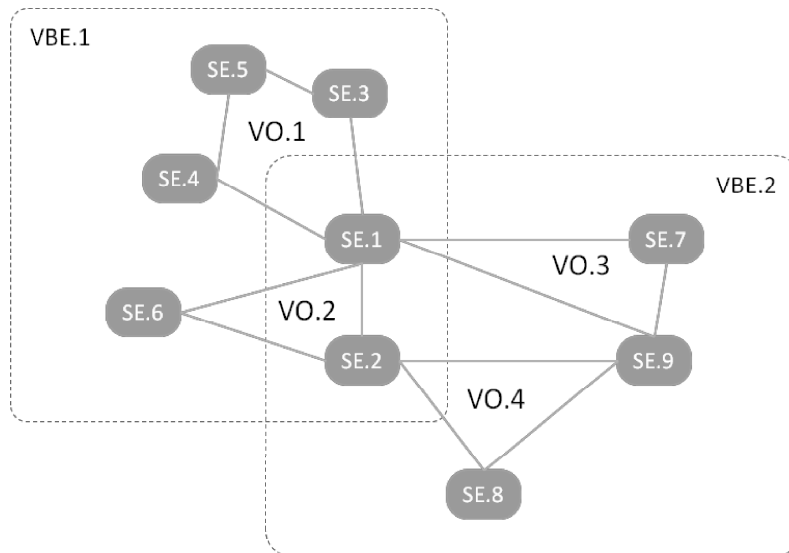


Figura 7-5: Representación esquemática de las relaciones entre VBE, RC y ES

Otro aspecto que se aporta en esta arquitectura es la **singularidad** de las entidades respecto a los VBE en los que pueden intervenir. Esta propiedad representa el hecho de que cada individuo es único y, además, puede aparecer en distintos VBE, manteniendo su identidad y propiedades³.

Esta propiedad, incluida en la arquitectura, si bien aporta un elemento innovador, ya que abre la puerta a desarrollar la **interoperabilidad entre distintos VBE**, su desarrollo se aporta a las líneas de trabajo futuras.

³ Entidades SE.1 y SE.2 en la figura anterior

Hasta este momento se ha descrito la interrelación entre los dos primeros facilitadores indicados anteriormente. La pre-existencia de un **VBE** se convierte en requisito fundamental para la creación de los individuos de cada especie **ES**.

La relación con el tercer facilitador viene dada por las interrelaciones que surgen tras completar ese proceso de instanciación.

La arquitectura propuesta considera que a lo largo de su ciclo de vida, cada entidad del ecosistema puede relacionarse con un número no definido de entidades del conjunto SE, dando lugar a nuevas estructuras organizativas más complejas que, impulsadas por un fin de orden superior y común a todas ellas, se ven en la necesidad de coordinar sus operaciones formando redes colaborativas.

El enfoque aquí desarrollado asume que tal coordinación de actividades se realiza de forma centralizada y, en consecuencia, cada nueva RC (o RC) requiere de una infraestructura de control creada específicamente con tal fin. Esta se encargará de la coordinación de las actividades de la red, la invocación de los servicios provistos por las entidades, el seguimiento y monitorización de los procesos de negocio distribuidos o facilitar el intercambio de mensajes entre entidades, entre otros.

En la Figura 7-5 también se representa un conjunto de estas formas organizativas que pueden surgir a partir de estas relaciones y que se identifican como redes colaborativas u organizaciones virtuales:

$$RC = \{RC.1, RC.2, \dots, RC.m\}$$

Cada RC

$$RC_i = \{x / x \in SE\} \quad i = 1 \dots m$$

$$RC = \{\exists (x_i, y_j): x_i R y_j, x_i \in SE, y_j \in SE, i <> j\} \quad i, j = 1 \dots n$$

La arquitectura aquí planteada considera que la infraestructura centralizada que coordina las operaciones de las RC conformadas en el ámbito de un Ecosistema debe proveer soporte a la ingeniería tanto de su estructura como de sus operaciones.

Dando soporte a esa fase de ingeniería, el gestor de la nueva red tiene la posibilidad de:

- Utilizar los modelos de referencia definidos a nivel de VBE tal y como son provistos,

- Tomar como base esos modelos y adaptarlos a las necesidades de la RC ó
- Crear nuevos modelos a ser utilizados en la red.

Esta consideración aplica tanto a aspectos estructurales como a aquellos netamente operativos como pudieran ser los procesos de negocio que coordinan la red así como también, por ejemplo, los flujos de información o mensajes que circulan internamente.

Por otra parte, mencionar que en condiciones normales **cada individuo estará vinculado solamente a un ecosistema** en el que ha completado su proceso de instanciación. Sin embargo, si la definición de Entidad de Servicios Abstracta que ha utilizado en dicho proceso es compartida en **múltiples VBE**, entonces se considera que dicha entidad tiene una **visibilidad global**.

$$VBE = \{VBE.1, VBE.2, \dots, VBE.p\}$$

Cada VBE

$$VBE_i = \{x / x \in RC\} \quad i = 1\dots p$$

En la Figura 7-5, se observa además que:

- Se han registrado nueve entidades de servicios (SE.1, ..., SE.9).
- Entre ellas han conformado cuatro RC distintas (RC.1, RC.2, RC.3 y RC.4) y
- En el ámbito de dos ecosistemas VBE.1 y VBE.2
- Las entidades SE.1 y SE.2 son visibles en ambos ecosistemas (VBE.1 y VBE.2).
- Las entidades SE.1 y SE.2 forman parte de múltiples RC.

En consecuencia, la arquitectura y herramientas que facilitan la gestión integrada de VBE, RC y ES han de permitir:

- Dar soporte a la creación y gestión de ecosistemas digitales, permitiendo definir su estructura y funcionamiento desde distintas perspectivas: funcional, informacional, organizacional, de recursos, productos, indicadores de rendimiento, etc.
- Para cada uno de estos ecosistemas, facilitar la creación y operación de redes colaborativas que de ellos dependan.

- Mantener un registro de Entidades de Servicios que serán las piezas fundamentales para facilitar la puesta en marcha de procesos de negocio interorganizativos, destinados a lograr la integración e interoperabilidad de los sistemas de información de cada uno de los nodos de la red.

7.4 Integración de los Ciclos de Vida

En los capítulos anteriores se ha puesto de manifiesto la relación existente entre los Virtual Breeding Environments, las Redes Colaborativas y las Entidades de Servicios, y cómo cada uno de esos elementos posee características que permiten salvar algunos de los potenciales problemas que podrían aparecer al momento de intentar explotar una oportunidad de colaboración:

- Virtual Breeding Environments: como se ha señalado en el Capítulo 2, los VBE permiten nivelar el grado de preparación que un conjunto de organizaciones posee para participar en oportunidades de colaboración, estableciendo un conjunto de principios operativos comunes y, adicionalmente, creando distintos modelos de referencia o patrones a seguir.
- Las Redes Colaborativas se convierten en estructuras ágiles y flexibles que facilitan la coordinación de los procesos de negocio en los que intervienen actores heterogéneos. Las variaciones estructurales y de procesos se convierten en los pilares sobre los que se apoya la dinamización de la organización para aumentar su eficacia y eficiencia en la gestión de los recursos distribuidos.
- Las Entidades de Servicios representan el punto de unión entre los aspectos de modelado y de ejecución, garantizando la puesta en común de los principios operativos que tanto los VBE como las RC requieren pero, al mismo tiempo, permitiendo que cada uno de los actores del proceso pueda enlazar cada interfaz de servicio con sus propios sistemas de apoyo a la gestión.

Tomando este análisis como punto de partida, lo que interesa a partir de este momento es comenzar a precisar cómo la interrelación de estos elementos se conjuga para crear una arquitectura para la gestión integrada de VBE, RC y ES.

7.4.1 Ciclos de Vida a integrar

Desde el punto de vista de esta propuesta de Tesis, interesa resaltar la existencia de los siguientes Ciclos de Vida:

- **El soporte al Ciclo de Vida de los VBEs**, identificado en la literatura
- **El soporte al Ciclo de Vida de las Redes Colaborativas**, ampliamente señalado en la literatura
- **El soporte al Ciclo de Vida de las Entidades de Servicios**, otro aspecto central de esta propuesta.

En la Figura 7-6, es posible observar cómo se produce la interrelación entre los distintos ciclos de vida considerados en esta propuesta, resaltando que tanto las RC como las ES poseen sus propios CdV que deben ser integrados.

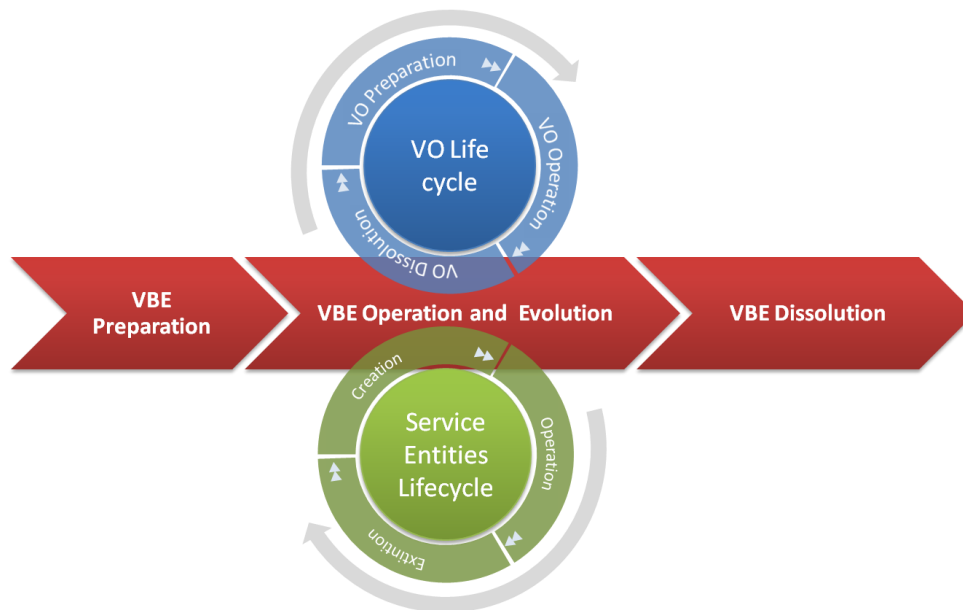


Figura 7-6: Integración de los Ciclos de Vida de VBE, OV y ES

Como se ha indicado en el Capítulo 4, la creación de Redes Colaborativas, cualquiera sea su grado de dinamismo, supone la existencia previa de un VBE desde el cual surgen. Según se ha analizado, ese prerrequisito permite establecer principios comunes tanto ontológicos como operativos que facilitan el proceso de puesta en marcha de dicha estructura colaborativa.

Una consecuencia de lo anteriormente expuesto, y como se observa en la parte superior de la Figura 7-6 es que el Ciclo de Vida de distintas RC tendrá lugar durante la fase Operativa del VBE.

Complementariamente, y correspondiendo con la parte inferior de la Figura 7-6, el Ciclo de Vida de las distintas Entidades de Servicios también tendrá lugar en la etapa Operativa del CdV del VBE.

Esto implica que, al menos inicialmente, tanto el Ciclo de Vida de las RC como el de las ES son independientes. Una determinada RC puede existir con o sin la existencia de Entidades de Servicios Concretas y, por el contrario, la existencia de una Entidad de Servicios Concreta no le garantiza su participación en alguna RC. Sin embargo, como se verá más adelante, en el contexto de la plataforma, las Entidades de Servicios Abstractas representan el nexo entre ellos, tanto en la fase de Ingeniería como de Operación.

7.4.2 El CdV integrado de las RC

La visión de CdV que se contempla en esta propuesta resulta de un esfuerzo de armonización de contribuciones previas en ese ámbito. Como se ha evidenciado en el Capítulo X, tanto VERAM, ARCON y CIMOSA contienen elementos de interés que interesa rescatar para intentar construir esa visión unificadora.

En consecuencia, en la siguiente figura se han relacionado:

- Las etapas del CdV consideradas en ARCON (Creación, Operación, Evolución y Disolución)
- Las etapas del CdV definidas por VERAM ()
- Los entornos de Ingeniería Empresarial propuestos por CIMOSA

De este modo, desde el punto de vista de las fases consideradas en el CdV, ARCON y VERAM podrían integrarse de la forma en que se considera en la siguiente tabla (Tabla 7-1):

Tabla 7-1: Comparación Ciclos de Vida ARCON y VERAM

ARCON	VERAM
Creación	Identificación
	Conceptualización
	Requerimientos
	Diseño preliminar
	Diseño detallado
Implementación	
Operación	Operación
Evolución / Metamorfosis	N/P
Disolución	Disolución

El soporte al CdV de una RC en esta propuesta es parcial. Por ejemplo, en la fase de Creación de una RC se considera que tanto la **Identificación** como la **Conceptualización** de una OV pueden ser realizadas fuera del ámbito de la plataforma. En el momento en que se inicia **Definición de Requerimientos** es cuando se puede utilizar el entorno de ingeniería aquí propuesto.

Tabla 7-2: Ciclo de Vida de una RC en esta Tesis

ARCON	VERAM	Soportado en esta Tesis
Creación	Identificación	No
	Conceptualización	No
	Requerimientos	No
	Diseño preliminar	Si
	Diseño detallado	Si
	Implementación	Si
Operación	Operación	Parcial
Evolución / Metamorfosis	N/P	Parcial
Disolución	Disolución	Si

De forma análoga, y como ya se ha comentado, la fase operativa tendrá un soporte parcial ya que es necesario disponer de otras aplicaciones con las que se deberá interoperar a ese nivel.

Como síntesis de lo anteriormente expuesto, en el siguiente esquema se ha intentado representar la correspondencia entre las fases del CdV armonizado, introduciendo un elemento adicional de consideración: los entornos de Ingeniería Empresarial identificados en CIMOSA.

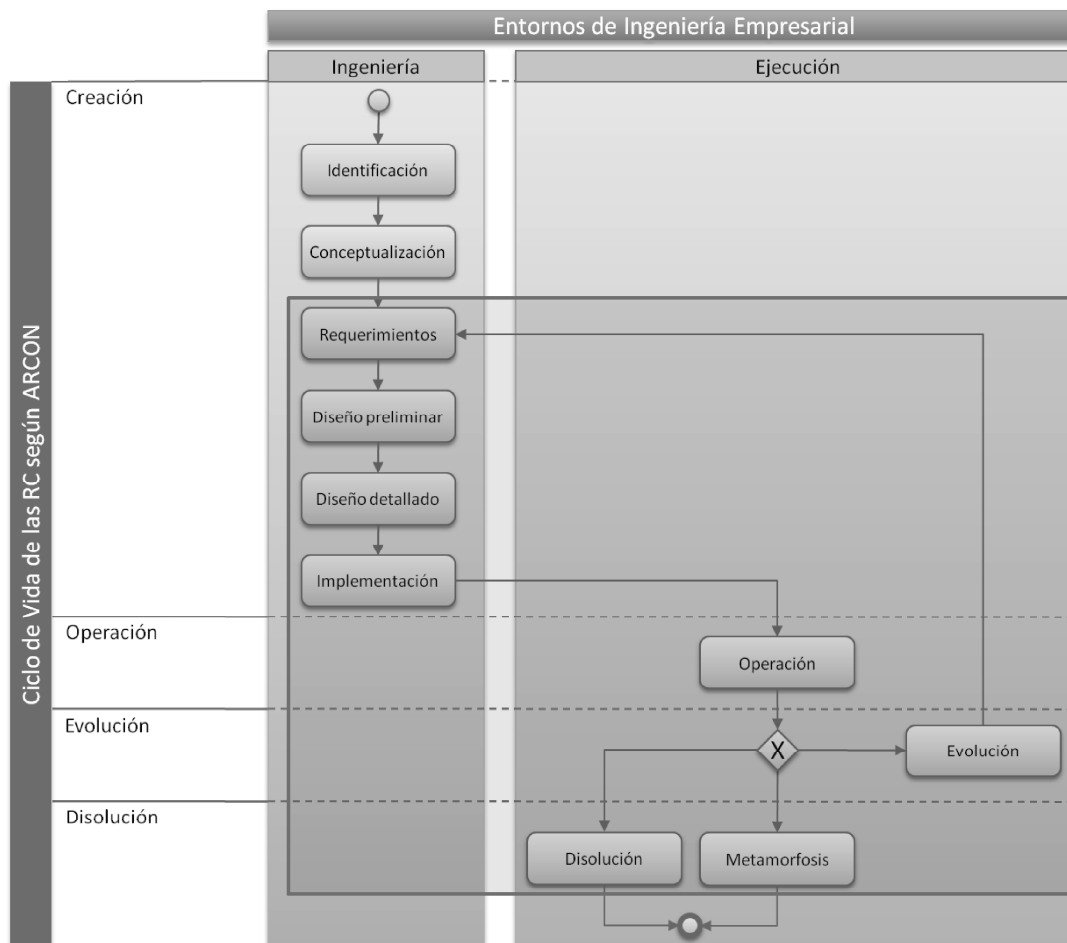


Figura 7-7: Ciclo de Vida de una RC en esta propuesta

De este modo, puede observarse que la propuesta aborda, de forma integrada, un soporte amplio al CdV de una RC y, complementariamente, introduce una clara distinción entre los entornos de ingeniería y operación para cada una de las fases consideradas.

7.5 Integración de las vistas de modelado

7.5.1 El rol de las Entidades de Servicios en el modelado de RC y VBE

Como se ha mencionado en el apartado 7.2, esta propuesta considera dos entornos diferenciados y complementarios para la puesta en marcha de Redes Colaborativas: el entorno de **Ingeniería** y el de **Operación**.

El primero tiene por misión facilitar los principios, métodos y técnicas que permiten definir y caracterizar una RC mientras que el segundo facilitará la infraestructura necesaria para dar soporte a sus aspectos operativos.

Un objetivo fundamental será que el paso de la fase de Ingeniería a la fase de Operación sea lo más directo posible y que existan mecanismos para garantizar que, efectivamente, los modelos creados en la fase de Ingeniería se corresponden con los realmente implementados.

Por esta razón, en la Figura 7-8 muestra cómo las Entidades de Servicios, tanto a nivel abstracto como concreto, se convierten en los elementos claves de esta propuesta de Tesis, facilitando precisamente dicho proceso.

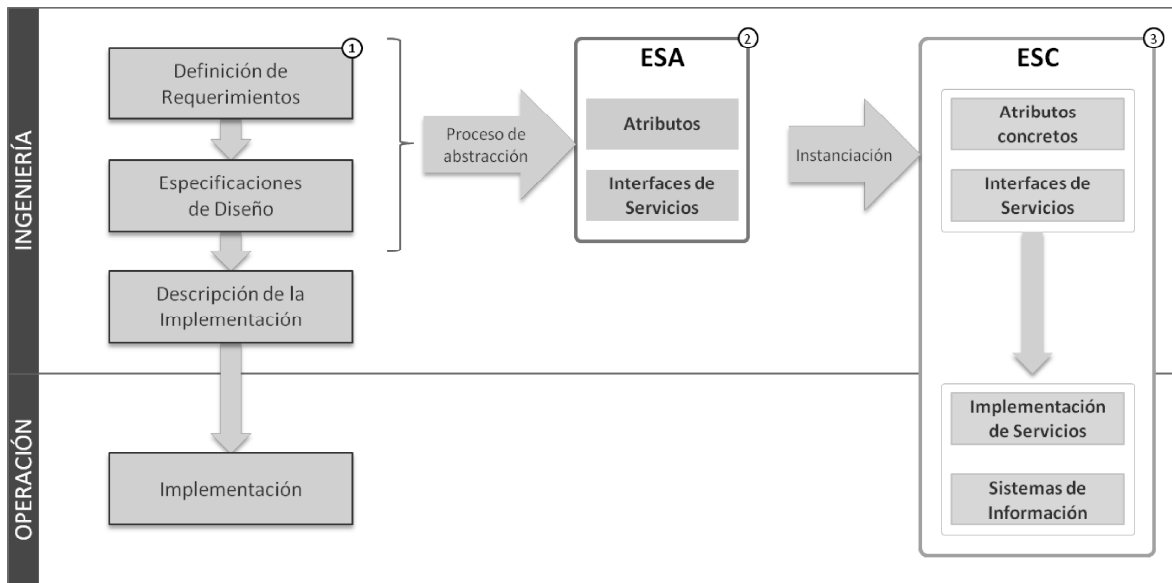


Figura 7-8: El rol de las ES en el modelado de VBEs y VOs

Como se observa en la figura⁴, la visión tradicional introducida por CIM-OSA para el modelado de sistemas abiertos en entornos CIM describe este proceso como una secuencia de etapas que incluyen: la **Definición de Requerimientos**, las **Especificaciones de Diseño** y la **Descripción de la Implementación** (en la fase de Ingeniería) y la propia **Implementación** en la fase de Operación. El aporte de las Entidades de Servicios en este ciclo de vida se concreta de dos formas:

En primer lugar, las Entidades de Servicios Abstractas son el resultado de llevar a cabo un proceso de abstracción⁵ de la realidad que se intenta modelar (Definición de Requerimientos) y, al mismo tiempo, constituyen parte de los bloques constructivos necesarios para generar las especificaciones de diseño del sistema.

⁴ Ver apartado ① de la figura

⁵ Ver apartado ② de la Figura 7-8

Por ello, siguiendo los principios de modelado de Entidades de Servicios Abstractas, en este punto será necesario:

- identificar el conjunto de atributos que permiten caracterizarlas y distinguirlas unívocamente entre sí
- Definir las interfaces de servicios que cada ESA posee y que, en la fase operativa, permitirán interactuar con ella.

En segundo lugar, según se ha descrito detalladamente en el capítulo anterior, mediante el proceso de instanciación, las ESC se convierten en los componentes necesarios de llegar hasta el **nivel de implementación**⁶ mediante:

- La asignación de valores a los atributos de la entidad abstracta seleccionada.
- La adopción de las interfaces de servicios que le son provistas como elementos básicos para garantizar su interoperabilidad con otros nodos de la red.
- La implementación tecnológica de las interfaces de servicios, realizando la integración con los sistemas de información internos de cada entidad.

Adicionalmente, existe otro aspecto importante que es necesario mencionar explícitamente. Esta aproximación doble de entidades abstractas y concretas permite que determinados aspectos de interoperabilidad para toda la RC sean abordados en la fase de Ingeniería⁷, mientras que los aspectos vinculados con la necesidad de integración con los sistemas internos de cada organización es delegada directamente en ellas, asumiendo que las interfaces que se definen para los servicios permanecen sin cambios.

7.5.2 Integración de modelos con ES

En este apartado se describe cómo la propuesta de las Entidades de Servicios, tanto las abstractas (ESA/ASE) como las concretas (ESC/CSE), son utilizadas como elementos integradores de los modelos generados tanto a nivel de ecosistema como de las distintas redes colaborativas que están ligadas a él.

⁶ Ver apartado © de la Figura 7-8

⁷ Tareas llevada a cabo por el modelador del sistema

En la Figura 7-9 se presentan tres entornos de modelado que hacen referencia a:

- Modelado de VBE
- Modelado de RC
- Modelado de ES

Como se ha comentado en el capítulo 3, el entorno de **modelado de VBE** tiene por misión generar un conjunto de modelos que se podrían utilizar como elementos constructivos para las RC que se definan en el ámbito del VBE considerado.

En este contexto, se podría considerar la existencia de:

- Modelos de Procesos de Referencia: los modelos de procesos de referencia podrían utilizarse como patrones de procesos que las distintas RC podrían adoptar para sus procesos operativos.
- Modelos informacionales: los modelos informacionales se refieren a los mensajes y flujos de información que circulan en el ámbito de cada RC. Los modelos creados en este nivel serán válidos para todo el VBE, es decir, podrían ser utilizados por todas las instancias de RC que surgieran en él.
- Los modelos de recursos del VBE están asociados a los modelos generados en el entorno de modelado de Entidades de Servicios, fundamentalmente, de las abstractas.
- Adicionalmente, se podrían incorporar otros modelos como: parámetros de rendimiento, sistemas de valor o gestión del conocimiento.

Un ejemplo de este tipo de modelos de referencia existe en el ámbito industrial con la propuesta del Supply Chain Council con su modelo de referencia para procesos de cadenas de suministro. **SCOR** es un propuesta de modelos de referencia que establece una serie de modelos genéricos que un conjunto de empresas podría adoptar como patrón para sus actividades, adaptando aquellos aspectos que fuesen propios de sus necesidades operativas.

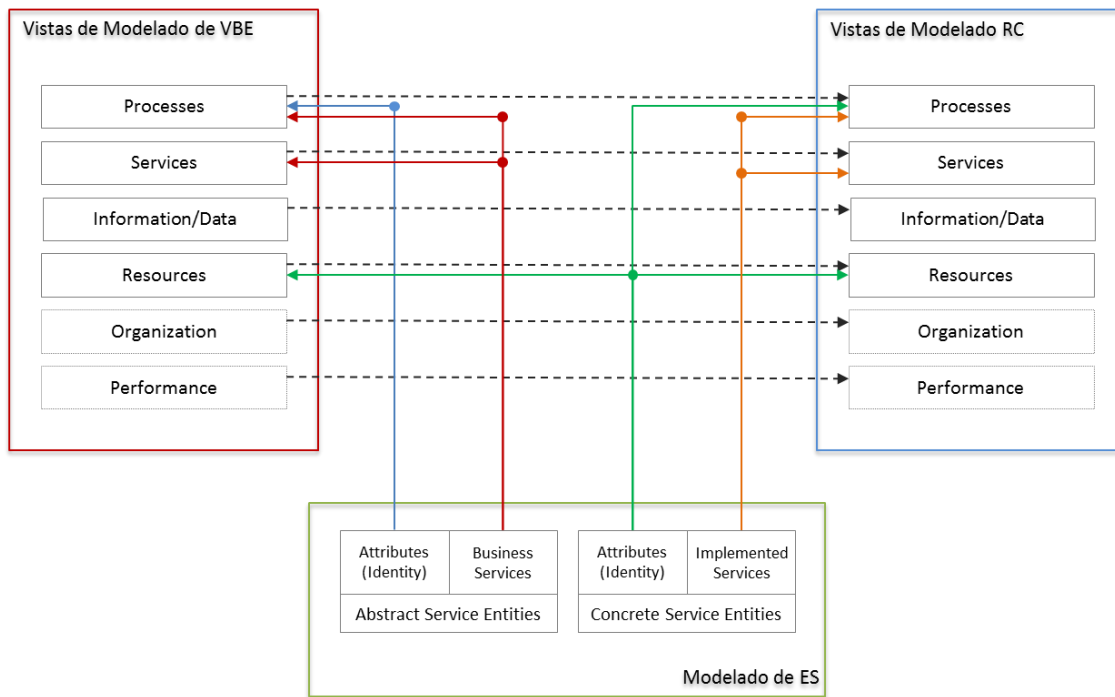


Figura 7-9: Contribución de las ES a la integración de las vistas de modelado de VBE y RC

Por su parte, como se ha presentado en el capítulo 4, el **entorno de modelado de RC** tiene por misión facilitar la construcción de los modelos que serán utilizados en las distintas RC que se crearán en el ámbito de un determinado VBE.

Estos modelos podrán crearse partiendo desde cero o bien, importando modelos generales que se hubiesen definido en el ámbito del VBE. Este entorno permitirá, entre otros, realizar:

- Modelado organizativo: para permitir la organización de los distintos nodos (ESC o ESAs) que estarán presentes en la RC.
- Modelado de procesos: permite modelar los procesos de negocio de la RC
- Modelado de recursos disponibles en el ámbito de la RC.
- Modelado informacional, referidos a los documentos de negocio, esquemas XML, que se intercambian en el ámbito de esa RC particular.
- Modelado de productos/servicios (como resultado de la ejecución de los procesos anteriores) que la red colaborativa ofrece al exterior.
- Se podrían agregar: performance para redes, gestión del conocimiento, etc.

Finalmente, el tercer entorno que se describe es el de **modelado de Entidades de Servicios**. La creación de los modelos de entidades de servicios está vinculada a la definición de las entidades abstractas y la posterior creación de instancias concretas.

Como se ha detallado en el capítulo 6, las entidades de servicios representan la agregación, abstracta o concreta, de conjuntos de atributos y de servicios que tienen por finalidad apoyar tanto la **ingeniería** como la **operación** de RC.

En la Figura 7-9 se han representado las relaciones entre estos componentes estructurales de las ES con las distintas vistas consideradas en la ingeniería y operación de VBE y RC.

7.5.2.1 Utilización de ESA para la integración de modelos

Las entidades de servicios abstractas disponen de dos conjuntos de elementos que definen su estructura: un conjunto de atributos y un conjunto de servicios de negocio.

Los atributos se han definido como necesarios para permitir la identificación unívoca entre las distintas instancias que posteriormente surgirán a partir de ellas. Utilizados como elementos integradores, en esta propuesta se considera que los atributos de las ESA, como por ejemplo su denominación o nombre, se han de utilizar como actores en los procesos de negocio de referencia que se definen en el ámbito del VBE.

De este modo, por ejemplo para definir los actores de un proceso genérico de gestión de pedidos (como los recomendados en SCOR) podrían utilizarse las definiciones de tres tipos de ESA: fabricante, el proveedor de componentes y el proveedor de materias primas.

Al ser definido en el ámbito del ecosistema, el proceso sólo hará referencia a los actores genéricos que, posteriormente, podrán ser reemplazados por otros nodos concretos vinculados a la RC que se está construyendo, con el fin de dar soporte a la fase de operación.

Por su parte, los servicios de negocio representan capacidades funcionales que las ES contribuyen para la concreción de los procesos de negocio en los que intervienen. Al tratarse de ESA, las definiciones que se han dado para sus servicios carecen aún de implementación, de ellos sólo se conoce su interfaz “abstracta”, es decir, sólo se conoce la forma de solicitar la prestación del servicio y las entradas/salidas necesarios para su invocación.

De este modo, un servicio genérico o abstracto de una ESA representa una capacidad funcional que, a nivel de ecosistema, puede ser utilizada para definir los aspectos funcionales de procesos de negocio genéricos.

Posteriormente, al momento de crear una RC específica, estas capacidades se utilizarán para crear los procesos concretos de la RC y, luego, para concretar su ejecución.

Los servicios de negocio ofrecidos por las ESA genéricas del ecosistema conforman la vista de Servicios que es utilizada tanto en la ingeniería del VBE como de las RC.

7.5.2.2 Utilización de ESC para la integración de modelos

Las ESC representan la instanciación de ESA en nodos concretos ligados al ecosistema (VBE). Desde el punto de vista de la integración que se plantea en esta Tesis, las ESC aportan elementos para la conformación de las siguientes vistas:

- VBE/Recursos: las ESC pasan a formar parte de los recursos disponibles en el VBE tras completar su proceso de registro e instanciación a partir de una ESA ya definida con anterioridad. Para ello se hará uso de sus atributos concretos que permiten distinguirla unívocamente entre todas las de su mismo tipo.
- RC/Recursos: las ESC registradas en el VBE representan recursos “potenciales” para la RC. Será el planificador o gestor de la RC quien establezca los mecanismos mediante los cuales los recursos del VBE pasarán a formar parte de los recursos propios de la RC.
- RC/Procesos: las ESC se convierten en los actores de los procesos de negocio definidos en el ámbito de la RC.
- RC/Servicios: la vista de Servicios de la RC se conformará a partir de los servicios provistos por el conjunto de las ESC que están vinculadas a ella, que se añadirán a los servicios ya provistos por el ecosistema.
- RC/Procesos: los servicios concretos de cada uno de los nodos de la RC tienen por finalidad contribuir a la ejecución de los procesos de negocio que en ella se han definido. Para ello, tanto estos servicios como los servicios definidos para las ESA podrán utilizarse como constructores de esta vista.

7.6 Definición de la arquitectura

En los siguientes apartados se describe un conjunto inicial de constructores que contempla la integración que se propone, atendiendo a la finalidad del modelo:

- **Modelos generales de VBE/RC** en los que se representan conceptos genéricos, aplicables a distintas manifestaciones de redes.
- **Modelos específicos** aplicables a distintos tipos de RC, habitualmente definidos en el ámbito de un VBE.

- **Modelos particulares** o de implementación, propios de instancias concretas de RC pertenecientes a un mismo tipo de RC.

7.6.1 Componentes básicos de la arquitectura

La arquitectura integrada que aquí se presenta provee los elementos básicos para dar soporte a la ingeniería y operación de Redes Colaborativas en el ámbito de VBE y SE.

En los siguientes apartados se detalla la visión general de la arquitectura y sus componentes principales siguiendo el esquema de facilitadores que se ha introducido anteriormente.

Entonces, a partir de las consideraciones efectuadas hasta aquí, la visión general de la arquitectura propuesta se debe entender con los siguientes componentes (ver Figura 7-10):

- Un sistema para la gestión de VBE (indicado con 1 en la figura)
- Un sistema para la gestión de RC (indicado con 2 en la figura)
- Un conjunto de ES que se registran en el VBE y que el RC Management System (indicado con 3 en la figura).

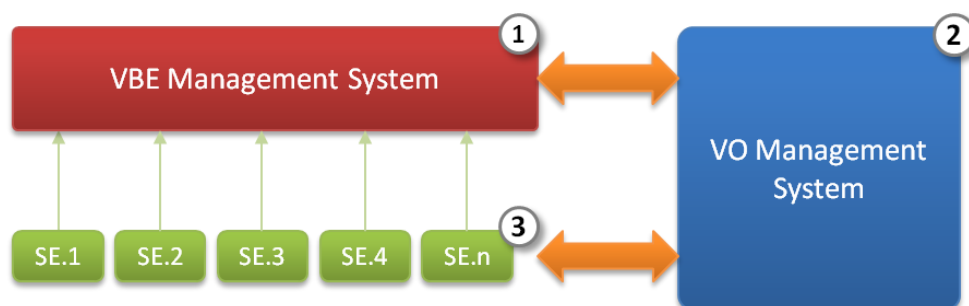


Figura 7-10: Componentes básicos de la arquitectura planteada

Lograr una gestión integrada de estos componentes arquitectónicos es un desafío importante ya que hasta el momento, en la literatura sólo es posible encontrar iniciativas que los abordan pero en las que no existe una visión integradora, que considere principios arquitectónicos comunes y mecanismos de gestión completamente integrados.

Aquí es precisamente donde reside el núcleo fundamental de las aportaciones de esta Tesis.

Tras esta descripción general, en el siguiente apartado se profundizará la descripción de la arquitectura general y se analizará el rol de los distintos componentes y sus interacciones.

La arquitectura completa se compone de la síntesis de tres entornos de modelado y ejecución (ver Figura 7-11):

- **Un entorno de modelado y ejecución para VBEs.** Una vez identificada la necesidad de generar un VBE⁸, la arquitectura provee elementos básicos para permitir su puesta en marcha y gestión.
- **Un entorno de modelado para Redes Colaborativas.** A partir de los elementos definidos en el VBE, es posible identificar y modelar los elementos esenciales que caracterizan a una RC para facilitar su posterior despliegue y ejecución.
- **Un entorno para el modelado de Entidades de Servicios.** Las ES son modeladas en el ámbito de un VBE y luego utilizadas para conformar distintas RC.

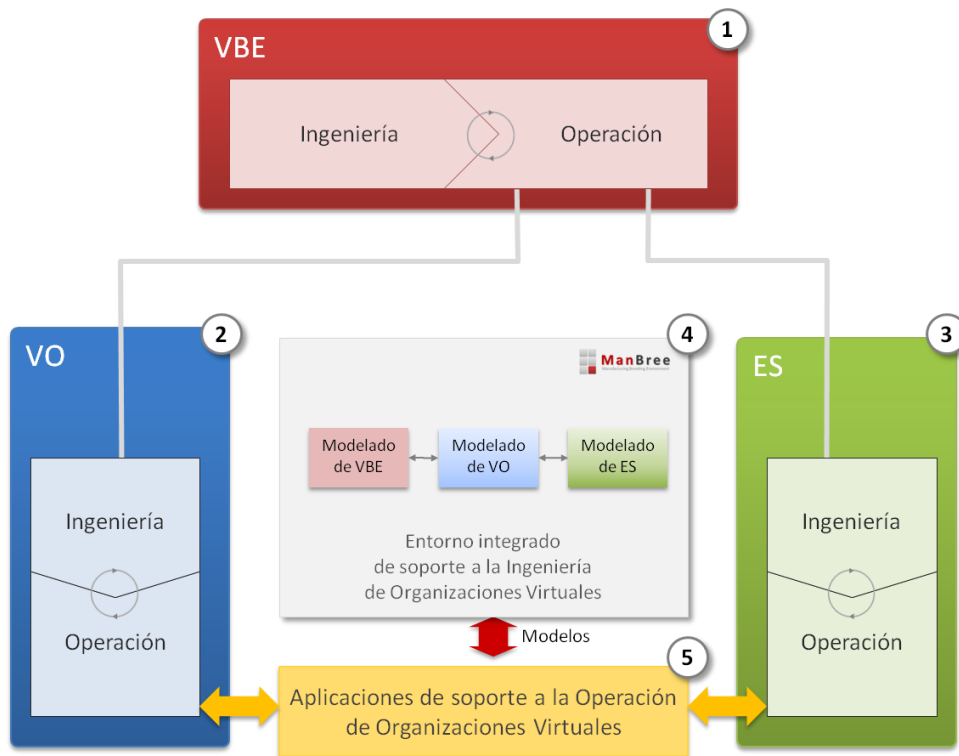


Figura 7-11: Visión esquemática de los principales componentes de la arquitectura

⁸ Como se ha mencionado anteriormente, el ámbito de esta propuesta se limita a dar un soporte parcial al ciclo de vida de un VBE. Por esta razón, se considera que la necesidad que lleva a la generación de un VBE como las negociaciones y acuerdos que sus miembros necesitan alcanzar, quedan fuera del alcance de esta propuesta.

En consecuencia, atendiendo a los fines de esta Tesis, se propone una arquitectura que sirve como base para la configuración de VBEs una vez que esa necesidad ya ha sido identificada.

Como se aprecia en la figura anterior, los tres ámbitos considerados (VBE, RC y ES) permiten que se considere una alternancia cíclica entre un entorno de Ingeniería y otro de Operación (indicados con (1), (2) y (3) en la figura).

De este modo, los modelos y especificaciones que se generen en el entorno de Ingeniería se utilizan como información de entrada para las plataformas operativas que se han de utilizar para darles soporte.

En la figura anterior se ha esquematizado la interrelación de los componentes descritos y también el hecho de que la propuesta pretende, fundamentalmente, generar un entorno integrado de **Ingeniería** (indicado como (4) en la figura), mientras que los aspectos de **Operación** se soportan en un conjunto de aplicaciones provistas por **terceras partes** (indicado como (5) en la figura).

Este es otro aspecto central de las aportaciones de esta Tesis. La arquitectura planteada es abierta y extensible, ya que permite su utilización en escenarios diversos dependiendo del tipo de manifestación de RC que se esté modelando.

La base arquitectónica de los componentes principales es independiente de su utilización final. Es decir, la creación y registro de entidades (y sus correspondientes servicios) es independiente de las aplicaciones de coordinación que se utilicen a nivel de red.

Por ejemplo, una misma ES puede estar registrada en un determinado VBE y sus servicios pueden ser utilizados como base de dos aplicaciones operativas distintas: por una aplicación de Gestión de Proyectos, una aplicación de Gestión de Procesos de Negocio Extendidos, una Gestión de Pedidos Colaborativa o un Sistema Global de Gestión del Rendimiento.

7.6.2 Resumen de las aportaciones introducidas en capítulos anteriores

En los siguientes apartados se recopilan las aportaciones realizadas en los capítulos anteriores ya que se utilizarán como punto de partida para realizar la descripción de la arquitectura propuesta.

7.6.2.1 Marco de modelado para VBE

En el capítulo 3, en el que se abordaron los temas de interoperabilidad para RC, se analizó la conveniencia de contar con un entorno que fomente la interoperabilidad y se presentó al VBE como uno de los elementos centrales sobre los que se construiría esta propuesta.

En dicho capítulo se fundamentó la necesidad de utilizar modelos de referencia definidos en el ámbito del VBE como parte fundamental de un diseño centrado en la interoperabilidad empresarial como soporte a la Ingeniería y Operación de RC.

De este modo, y ante la imposibilidad de identificar un marco de modelado para VBE en la literatura, en dicho capítulo se introdujo una primera aproximación, que se puede considerar útil a los fines de esta Tesis, pero que necesitaría una elaboración más detallada que la que aquí se ha propuesto.

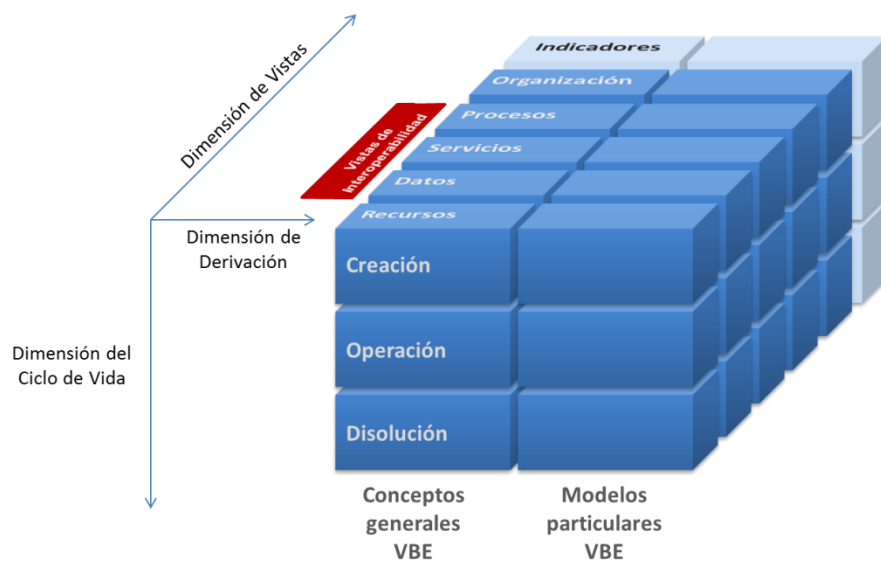


Figura 7-12: Propuesta de Marco de Modelado para VBE (Fuente: Elaboración propia)

La Figura 7-12 muestra una representación esquemática de dicho marco en el que se identifican los tres ejes propuestos.

- **Ciclo de Vida:** en esta dimensión se tienen en cuenta las fases de Creación, Operación y Disolución de un VBE
- **Dimensión de Vistas:** esta dimensión contiene las distintas perspectivas sobre las que se pueden crear modelos relacionados a un VBE. Si bien en este esquema se han representado seis vistas, el número podría variar según los requerimientos.
- **Dimensión de Derivación:** tiene que ver con el grado de especialización de los modelos creados. En este caso concreto se han considerado dos derivaciones posibles: Conceptos generales de VBE y Modelos de un VBE particular.

Del marco propuesto también se destaca la inclusión de tres perspectivas completamente alineadas con las necesidades de interoperabilidad en el ámbito del VBE.

7.6.2.2 Marco de modelado para RC

En el Capítulo 4 se presentó un marco de modelado para RC. En este caso, si bien existe una especificación detallada, ARCON, en esta Tesis se ha considerado conveniente introducir algunas variantes a dicho marco, con la finalidad de facilitar su posterior vinculación con el marco de VBE.

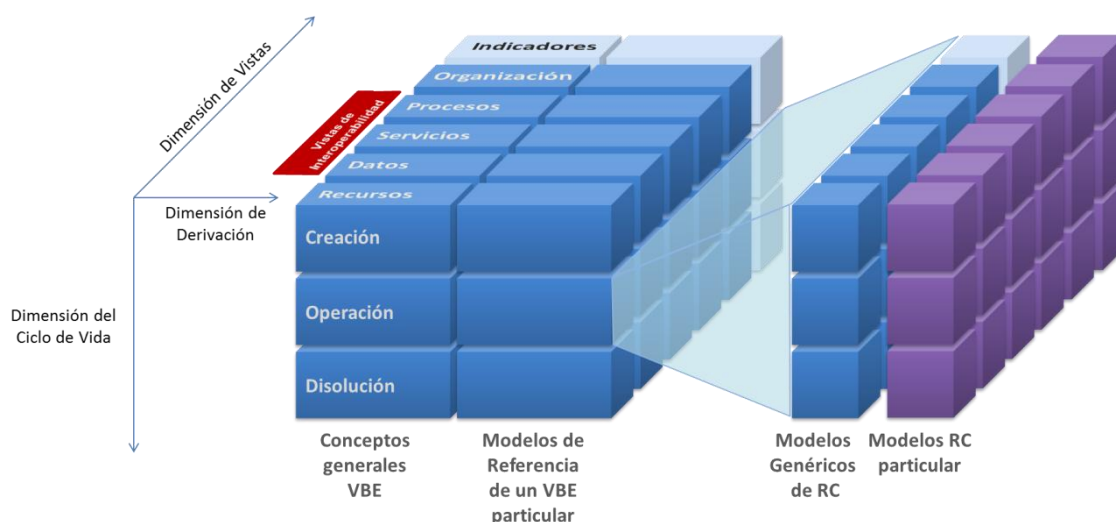


Figura 7-13: Marco de modelado para RC en el ámbito de un VBE (Fuente: Elaboración propia)

En la Figura 7-13 se ha representado el marco de modelado propuesto para RC y en el que se ha tenido en cuenta la necesidad de alinear distintos aspectos.

En primer lugar, se ha intentado mantener una cierta uniformidad en los tres ejes también definidos para el marco de VBE.

Luego, la homogeneización también se ha mantenido en cuanto al desarrollo de cada uno de esos ejes, aunque cada marco de modelado contiene, en cada “cubo” su propia estructura interna de constructores (*building blocks*), atendiendo al ámbito concreto a modelar.

Por otra parte, se ha intentado representar el despliegue temporal en el que cada marco puede ser utilizado. En la figura se muestra que la Ingeniería de una RC es un proceso que comienza en la fase operativa de un VBE y, por tanto, **esa relación se debe entender como jerárquica en cuanto a la disponibilidad de elementos de modelado.**

Es decir, **al momento de comenzar la modelización de una RC, los constructores utilizados en la creación y puesta en marcha del VBE pueden ser utilizados en la fase de Creación de la RC.**

7.6.2.3 Marco de modelado para ES

Finalmente, en el Capítulo 6 se presentó un marco de modelado para ES. En este caso se trata de una parte de la propuesta integrada de esta Tesis, con lo cual su disponibilidad en la literatura no ha podido ser identificada.

De modo similar a lo que ocurre con el marco para RC, el marco propuesto para ES ha sido desarrollado teniendo en cuenta la conveniencia de mantenerlo alineado con el marco definido para el VBE y por ello también presentan cierta similitud en cuanto a su estructura.

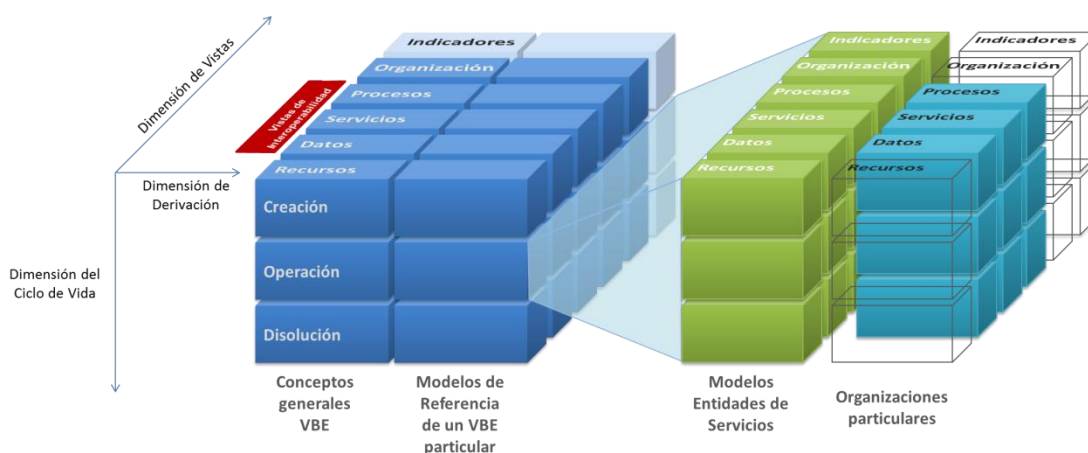


Figura 7-14: Marco de modelado para ES en el ámbito de un VBE (Fuente: Elaboración propia)

Como en el caso de la RC, el marco de modelado de ES inicia su Ciclo de Vida cuando la fase operativa de un VBE ya ha comenzado. De modo similar, un conjunto de constructores (*building blocks*) definidos a nivel de VBE se hacen disponibles en la Ingeniería de ES.

7.6.3 Descripción detallada de las arquitecturas parciales

En los siguientes apartados se presenta una descomposición de cada marco de modelado en función de sus constructores, teniendo en cuenta las distintas fases de cada CdV.

7.6.3.1 Constructores para Modelos Generales de VBE

Los constructores para modelos generales tienen por finalidad de proveer un marco común para definir conceptos comunes a distintos tipos de VBE, con independencia de su tipo y naturaleza. En la Figura 7-15 se presentan los principales constructores que se han identificado para este nivel. Complementariamente, la

Tabla 7-3 provee una breve descripción de cada uno de ellos y se indica qué nuevas aportaciones se incluyen en esta propuesta respecto a la originalmente planteada en CIM-OSA.

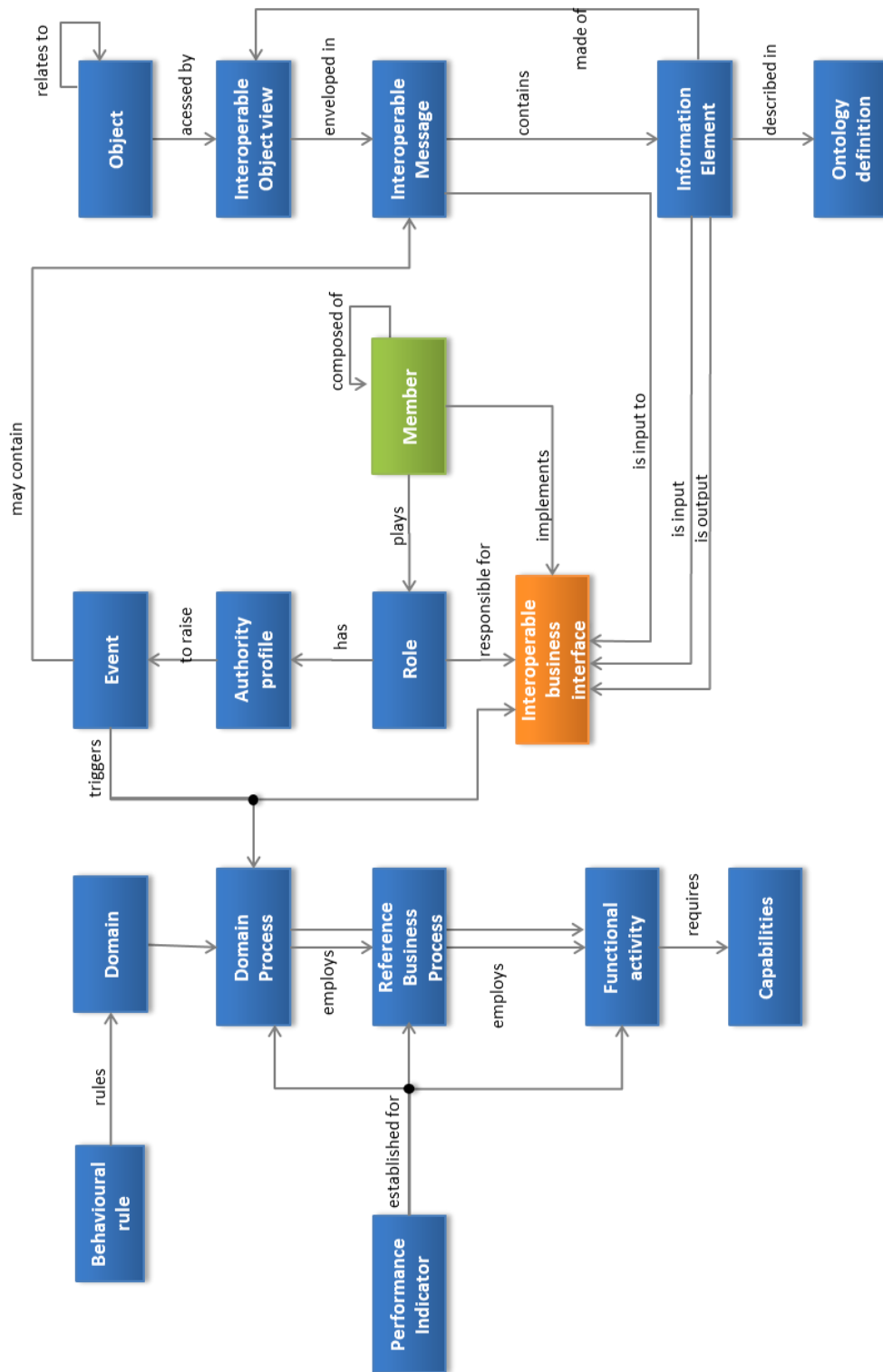


Figura 7-15: Constructores para Creación de VBE

Tabla 7-3: Descripción de los Constructores para Creación de VBE

Constructor	Descripción	Dimensión
Domain	Define el ámbito funcional que se incluye en el análisis e implementación del sistema.	<i>Funcional</i>
Domain process	Los Procesos de Dominio son procesos autónomos que son iniciados por eventos y que generan resultados claramente definidos. Encapsulan un conjunto de funcionalidad y comportamiento claramente definidos.	<i>Funcional</i>
Reference Business Process	Los Procesos de Negocio son subprocesos de los PD, definidos por el usuario, que definen el comportamiento de la red. Se componen de otros PN o actividades. Un proceso de referencia se utiliza para ser instanciado en distintas RC.	Funcional
Functional activity	Definen la funcionalidad de la red como tareas elementales o atómicas. Quedan caracterizadas por sus entradas, salidas, funcionalidad y capacidades requeridas.	<i>Funcional</i>
Events	Describen sucesos del mundo real, temporizadores o peticiones que surgen en el ámbito de la red. Activan procesos de dominio y, posiblemente, PN de la red.	<i>Funcional</i>
Performance indicator	Los indicadores de rendimiento están relacionados con DP, RBP o EA específicos y su definición incluye valores objetivo y restricciones.	Funcional
Interoperable business interface	Representa una interfaz de un servicio de negocio que cualquier miembro del VBE pone a disposición de terceros y consiste en un envoltorio para garantizar la interoperabilidad de ese servicio con el resto de actores del VBE.	Service
Member	Cada uno de los miembros del VBE (o candidato a serlo). Pueden representar organizaciones, individuos, máquinas, sistemas capaces de proveer un servicio de negocio sobre redes digitales.	Organization
Role	Roles que cada actor desempeña en el ámbito de un VBE.	Organization
Authority profile	Asigna responsabilidades sobre la creación y mantenimiento de los modelos creados para la red.	<i>Organization</i>
Behavioral rule	Las reglas de comportamiento establecen las condiciones bajo las cuales los actores participantes en distintas redes (de acuerdo con la perspectiva E4 de ARCON).	Organization
Capabilities	Las capacidades definen las habilidades técnicas que un recurso debe poseer para poder llevar a cabo una actividad determinada.	<i>Resource</i>
Object	Describen entidades (u objetos) generales de la red, pensadas como unidades indivisibles.	<i>Information</i>
Interoperable Object View	Describen una visión parcial de un objeto que los usuarios utilizan para llevar a cabo las actividades o, incluso, lanzar un proceso.	<i>Information</i>
Interoperable Message	Representan el mecanismo básico de intercambio de información utilizado para coordinar la ejecución de los procesos de negocio y la generación de eventos en el ámbito de la red.	Information
Information elements	Describen piezas de información elementales que se utilizarán en la transmisión de mensajes.	<i>Information</i>
Ontology definition	Establecen restricciones sobre los Elementos de Información para garantizar su consistencia.	Information

7.6.3.2 Constructores para Operación de VBE

Los constructores para modelos operativos de VBE tienen la finalidad de proveer un marco común para definir conceptos comunes a distintos tipos de VBE, con independencia de su tipo y naturaleza.

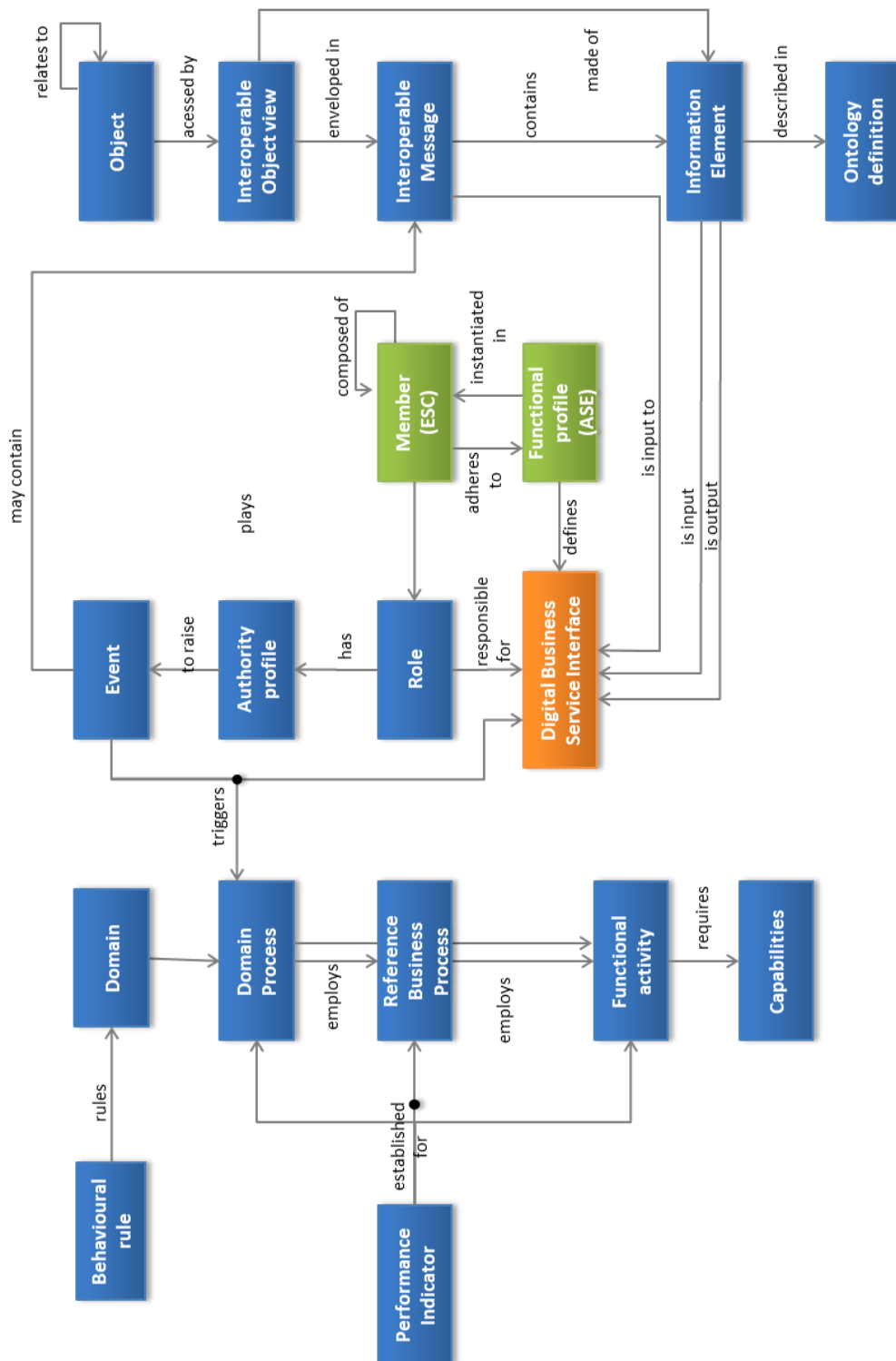


Figura 7-16: Constructores para Operación de VBE

Tabla 7-4: Descripción de los Constructores para Operación de VBE

Constructor	Descripción	Dimensión
Domain	Define el ámbito funcional que se incluye en el análisis e implementación del sistema.	<i>Funcional</i>
Domain process	Los Procesos de Dominio son procesos autónomos que son iniciados por eventos y que generan resultados claramente definidos. Encapsulan un conjunto de funcionalidad y comportamiento claramente definidos.	<i>Funcional</i>
Reference Business Process	Los Procesos de Negocio de Referencia son subprocesos de los PD, definidos por el usuario, que pueden ser usados para definir el comportamiento de la RC. Se componen de otros PN o actividades.	Funcional
Functional activity	Definen la funcionalidad de la red como tareas elementales o atómicas. Quedan caracterizadas por sus entradas, salidas, funcionalidad y capacidades requeridas.	<i>Funcional</i>
Events	Describen sucesos del mundo real, temporizadores o peticiones que surgen en el ámbito de la red. Activan procesos de dominio y, posiblemente, PN de la red.	<i>Funcional</i>
Performance indicator	Los indicadores de rendimiento están relacionados con DP, BP o EA específicos y su definición incluye valores objetivo y restricciones.	Funcional
Digital Business Service Interface	Representa una interfaz de negocio que cualquier miembro del VBE pone a disposición de terceros mediante la especificación de una interfaz de servicios, con una orientación a servicios digitales.	Service
Functional profile (ESA)	El Funcional Profile restringe la funcionalidad que los miembros del VBE pueden ofrecer, agrupando las interfaces de sus servicios digitales según la aproximación de Entidades de Servicios.	Organization
Member (ESC)	Cada uno de los miembros del VBE. Pueden representar organizaciones, individuos, máquinas, sistemas capaces de proveer un servicio de negocio sobre redes digitales. Los miembros son instancias concretas de una ESA.	Organization
Role	Roles que cada actor desempeña en el ámbito de una red.	Organization
Authority profile	Asigna responsabilidades sobre la creación y mantenimiento de los modelos creados para la red.	<i>Organization</i>
Behavioral rule	Las reglas de comportamiento establecen las condiciones bajo las cuales los actores participantes en distintas redes (de acuerdo con la perspectiva E4 de ARCON).	Organization
Capabilities	Las capacidades definen las habilidades técnicas que un recurso debe poseer para poder llevar a cabo una actividad determinada.	<i>Resource</i>
Object	Describen entidades (u objetos) generales de la red, pensadas como unidades indivisibles.	<i>Information</i>
Interoperable Object View	Describen una visión parcial de un objeto que los usuarios utilizan para llevar a cabo las actividades o, incluso, lanzar un proceso.	<i>Information</i>
Interoperable Message	Representan el mecanismo básico de intercambio de información utilizado para coordinar la ejecución de los procesos de negocio y la generación de eventos en el ámbito del VBE.	Information
Information elements	Describen piezas de información elementales que se utilizarán en la transmisión de mensajes.	<i>Information</i>
Ontology definition	Establecen restricciones sobre los Elementos de Información para garantizar su consistencia.	Information

7.6.3.3 Constructores para Modelos para el Diseño (Creación) de RC

En el caso de constructores para modelos de RC, éstos se refieren a un conjunto de constructores básicos que podrían ser utilizados para modelar distintos tipos de RC.

La Figura 7-17 muestra los principales constructores junto a las relaciones que se han identificado entre ellos. Complementariamente, la Tabla 7-5 presenta una breve descripción de cada constructor en la que las aportaciones originales se destacan en **negrita>**.

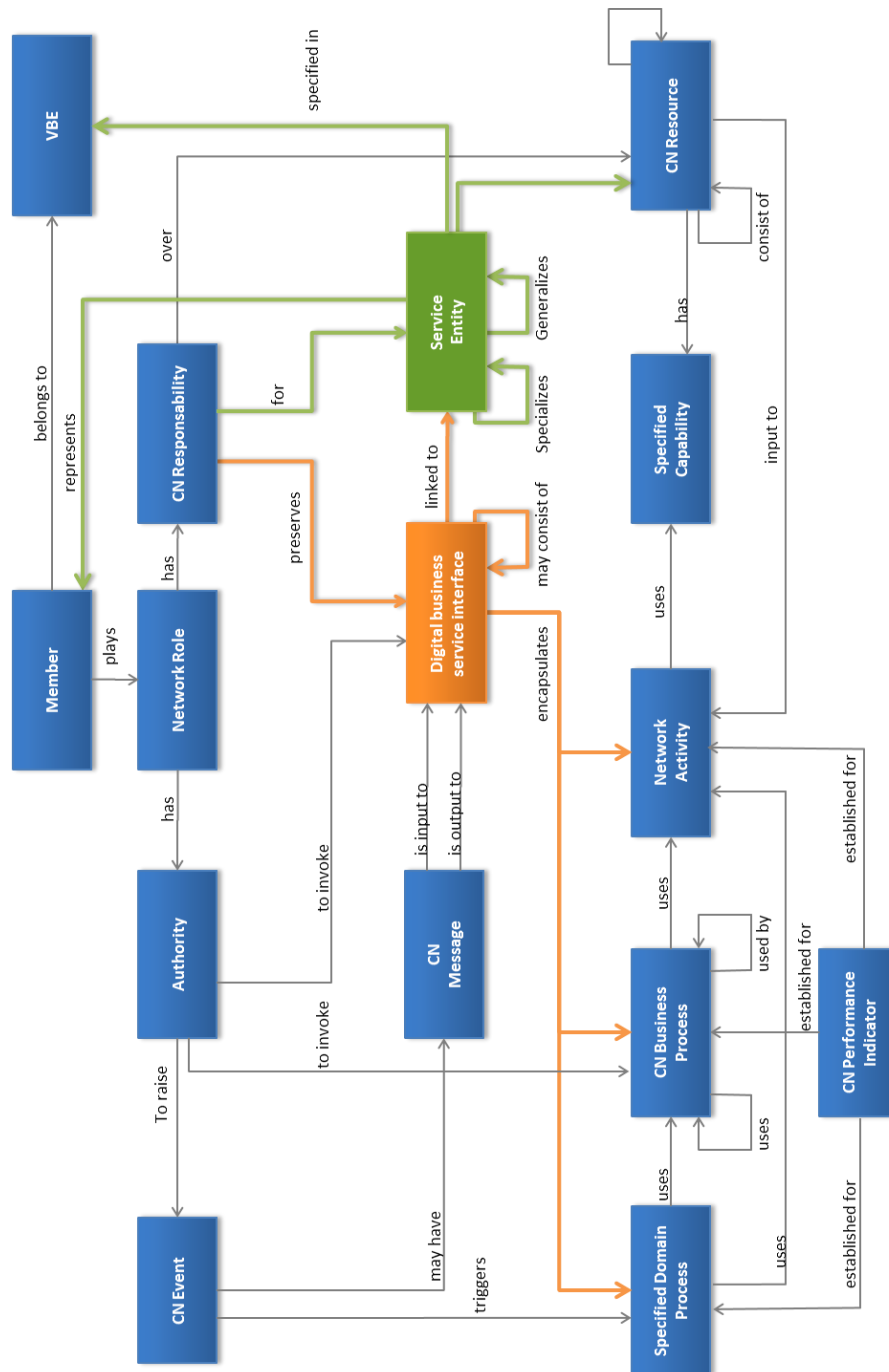


Figura 7-17: Constructores para Diseño de RC

Tabla 7-5: Descripción de los Constructores para Definición de Requerimientos de RC

Construct	Description	Dimension
Specified Domain Process	Especificación formal del Dominio de la RC.	<i>Funcional</i>
CN Business Process	Especificaciones formales de Procesos Colaborativos en el ámbito de la RC.	Funcional
Network Activity	Especificación de Actividades caracterizadas por sus entradas, salidas, recursos y flujo de control.	Funcional
Specified Performance Indicator	Especificación formal de los Indicadores de Rendimiento ligados a procesos y recursos.	Funcional
Digital business service interface	Se corresponden con los servicios definidos en el VBE. Representan la definición formal de una interfaz de servicios de negocio (entradas, salidas y funcionalidad esperada) que será provisto por los miembros en la RC.	Services
Service Entity	Representan a los miembros de la RC. Al realizar la Ingeniería de la RC pueden ser ESC o también ESA. Proveen las capacidades funcionales mediante la interfaz de sus servicios.	Services
Specified CN Message	Definición formal de los mensajes que serán intercambiados en el ámbito de la RC.	Information
CN Event	Especificación formal de eventos internos y externos.	<i>Funcional</i>
CN Resource	Los recursos proveen las capacidades que se han identificado en los modelos generales para los participantes de la red.	<i>Resource</i>
Specified Capability	Las capacidades son provistas por los Recursos, satisfacen o exceden las definidas en la definición general de la RC.	<i>Resource</i>
CN Responsibility	Responsabilidades formalmente definidas para permitir la ingeniería de determinados aspectos de la RC, a lo largo de su Ciclo de Vida.	<i>Organization</i>
Member	Cada uno de los nodos de la RC que están representados por una ESC.	Organization
Network Role	Un rol es asumido por uno o más actores, dependiendo de las características de la RC.	Organization
Authority	Responsabilidades asignadas a los actores respecto a determinados aspectos de ingeniería de la RC y los modelos asociados.	<i>Organization</i>

7.6.3.4 Constructores para Modelos para Operación de RC

En el caso de constructores para la Operación de RC, éstos se refieren a un conjunto de constructores básicos que podrían ser utilizados durante la fase operativa de la RC.

En la Figura 7-18 se han representado los principales constructores de esta dimensión junto a las relaciones que se presentan entre ellos al momento de describir los aspectos operativos de la RC. Por su parte, en la Tabla 7-6 se describe el objeto de cada uno de los constructores.

Tabla 7-6: Descripción de los Constructores para Operación de RC

Construct	Description	Dimension
Implemented Domain Process	Detallan un comportamiento implementado en el ámbito de un dominio	<i>Funcional</i>
Implemented business process	Describen el flujo de control que se ha implementado para una parte de un proceso de dominio.	<i>Funcional</i>
Implemented CN Activity	Describe una funcionalidad implementada y establece los recursos necesarios para ejecutarla.	Funcional
Implemented CN Event	Describen cómo los eventos inician acciones dentro de la red	<i>Funcional</i>
Implemented Resource	Describe los recursos que se derivan de los recursos especificados.	<i>Resource</i>
Implemented Capability	Describen capacidades provistas por los recursos y que se ajustan a las necesidades identificadas en los modelos generales.	<i>Resource</i>
Authority profile	Define responsabilidades de ingeniería y operación en el ámbito de la RC.	<i>Organization</i>
Implemented role	Roles en el ámbito de la RC que pueden ser asumidos por los distintos recursos y las ESC.	Organization
Implemented responsibility profile	Asigna responsabilidades de ingeniería y operación a los miembros de la RC.	<i>Organization</i>
Implemented service	Interfaz para un servicio de negocio digital y que constituye la funcionalidad esperada para él.	Services
Implemented XML Message	Describen mensajes basados en el XML que se utilizarán en el ámbito de la RC para compartir información y como mecanismo de coordinación.	Information
Implemented XML Schema	Describen Esquemas XML implementados y que se utilizarán para validar ontológicamente los mensajes intercambiados.	Information
Implemented Performance Indicator	Representa la implementación de un KPI en el ámbito de la RC.	Performance
Concrete Service Entity	Instancias reales de Entidades de Servicios Abstractas. Están ligadas a recursos y son capaces de proveer las capacidades previstas para ellos.	Services

7.6.3.5 Constructores para Modelos para Diseño de ES

La Figura 7-19 presenta el conjunto de constructores básicos que podrían ser utilizados para modelar distintos tipos de ES.

Los constructores con líneas punteadas se han incluido sólo como referencia de la relación existente entre los distintos grupos de constructores, aun cuando estas relaciones se van a formalizar en la sección siguiente.

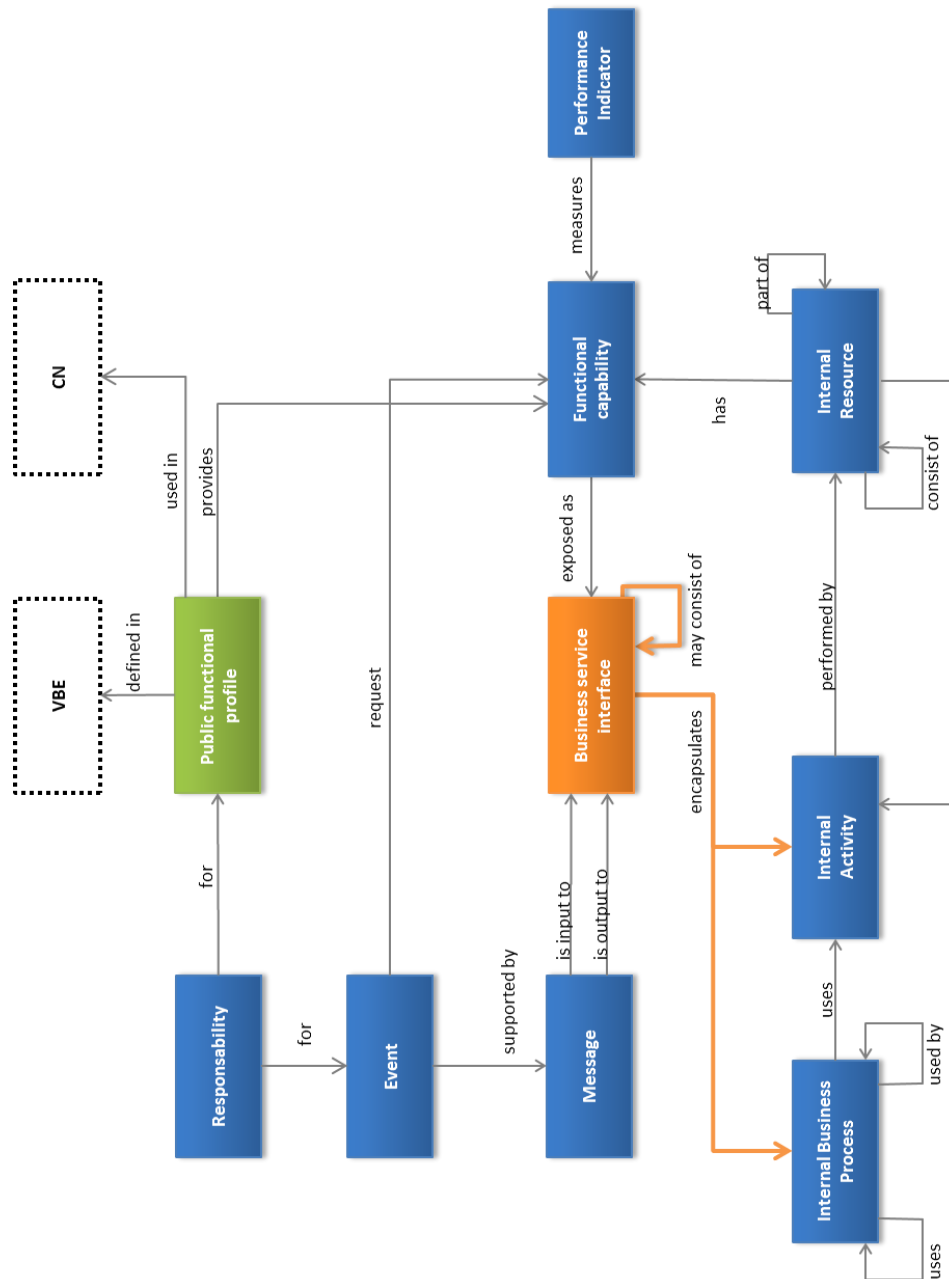


Figura 7-19: Constructores para Diseño de ES

Tabla 7-7: Descripción de los Constructores Diseño de ES

Construct	Description	Dimension
Public functional profile	Detallan un comportamiento implementado en el ámbito de un dominio y que ha sido especificado en el ámbito del VBE y utilizado por las distintas CN.	<i>Organization</i>
Functional capability	Una capacidad funcional especifica un bloque funcional indivisible que una ES puede ofrecer a otros actores de la RC y que, en conjunto, definen su perfil funcional.	<i>Processes</i>
Business service interface	En el momento de diseñar una ES, las interfaces de los servicios que ésta proveerá encapsulan la complejidad ligada a cada una de las capacidades funcionales, de modo que una ES de la RC sólo necesita invocar la interfaz del servicio para obtener su prestación.	<i>Services</i>
Responsability	Especifica la responsabilidad de una ES respecto a la gestión de su perfil público y de la gestión de los eventos provenientes de la RC.	<i>Organization</i>
Event	Eventos provenientes de la RC que pueden desencadenar acciones por parte de la ES.	<i>Processes</i>
Message	Los flujos de información y coordinación provenientes de la RC se envían mediante mensajes interoperables. También son utilizados como parámetros de entrada o salida para los servicios prestados por la ES	<i>Data</i>
Performance indicator	Representa la definición de un indicador específico para la ES sobre una determinada capacidad funcional que éste es capaz de proveer a la RC.	Performance
Internal business process	Las interfaces de servicios pueden ser invocadas por otras ESC. En ese momento se pueden lanzar procesos internos de la entidad prestadora del servicio.	<i>Processes</i>
Internal activity	De modo análogo, una interfaz de servicio puede encapsular una actividad interna de la ESC.	Processes
Internal resource	Son los recursos de la propia entidad necesarios para la ejecución de las actividades o procesos internos de la ESC.	Resource

7.6.3.6 Constructores para Modelos para Operación de ES

El último grupo de constructores definidos están ligados a la operación de las Entidades de Servicios Concretas. Los constructores con líneas punteadas se han incluido sólo como referencia de la relación existente entre los distintos grupos de constructores, aun cuando estas relaciones se van a formalizar en la sección siguiente.

En la Figura 7-20 se han representado el conjunto inicial de constructores junto a las relaciones que se establecen entre ellos. En la Tabla 7-8 se describe brevemente su propósito.

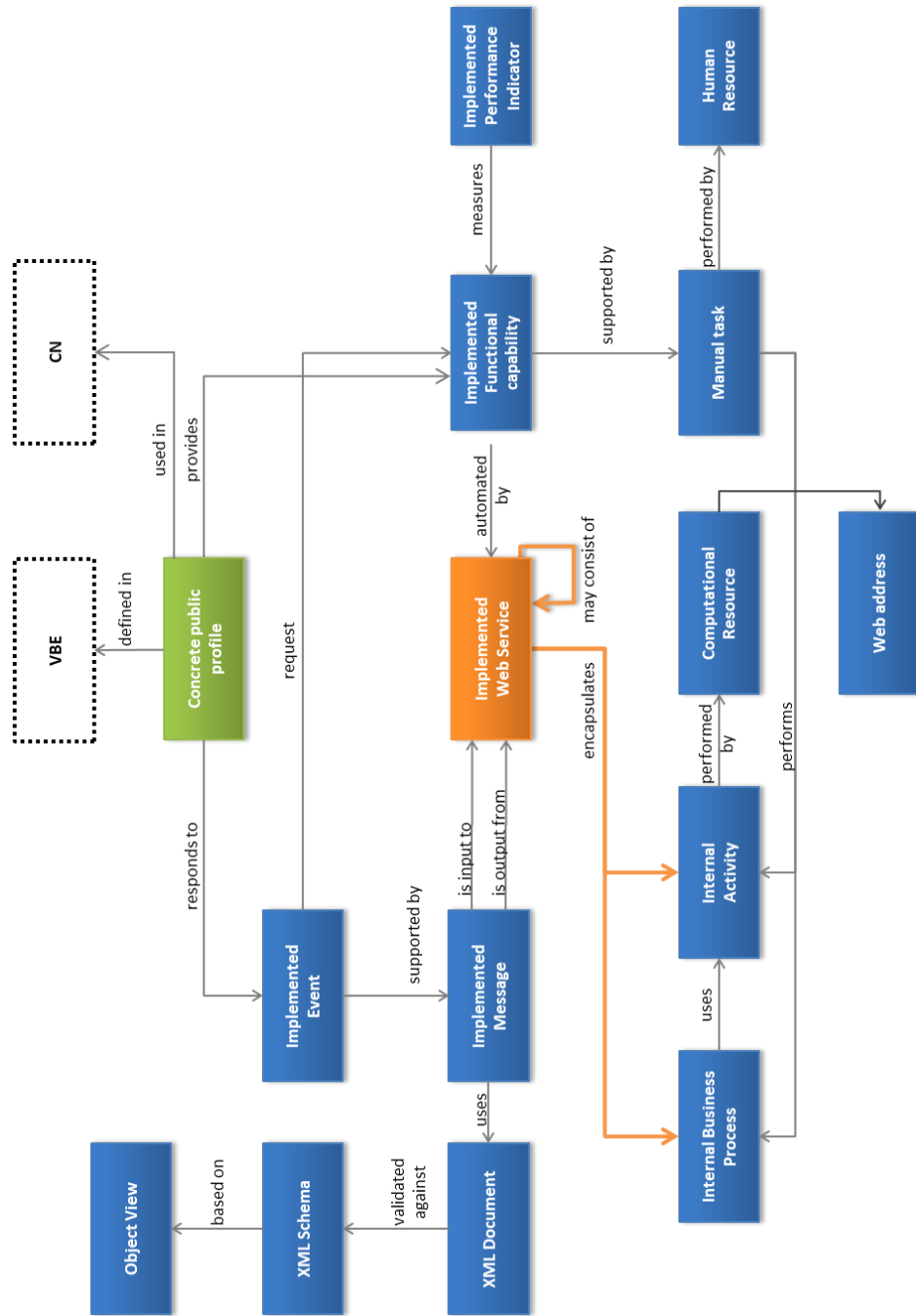


Figura 7-20: Constructores para Operación de ES

Tabla 7-8: Descripción de los Constructores para Operación de ES

Construct	Description	Dimension
Concrete public profile	Detallan un comportamiento implementado en el ámbito de un dominio y que ha sido especificado en el ámbito del VBE y utilizado por las distintas CN.	Organization
Implemented Functional capability	Una capacidad funcional específica un bloque funcional indivisible que una ES puede ofrecer a otros actores de la RC y que, en conjunto, definen su perfil funcional. La implementación de cada capacidad puede ser manual o automatizada.	Processes
Implemented web service	Representan la implementación específica de un servicio web como respuesta automatizada a una invocación de servicio realizada mediante la interfaz digital ofrecida por la ESC.	Services
Implemented manual task	Opcionalmente, una capacidad funcional podrá estar implementada como un servicio cuya respuesta requiere la intervención de recursos humanos para su concreción.	Processes
Implemented Responsibility	Especifica la responsabilidad de una ES respecto a la gestión de su perfil público y de la gestión de los eventos provenientes de la RC.	Organization
Implemented Event	Eventos provenientes de la RC que pueden desencadenar acciones por parte de la ES.	Processes
Implemented Message	Los flujos de información y coordinación provenientes de la RC se envían mediante mensajes interoperables. También son utilizados como parámetros de entrada o salida para los servicios web prestados por la ES	Data
XML Document	Un documento de texto que contiene la información contenida en un mensaje enviado desde o hacia la RC. A los fines de la interoperabilidad se utilizarán los estándares ligados a Internet, como el caso de los ficheros XML.	Data
XML Schema	Es un esquema o plantilla que permite realizar la validación de los distintos mensajes. Su estructura puede estar definida a nivel de VBE o de RC, según decida el gestor del VBE o de la RC	Data
Object view	Representa la vista de un objeto de información de la propia ESC	Data
Implemented Performance indicator	Representa la implementación de un indicador sobre una determinada capacidad funcional de la ESC.	Performance
Internal business process	Son los procesos internos de la ESC que son lanzados a partir del requerimiento de una capacidad funcional, de respuesta manual o automatizada, por parte de la RC.	Processes
Internal activity	Son las actividades internas de la ESC que son lanzados a partir del requerimiento de una capacidad funcional, de respuesta manual o automatizada, por parte de la RC.	Processes
Computational resource	Se trata de los recursos computacionales de la ESC que se encargan de proveer tanto los servicios web implementados como cualquier otro requerimiento de información que la ESC necesite.	Resource
Web address	Representa la localización electrónica de los servicios implementados y que automatizan alguna capacidad funcional.	Resource
Human resource	Son los recursos humanos de la propia entidad necesarios para la ejecución de las actividades o procesos internos de la ESC.	Resource

7.6.4 Integración de arquitecturas parciales

En el apartado anterior se han detallado las arquitecturas parciales que se han definido a partir de las tres entidades principales en las que se basa esta Tesis.

Para cada una de ellas se ha definido el marco de modelado propuesto y el conjunto de constructores mínimo de cada dimensión de derivación.

A continuación se describe la interrelación entre cada uno de estas propuestas parciales para construir, como resultado final, una visión de arquitectura integrada que es la que sustenta esta propuesta.

Dada la complejidad inherente a este apartado, se han introducido distintos esquemas que apoyan la justificación del procedimiento seguido.

También con el fin de facilitar la comprensión global del enfoque, se han realizado algunas consideraciones que tienen como propósito simplificar dicho proceso. Las más destacables son:

- Para cada una de las entidades consideradas, VBE, RC y ES, se omiten los constructores correspondientes a las respectivas fases de Disolución.
- Dado que el enfoque considera que tanto la Ingeniería como la Operación de RC y ES tienen lugar cuando ya ha comenzado la fase operativa de un VBE, se asumirá que los constructores que se consideran para la integración son los descritos como Constructores para Modelos Particulares de VBE (ver Figura 7-16).
- En las fases de diseño de RC y ES, las cajas con líneas punteadas sólo intentan hacer referencia a la posibilidad de utilizar los constructores correspondientes a la Derivación previa en cada caso. No deben considerarse constructores en sí mismas.

Para el desarrollo de la integración **se mostrará el caso de los constructores más significativos que hacen referencia a las vistas centradas en la Interoperabilidad: Procesos, Servicios y Datos** (ver Figura 7-21, Figura 7-22, Figura 7-25, Figura 7-26, Figura 7-27, Figura 7-26 Y Figura 7-27). Un análisis equivalente aplica para otros constructores a los que se ha nombrado de idéntica forma en cada entorno.

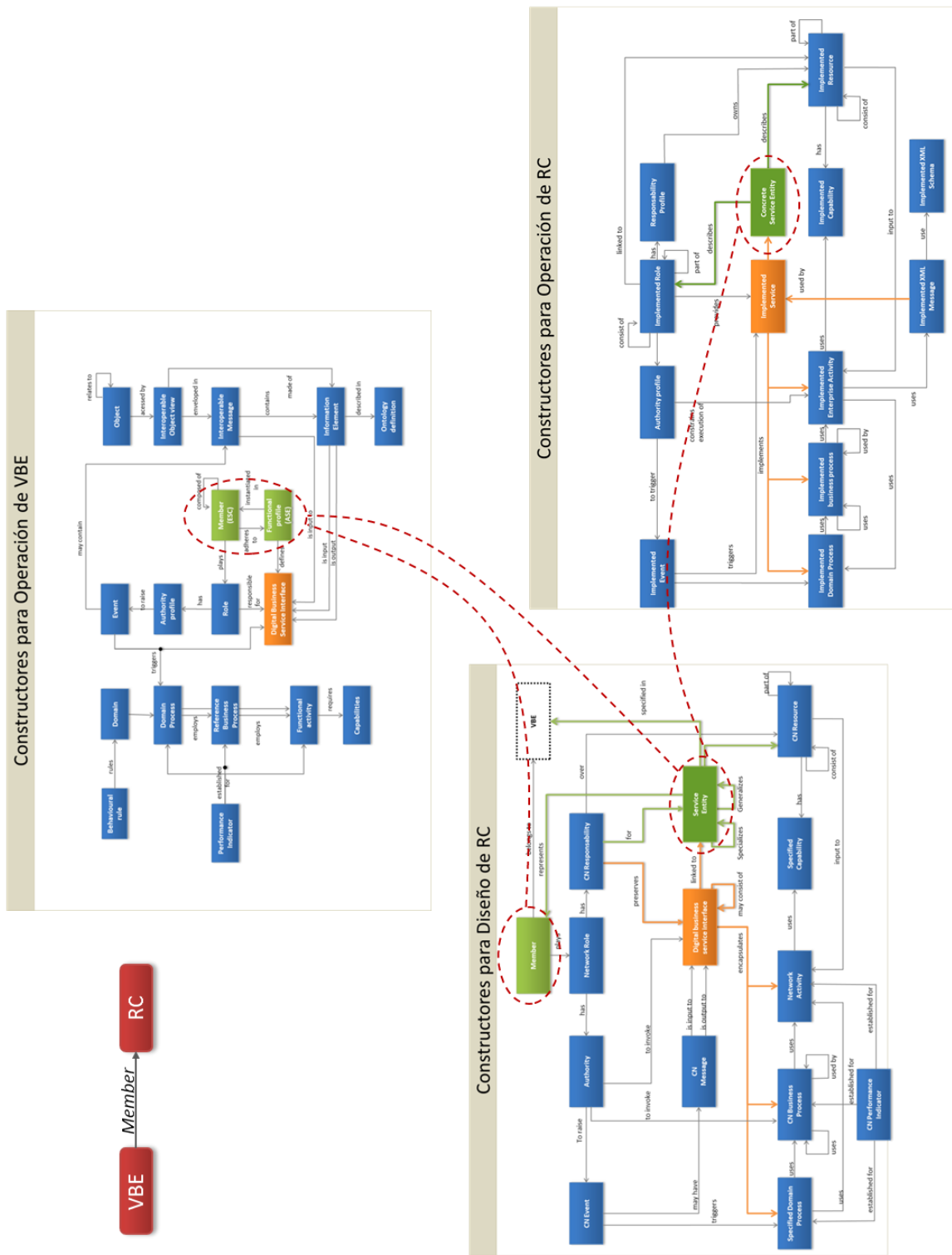


Figura 7-21: El constructor *Member* (o derivaciones) en la Integración entre VBE y RC

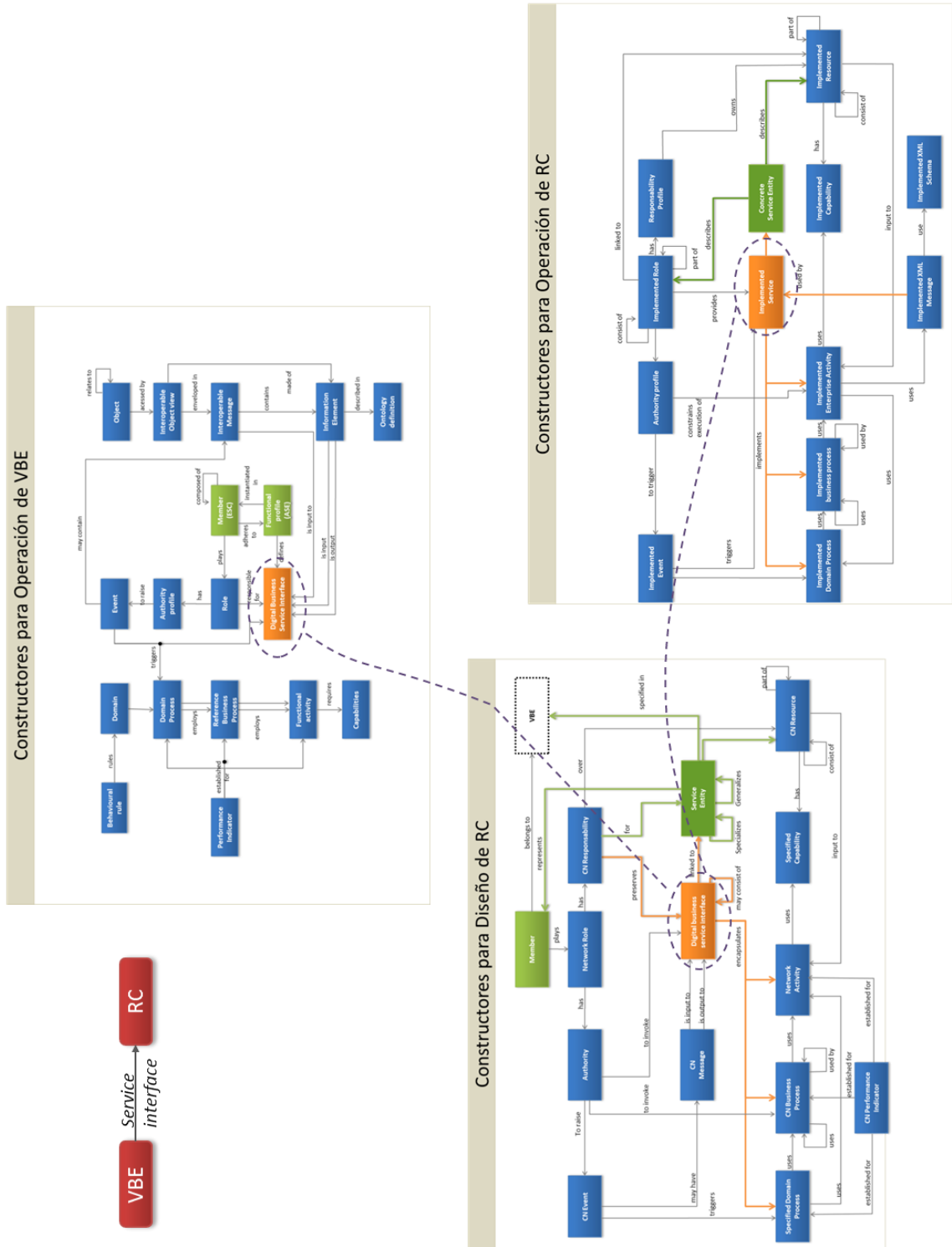


Figura 7-22: El constructor *Business Service* (o derivaciones) en la Integración entre VBE y RC

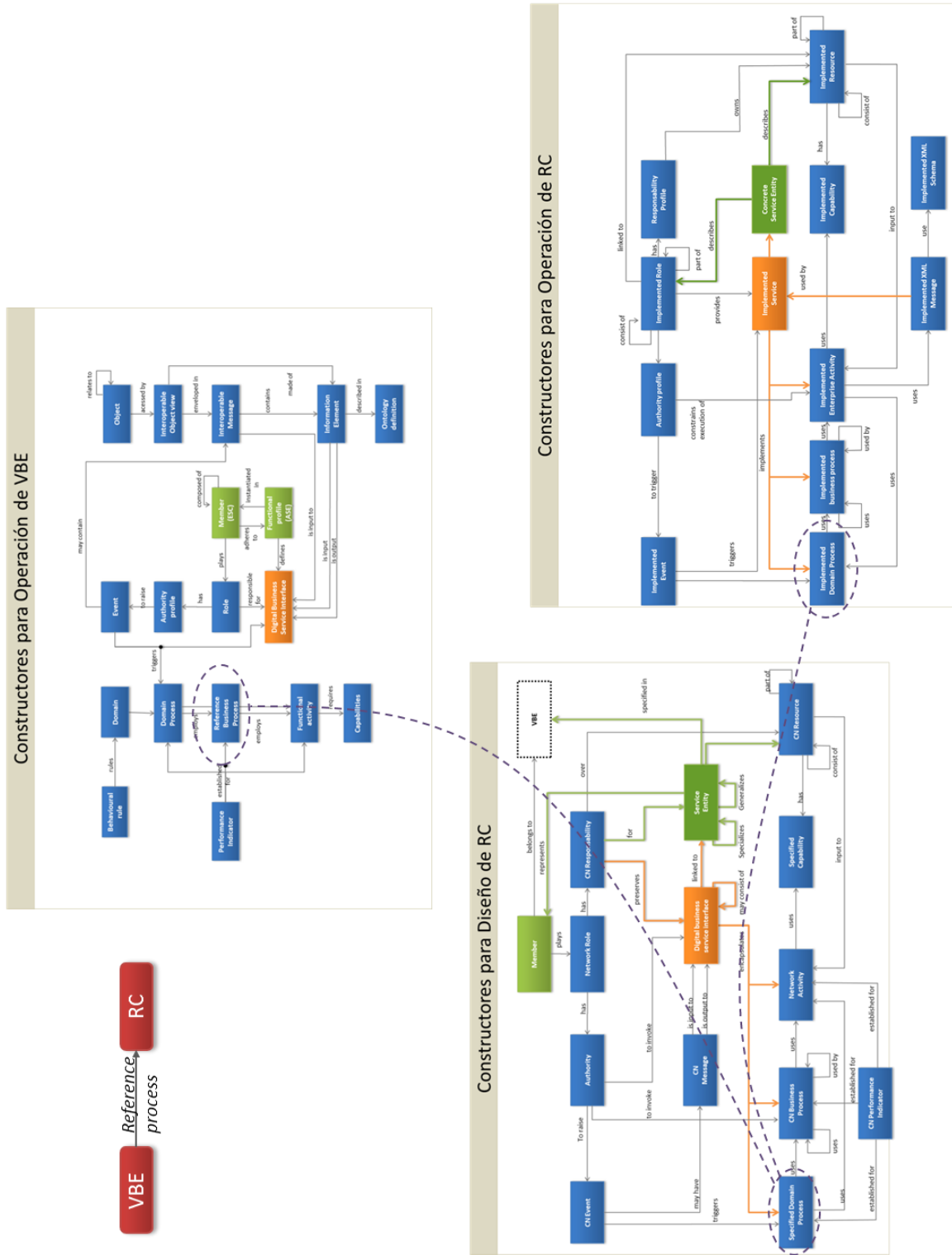


Figura 7-23: El constructor *Reference Process* en la Integración entre VBE y RC

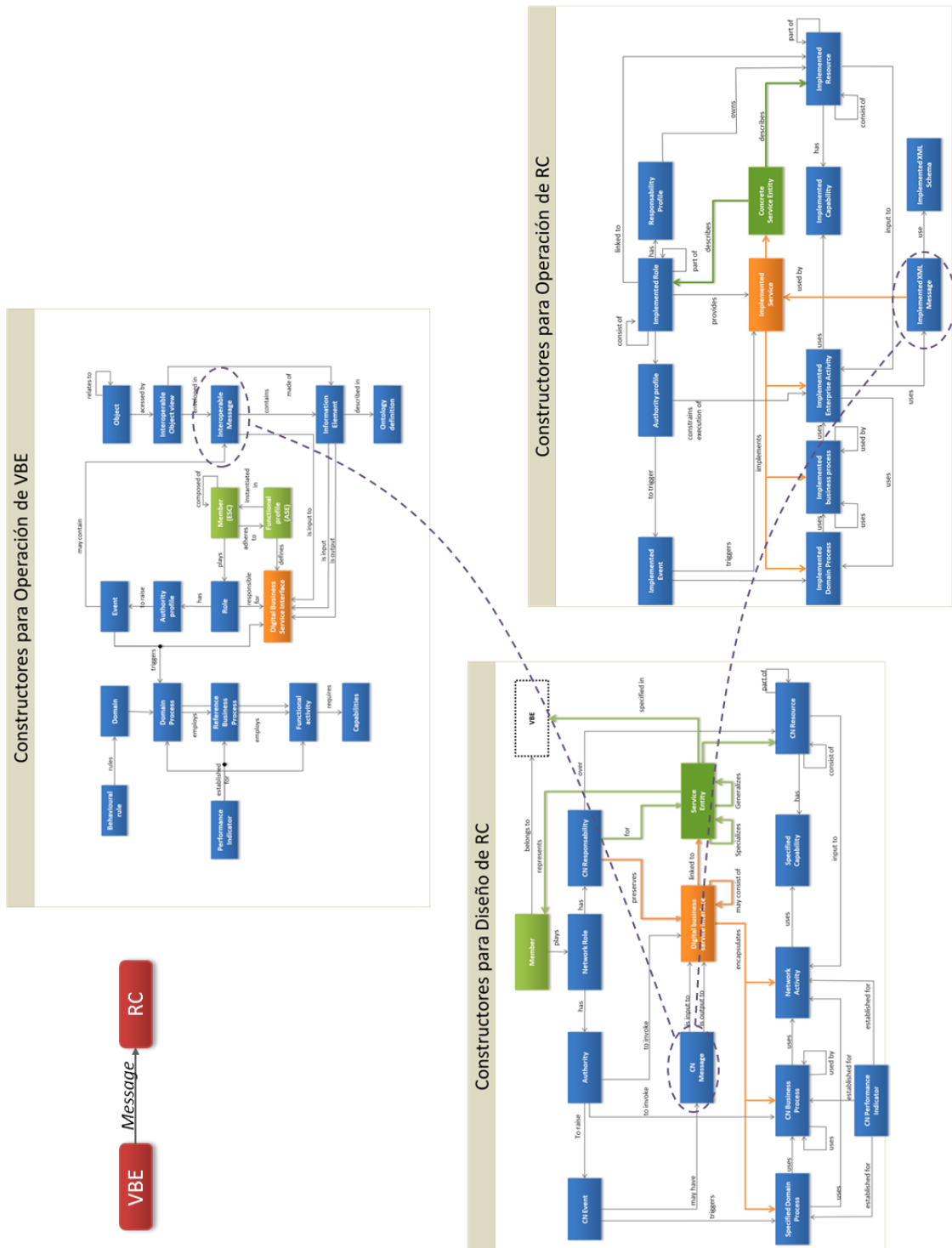


Figura 7-24: El constructor *Message* en la Integración entre VBE y RC

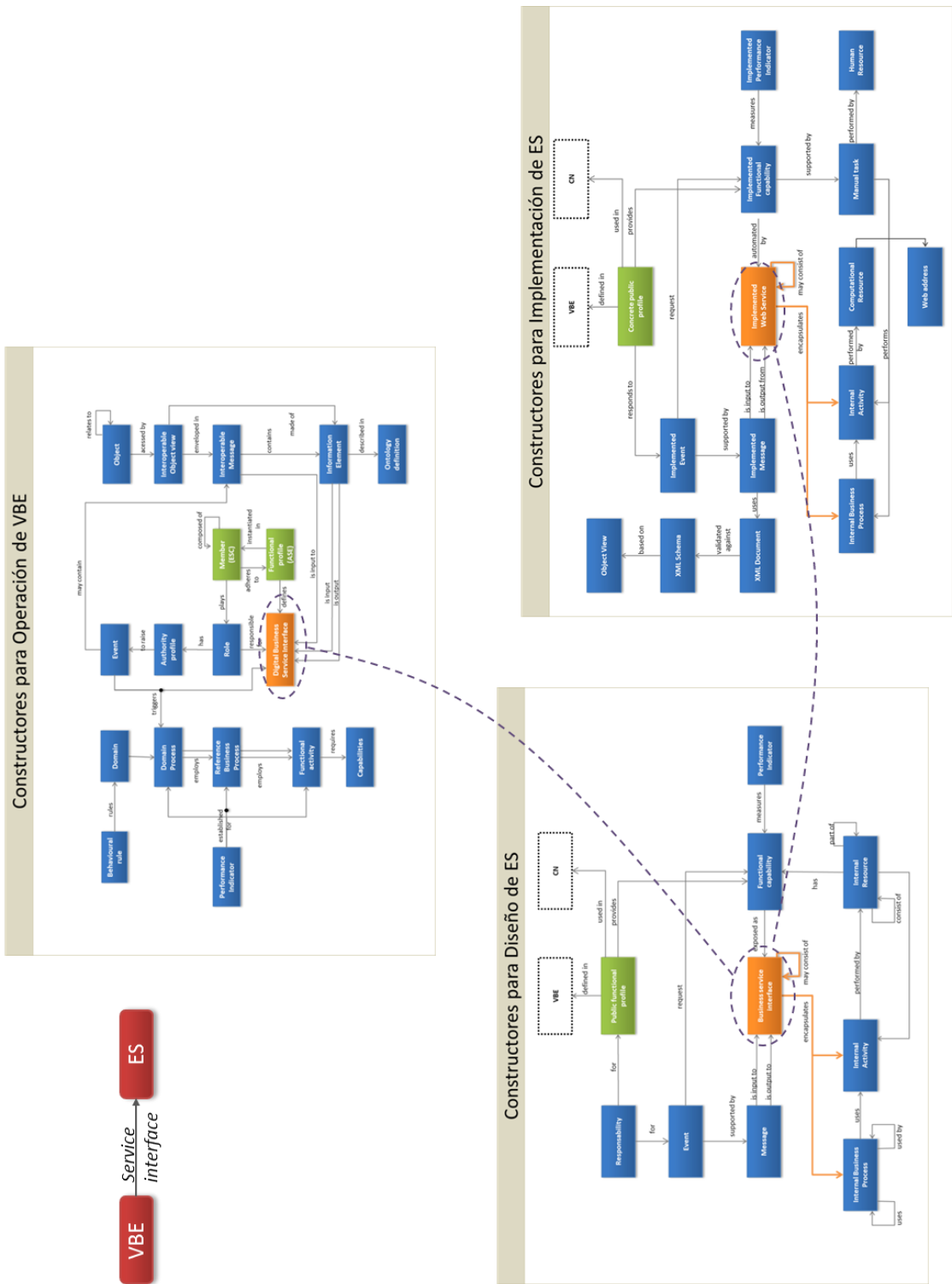


Figura 7-26: El constructor Business Service (o derivaciones) en la Integración entre VBE y ES

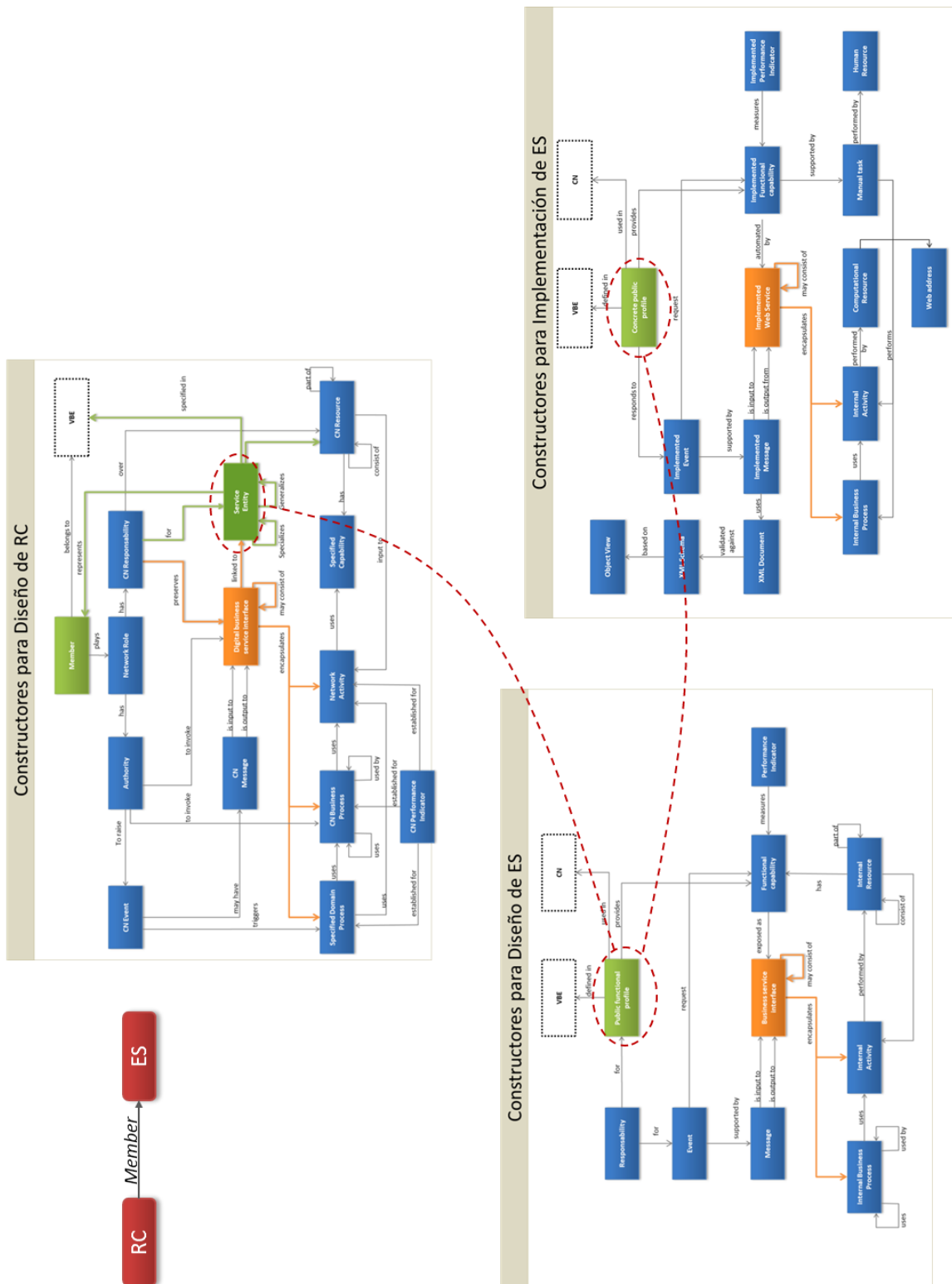


Figura 7-27: El constructor *Service Entity* (o derivaciones) en la Integración entre RC y ES

Como se ha indicado en el apartado 7.4.1, las fases de Creación y Operación tanto de RC como de ES tienen lugar durante la fase operativa del VBE.

A nivel de la integración de las arquitecturas, este hecho se ha representado mediante la utilización de un pequeño diagrama de Gantt que representa la ejecución de cada una de las fases de los respectivos CdV (ver Figura 7-28).

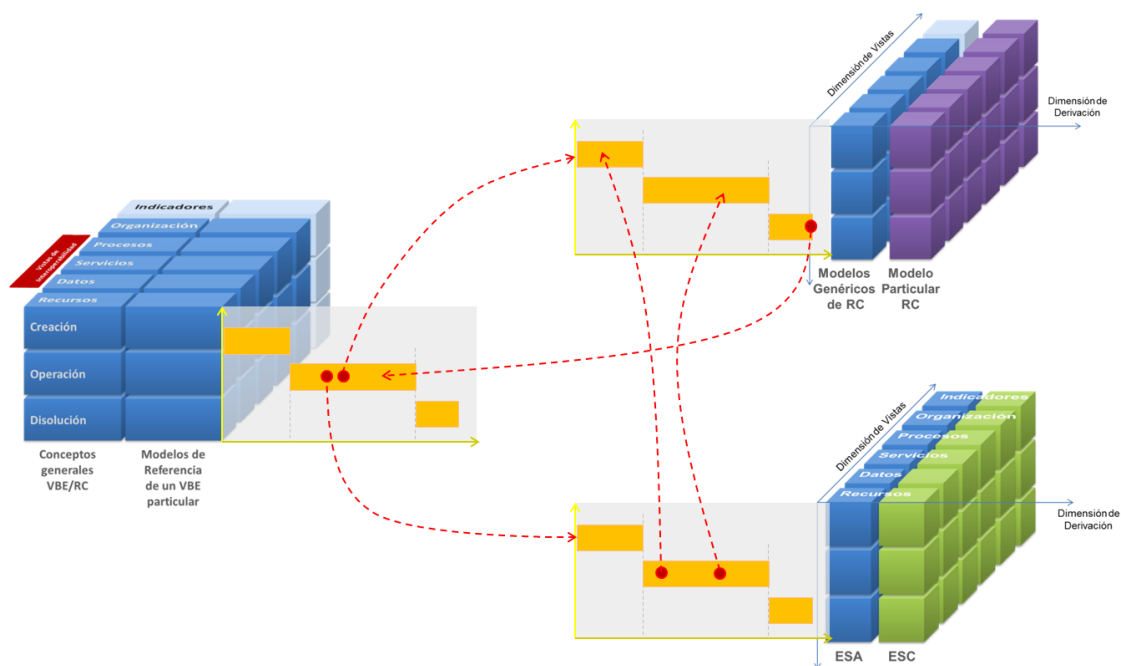


Figura 7-28: Relación temporal de los distintos procesos de instancia de las arquitecturas

En la figura anterior se representa cómo la instancia de RC y de ES ocurre durante la operación del VBE. También se ha representado cómo, tras la fase de Diseño, la ES puede ser utilizada en el Diseño y Operación de la RC y, finalmente, que la fase de Disolución de la RC también ocurre dentro de la operación del VBE.

La Figura 7-29 representa una generalización del caso anterior cuando se tiene en cuenta que, como la propuesta contempla, puede existir múltiples instancias paralelas tanto de RC como de ES.

La integración propuesta en este apartado tiene como finalidad que, apoyándose en los principios de Interoperabilidad e Ingeniería Empresarial, sea posible concretar una gestión integrada de este tipo de escenarios a partir de una arquitectura unificada, desarrollada en los tres niveles considerados.

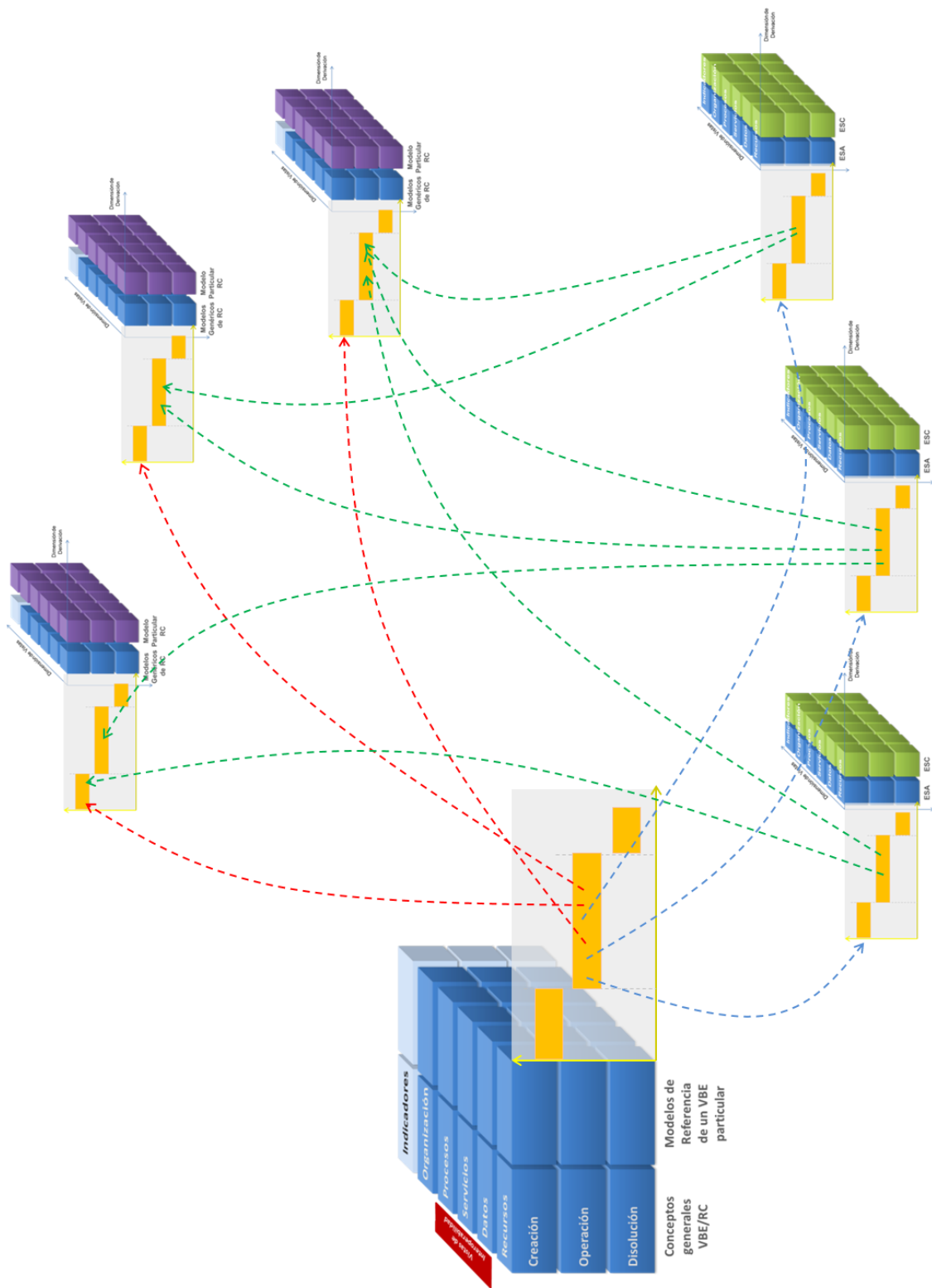


Figura 7-29: Efecto de la instancia múltiple de RC y ES y los correspondientes CdV

7.6.5 Enfoques de modelado al utilizar la arquitectura

Otra consideración a tener en cuenta al momento de realizar la integración y la modelización utilizando las arquitecturas parciales es que, dependiendo del caso que se considere, el enfoque o paradigma de modelado a utilizar será diferente y con ello el modelador también deberá tener en cuenta los distintos perfiles posibles para precisar cada modelo.

Cuando se realice la derivación desde el VBE hacia las RC, se deberá utilizar una aproximación centrada en la Ingeniería de Procesos de Negocio como los elementos integradores de los distintos aspectos del modelado (ver Figura 7-30).

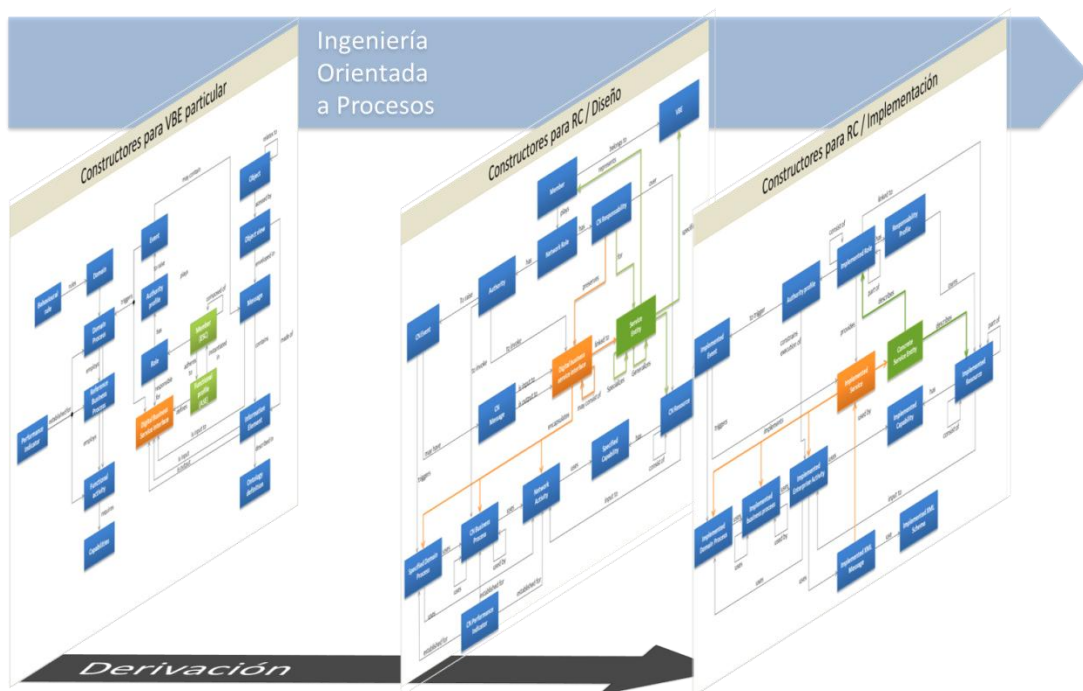


Figura 7-30: Derivación centrada en la Ingeniería de los Procesos

Complementariamente, cuando la derivación de modelización tenga como finalidad la creación de ES, entonces el modelador deberá adoptar una perspectiva centrada en la Ingeniería de Servicios, teniendo en cuenta que inicialmente este diseño estará enfocado en los aspectos de negocio y la interfaz de dicho servicio pero que en una instancia posterior dicho modelo será convertido a especificación de un servicio digital.

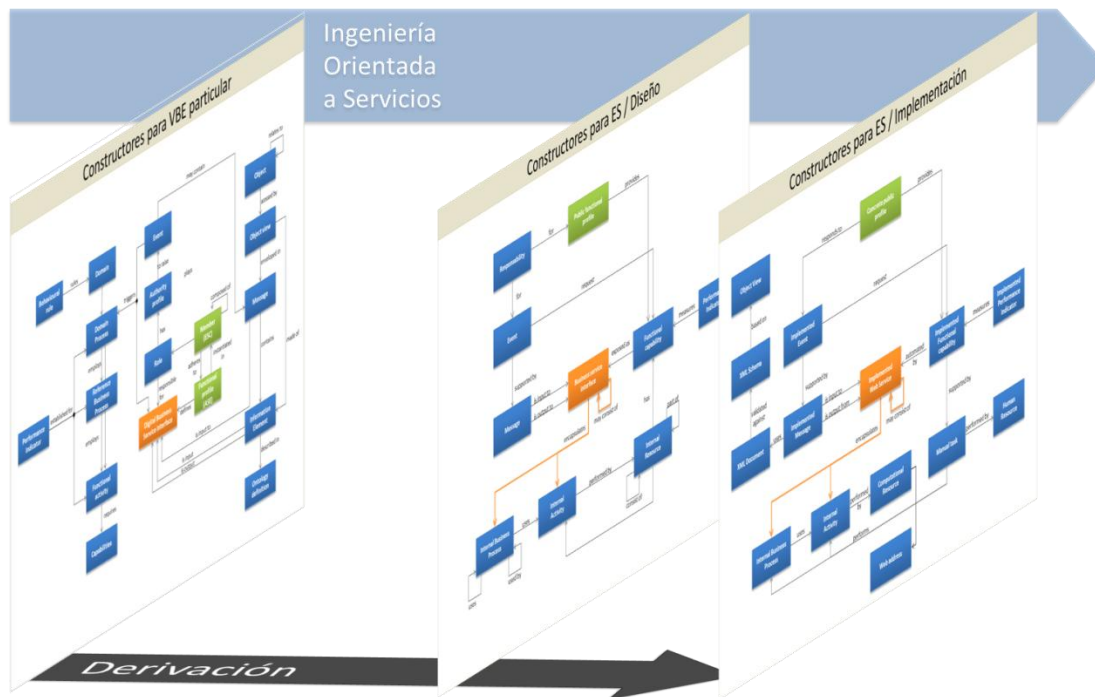


Figura 7-31: Derivación centrada en la Ingeniería de los Servicios

7.7 Interoperabilidad en la arquitectura propuesta

En los capítulos iniciales de este documento se puso de manifiesto que, de todos los aspectos posibles que pueden facilitar la gestión de RC, la interoperabilidad empresarial era el aspecto que interesaba abordar en el desarrollo de esta propuesta.

De este modo, el diseño de la arquitectura ha adherido a ese principio en todo momento, buscando la definición de mecanismos que disminuyeran las barreras asociadas a ella, en el ámbito – procesos, servicios o datos – que se considerase. Por ello, las formas de abordar los aspectos de interoperabilidad en la arquitectura son múltiples.

En primer lugar, la existencia de un conjunto de constructores que son comunes a todos los entornos considerados – VBE, RC y ES – garantiza consistencia entre los modelos creados a partir de ellos.

En segundo lugar, la forma de derivación propuesta, a partir del VBE derivar hacia el diseño de RC o ES, garantiza consistencia entre los modelos derivados a partir de él. Es decir, las distintas RC que son creadas a partir de un mismo VBE poseen los mismos constructores de diseño y por

lo tanto, los modelos, por ejemplo de procesos, creados en cada una de ellas son también consistentes. Por su parte, las ES también poseen la misma característica.

En tercer lugar, se ha comentado también que el VBE se convierte en el ámbito en el que es posible crear modelos de referencia para ser utilizados en la instanciación tanto de RC como de ES.

Esto significa que, a nivel de **interoperabilidad de procesos**, dos RC pueden instanciar un mismo proceso de referencia definido en el VBE y, por tanto, los modelos particulares de dicho proceso para las dos RC serían similares.

Si dicho proceso contuviese una actividad encapsulada tras una interfaz de servicio digital, se darían las siguientes situaciones, tendientes a facilitar la interoperabilidad:

- Todas las ESC instanciadas bajo la definición de ESA que contuviese ese servicio podrían prestarlo indistintamente a la RC. Esto supondría que las distintas ES pueden ser intercambiadas fácilmente para la prestación de dicho servicio.
- Una misma ESC podría prestar el mismo servicio en todas aquellas instanciaciones de dicho proceso en las que fuera utilizado dicho servicio, en el ámbito de una RC. Con lo cual, la barrera de interoperabilidad a nivel de procesos para esa ESC sería prácticamente nula.
- La misma ESC podría contribuir funcionalmente a todas aquellas RC que utilizaran dicha interfaz de servicios en sus procesos.

Respecto a la **interoperabilidad de servicios**, la arquitectura promueve que las interfaces de los servicios digitales sean definidas de forma homogénea o estandarizada en todo el ámbito del VBE y, por el proceso de derivación, tales especificaciones sean utilizadas tanto en la instanciación de RC como de ES.

De este modo, la definición de una determinada interfaz de servicio en el VBE permite, desde el punto de vista de la interoperabilidad que:

- Todas las ESC que sean instanciadas bajo la definición de ESA que contiene esa definición de interfaz utilicen la misma especificación para implementar su funcionalidad. Esto implica que para el coordinador de las operaciones de una RC, todas las ESC son capaces de proveer, de forma similar, el servicio en cuestión, siendo posible entonces, intercambiar el prestador del servicio prácticamente sin esfuerzo.

- Una ESC podrá ofrecer el mismo servicio digital en todos aquellos procesos de negocio en los que éste sea utilizado, independientemente de la RC que se considere.
- Cualquier nueva ESC instanciada en el VBE es capaz de prestar este servicio y, acceder de forma inmediata a las solicitudes de prestación de servicios que se originen por dicho servicio.

La **interoperabilidad de datos** también se aborda en la arquitectura. De modo similar a lo que ocurre con las interfaces de servicios, la arquitectura prevé la posibilidad de definir modelos de documentos que puedan ser utilizados como referencia en todo el ámbito del VBE y de las RC que se deriven de éste.

Esto significa que a nivel de VBE es posible definir un formato de datos, habitualmente un documento XML, que podrá ser utilizado en el diseño, por ejemplo, de un proceso de referencia.

De este modo, todas las instanciaciones que se realicen de dicho proceso de referencia utilizarán la misma definición de documento, independientemente de la RC en éstos estén instanciados.

Del mismo modo, todas las ESC que ofrezcan un determinado servicio cuya interfaz utilice un determinado esquema de mensaje, utilizarán dicha especificación de referencia.

7.8 Conclusiones

En este capítulo se ha presentado la arquitectura integrada que es parte fundamental de las aportaciones de esta Tesis Doctoral.

Para su definición, previamente se han realizado algunos desarrollos para obtener, en primer lugar, una visión integrada para el Ciclo de Vida de una RC y así poder identificar el marco operativo global que se intentará reflejar en la arquitectura.

Avanzando en la construcción de la arquitectura, se ha presentado la relación entre el conjunto de vistas de modelado de cada uno de los tres entornos considerados y se ha resaltado el rol de las ES como facilitadoras de la gestión integrada que aquí se pretende.

Tras este paso, se ha completado la definición de la arquitectura. Para ello se ha tomado como punto de partida cada uno de las propuestas parciales avanzadas en los Capítulos 3, 4 y 6 de este documento.

Para cada uno de los marcos allí presentados se han detallado los principales constructores que se han definido a cada nivel y posteriormente se han establecido distintas relaciones entre ellos.

A modo de ejemplo, se ha mostrado la relación existente entre algunos de los principales constructores de VBE y RC, de VBE y ES, y se ha establecido la relación entre RC y ES también a nivel de constructores de modelado.

La definición de estas relaciones entre esquemas de modelado se debe interpretar como que la intersección de sus conjuntos de constructores no es vacía. Es decir, existe un subconjunto de constructores que, definidos por ejemplo en el ámbito del VBE, serán utilizados para crear los modelos de RC y ES.

Estas relaciones también ponen de manifiesto la relación temporal que debe existir en la creación de los distintos modelos y que se corresponde con la relación de facilitadores descrita en el apartado 7.2.

En los siguientes capítulos se mostrará cómo esta la arquitectura que aquí se ha presentado se complementa con la metodología (Capítulo 8) y la plataforma tecnológica (Capítulo 9) implementada a partir de ella.

Capítulo 8

Metodología para la gestión integrada de VBE, RC y ES

Tabla de Contenidos

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

Índice de Figuras

Figura 8-1. Vista general de la arquitectura integrada	450
Figura 8-2. Integración de los principales bloques funcionales para permitir RC interoperables	451
Figura 8-3. Estructura de la metodología integrada	453
Figura 8-4. Ciclo de Vida para la Gestión de VBE	456
Figura 8-5. Diagrama de Casos de Uso del Gestor de VBE	458
Figura 8-6. Preparación del VBE.....	459
Figura 8-7. Operación del VBE.....	461
Figura 8-8. Disolución del VBE.....	463
Figura 8-9. Ciclo de Vida para la Gestión de RC	464
Figura 8-10. Caso de Uso para la Gestión de RC.	465
Figura 8-11. Creación y Preparación de una RC.	466
Figura 8-12. Operación de una RC.....	468
Figura 8-13. Disolución de una RC.	470
Figura 8-14. Ciclo de Vida de las Entidades de Servicios.....	471
Figura 8-15. Caso de Uso para la creación de ES.....	471
Figura 8-16. Caso de Uso para la Operación de ES.....	472
Figura 8-17. Caso de Uso para la Disolución de una ES.....	473
Figura 8-18. Relación funcional entre los Ciclos de Vida de VBE, RC y ES.....	474

8.1. Introducción

En este capítulo se describe la metodología que complementa la propuesta MAT de esta Tesis. Como se describirá en las distintas secciones de este capítulo, la metodología aquí propuesta carece de la linealidad de una metodología tradicional en la que cada fase toma las salidas de la anterior y genera entradas para la fase siguiente.

Por el contrario, la aproximación que aquí se presenta se basa en analizar la interrelación de los distintos CdV a nivel funcional y plantear las interacciones que cada rol tiene con los demás.

El documento que describe la metodología se ha estructurado en dos partes. En la primera, se presenta una visión general de la metodología en la que, a fin de facilitar la comprensión del enfoque se ha introducido una versión simplificada de la metodología, intentando seguir un enfoque más tradicional, basado en la linealidad de cada una de las etapas.

En la segunda parte del documento, se describe la metodología en detalle, teniendo en cuenta las distintas visiones de cada uno de los roles implicados.

El capítulo concluye con un ejemplo introductorio en el que se muestra cómo, con el apoyo de la plataforma tecnológica, se puede aplicar a un caso concreto.

8.2. Consideraciones previas

8.2.1. Aproximación general

En este capítulo se describe la metodología que, creada a partir de la arquitectura y apoyada por la plataforma tecnológica, permite dar soporte a la ingeniería y operación de RC dinámicas e interoperables.

En el desarrollo de los capítulos introductorios se ha puesto de manifiesto que esta propuesta de Tesis Doctoral se conformaba a partir de la combinación de tres aproximaciones VBE, RC y ES.

Se ha comentado también que la existencia del VBE es un facilitador crítico en la posibilidad de disponer de un entorno para la ingeniería y operación de RC y que la propuesta de solución aquí descrita se basaba en la integración de los tres ciclos de vida de cada una de esas entidades (ver Apartado 7.4).

Durante la fase operativa del VBE se consideraba que dos CdV podrían ocurrir simultáneamente:

- Los nuevos miembros se registran en el VBE para, posteriormente, estar disponible en caso de presentarse nuevas oportunidades de colaboración
- En paralelo, un gestor de RC puede solicitar la creación de una nueva red al gestor del VBE. Tras recibir su aprobación, comenzaría el diseño estructural de la red, invitando a un conjunto de miembros del VBE.

Desde el punto de vista arquitectónico, la relación entre los distintos ciclos de vida quedaba reflejada en la siguiente figura que se introdujo en el capítulo anterior:

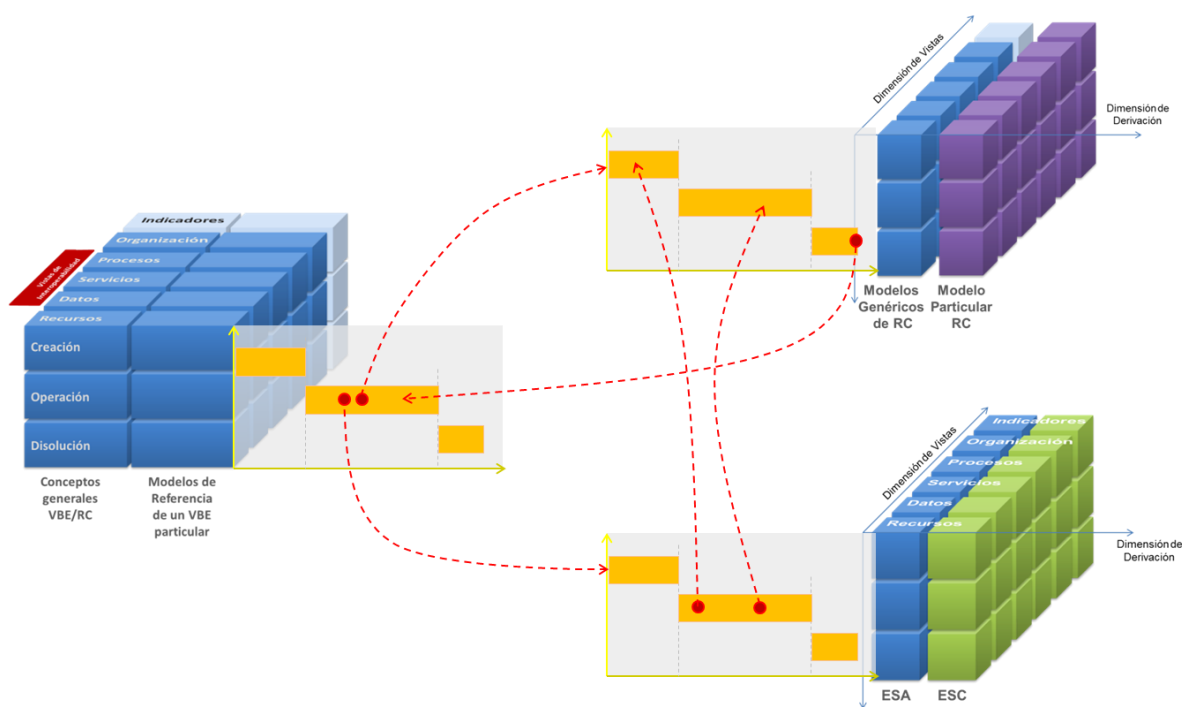


Figura 8-1. Vista general de la arquitectura integrada

En la Figura 8-1 se mostraba cómo existía una interrelación entre los distintos CdV del VBE, las RC y las ES. Se representaba el despliegue temporal de dichas relaciones, enfatizando en la concurrencia de dos procesos de instanciación que se daban en paralelo: la instanciación de RC y de ES. Posteriormente, también se establecerían relaciones entre las distintas ESC y las RC creadas a partir del VBE.

Tomando esta descripción como punto de partida, el primer aspecto que destaca es la necesidad de precisar metodológicamente cómo se establece la relación entre los distintos CdV.

De modo que para alinear los tres ciclos de vida planteados, es necesario identificar cuáles son las principales relaciones funcionales que se establecen entre ellos. En la Figura 8-2 se muestra cómo las actividades principales de dichos CdV son alineadas para permitir la gestión de RC interoperables.

Una vez que el VBE ha sido creado y configurado, comienza su etapa operativa en la que se realiza la gestión de todas las actividades de su CdV. Estas comprenden, fundamentalmente, la gestión de miembros y el soporte a la gestión del CdV de la RC.

Cuando se decide la creación de una nueva RC, el gestor de la red solicita su aprobación al gestor del ecosistema. Una vez recibida, se procede a configurarla y, al finalizar, comienza su fase operativa también.

Esta fase operativa tiene muchas actividades. Para describir el enfoque sólo se representan dos procesos principales: la gestión estructural de la RC, es decir, los nodos que la componen y los procesos de negocio que dan soporte a sus operaciones.

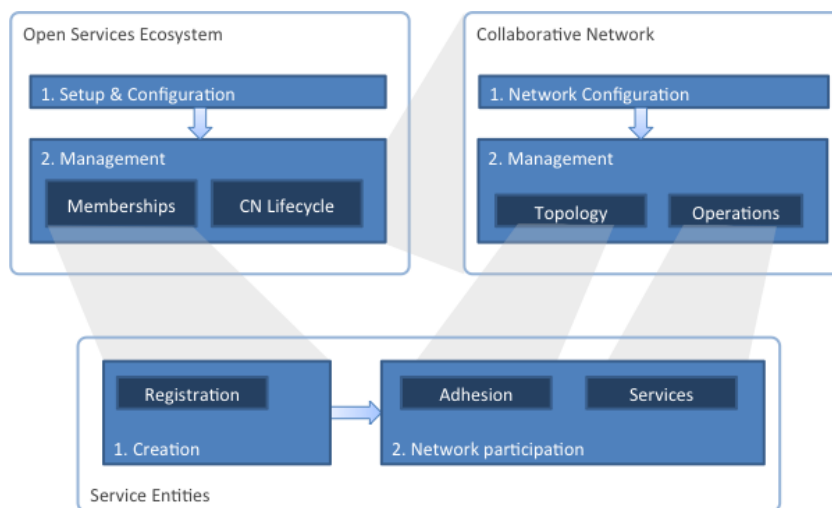


Figura 8-2. Integración de los principales bloques funcionales para permitir RC interoperables

Al mismo tiempo, las organizaciones han comenzado su proceso de registro en el VBE. Cuando lo completan, se convierten en miembros activos que pueden pasar a formar parte de futuras RC.

A este nivel funcional, la gestión de la topología de la RC está alineada con el proceso de adherirse a una RC por parte de una ES. Esta interacción ocurre tantas veces como la empresa es invitada a formar parte de una RC o bien ofrece sus servicios a ella.

Finalmente, durante la fase operativa de la RC, se solicita a cada ES que provea los servicios que permitan concretar la ejecución de los procesos de negocio extendidos de la RC.

De este modo, los tres CdV comparten algunos procesos de negocio en los que intervienen los distintos roles que en ellos se identifican.

8.2.2. Roles

Según el enfoque propuesto, se han identificado tres roles en el ámbito de la propuesta y, en consecuencia, de la metodología:

- Gestor del VBE: este rol se encarga de gestionar todas las actividades del CdV del VBE, incluyendo el soporte a la gestión de los CdV de las RC y las ES.
- Gestor de la RC: este rol se encarga de crear y gestionar las RC que dependen del VBE considerado. A nivel general, esto implica gestionar tanto la estructura como los procesos operativos de la RC.
- Gestor de la ES o Nodo: este rol es desempeñado por las distintas organizaciones que, una vez vinculadas al VBE, son consideradas miembros potenciales de las RC.

Las próximas secciones y apartados describen la aproximación metodológica a partir de tener en cuenta las necesidades de cada uno de los roles aquí identificados.

8.3. Visión general de la metodología

El enfoque propuesto para la metodología se apoya en la necesidad de la integración funcional de los ciclos de vida pero además introduce algunos elementos adicionales a partir de considerar los VBE como facilitadores principales de esta aproximación.

En la Figura 8-3 se han representado los pasos metodológicos generales que se deben seguir al realizar la ingeniería y operación de una RC, apoyándose en la utilización de la plataforma tecnológica que completa esta propuesta y se describe en el Capítulo 9.

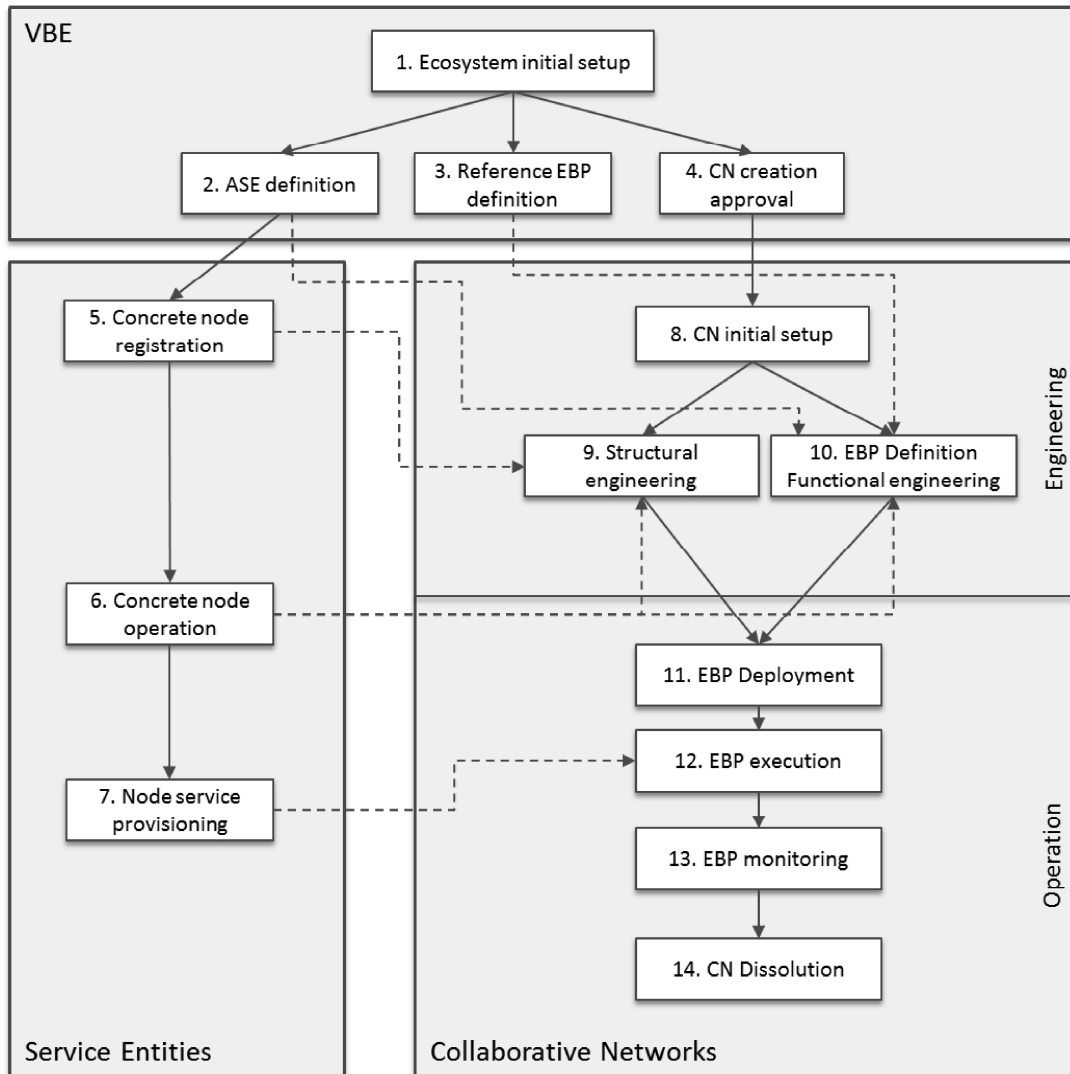


Figura 8-3. Estructura de la metodología integrada

La primera actividad a completar es la configuración y puesta en marcha del VBE. Esto implica crear los repositorios vacíos e identificar los usuarios responsables de su gestión, entre ellos al que desempeñará el rol de Gestor del VBE (paso 1) en la figura.

Cuando se ha completado dicha configuración, es posible lanzar tres procesos paralelos relacionados con:

- **La modelización de ESA:** implica identificar y definir los perfiles de ES que van a registrarse en el VBE. Esta actividad se podrá realizar cada vez que sea necesario crear un nuevo perfil o actualizar uno existente. Por ejemplo, en el caso de un VBE para redes e fabricación, la especificación de ESA puede incluir: fabricante, proveedor, operador logístico, almacén, distribuidor, minorista, ensambladores, etc. Para cada definición se incluirá tanto la información que permita gestionar dicho nodo como parte de la estructura de una RC así

como los servicios que, posteriormente, formarán parte de los distintos procesos extendidos. En la figura se ha representado como el Paso 2.

- **Definición de Procesos de Referencia:** los VBE son considerados espacios de interoperabilidad. Por esta razón, a este nivel puede existir un conjunto de procesos de negocio de referencia que, posteriormente, serán instanciados en los procesos concretos de una RC (paso 3 y la flecha punteada que se dirige al paso 8). Esos procesos de referencia serán diseñados como patrones de procesos considerando las necesidades reales de coordinación de actividades de las RC vinculadas a este VBE. Los actores de estos procesos serán las ESA definidas en el VBE y las capacidades funcionales se basarán en las capacidades (servicios) que éstas ofrecerán a las RC.
- **Aprobar la creación de una RC:** este paso está destinado a dar soporte al proceso de creación de una nueva RC. Cuando se decide su creación, el primer paso es solicitar su aprobación al gestor del VBE. Dependiendo del criterio final de éste, la aprobación podrá ser concedida o denegada. Si es aprobada, el Gestor de la RC puede comenzar con la Ingeniería de la RC (paso 4).

Estos pasos que representan la configuración inicial del VBE deben considerarse como procesos que están siempre activos y que se lanzan cada vez que el gestor debe realizar cualquier modificación de los modelos actuales del VBE o añadir unos nuevos.

Como se ha descrito a nivel arquitectónico también, una vez que se completa esta configuración inicial, dos ramas paralelas pueden ocurrir.

En primer lugar, los pasos que permiten la creación y operación de ESC dentro del VBE. El Paso 5 está destinado a determinar las instancias concretas que serán creadas dentro del VBE a partir de las definiciones de ESA existentes en ese momento. El proceso de instanciación significa crear instancias específicas proveyendo atributos y servicios a las definiciones de ESA.

Cuando una ESC comienza su fase operativa (paso 6), pueden ser invitados a formar parte (perspectiva estructural) de una RC. Al hacerlo de este modo, sus servicios serán utilizados en la fase de Ingeniería de la RC para crear definiciones de procesos extendidos o colaborativos. En el Paso 7, definidas como servicios ejecutables, serán orquestados por el entorno de ejecución para concretar la ejecución de una instancia de dichos procesos.

La segunda rama metodológica se orienta a dar soporte a la Ingeniería y Operación de las distintas RC que dependen del VBE. Esta rama incluye:

- **Configuración inicial de la RC:** esta actividad incluye los procedimientos para la creación de los repositorios locales para la RC. Esto incluye todos aquellos parámetros que darán forma definitiva a la RC que se está modelando y que podrán condicionar su funcionamiento futuro (Paso 8).
- **Gestión de la estructura de la RC:** la ingeniería estructural de la RC implica la identificación y selección de los distintos nodos de la RC. Para ello, los nodos serán las distintas ESC registradas y operativas del VBE. La estructura podrá ser modificada en cada momento incorporando nuevos nodos o quitando los existentes (Paso 9).
- **Definición de Procesos de Negocio Extendidos (PNE):** la ingeniería funcional de la RC se refiere a la definición de los procesos de negocio que apoyan las operaciones de la RC. Para llevarlo a cabo, el gestor de la RC preparará modelos de procesos utilizando las ES (abstractas o concretas) y sus servicios para integrarlos en dichos modelos (Paso 10).
- **Despliegue de PNE:** esta actividad se refiere a la implementación de versiones ejecutables de procesos de negocio. Esto implica que los procesos definidos en el entorno de ingeniería son llevados a un entorno operativo, habitualmente utilizando una herramienta para gestión de procesos de negocio (Paso 11).
- **Ejecución de PNE:** en este paso (Paso 12) las distintas instancias de los PNE son orquestadas por la herramienta de gestión de procesos. Las distintas ESC proveerán sus servicios, de forma manual o automatizada para dar soporte a dichas ejecuciones.
- **Monitorización de PNE:** esta actividad tiene como finalidad facilitar la monitorización de los distintas instancias de PNE dentro de la RC. Esto permite que el gestor de la RC pueda volver al entorno de Ingeniería para realizar los ajustes que procedan (Paso 13).
- **Disolución de la CN:** cuando el gestor de la RC decide que ha llegado el momento de su disolución, los repositorios utilizados para contener la información de la RC son liberados y las ESC vinculadas a la RC son liberadas de su participación en ella pero permanecen vinculadas al VBE (Paso 14).

Una vez que se ha presentado esta visión global de la metodología, la siguiente sección describirá de forma detallada las actividades indicadas a partir de la integración funcional de cada uno de los distintos aspectos funcionales de los CdV.

8.4. Visión detallada de la metodología

8.4.1. Gestión de VBE

8.4.1.1. Gestión del ciclo de vida de un VBE

El rol del gestor del VBE puede ser desempeñado por una persona u organización que se encargará de llevar a cabo todas las etapas de su CdV. Como se muestra en la Figura 8-4, el ciclo de vida funcional del VBE consta de tres etapas ya descritas con anterioridad.

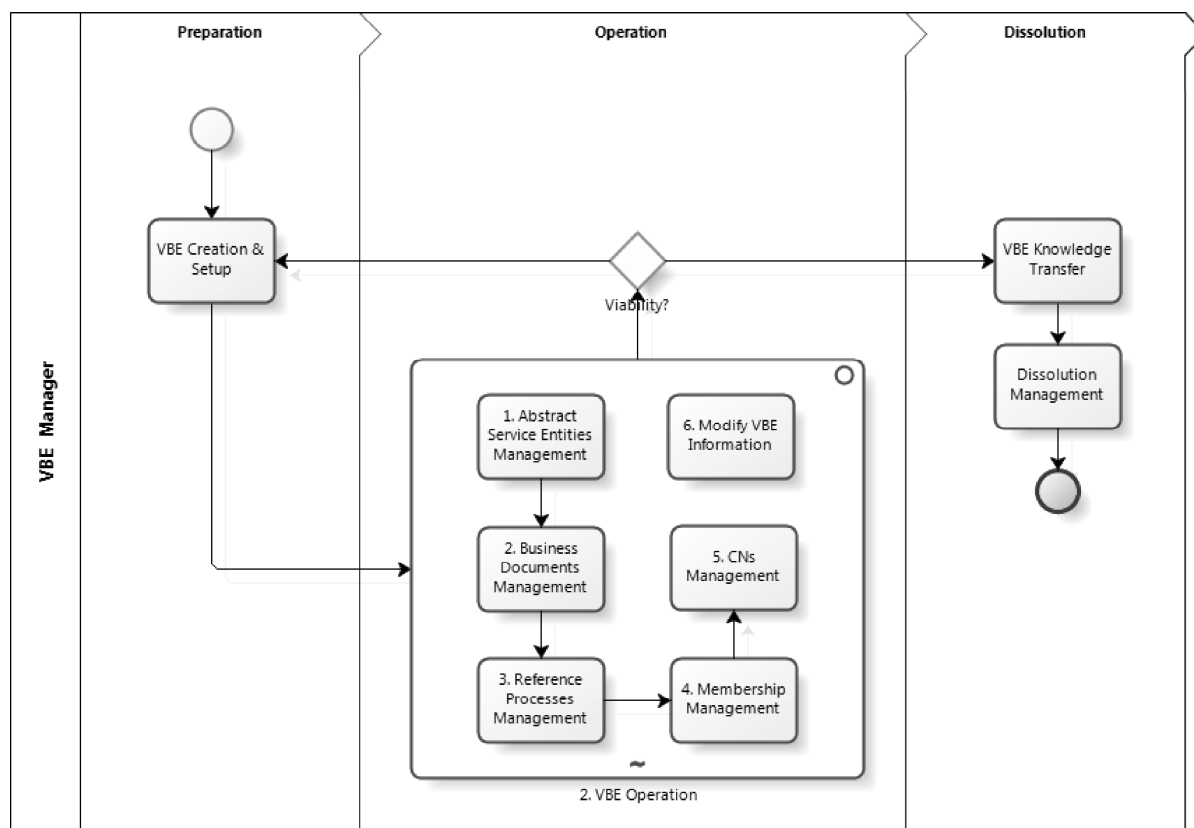


Figura 8-4. Ciclo de Vida para la Gestión de VBE

La primera etapa tiene como objetivo preparar toda la infraestructura técnica y organizativa que facilite la puesta en marcha del VBE. Cuando esta tarea se concrete en la plataforma, estará fundamentalmente orientada a la creación de los repositorios vacíos, las bases de datos y la asignación inicial de roles a los usuarios.

Cuando esta etapa está finalizada, comenzará la fase operativa del VBE, en el cual el gestor tendrá la posibilidad de realizar múltiples tareas entre las que se incluyen:

- **ASE Management:** esta tarea está relacionada con la creación de las definiciones de ESA y que posteriormente serán utilizadas para instanciar las distintas ESC. Este proceso consistirá en la definición de los atributos genéricos y la definición de las interfaces de servicios que cada ESC ofrecerá a las distintas RC.
- **Reference Process modelling:** se refiere a la posibilidad de crear plantillas de procesos de negocio que posteriormente podrían ser utilizados en la creación de los procesos de RC. El modelado de estos procesos incluye la utilización de las ESA como actores y de sus servicios como posibles unidades funcionales.
- **Business Documents and messages:** esta tarea tiene por finalidad permitir la definición de los esquemas de mensajes y flujos de información que serán utilizados en el ámbito del VBE y las RC como parte de los procesos de negocio.
- **Collaborative Networks management:** el gestor del VBE también tiene como misión dar soporte los distintos aspectos que pueden presentarse durante la gestión de una RC.
- **Memberships management:** esta tarea se refiere a la gestión de todas las solicitudes de adhesión al VBE que son recibidas por parte de las distintas organizaciones. Este proceso consiste en instanciar una ESA en una ESC y, tras confirmarse su adscripción, la ESC se convierte en miembro activo del VBE y potencial de las distintas RC.
- **VBE-related information:** esta tarea solo tiene por finalidad mantener actualizada la información pública del VBE, tales como su nombre, reglas, responsable, etc.

La etapa final tiene por misión dar soporte a la disolución del ecosistema. Si bien se espera que éstos duren indefinidamente, el gestor puede decidir acerca de la finalización de sus actividades y lanzar el conjunto de actividades que permiten recoger toda la información y el conocimiento generado durante su CdV.

Los siguientes apartados describirán con más detalle este ciclo de vida general, con el fin de preparar también la especificación de requerimientos para la plataforma tecnológica a implementar.

Con ese fin, se introduce un conjunto de diagramas de Caso de Uso utilizando la notación UML (Unified Modelling Language).

En la Figura 8-5 se presenta una visión global y luego se describe cada Caso (UC – Use Case) con más detalle.

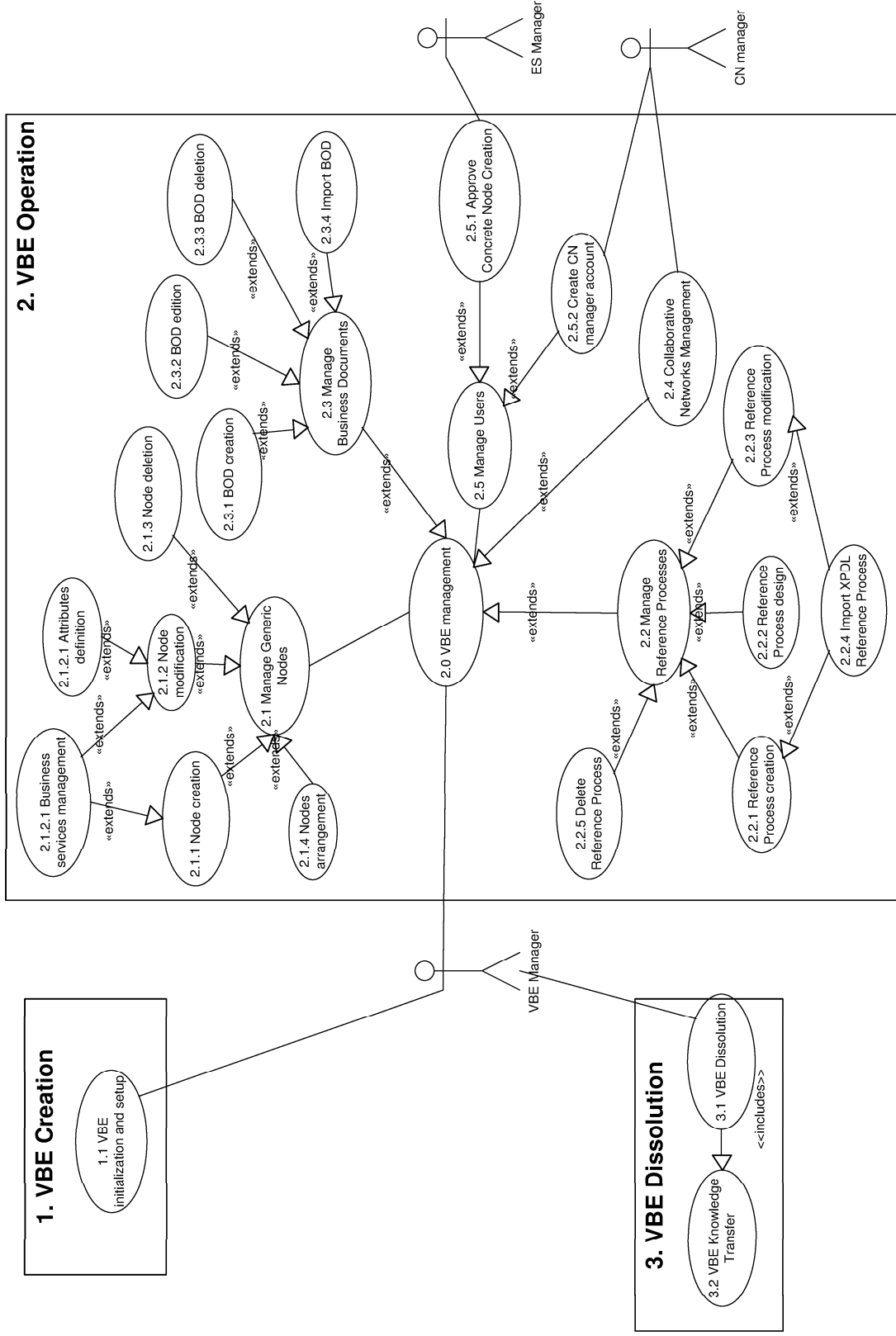


Figura 8-5. Diagrama de Casos de Uso del Gestor de VBE

8.4.1.2. Creación del VBE

La orientación que se da aquí a esta actividad está orientada fundamentalmente a la posterior implementación de esta funcionalidad en la plataforma tecnológica. Si bien existen muchos pasos previos a la creación del VBE, aquí interesa rescatar aquellos que tienen que ver con la posterior gestión de ES y RC (ver Figura 8-6. Preparación del VBE).

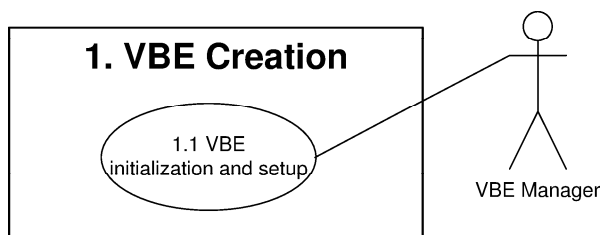


Figura 8-6. Preparación del VBE

UC.1.1 VBE initialization and setup: la creación de un VBE implica, a este nivel, que el gestor deberá proveerle un nombre que le identifique, una breve descripción, información complementaria que ayude a comprender su misión y objetivos y una dirección de Internet en el que puede ser localizado. Internamente, la infraestructura tecnológica preparará todos los repositorios necesarios para recoger la información del funcionamiento del VBE.

8.4.1.3. Operación del VBE

Una vez que se ha creado el VBE, el gestor realizará un conjunto de tareas necesarias para su gestión. Una visión global se incluye en la Figura 8-7 y los detalles se proveen a continuación.

UC.2.1 ASE Management: el gestor del VBE podrá crear, modificar o suprimir definiciones de ESA. Las entidades se definirán según el gestor prevea que éstas se manifestarán en el ámbito del VBE. Adicionalmente, las entidades se podrán generalizar o especializar según las necesidades del gestor del ecosistema y se establecerá entre ellas una relación como la descrita en el Capítulo 6. En este caso, los atributos y servicios de cada entidad podrán heredarse de padres a hijos.

De modo más detallado, gestionar entidades de servicios implica:

- **UC.2.1.1 ASE creation:** la información necesaria a proveer durante el proceso de creación sera la siguiente: un nombre para la ESA, una breve descripción y los datos que también se pueden modificar posteriormente.
- **UC.2.1.2 ASE modification:** una vez que se ha creado la ESA, el gestor podrá modificar su información general y añadir sus atributos y servicios:
 - *UC.2.1.2.1 Attributes definition:* el modelador podrá añadir atributos a una ESA. Los atributos proveen una forma de describir y caracterizar la estructura informacional de las entidades. Posteriormente, durante el proceso de instanciación,, los atributos genéricos serán provistos de valores. A modo de ejemplo, considere la entidad Farmacia. Cada farmacia es distinta pero poseen un atributo, el Numero de Identificación Fiscal, que permite distinguir unas de otras. En consecuencia, el NIF se definirá como un atributo de la ESA farmacia y durante el proceso de instanciación adquirirán valores.

Los atributos pueden ser tipos de datos imples, enumeraciones o esquemas definidos en el ámbito del VBE.

- *UC.2.1.2.2 Service interfaces definition:* otra de las actividades del modelador consistirá en definir las interfaces de servicios para cada una de las entidades del VBE. Para definir una interfaz será necesario proveerle un nombre, sus parámetros de entrada y los parámetros de salida, junto con una especificación de la funcionalidad que el servicio deberá proveer.
- **UC.2.1.3 ASE deletion:** esta actividad permite suprimir la definición de una ESA siempre que no existan ESC ya instanciadas, en cuyo caso sólo se podrá registrar como no disponible.

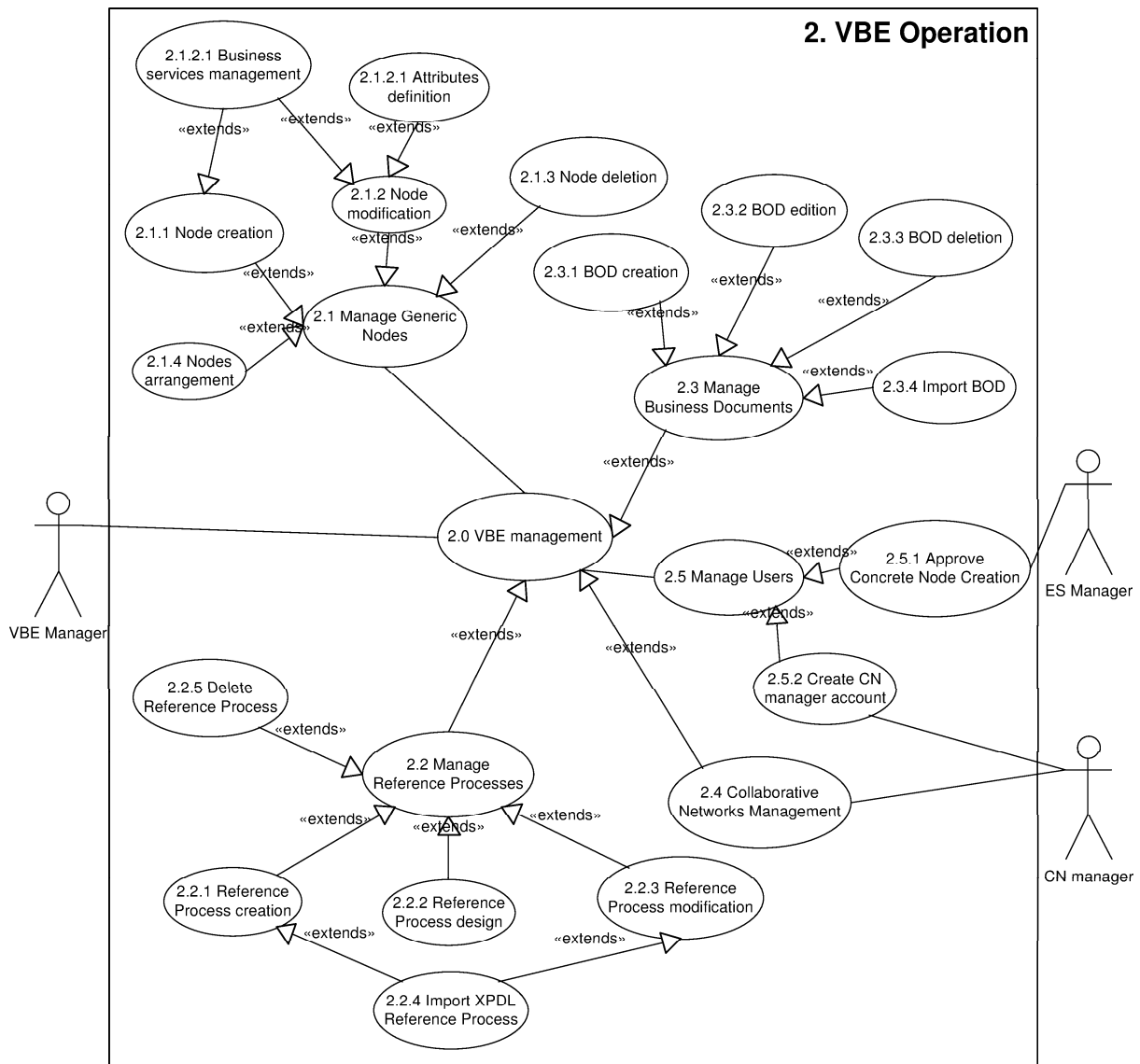


Figura 8-7. Operación del VBE

UC.2.2 Manage Reference Processes: los procesos de referencia son definidos en el ámbito del VBE mediante la identificación y formalización de las posibles interacciones que pueden presentarse entre las ESA (posteriormente ESC) del VBE. El gestor del VBE podrá crear, modificar o suprimir definiciones de procesos de referencia.

Cuando un proceso es liberado en el ámbito del VBE, queda almacenado en un repositorio que está disponible para que los gestores de la RC puedan instanciarlos al crear sus propios procesos operativos.

Al importarlos a su RC, el gestor de la red podrá personalizar dicha definición para adaptarla a las propias necesidades de la RC. Durante el proceso de instanciación, el gestor tendrá la posibilidad de reemplazar las definiciones de ESA por las equivalentes ESC que estén vinculadas a su RC.

Las funciones principales del gestor del VBE referidas a del gestor en este ámbito incluyen:

- **UC.2.2.1 Reference Process creation:** esta tarea facilita la creación de nuevos procesos de referencia en el VBE.
- **UC.2.2.2 Reference Process design:** tras la creación, el gestor puede crear el modelo de proceso extendido utilizando la notación Business Process Modelling Notation (BPMN). En este punto, la definición del modelo implica identificar la relación entre ESA.
- **UC.2.2.3 Reference Process modification:** las definiciones pueden ser actualizadas en cualquier momento en que el gestor lo considere oportuno con el fin de adaptarla a los nuevos requerimientos.
- **UC.2.2.4 Import XPD L Reference Process:** adicionalmente, el gestor puede utilizar una definición de proceso creada en otras herramientas de modelado.
- **UC.2.2.5 Reference Process deletion:** las definiciones de procesos pueden ser suprimidas del repositorio cuando el gestor así lo decide.

UC.2.3 Manage Business Documents and Messages: el gestor del VBE también se encargará de definir las plantillas de documentos a utilizar al coordinar las operaciones entre los nodos vinculados al VBE. Estos esquemas se utilizarán para validar los documentos de negocio y mensajes que circularán en el ámbito del VBE, dando soporte a la interoperabilidad a nivel de datos de todas las redes vinculadas a él. La definición y gestión de estos documentos se basa en el estándar XML. Las funciones detalladas del gestor incluirán:

- **UC.2.3.1 BOD creation:** cuando se crea un nuevo documento el gestor deberá proveer toda la información necesaria para facilitar su identificación, finalidad y cualquier otra información que permita hacer un uso adecuado de él dentro del VBE y las RC.
- **UC.2.3.2 BOD edition:** los documentos se pueden modificar según la necesidad.
- **UC.2.3.4 BOD deletion:** las plantillas de documentos se pueden modificar en cualquier momento.

UC.2.4 Manage Collaborative Networks: este Caso de Uso se detallará posteriormente debido a su especial relevancia en esta propuesta.

UC.2.5 Users management: otra función que el gestor deberá desarrollar es acerca de la gestión de los usuarios vinculados al VBE y los diferentes roles que éstos podrán desempeñar en su momento.

- **UC.2.5.1 Approve a new node creation:** el gestor del VBE decidirá acerca de la solicitud de una organización para poder registrar su ESC a partir de un perfil de ESA. The Service Entity Manager enviará una solicitud que el gestor del VBE valorará. Si es aceptada, el registro tendrá lugar y la nueva ESC será creada y, tras ser configurada, pasará a estar disponible para participar en distintas RC.
- **UC.2.5.2 Approve CN creation:** otra de las funciones es respecto a la creación de nuevas RC ligadas al VBE. Los gestores de redes enviarán sus solicitudes y será el gestor del VBE quien decidirá respecto a ellas. Ambos gestores poseerán un registro acerca del estado de cada solicitud.

8.4.1.4. VBE Dissolution

Cuando se decide disolver un VBE, el gestor deberá lanzar un par de procesos destinados a recopilar el conocimiento generado por él. (ver Figura 8-8).

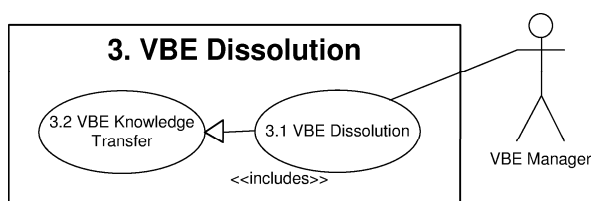


Figura 8-8. Disolución del VBE

8.4.2. Gestión de RC

8.4.2.1. Ciclo de vida de RC

El gestor de la RC se encargará de realizar todas las actividades relacionadas con su CdV. Si bien esto incluye múltiples tareas, atender a los aspectos dinámicos de la estructura y de sus procesos está entre sus responsabilidades principales.

Durante la fase de Creación de la RC, el gestor deberá solicitar su aprobación al gestor del VBE del cual va a depender. Cuando se obtiene dicha aprobación, la RC está activa dentro del VBE y puede ser configurada (ver Figura 8-9). La configuración implicará definir los aspectos organizativos como tecnológicos que van a soportar sus operaciones.

Durante la fase operativa de la RC, las tareas se incluyen distintas tareas para el gestor de la RC, entre ellas: la gestión de la estructura de la RC; los documentos de negocio y mensajes; los procesos de

negocio extendidos; los productos o servicios de la RC, la gestión de las solicitudes de adhesión y la monitorización del desempeño de la RC.

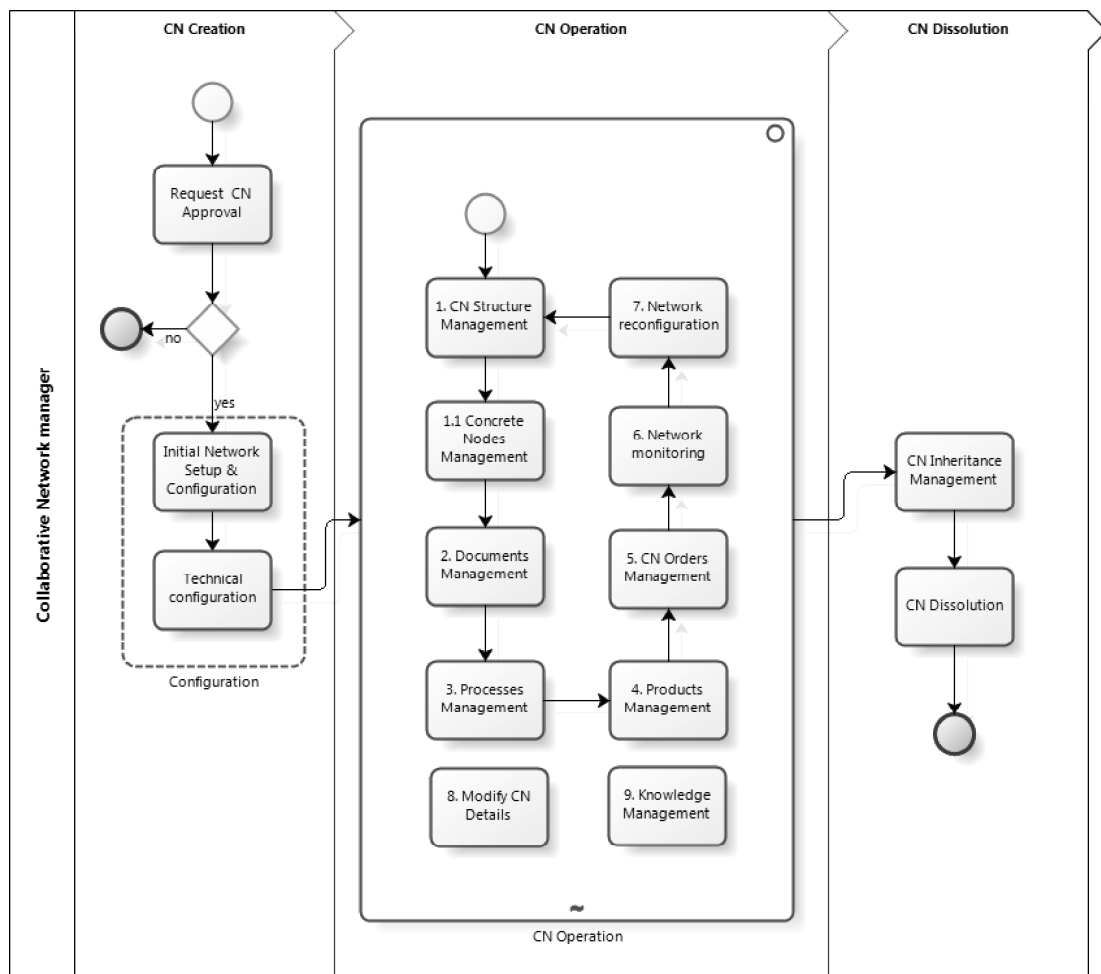


Figura 8-9. Ciclo de Vida para la Gestión de RC

Una vez que la RC ha alcanzado sus objetivos de negocio o se considera que éstas deben ser reorientadas, se puede decidir acerca de su continuidad o por realizar una profunda reingeniería tanto de su estructura como de sus operaciones.

Si el gestor decide cesar su actividad, se desencadenarán las actividades destinadas a recopilar y procesar toda la información generada durante su CdV y que pueda ser de relevancia para el futuro, alimentando los indicadores globales del VBE, de la RC o de cada ESC.

En la Figura 8-10, se han detallado las principales funciones que son asignadas al gestor de la RC y su relación con los otros procesos y roles de gestión, tanto del VBE como de las ES.

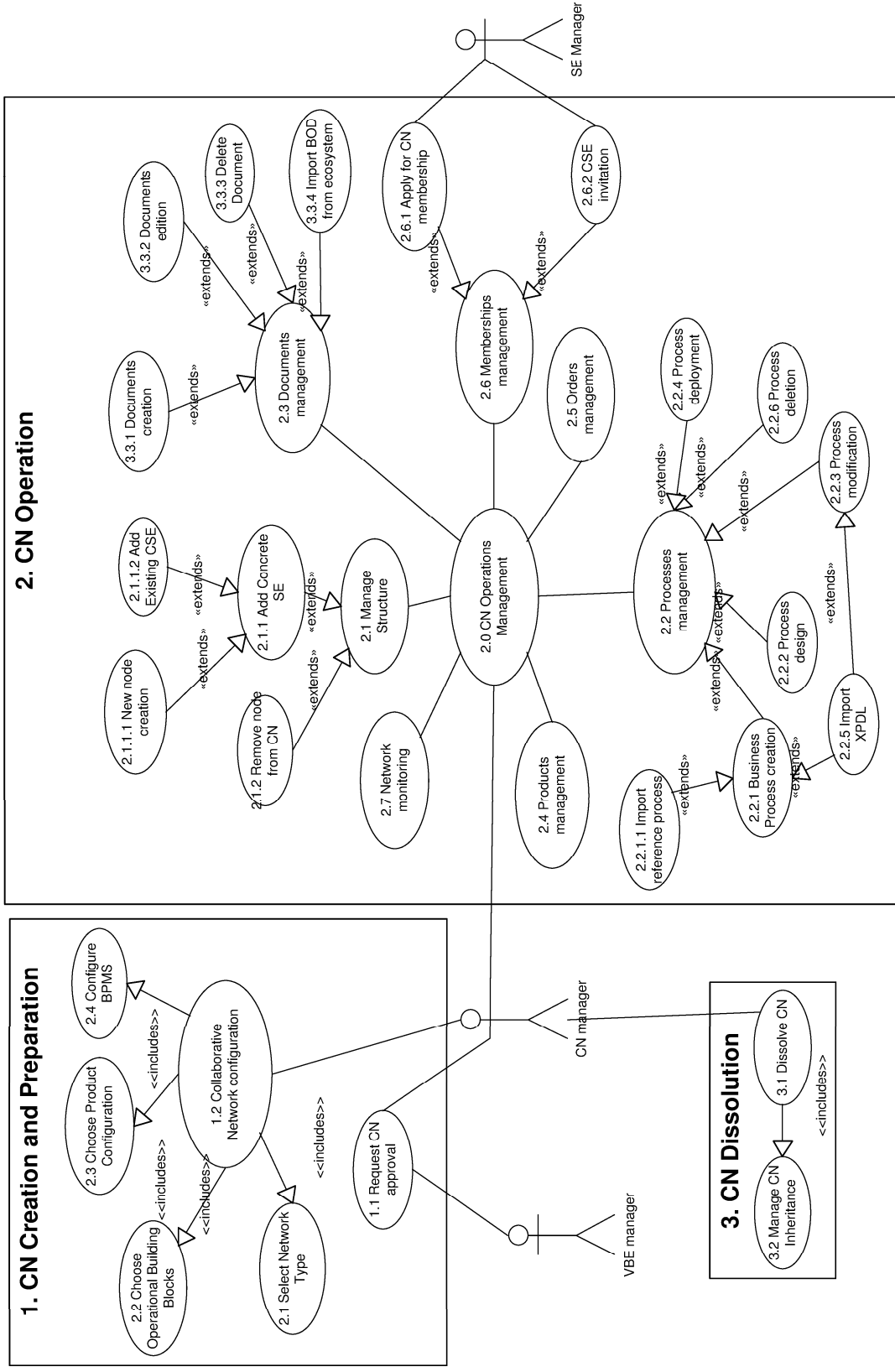


Figura 8-10. Caso de Uso para la Gestión de RC.

8.4.2.2. Collaborative Network Creation and Preparation

En la Figura 8-11 se han representado los principales Casos de Uso a llevar a cabo durante la creación de la RC y que requerirán el soporte de una infraestructura tecnológica.

La fase de creación y preparación de la RC se estructura en dos tareas principales. La primera está focalizada en conseguir la aprobación de su creación por parte del gestor del VBE y la otra se relaciona con la preparación de la infraestructura que dará soporte a sus operaciones.

1.1 Request CN creation approval: cada vez que se solicita la creación de una nueva red, el gestor deberá completar y enviar una solicitud al gestor del VBE. Tras realizar las comprobaciones necesarias, éste podrá autorizar o denegar dicha creación. Si esta es concedida, entonces es posible avanzar en su configuración.

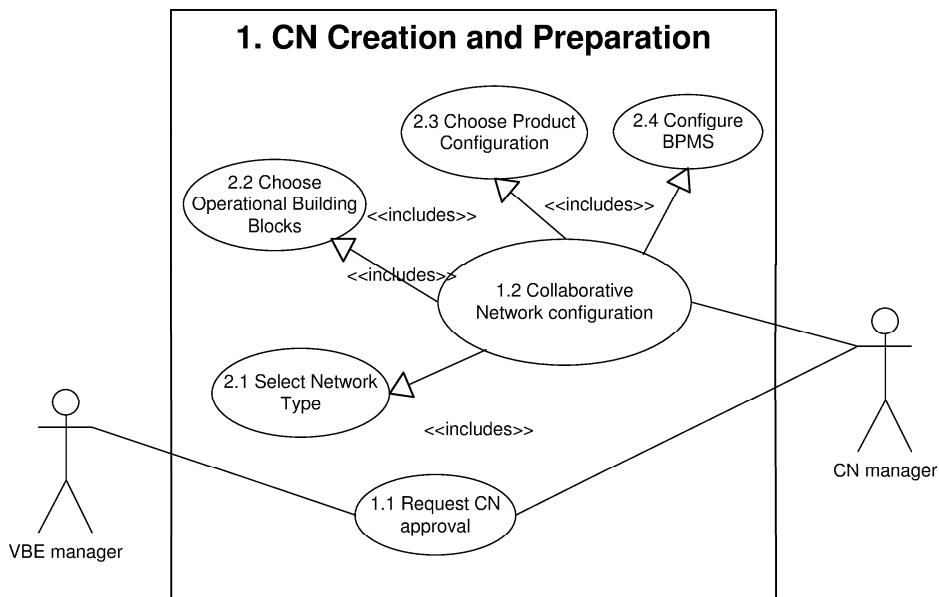


Figura 8-11. Creación y Preparación de una RC.

La configuración de la RC podrá incluir, dependiendo de la implementación de la plataforma tecnológica que se considere, al menos las siguientes actividades:

UC.1.2.1 Select Network Type: un VBE podría incluir algún conjunto de restricciones o reglas de utilización de los constructores dependiendo del tipo de RC que se esté considerando. En tal caso, el gestor debería identificar el tipo de RC que se está configurando de modo que los constructores o modelos fuesen adaptados a ese contexto específico.

UC.1.2.2 Select Operational Building Blocks: el gestor también decidirá respecto a los tipos de procesos operativos que serán utilizados durante la configuración de la RC.

UC.1.2.3 Select Product Configuration: en la configuración también debería ser posible relacionar los procesos de la RC con los productos o servicios que ésta ofrecerá a los clientes finales. Esta tarea se encargará de definir esa relación de modo que ante la llegada de un nuevo pedido sea posible conocer qué procesos de la RC deben ser ejecutados.

UC.1.2.4 Configure BPMS: finalmente, otra de las responsabilidades del gestor será, opcionalmente, definir la configuración de la infraestructura tecnológica que dará soporte a las operaciones de la RC o de solicitar su preparación a los responsables que correspondan.

8.4.2.3. CN Operations Management

La gestión de la fase operativa de la RC incluye distintas tareas que han sido recogidas en los distintos Casos de Uso de la Figura 8-12:

UC.2.1 Manage CN Structure: esta tarea implica decidir cuáles de las ES disponibles registradas como Recursos del VBE formarán parte de la RC. El gestor deberá disponer de un conjunto de herramientas para facilitar la gestión de invitaciones a nodos y también atender ofrecimientos espontáneos que los distintos nodos puedan hacer llegar a la RC.

- **UC.2.1.1 Add Concrete Node:** facilita la incorporación nuevos nodos a la RC a partir de sus ESC. Adicionalmente, el gestor de la RC puede decidir hacer uso de una definición de ESA en el diseño de procesos para instanciarla durante la ejecución de dicho proceso.
 - o **UC.2.1.1.1 New node creation:** El gestor de la RC puede añadir nuevos nodos a la RC mediante un mecanismo que facilite la creación de una ESC en el VBE.
 - o **UC.2.1.1.2 Add existing node:** también es posible la incorporación de nodos existentes en el VBE que han completado su proceso de instanciación de forma tradicional.
- **UC.2.1.2 Remove node from CN:** cualquier ESC puede ser quitada de una RC en el momento en el que el gestor así lo decida. Si bien esto supone una desvinculación de la red actual, no implica el final del CdV de la ESC.

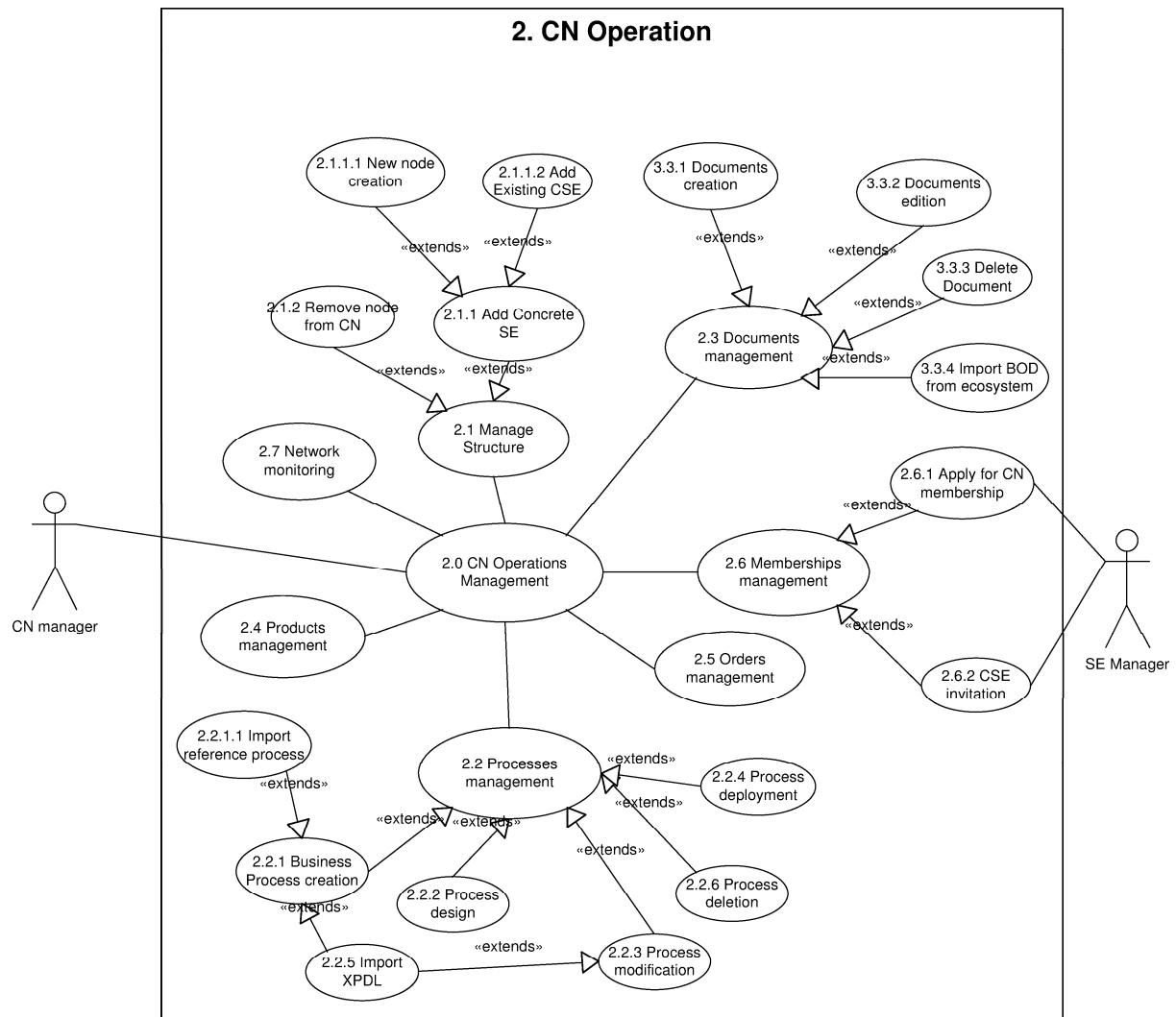


Figura 8-12. Operación de una RC.

UC.2.2 Processes management: el gestor de la RC se encargará de definir las interacciones entre las ESC que forman parte de la RC. Mediante la utilización de un editor de procesos, se crearán modelos de procesos utilizando una notación estándar de modo que luego pueda ser transferida a la plataforma que soportará la ejecución. El gestor podrá crear estos modelos de procesos desde cero o utilizar los procesos de referencia del VBE, almacenadas en el repositorio.

- **UC.2.2.1 Business process creation:** la creación de un nuevo proceso consiste en registrar los datos que faciliten su identificación en la RC y su posterior vinculación a los productos o servicios ofrecidos por ésta.
- **UC.2.2.1.1 Import Reference Process:** la creación de un nuevo proceso puede basarse en una definición previa disponible en el repositorio del VBE. Una vez importado, la

instanciación del proceso puede ser realizada remplazando las definiciones de ESA por las ESC existentes en la RC.

- **UC.2.2.2 Process design:** para el diseño del proceso de negocio el gestor utilizará una herramienta de modelado capaz de generarlos en un lenguaje abierto para intercambio con otras herramientas.
- **UC.2.2.3 Process modification:** cualquier definición de procesos puede ser actualizada en el momento en que se considere conveniente.
- **UC.2.2.6 Process deployment:** cuando un modelo de proceso ha sido validado y se decide su despliegue, dicho modelo debe ser enviado al entorno de ejecución para facilitar la creación y ejecución de las distintas instancias.

UC.2.3 Documents management: esta tarea está dirigida a crear o utilizar los esquemas XML que contendrán la información que circulará dentro de la RC como documentos de uso obligado en las distintas instancias de procesos extendidos en el ámbito de la RC. En este sentido, el gestor contará con todas las definiciones de documentos y mensajes almacenadas en el repositorio del VBE. Esto disminuirá las barreras de interoperabilidad de datos.

UC.2.4 Products management: otra de las responsabilidades del gestor de la RC es definir y mantener la cartera de productos o servicios de la RC.

UC.2.5 Orders management: adicionalmente, el gestor también será responsable de procesar los pedidos que lleguen desde el exterior de la RC, manteniendo actualizado su estado.

UC.2.6 Memberships management: adicionalmente, el gestor de la RC deberá gestionar las solicitudes de adhesión que distintas ESC pueden remitir y decidir sobre ellas. Para ello se proveerán distintos mecanismos.

- **UC.2.6.1 Apply for CN membership:** una ESC manifiesta su intención de unirse a una RC y el gestor decide si es aceptada o no. En caso afirmativo, la ESC podría identificarse como preferente para esa RC debido al interés manifestado y el gestor podría asignarle cierta prioridad en el futuro.
- **UC.2.6.2 Node invitation:** este mecanismo está destinado a permitir que el gestor de la RC pueda invitar a cualquier ESC a unirse a alguna de las RC que éste gestiona. La aceptación por parte de la ESC no implica su incorporación inmediata como participante de la RC sino que el gestor decidirá cuándo se adquiere ese derecho.

UC.2.7 Network monitoring: finalmente, el gestor realizará un proceso de monitorización del desempeño de la red, a partir de los parámetros definidos tanto a nivel global, para toda la RC, como para cada ESC particular.

8.4.2.4. CN Dissolution

Al disolver una RC, deberán llevarse a cabo aquellas actividades que permitan gestionar los activos generados durante su operación (ver Figura 8-13):

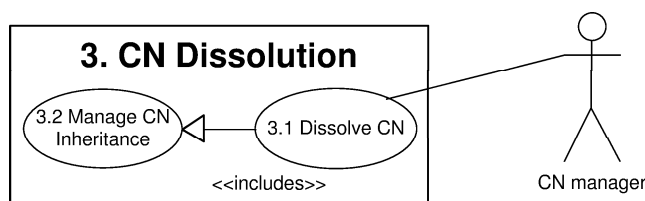


Figura 8-13. Disolución de una RC.

8.4.3. Gestión de ES

8.4.3.1. Ciclo de Vida de una ES

Dado que se detallará convenientemente en la descripción de la metodología, este apartado describe brevemente el CdV esperado para las ESC (ver Figura 8-14).

Durante su fase de Creación, una ES Concreta debe completar un proceso de registro en un determinado VBE, eligiendo del perfil de nodo genérico o ES Abstracta que mejor le define en término de atributos y servicios. Cuando obtiene la aprobación, entonces ésta avanza a la **Fase Operativa que** está caracterizada por dos grandes actividades. Por una parte, la gestión de pertenencias a distintas RC, tanto con invitaciones que puede recibir como ofrecimientos que su gestor puede realizar a distintas RC.

El segundo grupo de funcionalidades está dirigido a la provisión de servicios a los distintos nodos que componen la red, ya sea de forma manual como automatizada.

Finalmente, la **Fase de Disolución** de una ESC representa la recolección de todos los parámetros que se han generado durante su operación. El VBE manager podrá almacenar esta información para futuras referencias.

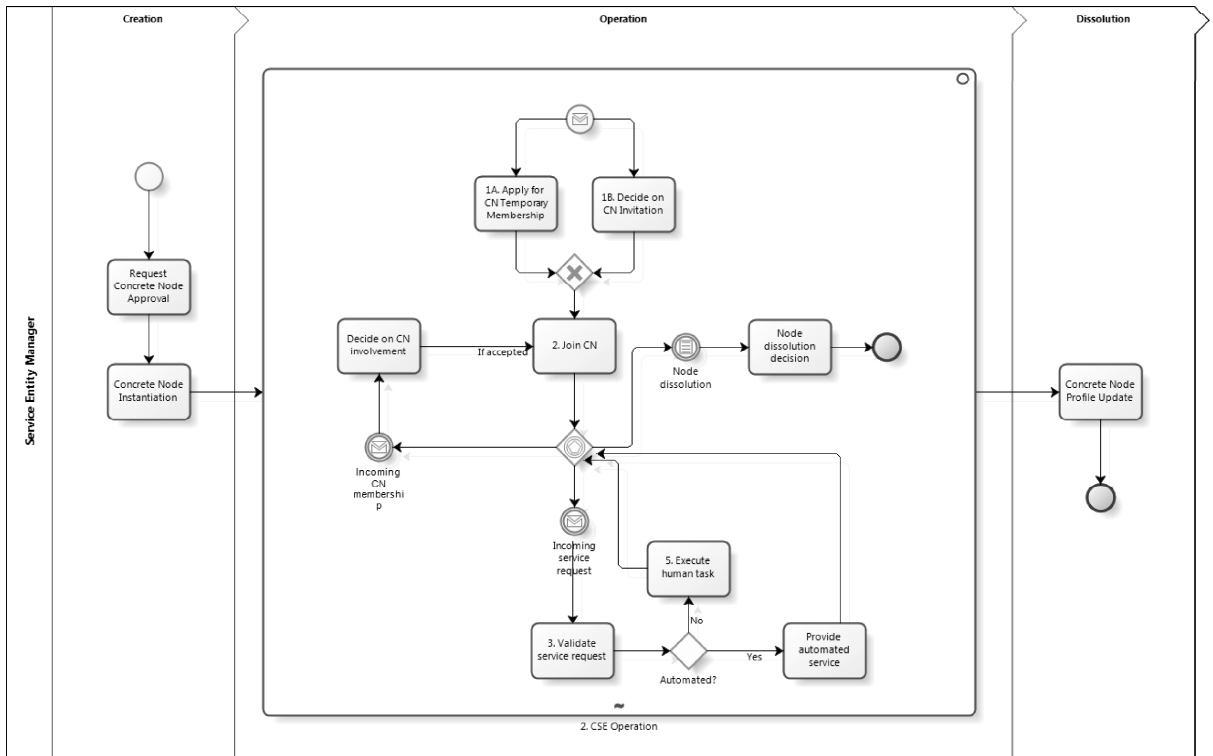


Figura 8-14. Ciclo de Vida de las Entidades de Servicios.

8.4.3.2. SE Creation

Durante la fase de creación, una organización solicita la creación de una ESC al gestor del VBE de modo que le permita su participación en distintas oportunidades de colaboración.

Para ello, en la preparación de su solicitud deberá inspeccionar el repositorio de ESA alojado en el VBE, decidir qué definición desea instanciar y completar los atributos que hubiesen sido definidos para esa entidad (ver Figura 8-15).

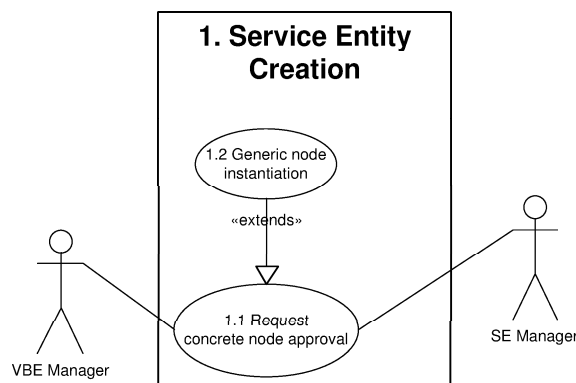


Figura 8-15. Caso de Uso para la creación de ES.

UC.1.1 Request concrete node approval: este caso representa el primer paso en la creación de la ESC. Para completarlo utiliza el caso siguiente y la decisión final corresponderá al gestor del VBE.

UC.1.2 Generic Node instantiation: este proceso tiene por finalidad establecer una correspondencia entre la organización que desea registrarse en el VBE y su perfil funcional que públicamente ofrecerá a otras ESC como parte de los procesos de las RC.

Una vez que el nodo ha sido creado, puede avanzar hacia su fase operativa.

8.4.3.3. SE Operation

En esta fase, el gestor de la ES deberá llevar a cabo, entre otras, las siguientes actividades (ver Figura 8-16):

- Decidir acerca de las invitaciones para unirse a distintas RC que los respectivos gestores le han enviado.
- Enviar solicitudes de participación a una RC. En este caso, si el ofrecimiento es aceptado la ESC pasa a formar parte de los recursos de la RC pero el grado de participación será decidido por su gestor en función de las necesidades operativas de la RC o el resultado de las negociaciones llevadas a cabo entre ellos.
- Recibir, aceptar, realizar y monitorizar las solicitudes de prestaciones de servicios recibidas por parte de las distintas RC en las que la ESC participa.

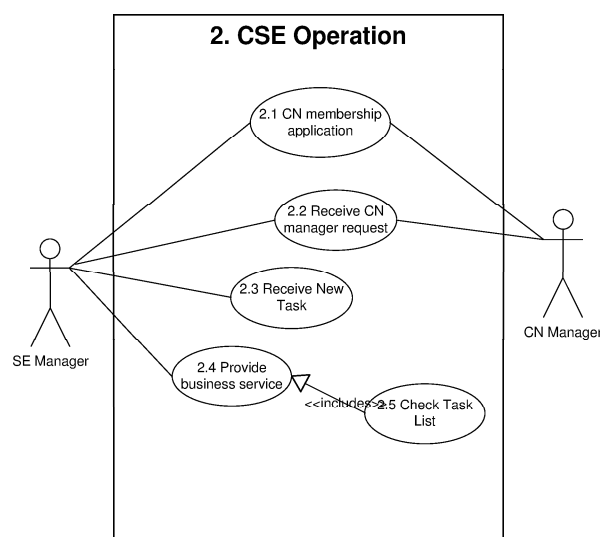


Figura 8-16. Caso de Uso para la Operación de ES.

Los casos de uso definidos para esta fase son los siguientes:

- **UC.2.1 Send CN membership application**: para gestionar las solicitudes de adhesión enviadas
- **UC.2.2 Receive invitation from CN manager**: para gestionar las invitaciones recibidas.
- **UC.2.3 Receive new task**: para facilitar la recepción de solicitudes de prestaciones de servicios por parte de las distintas RC.
- **UC.2.4 Perform task**: llevar a cabo las tareas solicitadas por los entornos de ejecución de las distintas RC en las que participa.
- **UC.2.5 Execute human-based task**: responder a una tarea de forma manual.
- **UC.2.6 Provide business service**: responder a una tarea de forma automatizada mediante la disponibilidad y ejecución de un servicio web que puede estar integrado con los sistemas internos de la ESC.
- **UC.2.7 Check task list**: monitorizar la lista de tareas pendientes.

8.4.3.4. SE Dissolution

Dependiendo de la estrategia de negocio, el gestor de la ES podría decidir solicitar la disolución de la ESC que le representa en el VBE y en las RC en las que participa. La información referida a su desempeño quedará registrada para futuras referencias. (ver Figura 8-17).

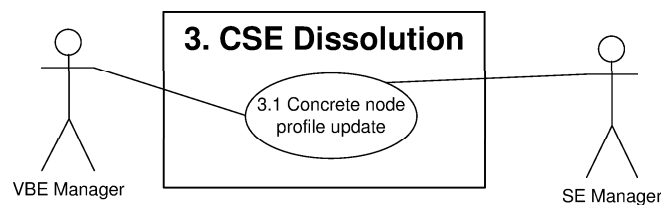


Figura 8-17. Caso de Uso para la Disolución de una ES..

8.4.4. Integración funcional entre roles

En la Figura 8-18 (página siguiente) se han representado esquemáticamente las relaciones que existen entre los distintos ciclos de vida y, en consecuencia, de los gestores encargados de ellos.

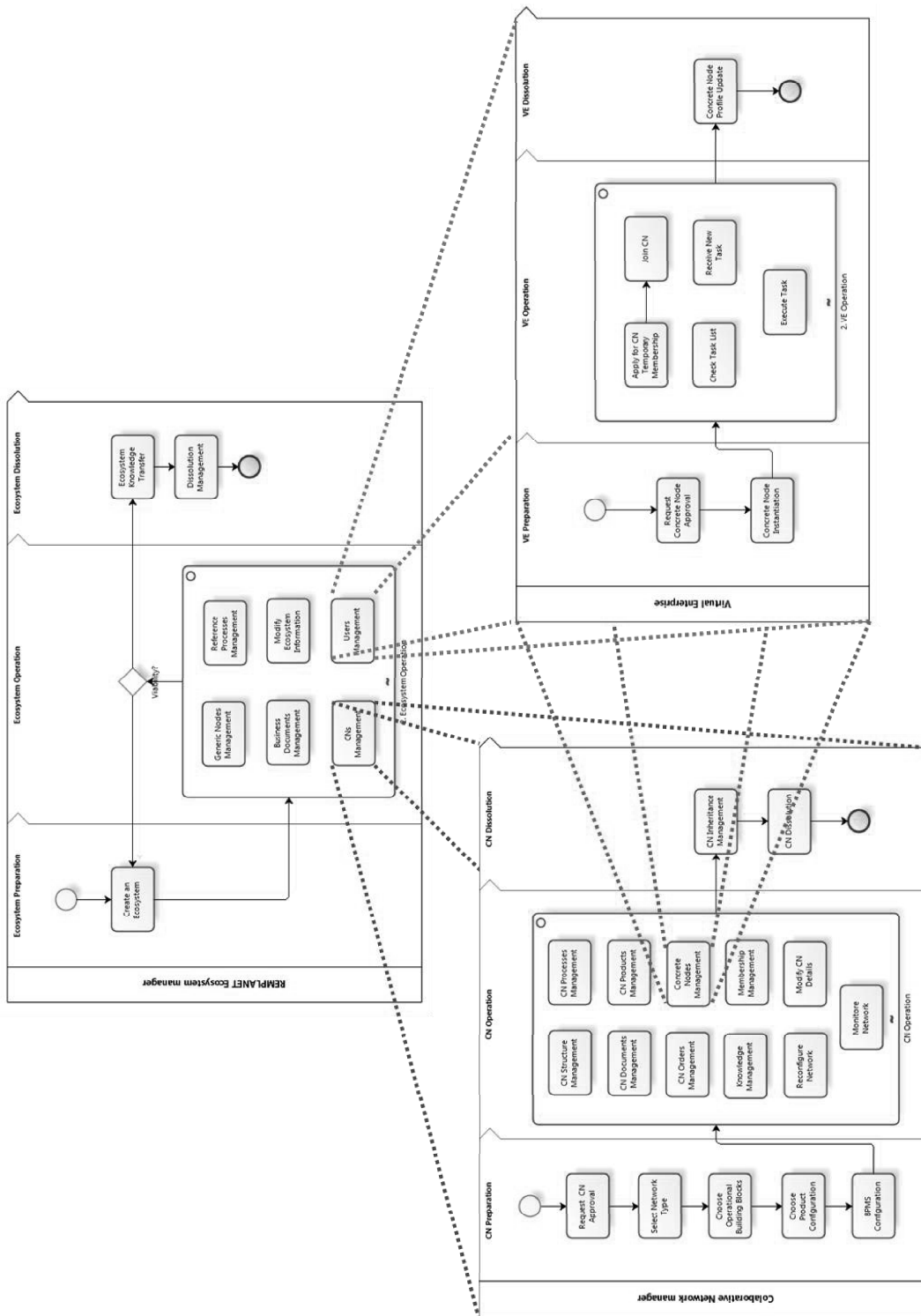


Figura 8-18. Relación funcional entre los Ciclos de Vida de VBE, RC y ES.

8.5. Aplicación a un caso de ejemplo

8.5.1. Introducción

En esta sección se presenta un caso de ejemplo con el que se pretende ilustrar de modo general cómo se debería aplicar la metodología a un caso concreto.

Para el ejemplo se ha seleccionado un VBE, una RC y un proceso extendido en el que intervienen múltiples ESC.

Con el fin de facilitar la interpretación, la descripción del caso se apoya en unas capturas de pantalla de una de las aplicaciones que se han desarrollado como parte del proceso de validación de la propuesta, específicamente se trata de la plataforma ColNet, desarrollada en el ámbito del proyecto europeo REMPLANET, del séptimo programa marco de la Unión Europea.

8.5.2. Descripción del escenario

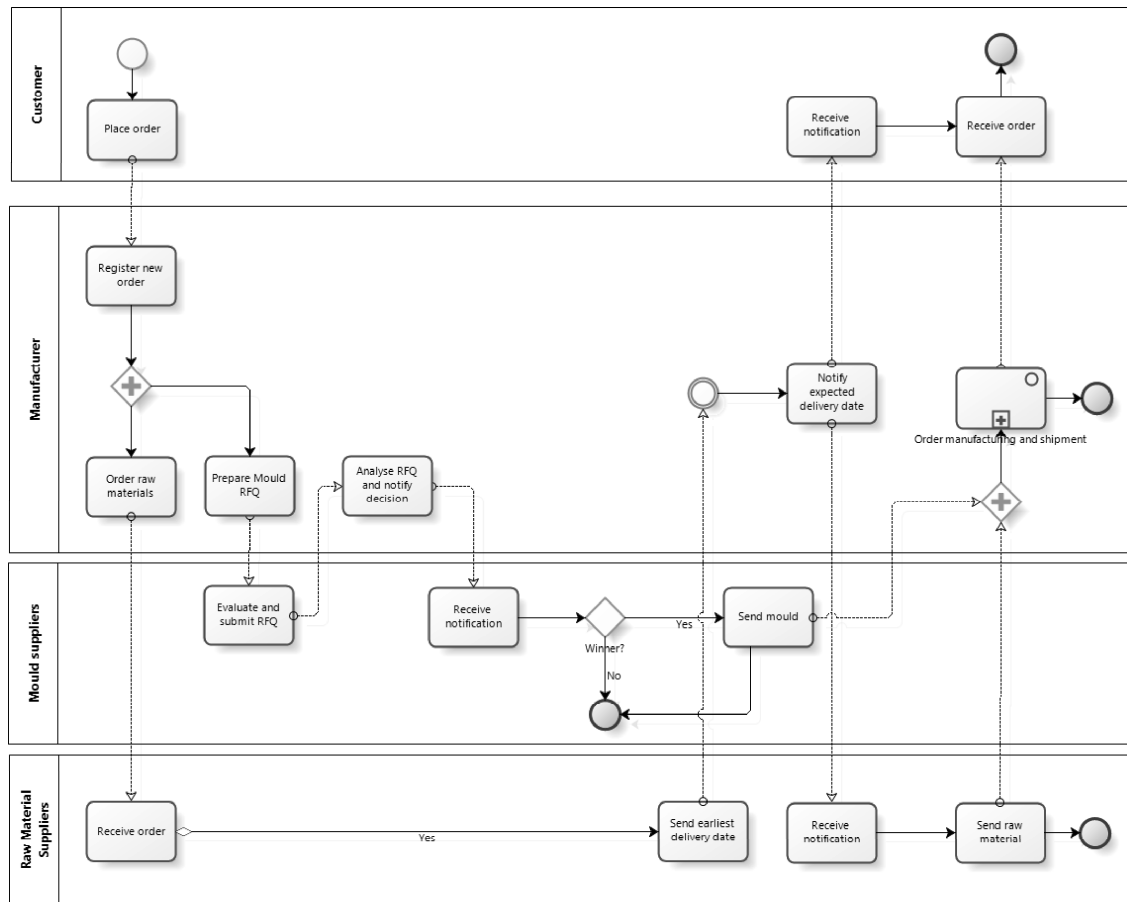
El caso de estudio se basa en una empresa que diseña, fabrica y comercializa la inyección de productos plásticos. Gheprix no es su nombre real es suficiente a los fines de esta descripción.

La empresa recibe varias solicitudes de cotización cada mes. Los clientes envían sus especificaciones por correo electrónico y el departamento comercial se encarga de preparar una propuesta y enviárselas.

Cuando se proyecta una propuesta, hay que tener en cuenta muchas cosas. Las más importantes son: decidir la estrategia acerca de como se va a proveer el molde (fabricación propia o subcontratación) y cuál es el tiempo de entrega estimado para las materias que conforman este producto.

Siendo el fabricante, Gheprix, tiene una amplia red de dos tipos de proveedores: aquellos proveedores a los que subcontrata la fabricación de los moldes y aquellos que se encargan del aprovisionamiento de las materias primas.

El proceso extendido que la empresa quiere automatizar es el de la gestión de las ofertas, involucrando a todos los actores necesarios. De modo general, el proceso tiene el siguiente aspecto:



Cuando Gheprix recibe una solicitud por parte de un cliente, la registra y lanza dos subprocesos: solicitar presupuestos a los proveedores de moldes y plazos de entrega a los de materias primas.

Cuando recibe toda esa información, realiza las valoraciones correspondientes y envía la información al cliente acerca de la posible fecha de entrega del primer lote. Si se recibe una respuesta afirmativa (en el modelo, siempre), se realiza la planificación y fabricación del pedido.

8.5.3. Aplicación de la metodología

Paso 1

Para este ejemplo vamos a suponer que el VBE ya ha sido creado y está operativo.

Paso 2

Como segundo paso se ha identificado el siguiente grupo de ESA: fabricante, operador logístico, minorista, proveedor, planta de montaje, ensamblador y almacén.

El gestor del VBE ha creado el conjunto de entidades y ha decidido para ellas los atributos y servicios necesarios. Además, ha decidido crear una especialización de la entidad proveedor para tener: proveedor de moldes y proveedor de materias primas.

En la siguiente captura de pantalla se muestra el conjunto de entidades y, en concreto, la definición para el Proveedor de Moldes. En la pantalla se describen cuatro atributos: nombre, CIF, persona de contacto y país de origen. Además se ha incluido un servicio denominado **SendMouldQuotation** cuya finalidad es solicitar al proveedor una cotización para un molde.

The screenshot shows the ColNet interface. The top navigation bar includes 'Home', 'Membership', and 'Open Services Ecosystems'. Below this, the 'Current Ecosystem' is identified as 'Remplanet'. The 'Entities Modeller' tab is active, showing a tree view of 'Generic Nodes' on the left. The 'Mould Supplier' node is selected. The main workspace displays the configuration for this node, including a table of attributes and a table of services.

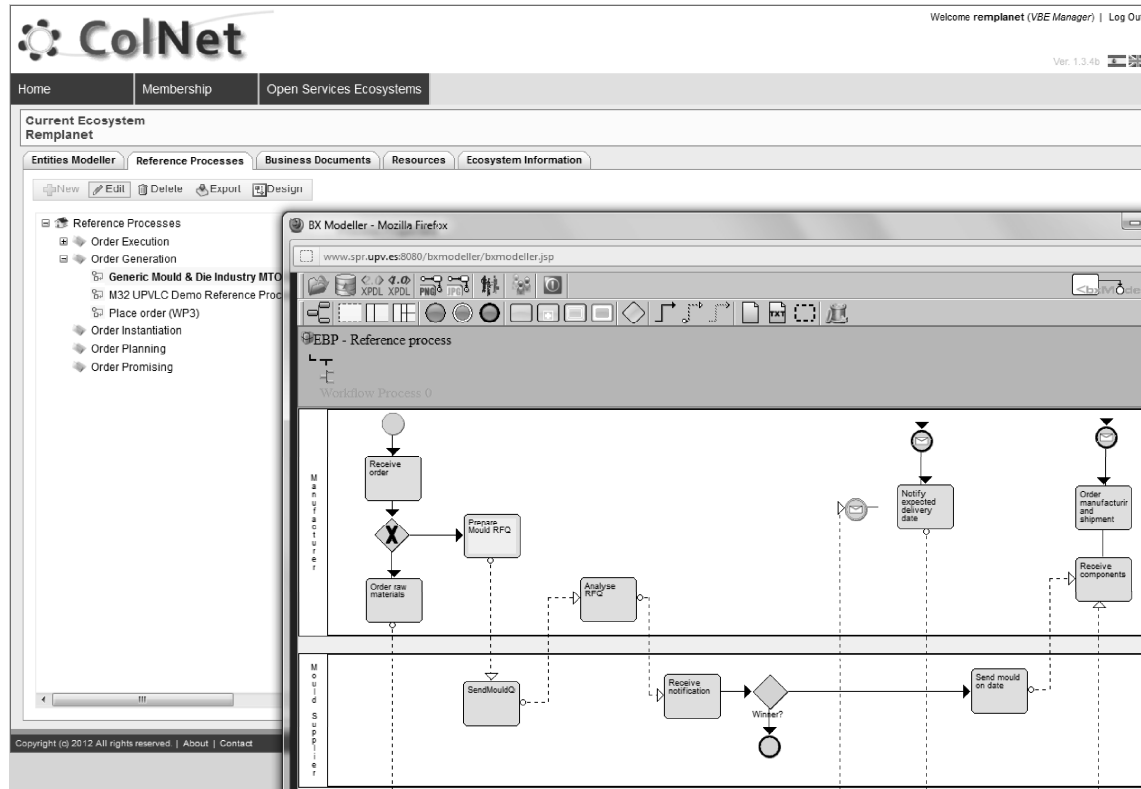
Name	Data Type	Required	Inherited		
Country of origin	{Italy, U.K., Spain, Germany}	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Legal name	string (150)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
VAT Number	string (20)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Contact person	string (150)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Name	In Parameters	Out Parameters	Type	Inherited	
SendMouldQuotation			Manual	<input type="checkbox"/>	

Paso 3:

Siguiendo con el ejemplo, se ha definido un proceso de referencia para gestionar ofertas en el ámbito del VBE, al que se le ha dado el nombre de “Generic Mould & Die Industry RFQ Management”.

En términos generales, el proceso se ha definido para empresas fabricantes que necesitan contar con proveedores de moldes y de materias primas, respectivamente. Como se desconocen los actores finales, se ha especificado en función de las definiciones de ESA y las interfaces de servicios definidas para ellas.



La figura muestra un proceso genérico que ha sido creado incluyendo tres nodos genéricos: Fabricante, Proveedor de Moldes y Proveedor de Materias Primas

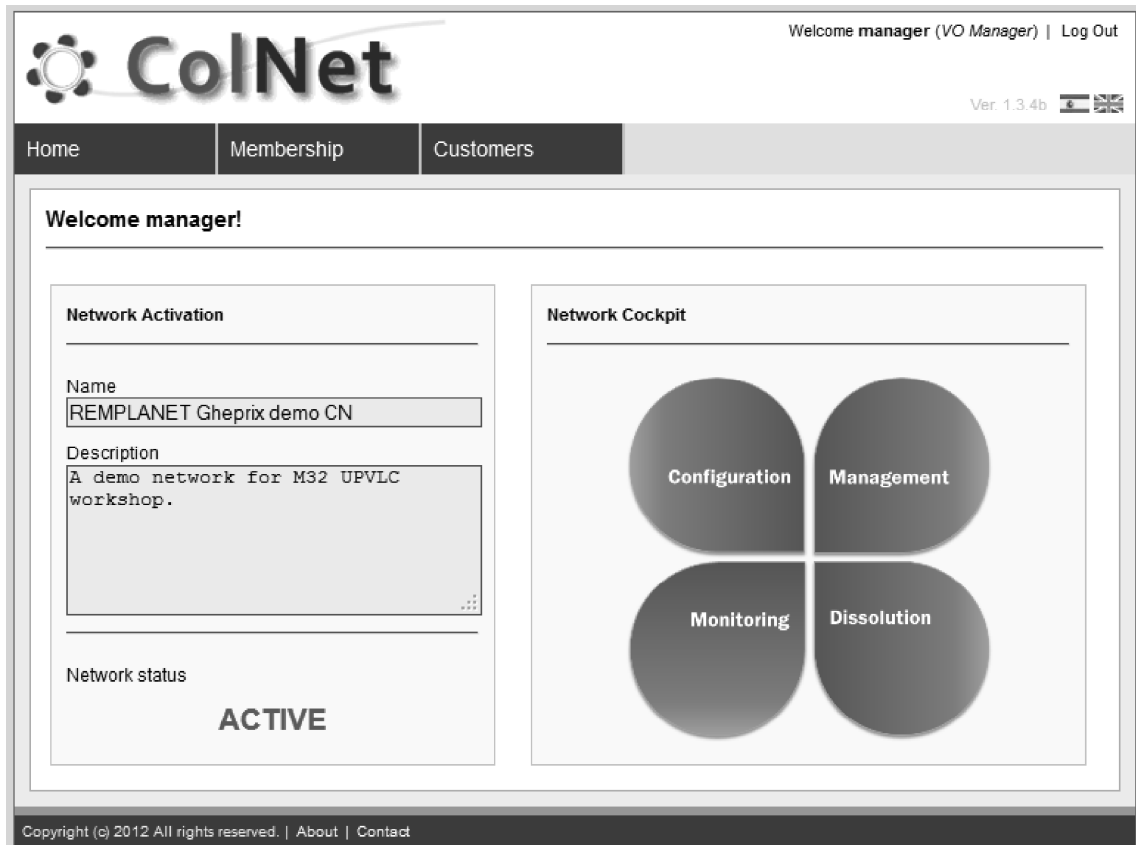
Mediante un editor de procesos que utiliza la notación BPMN, se ha detallado el comportamiento esperado para el proceso. El servicio **SendMouldQuotation** ha sido incluido como parte de la funcionalidad de dicho proceso genérico.

De este modo, el proceso así definido se convierte en un proceso genérico definido en el ámbito del VBE que, posteriormente podrá ser utilizado en distintas RC, incluyendo la red de Gheprix.

Paso 4: Creación de la RC

El siguiente paso de la metodología está destinado a permitir la creación de la RC en el ámbito del VBE. Este paso consistirá de un conjunto de formularios mediante los cuales, el gestor del VBE y de la red de Gheprix formalizarán la solicitud y la decisión acerca de ésta.

Luego de validar las credenciales, el objetivo y el ámbito (procedimiento offline) el gestor del VBE decide aprobar la creación de la RC denominada “REMPPLANET Gheprix Network”. La red pasa a estar activa y a partir de ahí, comienza su proceso de configuración e ingeniería.



Paso 5: Creación de ESC

Mientras tanto, el gestor del VBE ha comenzado a recibir solicitudes de registro por parte de distintos nodos que utilizan el espacio abierto de la plataforma para registrarse y enviar su solicitud.

El proceso de instanciación ha dado lugar a la creación de un conjunto de ESC que están disponibles para formar parte de distintas RC. En este caso, las ESC creadas a partir de las ESA definidas son las siguientes:

ESA	ESC
Manufacturer	Gheprix
Mould suppliers	Newton Corp.
	Mould Corp.
	RPL Mould
	mouldSup
	Henry Mould
Raw material suppliers	RMS-CH

Thilo Corp
rawmatSup
Stainless Raw

Paso 6: Operación de ESC

Una vez que se han registrado en el VBE, las ESC están operativas. De ahora en más, se convierten en recursos del VBE que pueden ser localizados y contactados para formar parte de distintas RC vinculada a éste, como es el caso de Gheprix.

The screenshot shows the ColNet Remplanet interface. At the top, there is a navigation bar with 'Home', 'Membership', and 'Open Services Ecosystems'. Below this, the 'Current Ecosystem Remplanet' is displayed. A sidebar on the left lists 'Concrete Nodes Registered at the Ecosystem' with a tree view including 'Generic Nodes' (Assembly Plant, Distributor, Logistic Provider, Manufacturer, Modification Plant, Retailer, Supplier, Mould Supplier, Raw Material Supplier, Warehouse) and 'Supplier' (Mould Supplier, Raw Material Supplier). The main area contains a table of registered nodes.

Name	Email	Generic Node	Networks
mouldSup	mouldSup@colnet.org	Supplier > Mould Supplier	REPLANET Gheprix
FANTASTIC MOULD		Supplier > Mould Supplier	REPLANET Gheprix
Plastic wonderful		Supplier > Mould Supplier	REPLANET Gheprix
Mould Supplier		Supplier > Mould Supplier	REPLANET Gheprix
HenryMould		Supplier > Mould Supplier	REPLANET Gheprix
TestNode		Supplier > Mould Supplier	
newton		Supplier > Mould Supplier	REPLANET Gheprix
MouldSupplierJuanma		Supplier > Mould Supplier	REPLANET Gheprix
RPL Mould		Supplier > Mould Supplier	REPLANET Gheprix

Desde el punto de vista operativo, el estado operativo de las ESC permite que el gestor de la red de Gheprix acceda a un conjunto de potenciales miembros de su red. Esto se concretará si éste finalmente decide enviarles una invitación a unirse a la red “REPLANET Gheprix network”.

Paso 7: Provisión de servicios por parte de las ESC

En su fase operativa, las ESC que forman parte de un proceso extendido definido en alguna RC recibirán una solicitud para prestar un determinado servicio y la respuesta será manual o automatizada según sea el caso.

En este caso, Gheprix actuará como coordinador del proceso extendido y solicitará que los proveedores de moldes y de materias primas provean los servicios **SendMouldQuotation** y **NotifyDeliveryDate** respectivamente (ver captura del Paso 10).

Paso 6: Configuración inicial de la RC

En paralelo, el gestor de la RC ha recibido la aprobación y realiza la configuración inicial de los repositorios de la red indicando, tipos de procesos a desplegar, tipos de productos y algunos aspectos más tecnológicos referidos a sistema de apoyo a la ejecución de procesos de negocio.

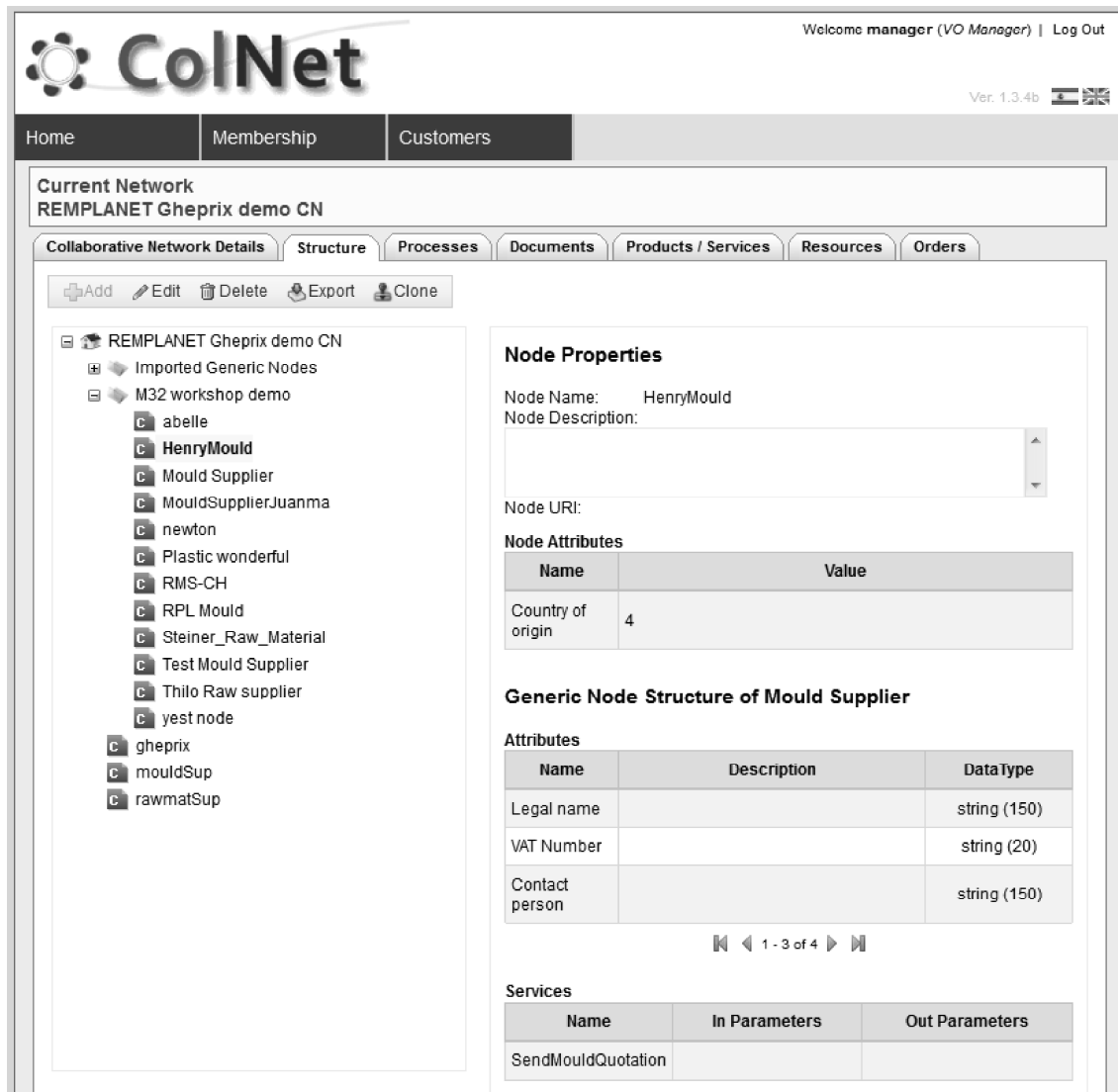
The screenshot shows a 'BPMS Configuration' dialog box at 'Step 5'. The left pane contains instructions: 'This is a bit more technical step, here you are required to configure BPMS parameters.' It lists 'Base URI: server location as www.remplanet.eu', 'Network manager username: user of the BPMS which will manage the network on it', and 'Network Manager Password'. The right pane has three input fields: 'Base URI' with the value 'http://www.colnet.org', 'BPMS Network Manager User' with 'gheprixmanager', and 'BPMS Network Manager Password' which is masked with 12 dots. At the bottom are 'Close', 'Back', and 'Confirm' buttons.

En este caso, se muestra los parámetros para indicar a la plataforma que el servidor de procesos está alojado en una dirección de Internet como la especificada. Posteriormente esta información será utilizada para realizar el despliegue de los procesos extendidos en este entorno operativo.

Paso 9: Definición de la estructura de la red de Gheprix

A continuación, el gestor de Gheprix necesita definir qué ESC formarán parte de la red y por ello selecciona e invita a un conjunto de ESC del VBE a unirse a ella. Al recibir sus contestaciones, irá conformando la estructura la RC de forma dinámica.

Sin embargo, dado que el proceso que se está considerando se pretende que sea dinámico en la selección de los proveedores, se dejará abierta la posibilidad a utilizar las definiciones de ESA como parte de los procesos extendidos.



En la figura anterior se muestra el conjunto de ESC que forman parte de la red de Gheprix, con el detalle de la ESC “HenryMould”, registrada como un proveedor de moldes en el VBE.

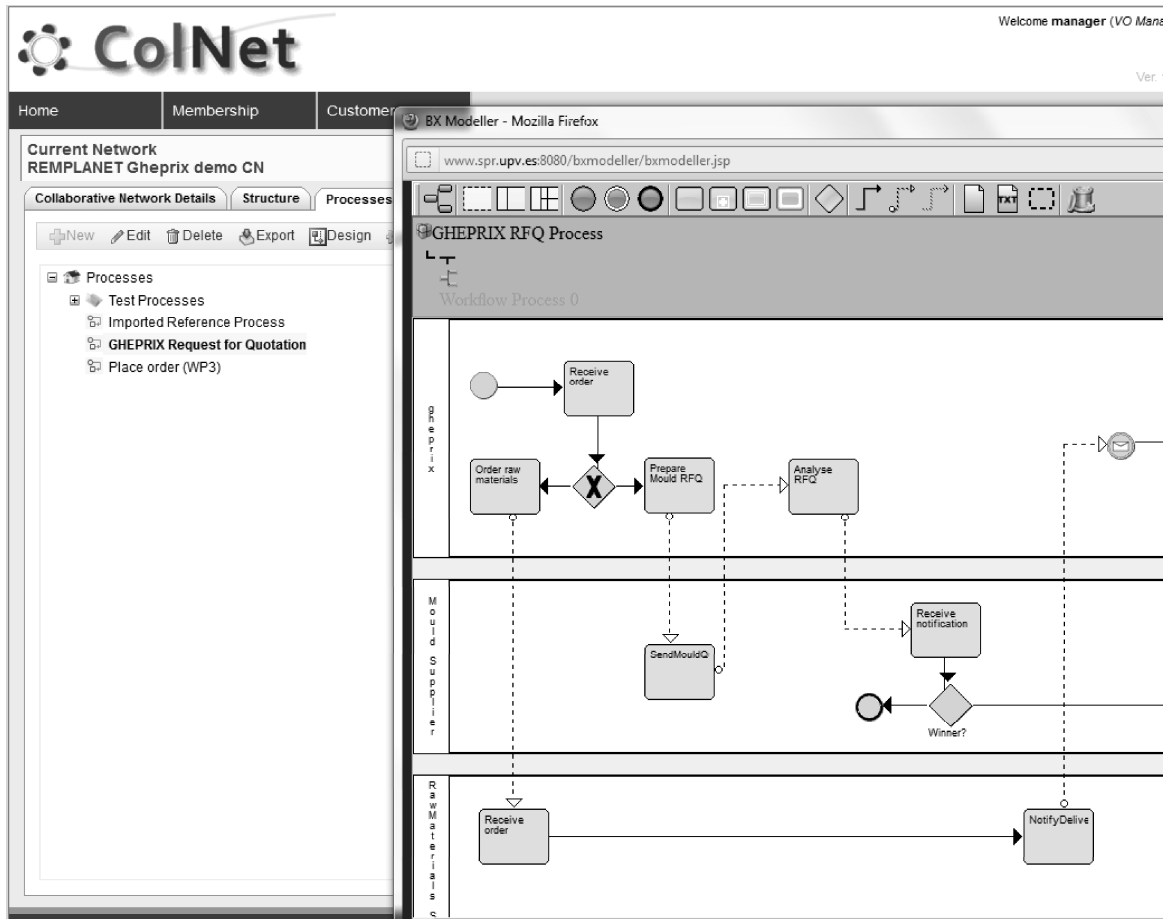
Paso 10: Definición de los procesos extendidos de la RC

El siguiente paso, consiste en la definición de un proceso extendido para la RC. Utilizando el editor de procesos de la plataforma, se creará un diagrama que represente la funcionalidad esperada para el proceso de Gestión de Ofertas.

El navegar por el repositorio de procesos, el gestor decide utilizar la definición genérica creada en el Paso 3, adaptándola a las necesidades de Gheprix.

Utilizando la plataforma, decide crear una instancia del proceso “Generic Mould & Die Industry RFQ Management” y le asigna el nombre “Gheprix Request for Quotation”. Al instanciar las

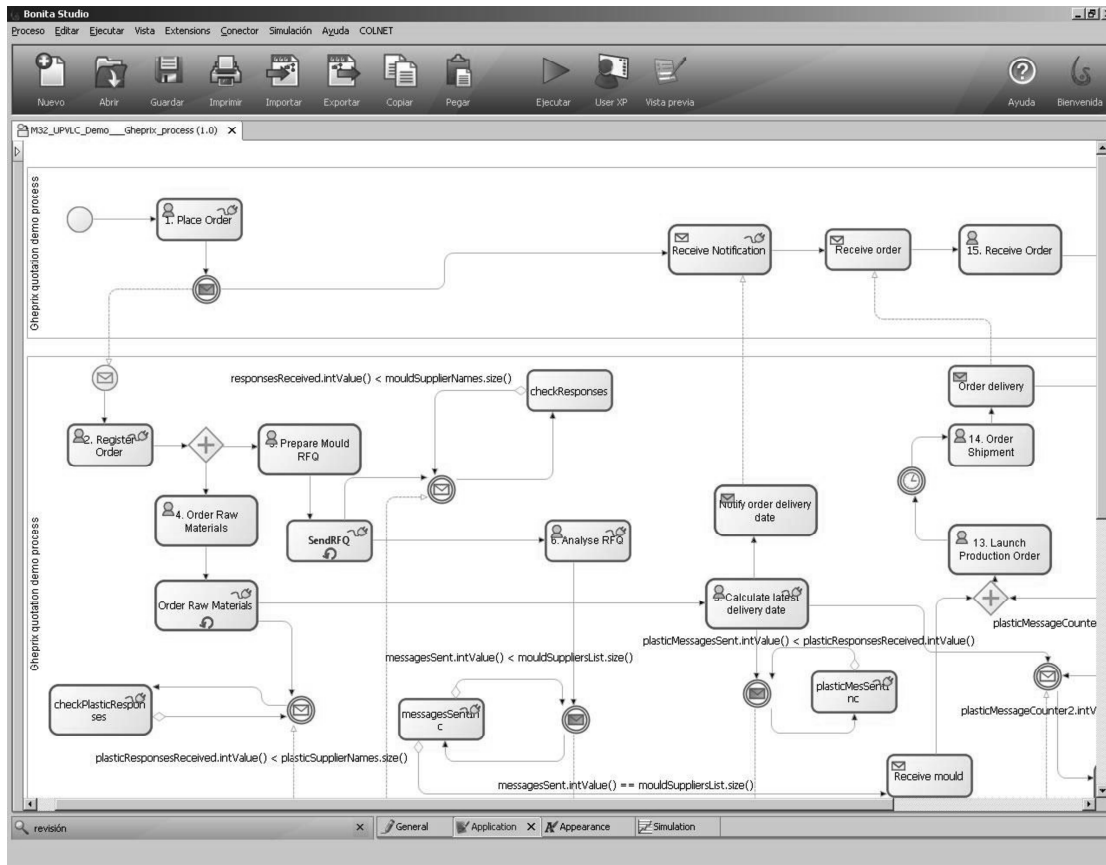
ESA definidas en el proceso genérico, el gestor coloca a Gheprix como el fabricante y deja las definiciones de ESA, tanto para proveedores de moldes como de materias primas, sin modificar ya que desea contactar a todos las ESC que cumplan con dicho perfil. El proceso resultante se observa en la siguiente figura:



Paso 11: Despliegue del proceso extendido

A continuación, el gestor de Gheprix, utilizando los parámetros de configuración del paso 8, realiza el despliegue del proceso en el entorno operativo.

Al realizar esta tarea, el modelo de proceso extendido creado con el editor de proceso es enviado de forma automática a la herramienta de ejecución de procesos para que, a partir de ese modelo inicial, el personal más capacitado en TICs pueda realizar la implementación final que será ejecutada por el motor, añadiendo aquellos componentes como formularios, configuraciones, etc.

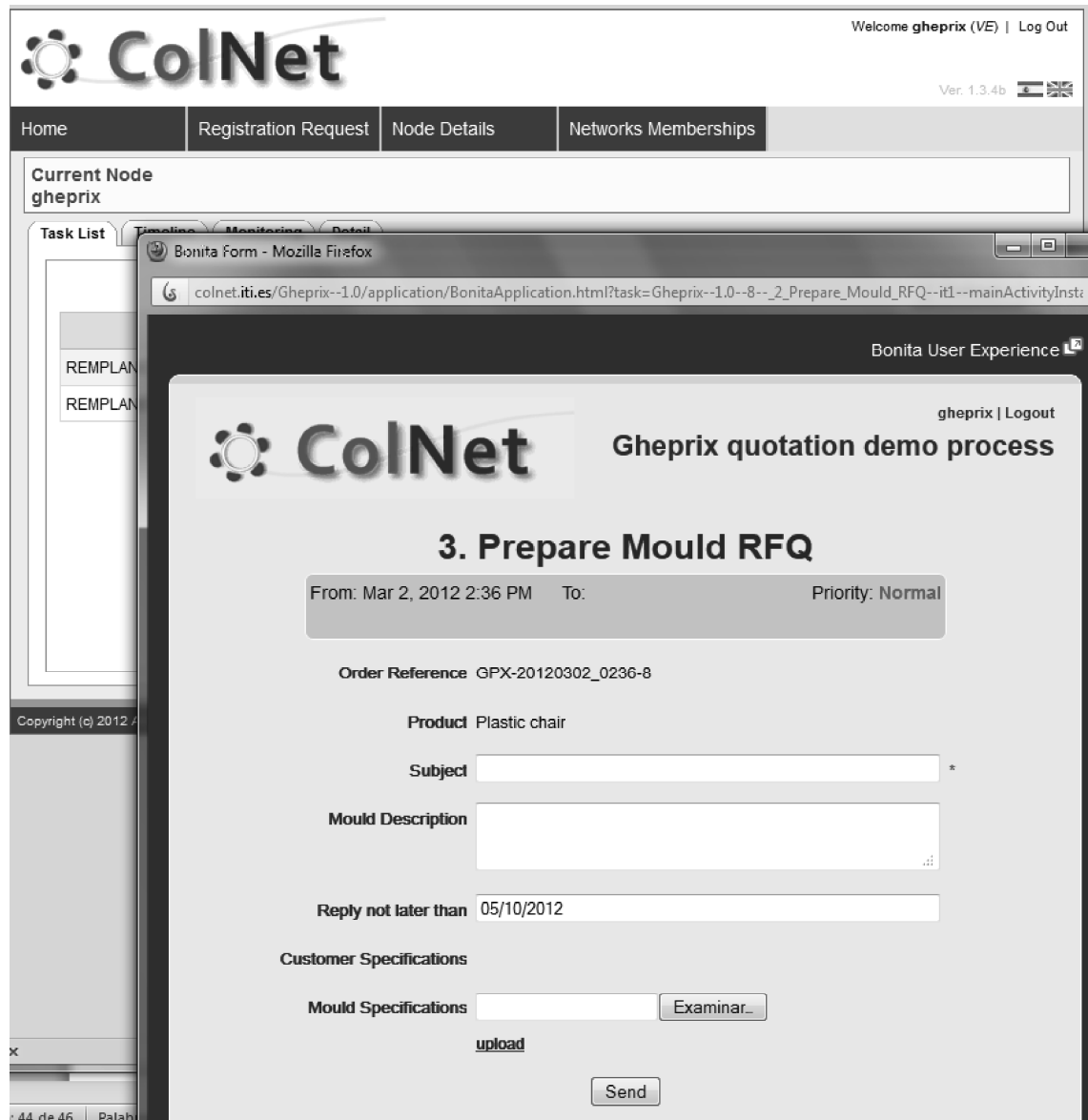


Paso 12: Ejecución del proceso extendido

Una vez que el proceso ha sido desplegado y se considera listo para ser instanciado a nivel tecnológico, es posible crear distintas instancias a partir de él. Para aquellas tareas que se hayan considerado como servicios de las ESC, el motor de ejecución requerirá la prestación de servicios de forma manual o automatizada, según sea el caso.

En el caso de Gheprix, cuando la ejecución alcanza la actividad “SendMouldQuotation”, todas las ESC del tipo Mould Supplier reciben una tarea en su Lista de Tareas que necesitarán responder adecuadamente. Lo mismo sucede cuando los proveedores de materias primas reciben la solicitud de “NotifyDeliveryDate”.

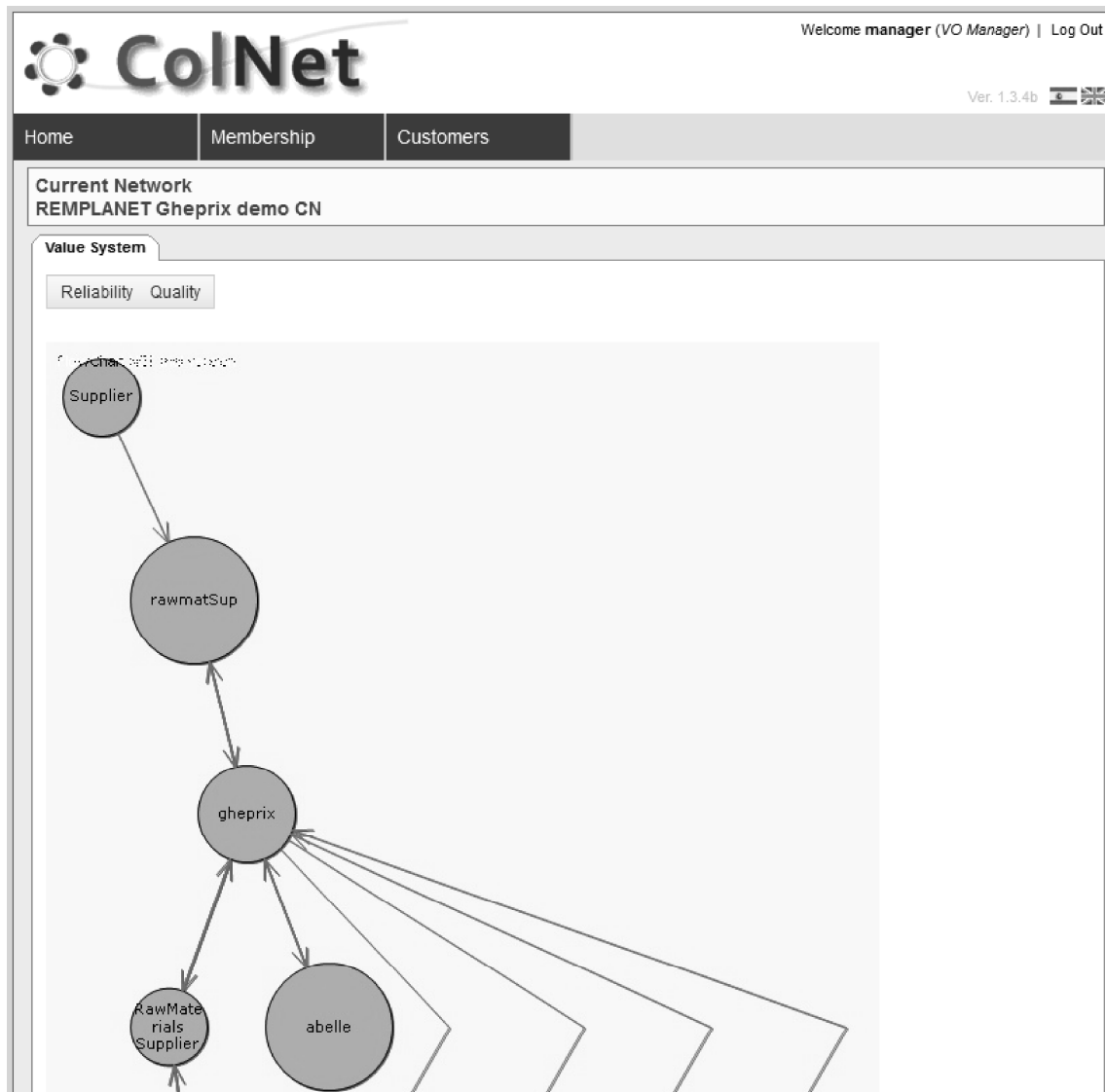
En la siguiente figura se muestra la tarea “Prepare Mould RFQ” enviada al nodo Gheprix (fabricante).



Paso 13: Monitorización de los procesos extendidos

El gestor de Gheprix dispone también de información acerca del desempeño de los nodos en la RC y de los procesos que conjuntamente desarrollan.

Parte de esa información es provista por el servidor de ejecución y parte por el sistema de medición del rendimiento que la plataforma ofrece a los gestores de la RC.



Paso 14: Disolución de la RC

El paso final de la metodología está destinado a dar soporte a la fase de Disolución de la RC. Los nodos que han participado en ella, son desvinculados, pero siguen estando registrados en el VBE definido para este caso.

8.6. Conclusiones

A lo largo de este capítulo se ha presentado la Metodología para la Gestión Integrada de VBE, RC y ES.

Tras realizar una descripción general de conceptos definidos con anterioridad en otros apartados, pero que se considerado conveniente rescatar al momento de definir la metodología, se ha presentado una versión esquemática o general conteniendo los pasos principales que se han de llevar al cabo para lograr la puesta en marcha y operación de una RC.

Con esa visión general, se ha intentado dar al lector una visión completa, de principio a fin, acerca de cómo la metodología permite concretar la visión de RC interoperables y cómo se pone de manifiesto la integración funcional de los Ciclos de Vida a nivel más detallado.

Mediante la descripción de un buen número de Casos de Uso, también se ha provisto un detalle de cada uno de los aspectos funcionales y su aportación a la metodología global.

El desarrollo metodológico se ha intentado aplicar a un caso de ejemplo de una empresa no real, pero con requerimientos de un caso real, para la que se han seguido los pasos generales descritos inicialmente. Para apoyar el ejemplo se ha recurrido a una de las aplicaciones desarrolladas como parte del proceso de validación de la propuesta.

Finalmente, resaltar el hecho de que la gestión de RC requiere abordar múltiples aspectos. De todos ellos, en esta propuesta se presta atención casi exclusivamente a aquellos que tienen que ver con facilitar la interoperabilidad a nivel estructural y funcional de la RC. Por esta razón, la aproximación metodológica planteada en este capítulo se centra fundamentalmente en aquellos aspectos que están más cerca de su fase operativa.

Capítulo 9

Diseño e implementación de una plataforma tecnológica

Tabla de Contenidos

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 (Capítulo 7)	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

Índice de Figuras

Figura 9-1: Componentes básicos de la arquitectura planteada	496
Figura 9-2: Visión global de la arquitectura tecnológica.....	497
Figura 9-3: Arquitectura tecnológica de Manbree	500
Figura 9-4: Soporte funcional a la Gestión de VBE.....	504
Figura 9-5: Creación de un nuevo VBE/Ecosistema	505
Figura 9-6: Información del VBE.....	506
Figura 9-7: Revisar solicitudes de registro de nodos concretos.....	507
Figura 9-8: Revisar solicitud para la creación de una RC.....	508
Figura 9-9: Editor de ESA.....	509
Figura 9-10: Creación de un nuevo atributo	510
Figura 9-11: Creación de un nuevo servicio	511
Figura 9-12: Procesos de referencia.....	512
Figura 9-13: Editor de procesos	513
Figura 9-14: Nuevo documento de referencia	513
Figura 9-15: Soporte funcional a la Gestión de RC.....	518
Figura 9-16: Solicitud de creación de una RC.....	519
Figura 9-17: Estructura de un nodo de la RC.....	520
Figura 9-18: importar procesos de referencia	522
Figura 9-19: Recursos de la RC	524
Figura 9-20: Creación de un nuevo producto para la RC	524
Figura 9-21: Invitación a nodos concretos	525
Figura 9-22: Pedido de la RC	526

Figura 9-23: Monitorización o Sistema de Valor de la RC.....	527
Figura 9-24: Soporte funcional a la Gestión de ES.....	529
Figura 9-25: Pantalla principal de Manbree.....	530
Figura 9-26: Creación de ESC: selección de ESA y asignación de valor a sus atributos.....	531
Figura 9-27: Crear solicitud para unirse a una RC.....	533
Figura 9-28: Invitaciones recibidas	534
Figura 9-29: Solicitudes recibidas desde la RC.....	535
Figura 9-30: Lista de tareas manuales	536

9.1. Introducción

En este capítulo se describe la plataforma tecnológica que se ha implementado a partir de la arquitectura definida en el Capítulo 7 y que da apoyo a la metodología introducida en el Capítulo 8.

Para la implementación de la plataforma, se han tenido en cuenta los requisitos que se derivan tanto de la arquitectura como de la metodología descritas anteriormente.

Por esta razón, a lo largo del documento se presenta tanto una visión arquitectónica como funcional de los principales componentes que han sido definidos para la plataforma.

Los principios de diseño e implementación que se han integrado a la plataforma son:

- **Plataforma abierta:** en el sentido que se ha creado un mecanismo para que cualquier organización pueda registrarse en un determinado VBE. Los distintos gestores llevan a cabo el proceso de aceptación y registro de cada ESC.
- **Plataforma extensible:** la plataforma que se ha diseñado introduce como elemento articulador, la definición de procesos de negocio extendidos. Con lo cual, la funcionalidad provista no está restringida a un ámbito o sector concreto.
- **Plataforma interoperable:** tal y como se ha implementado, la plataforma permite que una misma ESC pueda interactuar en tantas RC como desee, sin tener que realizar adaptaciones especiales en sus sistemas internos. Del mismo modo, en una RC pueden participar distintas ESC vinculadas a una misma ESA.
- **Plataforma orientada a servicios:** la orientación a servicios es una de las líneas de trabajo más activas en el ámbito de la Ingeniería del Software. Este enfoque constituye uno de los ejes de la propuesta y la implementación.
- **Plataforma de Ingeniería y Operación:** la plataforma desarrollada reduce el paso de un entorno de Ingeniería Organizacional a las operaciones de dicha organización.
- **Basada en estándares:** para la implementación se han utilizado exclusivamente los estándares abiertos de Internet.

En los siguientes apartados, se describirá la arquitectura tecnológica como la funcionalidad que la plataforma actualmente posee.

Para conocer el estado actual de implementación, es posible acceder a: www.manbree.net

9.2. Arquitectura Tecnológica. Visión global

9.2.1. Introducción

La arquitectura integrada que aquí se presenta provee los elementos básicos para dar soporte a la ingeniería y operación de Redes Colaborativas en el ámbito de VBE y SE.

En los siguientes apartados se detalla la **visión general** de la arquitectura y sus componentes principales siguiendo el esquema de facilitadores que se ha introducido anteriormente.

9.2.2. Componentes básicos de la arquitectura (Capítulo 7)

Para comenzar a detallar la arquitectura tecnológica, es conveniente recordar la estructura general que se había definido a nivel conceptual en el Capítulo 7 para comprender mejor el planteo global (ver Figura 9-1):

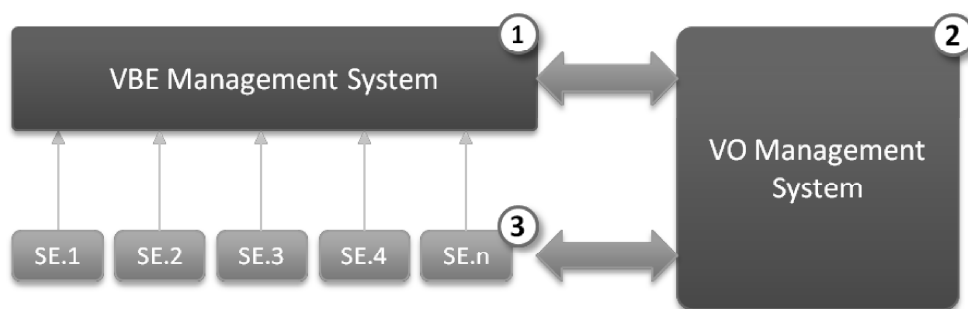


Figura 9-1: Componentes básicos de la arquitectura planteada

En esta figura, se identifican tres componentes principales a ser definidos:

- Un sistema para la gestión de VBE (indicado con 1 en la figura)
- Un sistema para la gestión de RC (indicado con 2 en la figura)
- Un conjunto de ES que se registran en el VBE y que el Management System (indicado con 3 en la figura).

Tomando como base la definición arquitectónica existente, se pretende lograr una gestión integrada de estos componentes arquitectónicos, considerando que es un desafío importante dado que hasta el momento, en la literatura sólo es posible encontrar iniciativas que los

abordan pero en las que no existe una visión integradora, que considere principios arquitectónicos comunes y mecanismos de gestión completamente integrados.

Se decía que la arquitectura completa se compone de la síntesis de tres entornos de modelado y ejecución (ver Figura 9-2):

- **Un entorno de modelado y ejecución para VBEs.** Una vez identificada la necesidad de generar un VBE¹, la arquitectura provee elementos básicos para permitir su puesta en marcha y gestión.
- **Un entorno de modelado para Redes Colaborativas.** A partir de los elementos definidos en el VBE, es posible identificar y modelar los elementos esenciales que caracterizan a una RC para facilitar su posterior despliegue y ejecución.
- **Un entorno para el modelado de Entidades de Servicios.** Las ES son modeladas en el ámbito de un VBE y luego utilizadas para conformar distintas RC.

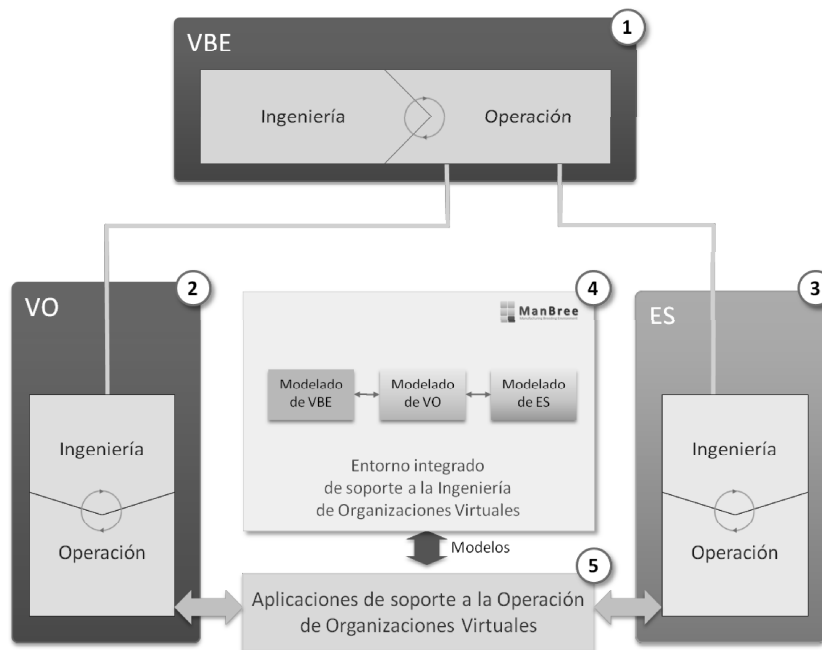


Figura 9-2: Visión global de la arquitectura tecnológica

¹ Como se ha mencionado anteriormente, el ámbito de esta propuesta se limita a dar un soporte parcial al ciclo de vida de un VBE. Por esta razón, se considera que la necesidad que lleva a la generación de un VBE como las negociaciones y acuerdos que sus miembros necesitan alcanzar, quedan fuera del alcance de esta propuesta.

En consecuencia, atendiendo a los fines de esta Tesis, se propone una arquitectura que sirve como base para la configuración de VBEs una vez que esa necesidad ya ha sido identificada.

Como se aprecia en la figura anterior, los tres ámbitos considerados (VBE, RC y ES) permiten que se considere una alternancia cíclica entre un entorno de Ingeniería y otro de Operación (indicados con (1), (2) y (3) en la figura).

De este modo, los modelos y especificaciones que se generen en el entorno de Ingeniería se utilizan como información de entrada para las plataformas operativas que se han de utilizar para darles soporte.

La base arquitectónica de los componentes principales es independiente de su utilización final. Es decir, la creación y registro de entidades (y sus correspondientes servicios) es independiente de las aplicaciones de coordinación que se utilicen a nivel de red.

Por ejemplo, una misma ES puede estar registrada en un determinado VBE y sus servicios pueden ser utilizados como base de dos aplicaciones operativas distintas: por una aplicación de Gestión de Proyectos, una aplicación de Gestión de Procesos de Negocio Extendidos, una Gestión de Pedidos Colaborativa o un Sistema Global de Gestión del Rendimiento.

En el caso concreto de la plataforma, se ha preferido aplicar principios de diseño que garanticen la integridad en la fase de Ingeniería y que los aspectos operativos queden abiertos a futuras implementaciones, propias o de terceras partes.

Como caso concreto, se puede considerar el caso de los procesos de negocio; si bien el entorno de modelado permite crear modelos de procesos de negocio extendidos, su ejecución y coordinación sería conveniente que fuese integrada en un Sistema de Gestión de Procesos de Negocio² existente en el mercado (indicado con (5) en la figura) y seleccionado según la disponibilidad o adaptabilidad de las arquitecturas tecnológicas consideradas en cada caso.

Por esta razón, un elemento fundamental para garantizar la interoperabilidad entre distintas plataformas de soporte será la adopción de estándares en el nivel de modelado que corresponda: procesos, servicios o datos.

² También conocidos como BPMS, Business Process Management System

9.3. Arquitectura Tecnológica. Visión detallada

9.3.1. Arquitectura general

La disponibilidad de una plataforma tecnológica brinda la posibilidad de ver materializados determinados conceptos y componentes arquitectónicos de una propuesta, desde una perspectiva más pragmática y cercana a lo que los usuarios finales realmente podrían utilizar.

A los fines de esta Tesis la plataforma tecnológica debe entenderse como un elemento más que permite sintetizar diversos elementos conceptuales que se han identificado previamente. Por ello, otro aspecto completamente relevante a los fines de esta Tesis está representado por la arquitectura tecnológica de la plataforma. En la Figura 9-3 se han esquematizado tres grandes elementos arquitectónicos a nivel tecnológico:

- Un sistema para la Gestión de VBEs
- Un sistema para la Gestión de RC
- Clientes para las Entidades de Servicios

Adicionalmente, se representa también la integración de esos componentes con otras aplicaciones a las que permite dar soporte el citado entorno.

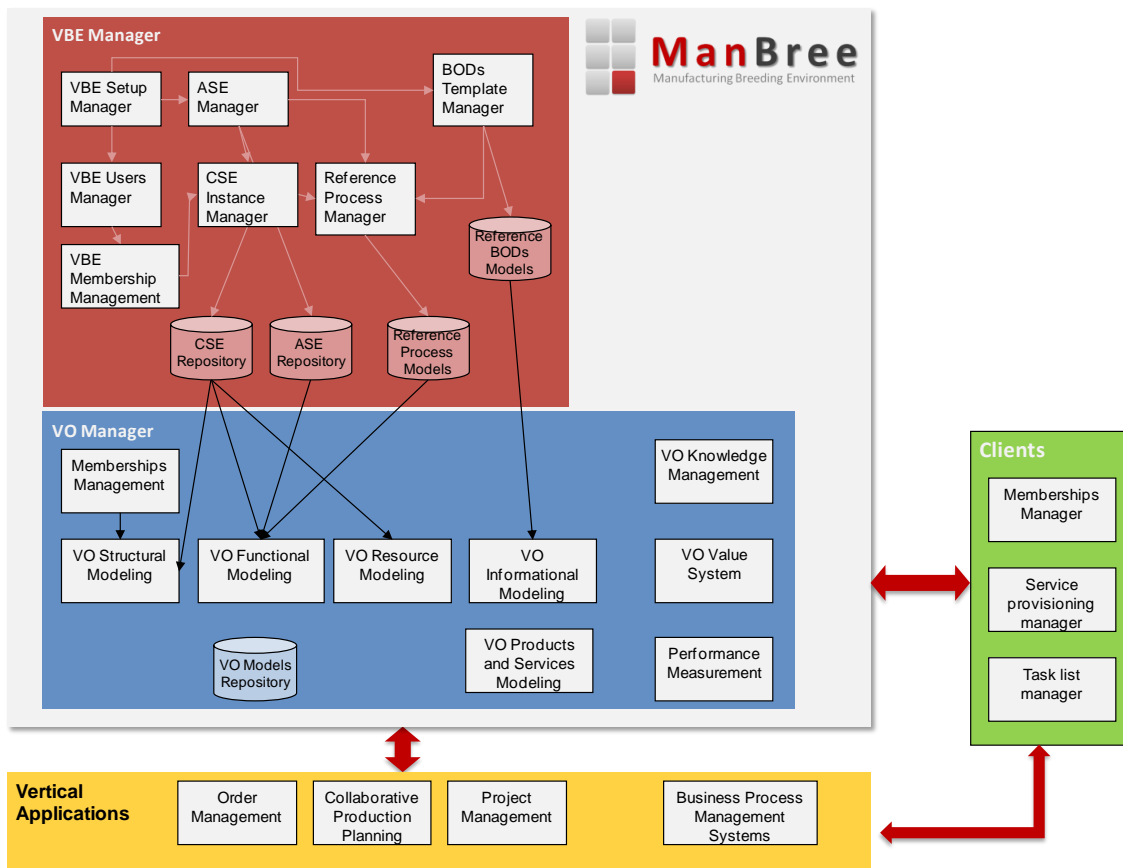


Figura 9-3: Arquitectura tecnológica de Manbree

9.3.2. Componentes del Gestor de VBE

A partir del esquema presentado en la Figura 9-3, en los siguientes apartados se describen, de modo general, los principales componentes del Gestor de VBE.

- **VBE Setup Manager:** este componente tiene como misión realizar todas aquellas tareas que a nivel de sistema sean necesarias para inicializar los nuevos VBEs que son creados dentro de la plataforma. Entre las tareas más frecuentes se encuentran las de inicializar los repositorios vacíos para alojar los modelos que posteriormente se irán generando.
- **ASE Manager:** permite realizar la definición de las entidades de servicios abstractas que se definen en el ámbito de un determinado VBE. A partir del repositorio vacío que ha sido creado por el VBE Setup Manager, el responsable de la gestión del VBE puede comenzar a realizar la definición de las distintas entidades abstractas. El ASE Manager permite realizar la gestión completa de las distintas ASE, utilizando una estructura tipo árbol en la que las distintas entidades son definidas y caracterizadas mediante sus atributos y servicios. También da soporte a la especialización de una entidad o la generalización de un subconjunto de ellas.

- **BODs Template Manager:** este componente permite realizar la gestión de los distintos elementos de información que están presentes en el ámbito del VBE. Como elementos de información se identifican ...
- **VBE Users Manager:** el gestor de usuarios del VBE permite gestionar las cuentas que se van registrando en la plataforma y que están destinadas a los distintos usuarios que interactúan con él.
- **CSE Instance Manager:** el generador de instancias de Entidades de Servicios es el componente que permite, a partir de la definición de una ESA existente en el VBE, crear una instancia específica y concreta.
- **Reference Process Manager:** el editor de procesos de referencia permite crear distintos procesos de negocio a partir de las definiciones genéricas de ESA, tanto de sus atributos como de sus servicios. De este modo se obtienen patrones genéricos que posteriormente podrán ser instanciados en la creación de distintas RC.
- **VBE Membership Manager:** este componente tiene por finalidad gestionar las solicitudes de admisión al VBE. Para que la creación de una ESC sea efectiva, ésta debe ser validada por el VBE Manager previamente.
- **Repositories:** distintos repositorios que almacenan datos respecto a la actividad del VBE.

9.3.3. Componentes del Gestor de CN

Los principales componentes del Gestor de CN son:

- **Memberships Manager:** este componente gestiona las invitaciones enviadas a distintos nodos así como también los ofrecimientos que distintos nodos realizan al gestor de la RC para dar a conocer su intención de pertenecer a dicha RC.
- **Structural Modeler:** este componente tiene por finalidad gestionar la estructura de una RC, respecto a los miembros que la componen. Distintas ESC pueden ofrecer sus servicios a la RC o bien el manager puede invitarles a unirse a una determinada RC.
- **Functional Modeler:** este componente es un editor de procesos de negocio que permite crear modelos funcionales a partir de los nodos y servicios que actualmente la RC posee. Posteriormente, estos modelos pueden ser llevados a un entorno de ejecución
- **Resource Manager:** este gestor de recursos permite conocer la disponibilidad de recursos existentes en el VBE y que, potencialmente, pueden formar parte de la RC

- **Informational Modeling:** este componente permite modelar los mensajes, flujos de información y documentos que van a circular dentro de la RC.
- **Products and Services Modeling:** mediante este componente es posible crear la cartera de productos y servicios que la RC ofrece a clientes finales.
- **Value System Manager:** este componente muestra gráficamente las relaciones entre los nodos de una RC, permitiendo analizar dichas relaciones desde distintas perspectivas como pueden ser: fiabilidad, calidad de productos, etc.
- **Repositories:** distintos repositorios que almacenan datos respecto a la actividad de la RC

9.3.4. Componentes de los Clientes ES

Los principales componentes de las ES son:

- **SE Membership Manager:** este componente se encarga de realizar la gestión de solicitudes de pertenencia a distintos VBE y RC.
- **Service Provisioning:** este módulo facilita la provisión automática de servicios mediante invocaciones a servicios web.
- **Task Manager:** este componente es una lista de tareas que se utiliza para gestionar las asignaciones provenientes del motor de ejecución para aquellas tareas manuales.
- **SE Repositories:** distintos repositorios que almacenan datos respecto a la actividad de la ES

A continuación, se describirá la funcionalidad de la plataforma teniendo en cuenta la funcionalidad prevista para cada uno de los subsistemas que han sido integrados en esta propuesta.

9.4. Gestor de VBE

9.4.1. Soporte al Ciclo de Vida de VBE

En este apartado se describen las principales funcionalidades de la plataforma tecnológica para dar soporte al Ciclo de Vida de los VBE y que se estructura en tres grandes fases: a) Preparación, b) Operación y Evolución y c) Disolución.

La fase de Preparación engloba a todas aquellas actividades necesarias para realizar la Ingeniería de un VBE dentro de la plataforma. Entre las tareas principales es posible identificar:

- La inicialización de los componentes básicos de la plataforma,
- La creación de los repositorios de datos
- Creación de las cuentas de usuario de administración
- Definición de las normas de conducta y el comportamiento esperado de sus miembros
- Registro de los miembros fundadores

Por su parte, la fase **operativa** de un VBE dará soporte a:

- La gestión de nuevos usuarios
- La gestión de entidades de servicios (ES) en el VBE
- La gestión del Ciclo de Vida de Redes Colaborativas (RC)
- La gestión del repositorio de ESA

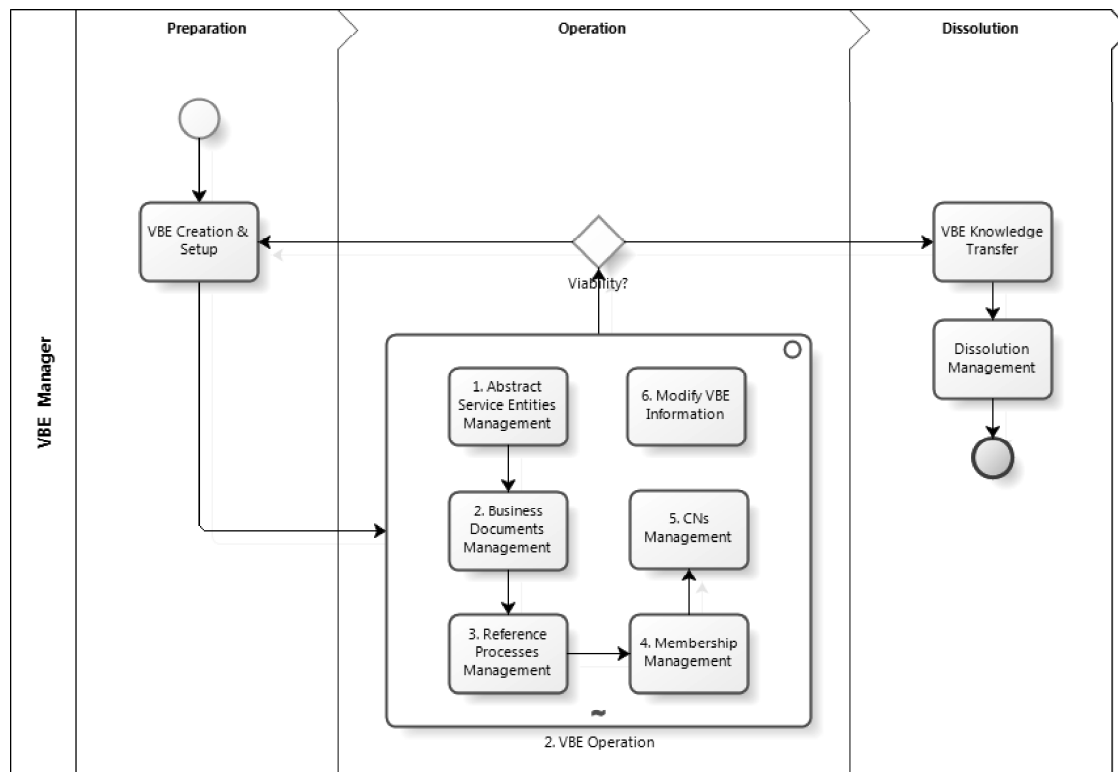


Figura 9-4: Soporte funcional a la Gestión de VBE

La fase operativa de un VBE se prevé que nunca llegue a su fin. De hecho, un VBE está concebido como un espacio en el que múltiples entidades nacen, se desarrollan y desaparecen, pero el entorno que las contiene permanece inalterable.

Sin embargo, si las circunstancias que dieron origen a la aparición del VBE ya no se dan o, simplemente, se desea darle una nueva orientación, a la conclusión de la fase operativa se debe realizar un estudio de viabilidad que determinará si se vuelve a una nueva fase de Preparación o si, por el contrario, se produce su definitiva Disolución.

En caso de cesar las actividades de un VBE, la arquitectura propuesta debe prever los mecanismos necesarios para recoger las lecciones aprendidas, el conocimiento generado y el valor generado por él a lo largo de su vida.

9.4.2. Descripción funcional

El acceso al módulo gestor de VBE de ManBree se realiza a través de un usuario con rol “VBE Manager”, para obtener un usuario con este rol se debe contactar con el administrador de la plataforma, pues es el único con capacidad para crearlos.

Este módulo es el encargado de la creación, configuración y gestión de los VBE de la plataforma, incluyendo la creación de ESA, procesos de referencia y documentos de negocio genéricos de los que ésta se compone. Por otro lado en éste módulo también se incluye el sistema de autorizaciones para la creación de redes colaborativas y nodos concretos y la validación de despliegue de éstos. En los siguientes apartados se detalla cada una de estas funcionalidades.

9.4.2.1. Configuración de un VBE

El formulario para la creación de un nuevo VBE (ver Figura 9-5) es accesible desde la opción de menú “*Open Services Ecosystem > Create new ecosystem*”. Para la creación de un nuevo VBE sólo es necesario introducir los datos básicos del mismo (nombre, URL y descripción) e indicar si va a estar habilitado o no. Esta información podrá ser modificada una vez creado el VBE.

The image shows a screenshot of a web browser displaying the ManBree application. The browser title is "ManBree - Management of Breeding Environments - Windows Internet Explorer". The address bar shows "http://www.spr.u...". The page header includes the ManBree logo, the text "Management of Breeding Environments", the version "Ver. 2.1.8b", and a user greeting "Welcome vbemanager (VBE Manager)" with a "Log Out" link. Below the header is a navigation menu with three tabs: "Membership", "User Account", and "Open Services Ecosystems". The "Open Services Ecosystems" tab is active, showing a form titled "Ecosystem". The form has the following fields: "Name:" with a text input box, "URI:" with a text input box, "Description:" with a large text area, and "Enabled:" with a dropdown menu set to "True". At the bottom of the form are "Save" and "Cancel" buttons. The footer of the page contains the text "Copyright (c) 2011 CIGIP-RDP-SPR All rights reserved. | About | Contact".

Figura 9-5: Creación de un nuevo VBE/Ecosistema

Una vez creado el VBE es posible acceder a la zona de gestión del mismo, en dónde, cómo se verá en apartados posteriores, se podrán definir sus ESA así como sus procesos y documentos de referencia. Además, en la pestaña “*Ecosystem Information*” (Figura 9-6) se puede modificar la información básica del mismo y consultar las redes colaborativas que tiene definidas.



Figura 9-6: Información del VBE

9.4.2.2. Gestión de solicitudes de membresía

El sistema de creación de nodos concretos conlleva la selección del nodo genérico que va a instanciar el nuevo nodo y la asignación de valor a sus atributos, esta información se enviará en forma de solicitud de registro al gestor del VBE, que será el encargado de decidir si ese nodo cumple o no los requisitos para formar parte del mismo, aprobando o rechazando esa solicitud (ver Figura 9-7). En ambos casos es posible adjuntar información sobre los motivos de la decisión que será recibida por el emisor de la solicitud.

Un vez que un nodo concreto ha sido registrado en el VBE debe implementar los servicios definidos por su nodo genérico y solicitar su validación por parte del VBE antes de poder unirse a una red.

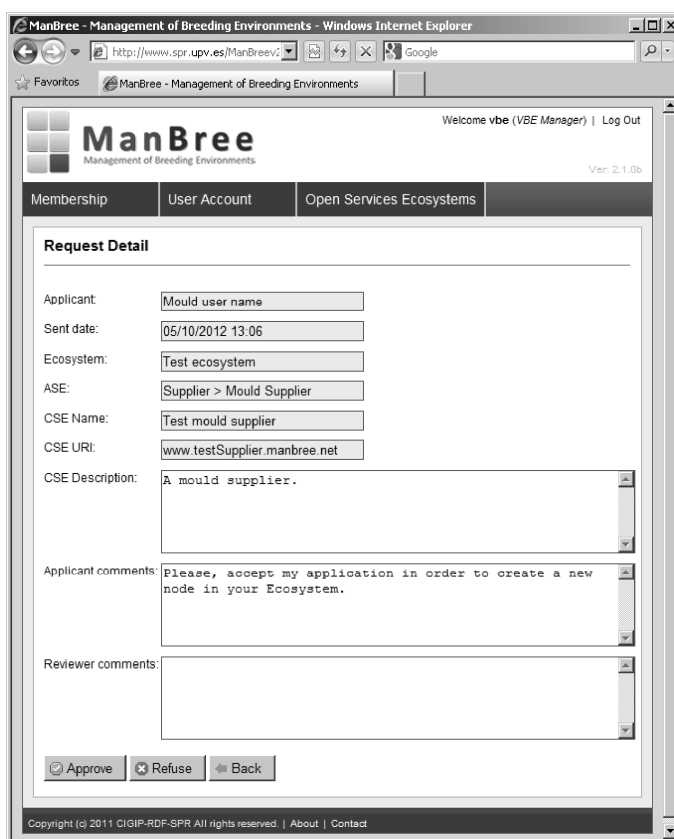


Figura 9-7: Revisar solicitudes de registro de nodos concretos

9.4.2.3. Gestión de creación de redes

El sistema para la creación de redes es similar al detallado en el punto 9.4.2.2. En este caso un usuario con el rol “CN Manager” envía una solicitud con los datos de la nueva red a crear. El gestor del VBE analizará la solicitud y decidirá si aprueba la creación de la nueva red o no (ver Figura 9-8).



Figura 9-8: Revisar solicitud para la creación de una RC

9.4.2.4. Perfiles de ESA

Las ESA representan los distintos “tipos” de nodos que están presentes en el dominio del problema. Dan una definición abstracta (de alto nivel) de un nodo, definiendo atributos y servicios abstractos que deberán ser implementados por los nodos concretos (ver Figura 9-9).

Las ESA establecen una jerarquía en la que un nodo puede definir nodos hijos a los que propagará sus atributos y servicios, éstos se agregarán a los que defina propiamente el nodo hijo. Con este mecanismo, partiendo de nodos con características genéricas, se pueden ir creando nodos, también genéricos, pero con características (atributos y servicios) cada vez más especializados.

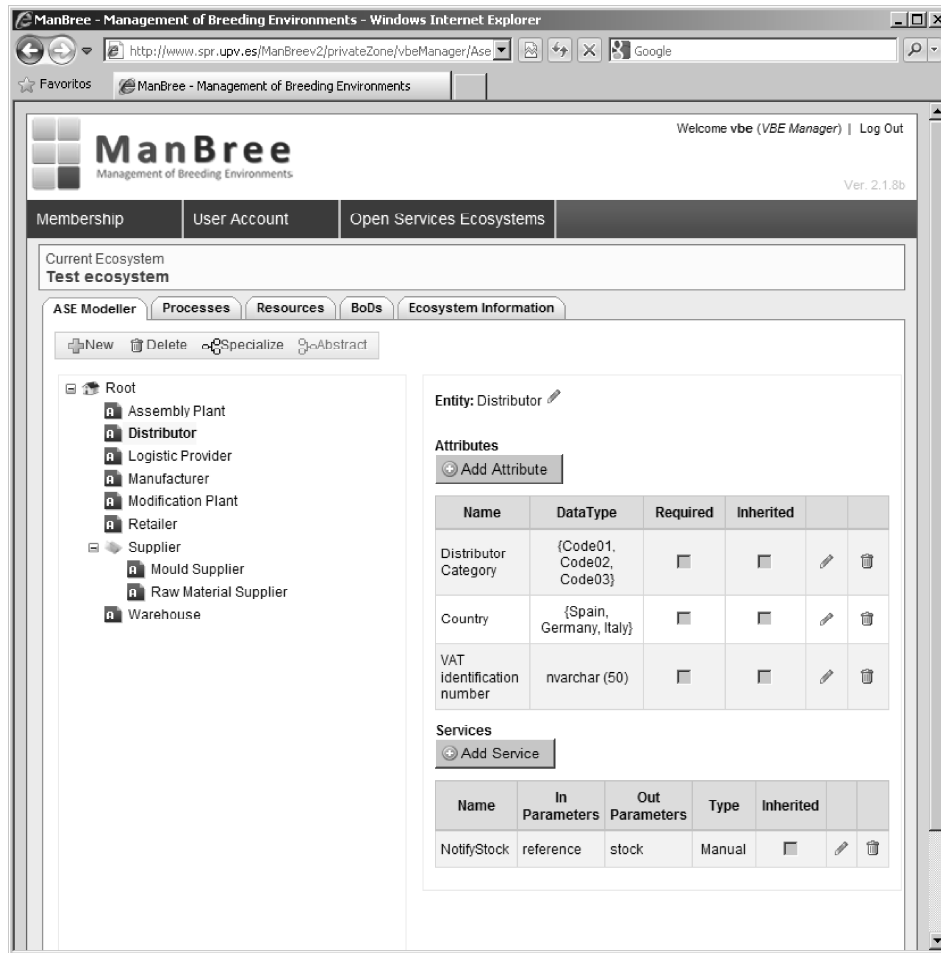


Figura 9-9: Editor de ESA

Atributos

Los atributos son un conjunto de datos que caracterizan a los nodos y nos permiten conocer su estado. A nivel de nodo genérico los atributos no adquieren ningún valor, pero los nodos concretos que lo instancien sí deberán asignarles uno.

Para la creación de un nuevo atributo se debe especificar un nombre, un tipo y una descripción, así como si es o no obligatorio, es decir, si los nodos concretos que instancien a ese nodo genérico deben asignarle obligatoriamente un valor al mismo (ver Figura 9-10). El valor que los nodos concretos asignen a ese atributo debe ser un valor válido para el tipo que se ha especificado.

El tipo del valor de un atributo podrá ser:

- Simple: ManBree define 5 tipos de datos simples (o primitivos).
 - o boolean: Este tipo de variable sólo puede tomar dos valores, o *true* o *false*.
 - o datetime: Representa un valor de tipo fecha o fecha y hora.

- integer: Para números enteros tanto positivos como negativos.
- real: Valores numéricos reales.
- string: Para valores en forma de cadenas de texto.
- Enumeration: Permite crear listas de elementos de forma que el valor del atributo debe seleccionarse de entre los elementos de esa lista.
- BOD (*Business Object Document*): Este tipo permite seleccionar uno de los documentos de negocio genéricos definidos en el VBE.

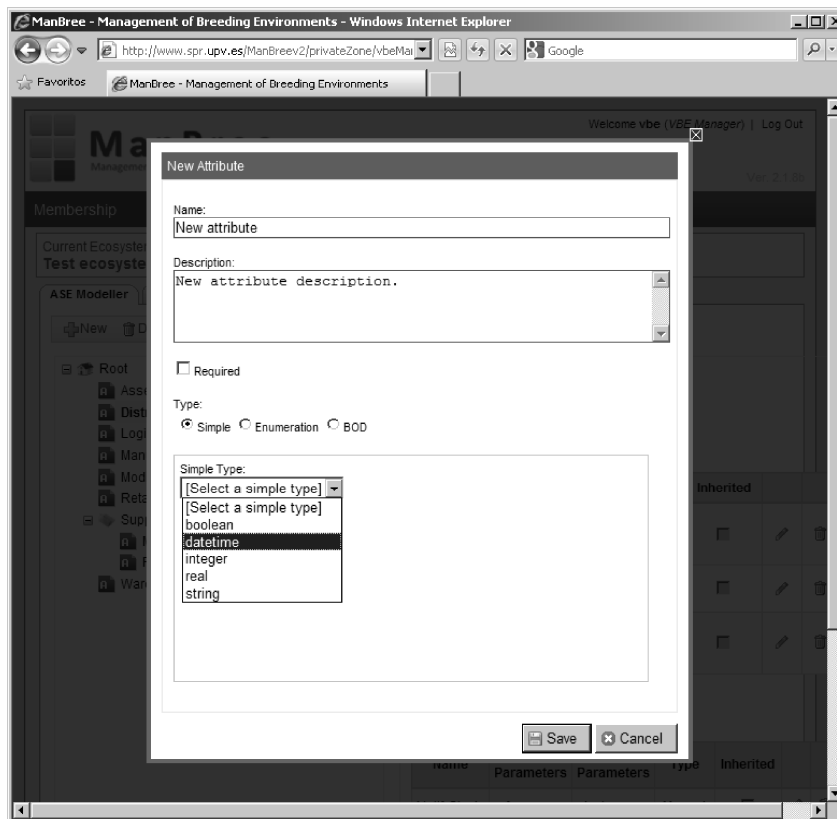


Figura 9-10: Creación de un nuevo atributo

Servicios

Los servicios que se definen en las ESA especifican las operaciones que pueden ser llevadas a cabo por los nodos concretos que lo instancien (ver Figura 9-11). Un servicio consta de un nombre, una descripción y un conjunto de parámetros de entrada (datos que se le deben proporcionar al servicio cuando vaya a ser invocado) y de salida (datos que proporciona el servicio como resultado de su ejecución).

Los parámetros de los servicios deben especificar un tipo que, al igual que en el caso de los atributos, podrá ser simple, enumeration o BOD.

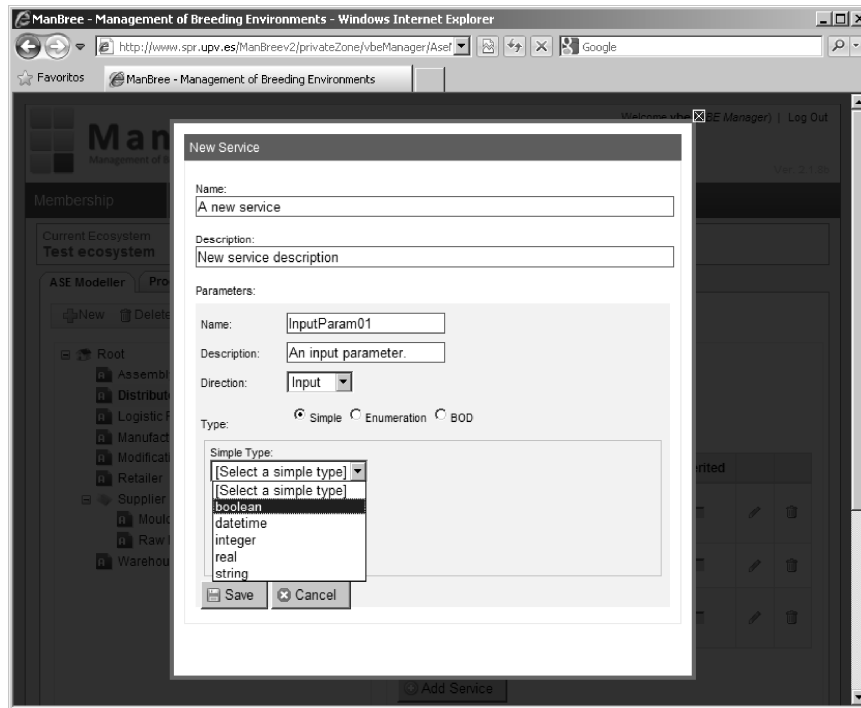


Figura 9-11: Creación de un nuevo servicio

9.4.2.5. Procesos de referencia

Un gestor de VBE puede definir procesos de referencia, que son procesos de negocio genéricos que representan un posible patrón para la definición de otros procesos no genéricos.

Los procesos de referencia se especifican a partir de las definiciones de los atributos y servicios de las entidades de servicios genéricas, los flujos de información y mensajes y el comportamiento que se espera para dicho proceso.

Los procesos de referencia son almacenados en un repositorio del VBE de modo que si posteriormente un gestor de RC desea crear un proceso específico para su red, puede navegar por el repositorio buscando alguno que se ajuste a sus necesidades. Posteriormente, realizará la instanciación de las ESA en nodos concretos (ESC).

La plataforma permite la definición de estos procesos de referencia y su posterior modelado utilizando un editor de procesos basado en la notación BPMN (ver Figura 9-12)

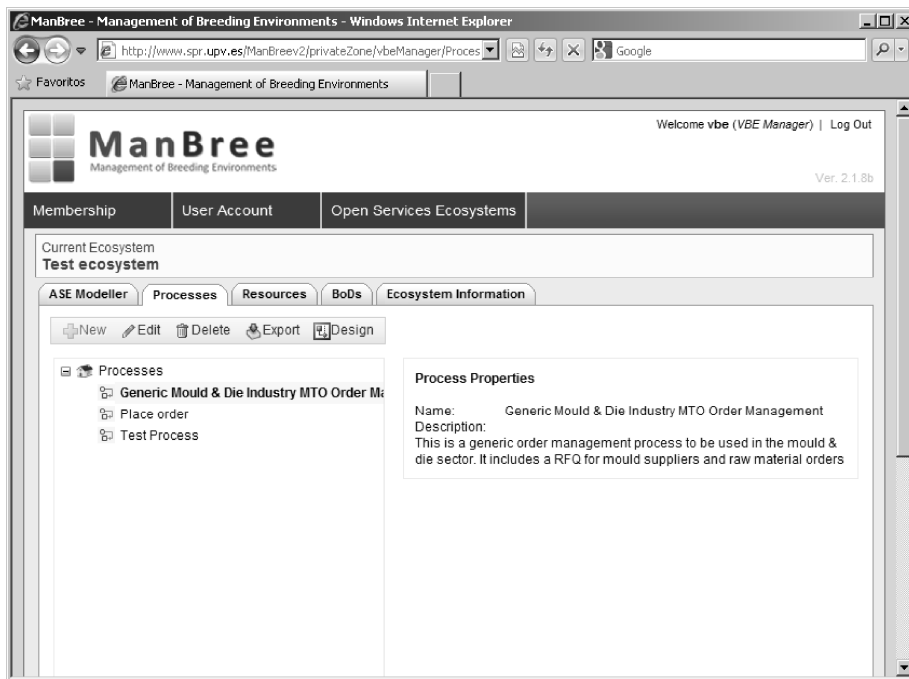


Figura 9-12: Procesos de referencia

Los actores de los procesos de referencia se elegirán de entre las ESA del VBE, las tareas serán los servicios de esos nodos y los flujos entre tareas intercambiarán información que estará definida en forma de BOD de referencia del VBE.

Las redes del VBE podrán importar los procesos de referencia de éste para crear su propia versión del proceso y sustituir los perfiles genéricos por perfiles concretos propios de la red.

Al crear un proceso de referencia es necesario asignarle un nombre y una descripción, además es posible suministrar su definición a través de un archivo XPD L o editarlo con el editor de procesos que proporciona ManBree (ver Figura 9-13).

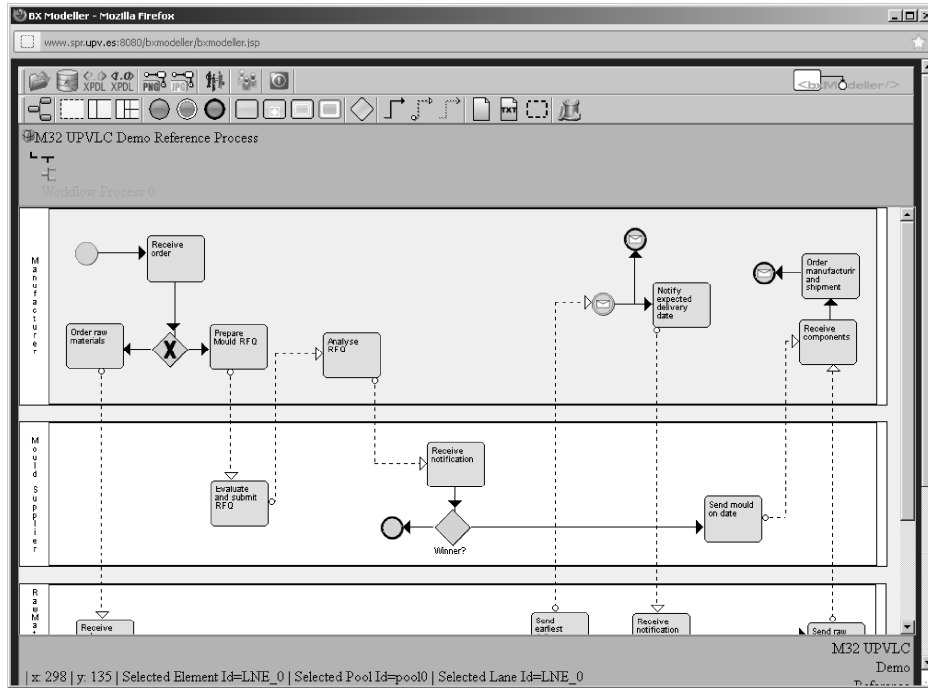


Figura 9-13: Editor de procesos

9.4.2.6. Documentos de referencia

Los documentos de referencia, son documentos de negocio en formato *XML Schema* que especifican el formato de la información que los nodos intercambiarán cuando operen en la red (ver Figura 9-14: Nuevo documento de referencia).

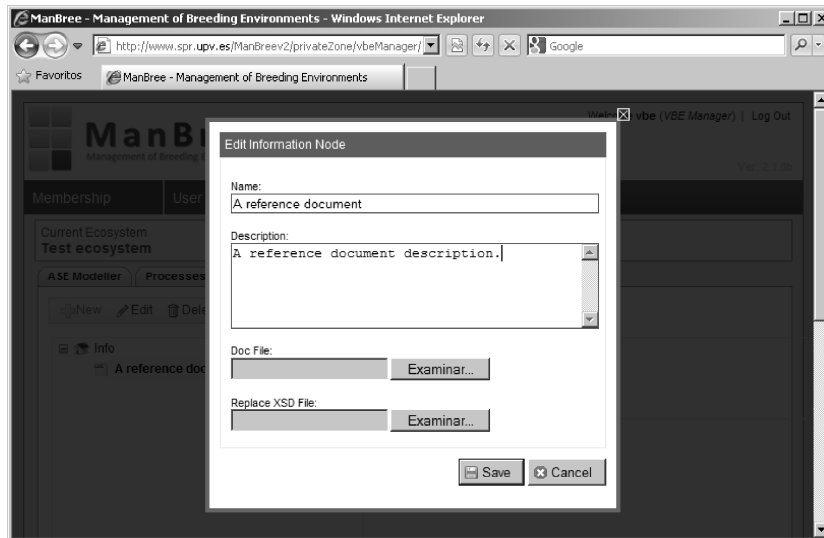


Figura 9-14: Nuevo documento de referencia

9.4.3. Descripción de las clases principales

- User y Role

Esta clase representa a los usuarios de la plataforma, con la información relativa a sus datos personales e información de acceso a la misma. Existen 4 tipos de roles de usuarios: administrador (*Administrator*), gestor de VBE (*VBE Manager*), gestor de red (*RC Manager*) y gestor nodos (*VE*) que se modelan con la clase “Role”.

- Ecosystem

En esta clase se definen los ecosistemas de negocio de la plataforma. Se recoge la información básica de los mismos como el nombre, descripción y el usuario propietario (gestor) del VBE.

- ASE - *Abstract Service Entity* (Nodo genérico)

En esta clase se recogen las ESA de un VBE. Las ESA representan los distintos “tipos” de nodos que están presentes en el dominio del problema. Dan una definición abstracta (de alto nivel) de atributos y servicios.

Como se observa en el diagrama esta clase define una asociación reflexiva con la que establece una jerarquía padre-hijo, a través de esta relación los nodos descendientes heredarán los atributos y servicios de sus nodos ascendientes.

Además de los atributos básicos para definir un nodo genérico, la clase “Ase” cuenta con el atributo “*bpmsGroupId*”. ManBree interactúa con un BPMS que le servirá, entre otras cosas, de motor de workflow.

- Attribute

Con esta clase se modelan los atributos que pueden definir las ESA. Cuenta con atributos con la información básica del mismo: nombre, descripción y si es o no obligatorio. Además existe una asociación con la clase “Type” que se usará para especificar el tipo del atributo.

- Service y Parameter

Cómo se ha comentado en apartados previos las ESA pueden definir servicios que, a su vez, definen un conjunto de parámetros de entrada y de salida. Para modelarlos se han utilizado estas dos clases que contienen los atributos necesarios para su caracterización. Cabe destacar la asociación entre la clase “Parameter” y “Type” que permite especificar el tipo de datos de cada parámetro del servicio.

- Type, SimpleType, EnumType y BodType

Con estas cuatro clases se modelan los distintos tipos de datos que soporta ManBree, tanto para los atributos de las ESA como para los parámetros de los servicios.

Obsérvese la relación de herencia que se ha establecido entre ellas, en la que la clase “Type” (modelada como clase abstracta) actuará de clase padre para las otras 3. Esta clase contendrá los atributos genéricos que comparten todos los tipos soportados por ManBree: el nombre del tipo y si admite valores nulos.

Respecto a las otras 3 clases:

- SimpleType: Modela los tipos primitivos (números, cadenas de texto, etc.), en los que, opcionalmente, se podrá indicar un tamaño mínimo y/o máximo.
 - EnumType: A través de esta clase se definirán tipos de datos cuya lista de valores permitidos se encuentra previamente definida.
 - BodType: Este tipo de dato se define a través de los documentos de negocio (en formato XML Schema) definidos en el VBE.
- Process

Esta clase modela los procesos del VBE, la definición de cada proceso se almacena en formato XPD. Además contiene un atributo (*document*) que para permitir adjuntar información, en cualquier formato, que pueda complementar la definición del proceso.

La clase define 3 relaciones de agregación con las clases “Ase”, “Service” y “Bod”, ya que los actores, tareas y flujos de información del proceso se construyen a partir de estos elementos que se han definido en el VBE.

- Bod

Los documentos de negocio del VBE se han modelado con esta clase. El atributo “*xsd*” contendrá el documento en formato XML Schema, al que se podrá adjuntar otro tipo de información, en cualquier formato, que pueda complementar el documento.

- Invitation, CnAcceptationRequest y CSERegistrationRequest

Tanto el sistema de solicitudes de membresía, como el de creación de redes se apoyan en la clase “Invitation”, ésta contiene los atributos básicos de cada solicitud: emisor y receptor, fechas de envío y respuesta, así como la información que se quiere enviar y el estado de la solicitud .

Las solicitudes para crear una nueva red serán emitidas por el gestor de la red hacia el gestor del VBE, este tipo de solicitudes se modelan con la clase “CnAcceptationRequest”.

Por otro lado la clase “CSERegistrationRequest” representa las solicitudes de creación de nodos concretos. Esta clase almacenará los datos básicos que se proponen para el nuevo nodo (nombre, descripción y URL), el nodo genérico que va a instanciar, y los valores iniciales que le asignará a los atributos de éste.

9.5. Gestor de Redes Colaborativas

9.5.1. Ciclo de Vida de la RC

El ciclo de vida de las RC a las que se da soporte está compuesto de tres fases (ver Figura 9-15):

CN Creation: en la que un gestor de RC solicita al VBE Manager la creación de una nueva red.

CN Operation: en la que se llevan a cabo los distintos procesos de Ingeniería y se da soporte a la fase operativa de las RC. Una lista no definitiva de los subprocesos que incluye esta fase está compuesta por:

- Gestión de la estructura y composición
- Gestión de los procesos de negocio de la RC
- Gestión de los documentos de negocio de la RC
- Gestión de productos o servicios de la red
- Gestión de pedidos
- Gestión del conocimiento
- Gestión del rendimiento

CN Dissolution: en la que se recopila la información disponible tras decidir la discontinuidad de una determinada RC.

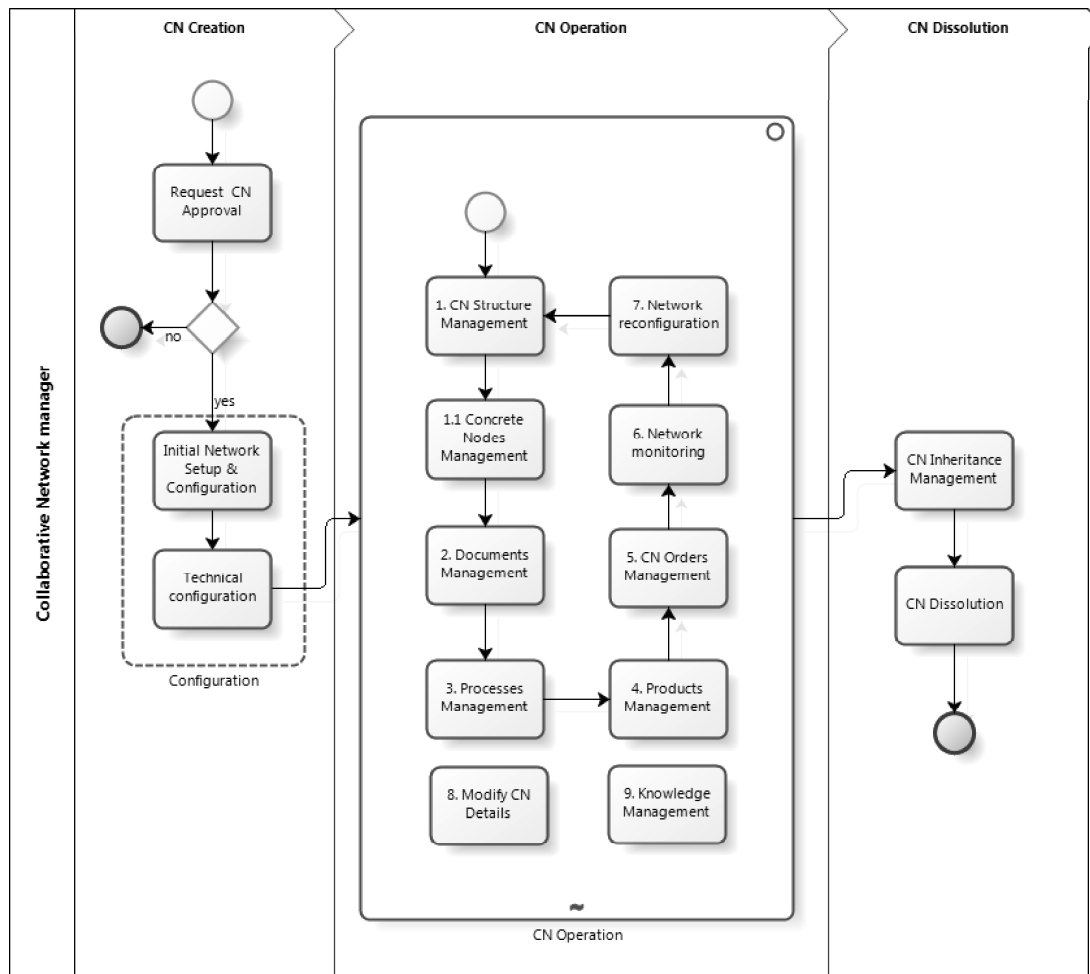


Figura 9-15: Soporte funcional a la Gestión de RC

9.5.2. Descripción funcional

El acceso al módulo gestor de redes de ManBree se realiza a través de un usuario con rol “RC Manager”, para obtener un usuario con este rol se debe contactar con el administrador de la plataforma, pues es el único con capacidad para crearlos.

Este módulo es el encargado de la configuración y gestión de las redes de la plataforma, incluyendo la gestión de su estructura, procesos, productos y documentos de negocio que la componen. Por otro lado en éste módulo también se incluye el gestor de pedidos, el sistema de invitaciones a nodos concretos para que participen en la red y el de autorización de las solicitudes de éstos para participar en ella. En los siguientes apartados se detalla cada una de estas funcionalidades.

9.5.2.1. Creación y configuración de RC

La creación de una red colaborativa en un VBE debe ser autorizada por el gestor de éste. Para ello el gestor de la red enviará una solicitud con la información de la red que quiere crear (ver Figura 9-16).

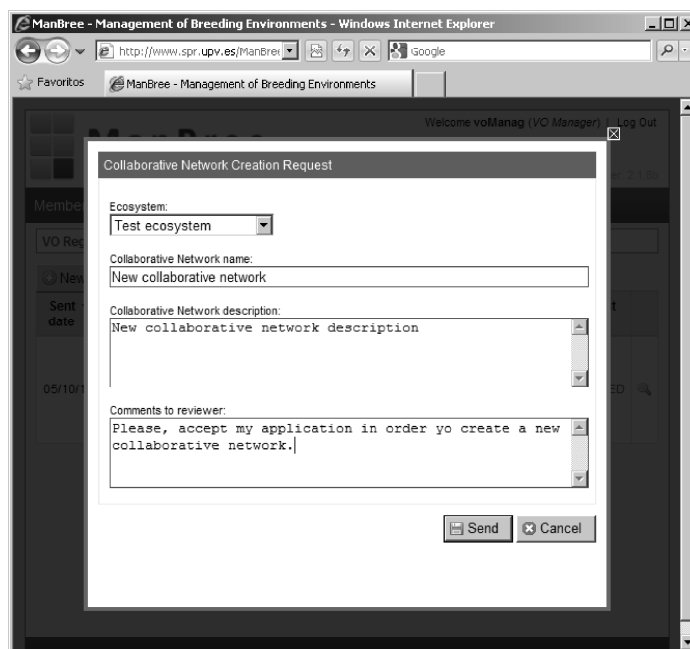


Figura 9-16: Solicitud de creación de una RC

Al configurar la red se solicita la información necesaria para que la plataforma pueda conectarse con el BPMS. La comunicación entre la plataforma y el BPMS se realiza por medio de capa de servicios web, por lo que será necesario proporcionar la dirección de acceso a los mismos y los datos de autenticación que permitan operar con ellos. La plataforma usará el BPMS para desplegar en él sus procesos y dar soporte a su ejecución.

9.5.2.2. Modelización

9.5.2.2.1. Estructural

Estructuralmente la red se organiza en forma de árbol en el que sus elementos podrán ser nodos, tanto genéricos como concretos, y carpetas para agruparlos (Figura 9-17).

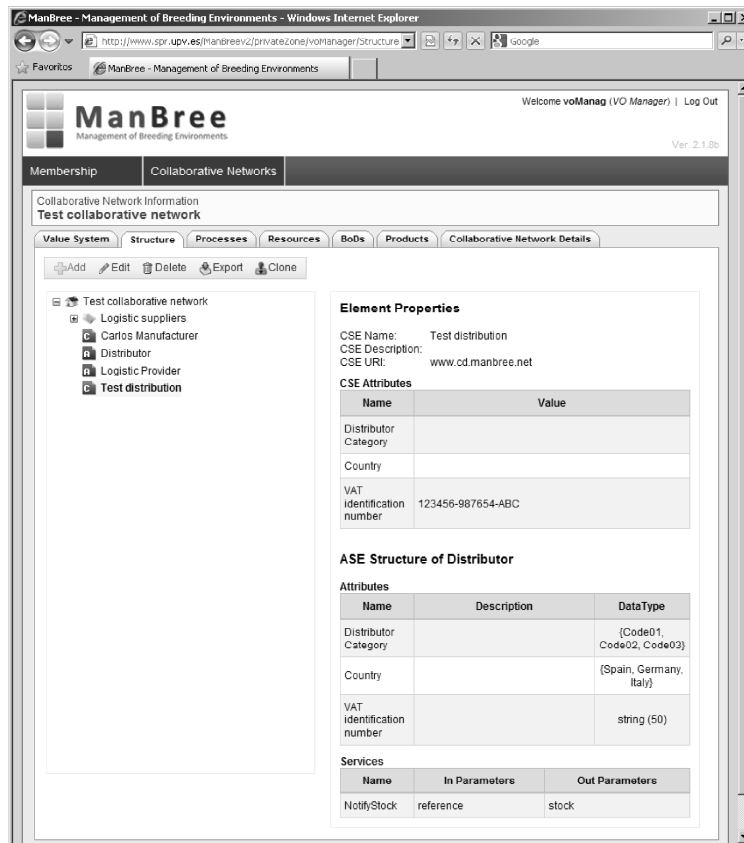


Figura 9-17: Estructura de un nodo de la RC

A la hora de añadir un nuevo elemento a la estructura se debe seleccionar el elemento del árbol en el que se agregará (sólo se pueden añadir elementos dentro de una carpeta o dentro del nodo raíz de la estructura) y el tipo de elemento a añadir: carpeta, nodo genérico o nodo concreto.

- **Carpeta:** Sólo será necesario introducir el nombre que se le quiere asignar a la carpeta. Las carpetas no sólo desempeñan un rol organizativo en la estructura de la red, también podrán ser utilizadas en los procesos, de forma que si se selecciona una carpeta como actor de un conjunto de tareas, el nodo concreto que finalmente lleve a cabo esas tareas se seleccionará de entre los nodos contenidos en esa carpeta.
- **Nodo genérico:** Se selecciona un nodo genérico de los definidos en el VBE al que pertenece la red.
- **Nodo concreto:** Puede seleccionarse un nodo existente que esté vinculado a la red (ya sea porque ha sido invitado o porque le ha sido aceptada su petición para adherirse) o crear un nuevo nodo concreto, en este último caso se seguirá un proceso de creación similar al existente para el rol VE.

9.5.2.2.2. *Procesos de negocio*

El formulario de gestión de los procesos de negocio de la red es accesible desde la pestaña “Processes”. Al igual que en el caso de las estructura, los procesos se organizarán en forma de árbol en el que sus elementos serán carpetas (que agrupan procesos) y los propios procesos.

Los procesos de negocio pueden ser ejecutados por el BPMS asociado a la plataforma. Para ello ManBree ofrece la posibilidad de desplegar el proceso a través de la capa de servicios web que conecta el BPMS.

Importar procesos de referencia

Los procesos de referencia definidos en los ecosistemas son modelos genéricos que no son directamente aplicables a casos concretos, pero proveen las bases para derivar otros procesos más cercanos a estos casos concretos. Para ello, el módulo gestor de redes de ManBree proporciona un mecanismo de importación de estos procesos de referencia que permite a la red crear sus propios procesos más específicos y ajustados a las necesidades de la misma (ver Figura 9-18).

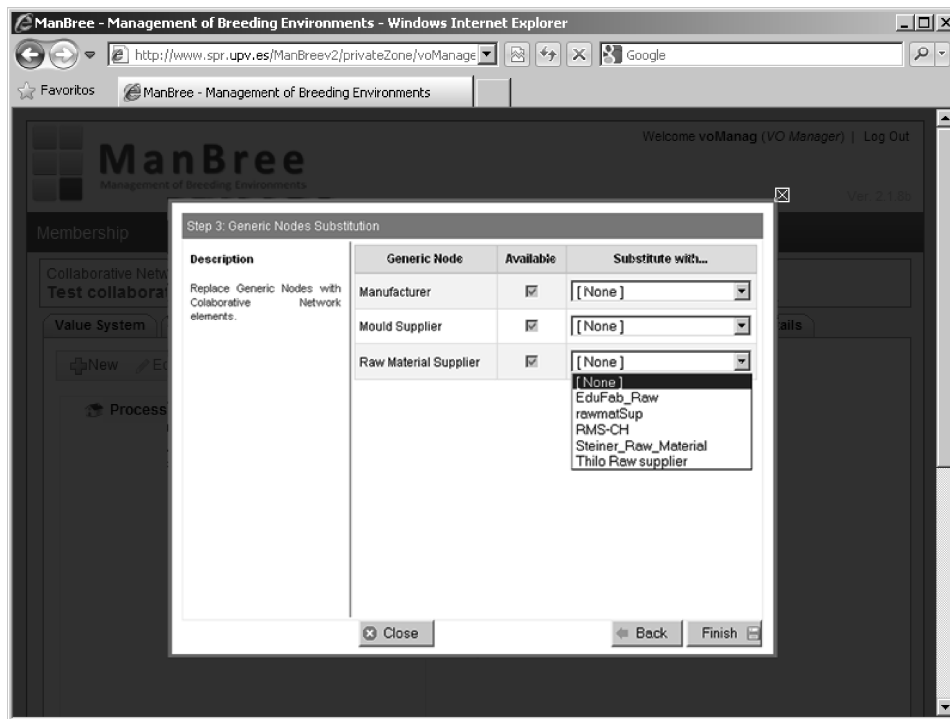


Figura 9-18: importar procesos de referencia

Al importar un proceso de referencia se deben sustituir los actores del mismo por elementos de la red que se ajusten a ese perfil genérico. Recordemos que en el proceso de referencia se seleccionaban ESA del VBE para que actuasen como actores, en la importación se sustituirán por nodos concretos de la red que sean instancia de éstos.

Una vez importado, el proceso aparecerá en el árbol de procesos de la red, pudiendo ser enriquecido, a través del editor de procesos de ManBree, para ajustarse a las necesidades específicas de la red.

Crear procesos nuevos

Al crear un nuevo proceso en la red es necesario asignarle un nombre y una descripción, además es posible suministrar su definición a través de un archivo XPDL o editarlo con el editor de procesos que proporciona ManBree.

En un proceso de la red los actores se seleccionarán de entre los nodos de la misma, las tareas de entre los servicios que ofrecen esos nodos y la información que se intercambia en los flujos de información, irá en un formato que vendrá especificado por alguno de los BODs que se hayan definido en la red.

9.5.2.2.3. Documentos de negocio

Los documentos de negocio, son documentos en formato XML Schema que especifican el formato de la información que los nodos intercambiarán cuando operen en los procesos de la red.

Los documentos de referencia definidos en el VBE pueden ser importados a la red para, posteriormente, ser adaptados o enriquecidos y poder utilizarlos en los procesos de la misma..

9.5.2.2.4. Recursos

Desde la pestaña “*Resources*” (Figura 9-19) se pueden consultar los elementos (nodos concretos) que actualmente participan en la red o podrían llegar a hacerlo. En esta pantalla los nodos se encuentran divididos en 4 grupos:

- Currently in use: Son los nodos que están añadidos a la estructura de la red.
- Availables: En esta sección aparecen dos tipos de nodos.
 - o Nodos invitados: Nodos que han aceptado una invitación para participar en la red pero que aún no han sido añadidos a la estructura de la misma.
 - o Nodos preferentes: Nodos a los que se les ha aceptado su solicitud para participar en la red pero que aún no han sido añadidos a la estructura de la misma.
- Registered at ecosystem: Nodos registrados en el VBE y que, potencialmente, podrían participar en la red.
- Nodos globales: Nodos de otros ecosistemas que han definido su visibilidad como global y pueden ser utilizados en ecosistemas diferentes.

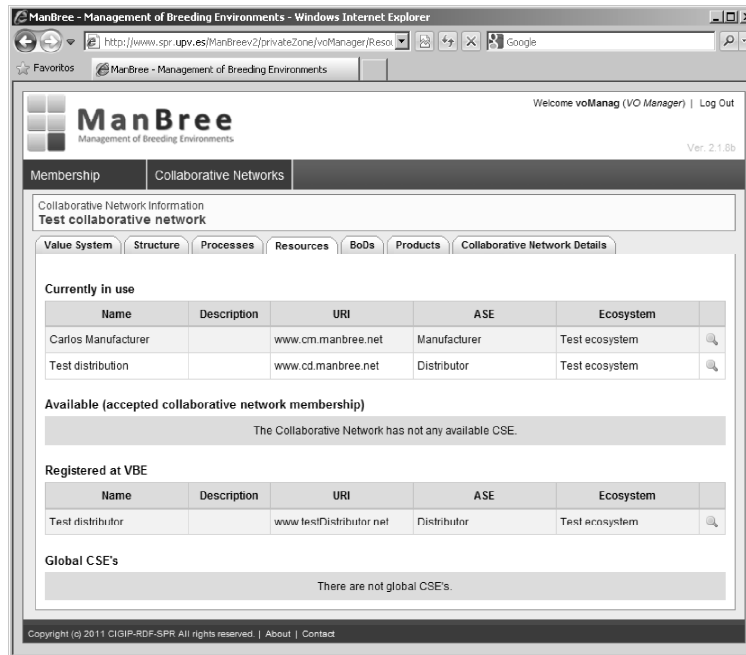


Figura 9-19: Recursos de la RC

9.5.2.2.5. Productos

Desde la pestaña “Products” se gestionan los productos de la red. A la hora de dar de alta un nuevo producto es necesario asignarle un nombre y descripción e indicar que procesos se iniciarán cuando se lance una orden para ese producto y cuales cuando se finalice la misma (ver Figura 9-20).

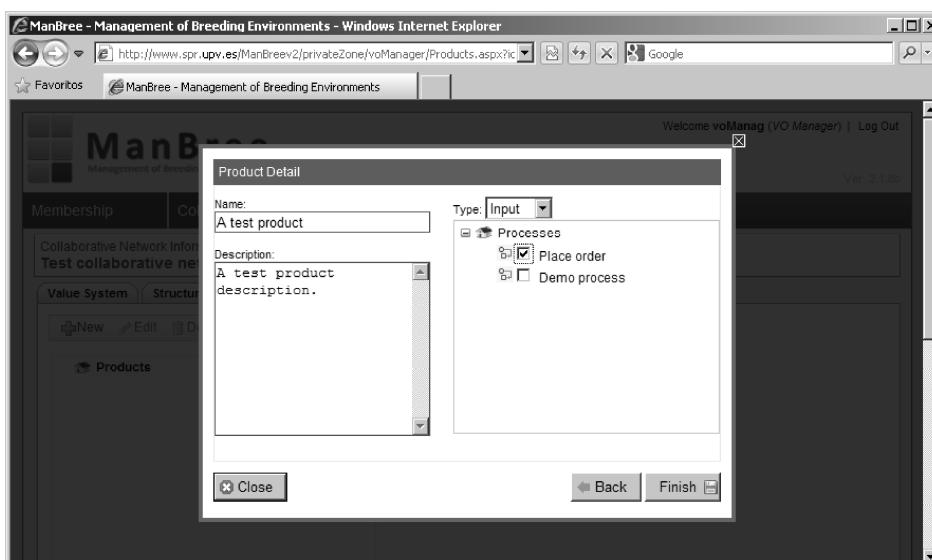


Figura 9-20: Creación de un nuevo producto para la RC

9.5.2.3. Operación

9.5.2.3.1. Gestión de membresías

Por medio del sistema de gestión de membresías los nodos existentes del VBE pueden pasar a formar parte de una red y participar en los procesos de ésta.

El gestor de la red puede enviar invitaciones a nodos concretos desplegados en el VBE para participar en la red (ver Figura 9-21). Al aceptar la invitación el nodo adquiere el estado de “invitado” en la red y podrá ser añadido a su estructura y participar en la actividad de ésta.

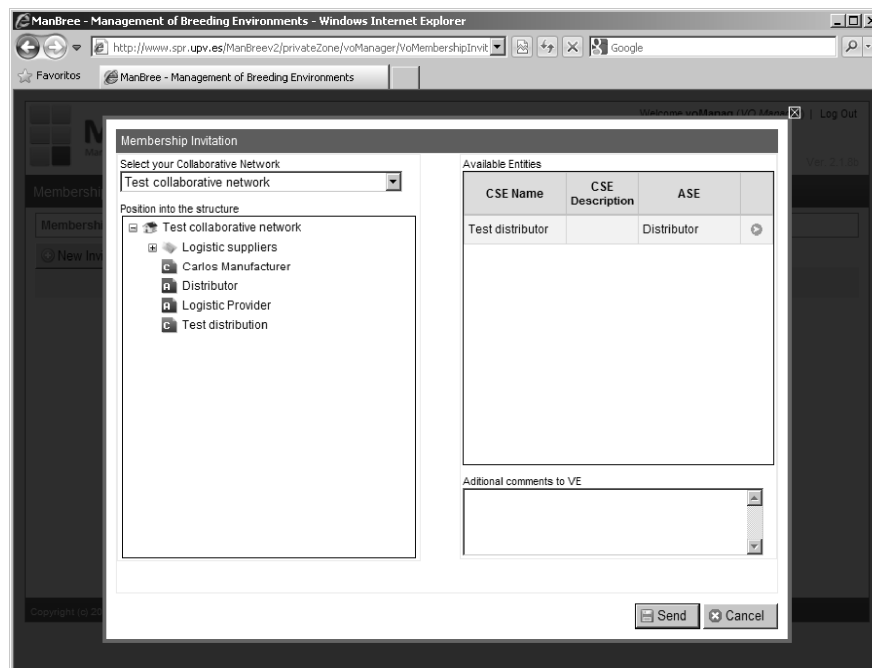


Figura 9-21: Invitación a nodos concretos

Otra forma para participar en una red consiste en que el nodo envíe una solicitud a ésta para que se considere si puede formar parte de ella. Una vez aceptada la solicitud el nodo adquiere el estado de “preferente” en la red y podrá ser añadido a su estructura y participar en su actividad.

9.5.2.3.2. Gestión de pedidos

En la pestaña “Orders” pueden gestionarse los pedidos que ha recibido la red.

Una vez validado por el gestor de la red el pedido puede ser lanzado a ejecución (ver Figura 9-22). Dependiendo de si los productos del pedido son de procesos de negocio o de

manufactura, se creará una instancia del proceso asociado al producto o será gestionado por un módulo de planificación.

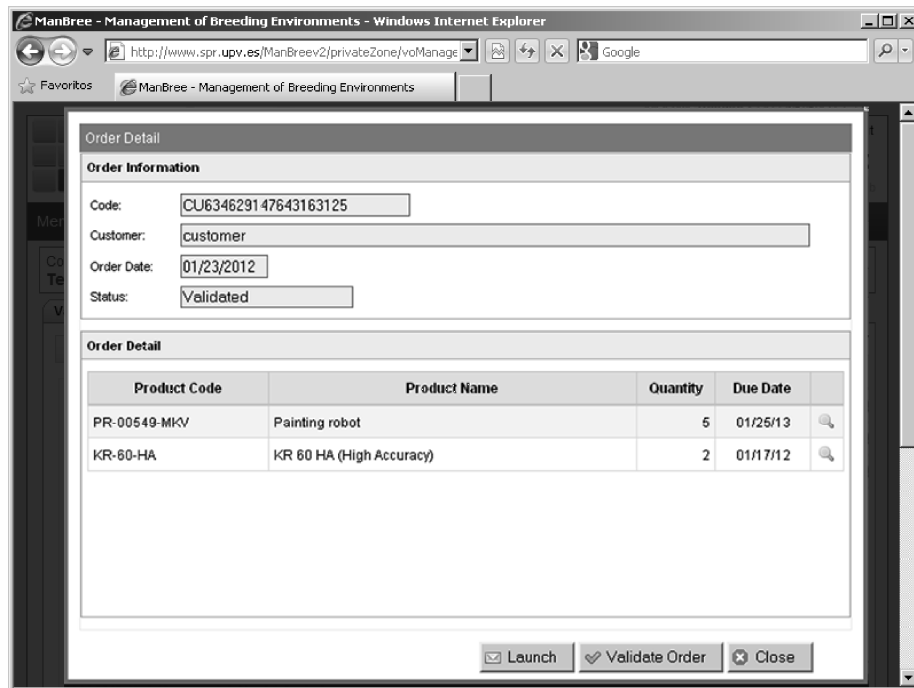


Figura 9-22: Pedido de la RC

9.5.2.4. Monitorización del desempeño

Por medio del gráfico de monitorización de desempeño (accesible a través de la pestaña “Value system”) es posible visualizar las relaciones existentes entre los nodos de la red y la importancia de estos en la misma.

El gráfico de monitorización traza flechas entre nodos basándose en las relaciones que éstos establecen en los procesos de la red. Las flechas son direccionales por lo que si existe una flecha que va desde un “nodo A” a un “nodo B”, es porque en algún proceso de la red el nodo A provee de algún servicio al nodo B.

El tamaño que presentan los nodos en el diagrama representa la importancia que tiene el nodo en la red respecto a alguna dimensión (calidad, fiabilidad, etc.) que puede ser seleccionada por el usuario. Para determinar la importancia de cada nodo en cada dimensión se utilizan distintos KPIs que van siendo recogidos en la ejecución de los procesos de la red (ver Figura 9-23).

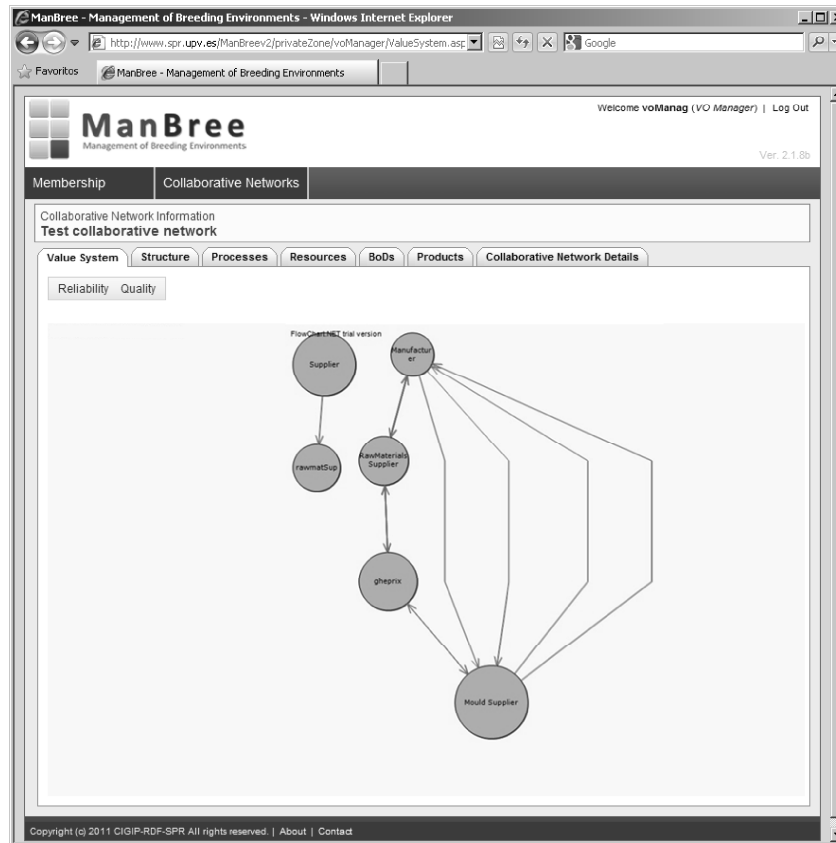


Figura 9-23: Monitorización o Sistema de Valor de la RC

9.5.3. Descripción de las clases principales

- CollaborativeNetwork

Esta clase modela las redes que se definen en la plataforma. Además de los atributos con la información básica de la red, cuenta con atributos que definen los tipos de productos y procesos que la red soporta: *businessProcessesEnabled*, *manufactProcessesEnabled*, *businessProductsEnabled* y *manufactProductsEnabled*; los credenciales para su conexión con el BPMS: *baseUri*, *bpmsUser*, *bpmsPass* y *bpmsNetworkId* y atributos para determinar el estado de activación de la misma: *activationState* y *configured*.

- CnElement

Con esta clase se modela la parte estructural de las redes colaborativas. Define una asociación reflexiva con el objetivo de crear una estructura en forma de árbol en la que los elementos serán carpetas (se indicará con el atributo *isContainer*), ESA o ESC.

- Tree y TreeNode

Los procesos, documentos de negocio y productos de una red pueden organizarse en forma de árbol en el que los nodos también pueden ser carpetas que actuarán a modo de contenedor para estos elementos. Para modelar este tipo de organización se utilizan estas 2 clases.

- Bod

Los documentos de negocio de la red se han modelado con esta clase. El atributo “xsd” contendrá el documento en formato XML Schema, al que se podrá adjuntar otro tipo de información, en cualquier formato, que pueda complementar el documento.

- Process

Esta clase modela los procesos de la red, la definición de cada proceso se almacena en formato XPDL (en el atributo “xpd”). Además contiene un atributo binario (“document”) que permite almacenar información, en cualquier formato, que pueda complementar la definición del proceso.

Por otra parte contiene atributos con información sobre la versión actual del proceso y, si el proceso ha sido desplegado en el BPMS, cuál es la versión actualmente desplegada.

- Invitation, CnAcceptationRequest, VoMembershipInvitation y CSEMembershipApplication

Tanto el sistema de gestión de membresía, como el de creación de redes se apoyan en la clase “Invitation”, ésta contiene los atributos básicos de cada solicitud: emisor y receptor, fechas de envío y respuesta, así como la información que se quiere enviar y el estado

Las solicitudes para crear una nueva red serán emitidas por el gestor de la red hacia el gestor del VBE, este tipo de solicitudes se modelan con la clase “CnAcceptationRequest”.

Por otro lado la clase “VoMembershipInvitation” representa las invitaciones que la red lanza a los nodos concretos del VBE para invitarles a participar en la misma. Mientras que “CSEMembershipApplication” modela la situación contraria, en la que un nodo del VBE envía una petición a una red para unirse a ella y poder participar en su actividad.

9.6. Gestor de Entidades de Servicios

9.6.1. Ciclo de Vida de ES

La siguiente figura contiene la descripción funcional del Ciclo de Vida de las Entidades de Servicios al que se le da soporte dentro de la plataforma (ver Figura 9-24)

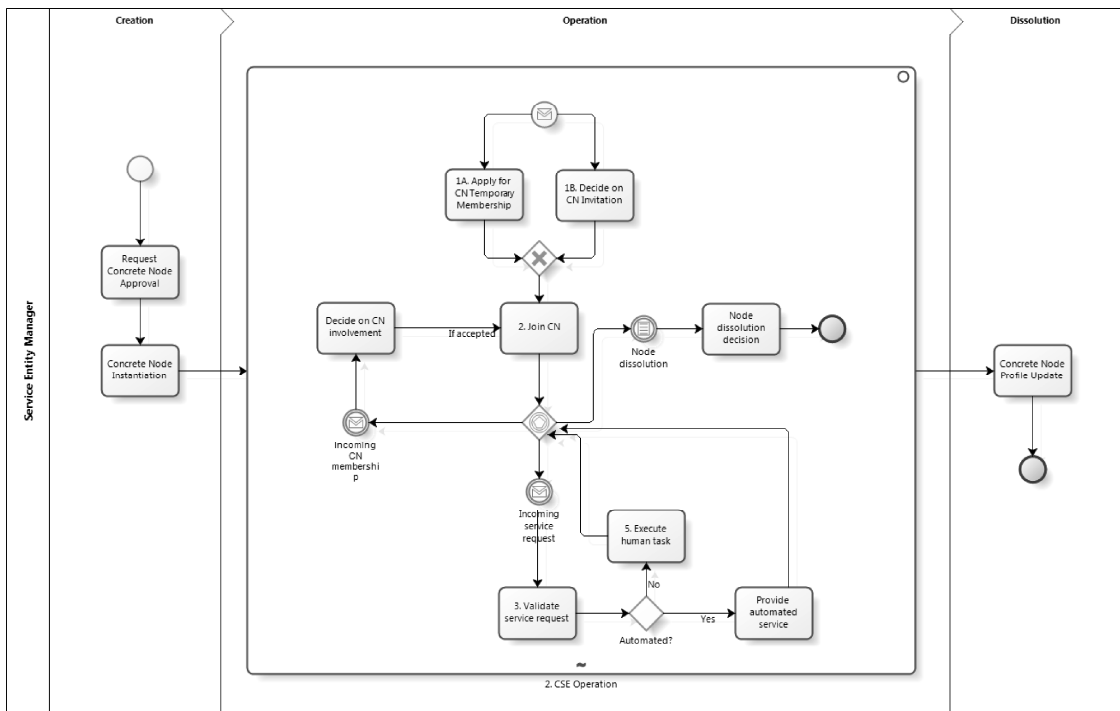


Figura 9-24: Soporte funcional a la Gestión de ES

9.6.2. Descripción funcional

El acceso al módulo gestor de entidades de servicio de ManBree se realiza a través de un usuario con rol "VE", desde la pantalla principal de ManBree (ver Figura 9-25) se puede acceder al formulario para registrar a este tipo de usuarios, o también pueden ser creados por el administrador de la plataforma.

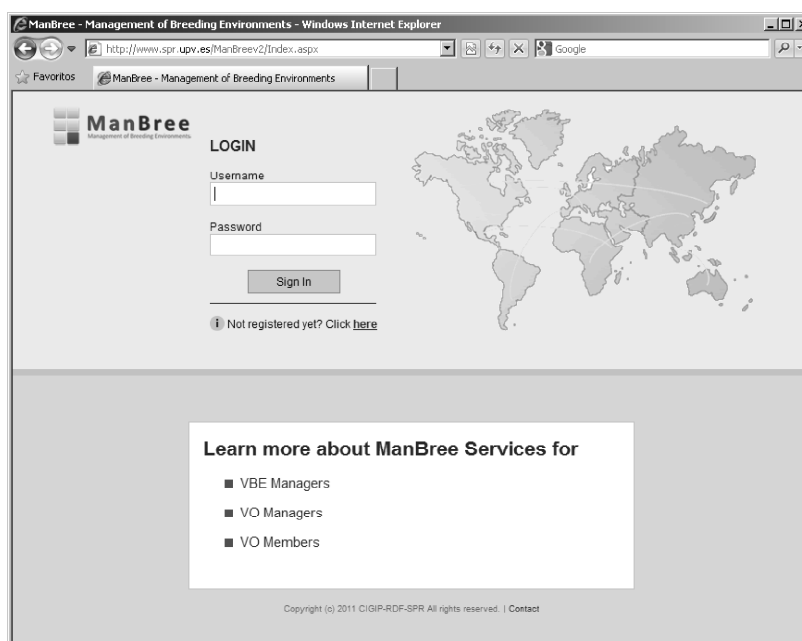


Figura 9-25: Pantalla principal de Manbree

Este módulo es el encargado de la creación y configuración de los nodos concretos así como de su parte operativa: la gestión de las invitaciones enviadas por las redes colaborativas, de las solicitudes de adhesión que se envían a éstas y la prestación de servicios. Los nodos concretos serán los que proporcionen, a través de sus servicios, la funcionalidad necesaria para dar soporte a la ejecución de los procesos de negocio de las redes del VBE.

9.6.3. Configuración del nodo

9.6.3.1. Configuración inicial

Los usuarios con rol “VE” pueden solicitar la creación de nodos concretos en alguno de los ecosistemas de la plataforma. El proceso de creación y configuración de un nuevo nodo concreto conlleva la selección del VBE y del nodo genérico que va a instanciar, la asignación de valor a sus atributos y el envío de esta información, en forma de solicitud de registro, al gestor del VBE que será el encargado de decidir si ese nodo cumple o no los requisitos para formar parte del mismo. En los siguientes apartados se detallan estos pasos.

9.6.3.1.1. Selección de la ESA

Las ESA ofrecen descripciones de alto nivel de las características de los nodos que participarán en el VBE. En el momento de crear un nuevo nodo concreto en un VBE se debe seleccionar, de entre las ESA registradas en él, la que más se ajuste a las características del nuevo nodo a crear

(ver Figura 9-26). A la hora de encontrar el nodo genérico adecuado se puede tener en cuenta que, ya que las ESA establecen relaciones jerárquicas padre-hijo en las que el nodo hijo hereda las características del padre además de definir las suyas propias, los primeros niveles de la jerarquía (los que no tienen nodo padre) serán los nodos con características más generales y, a medida que nos adentremos en niveles más internos, iremos encontrando nodos cada vez más específicos.

Los atributos abstractos que se definen en las ESA deben adquirir un valor concreto en los nodos que lo instancien, por lo que, en el proceso de creación del nodo, una vez se ha seleccionado el nodo genérico que más se ajusta a las características del nuevo nodo a crear, se deberá asignar un valor a esos atributos.

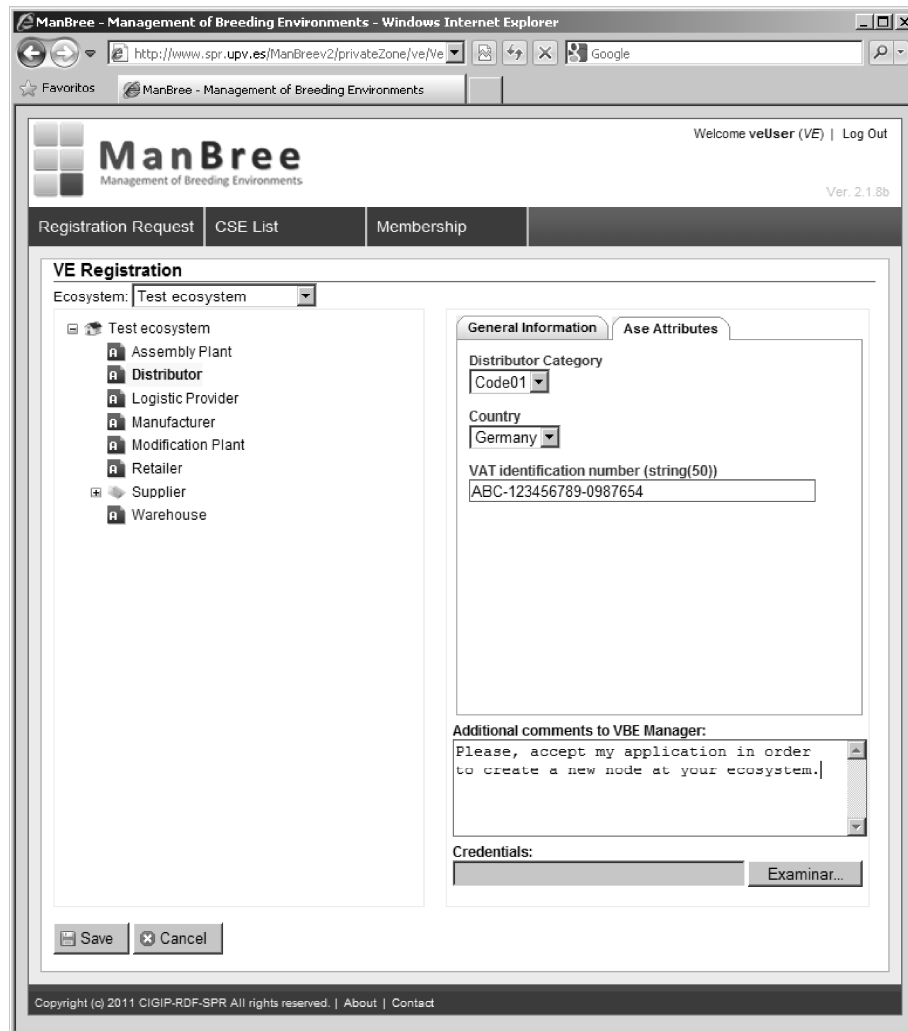


Figura 9-26: Creación de ESC: selección de ESA y asignación de valor a sus atributos.

9.6.3.1.2. *Solicitud de membresía al VBE*

El registro de un nodo concreto en un VBE debe ser aprobado por el gestor del mismo, por ello, con la información que se ha proporcionado sobre el nuevo nodo, se crea una solicitud que será enviada al gestor del VBE para su análisis y posterior aprobación o rechazo.

9.6.3.1.3. *Implementación de servicios y validación del despliegue*

Los servicios definidos en las ESA han de ser implementados por los nodos concretos que los instancien, a través de estos servicios los nodos ofrecen a las redes colaborativas el soporte necesario para la ejecución de sus procesos de negocio.

Una vez se han implementado los servicios del nodo, se debe enviar una solicitud al gestor del VBE para que certifique la validez de esta implementación. Una vez revisado, el nodo pasa a estado “desplegado” y podrá unirse a las redes del VBE y participar en los procesos de éstas.

9.6.4. Operación del nodo

9.6.4.1. *Pertenencia a redes*

9.6.4.1.1. *Solicitudes enviadas*

Desde la opción de menú “*Memberships > Apply for RC membership*” se accede al gestor de solicitudes para formar parte de una red, en éste se puede encontrar el listado con las solicitudes enviadas, dónde se podrá consultar el estado de las misma (pendiente, aprobada o rechazada) y enviar nuevas solicitudes a las redes del VBE (Figura 9-27).

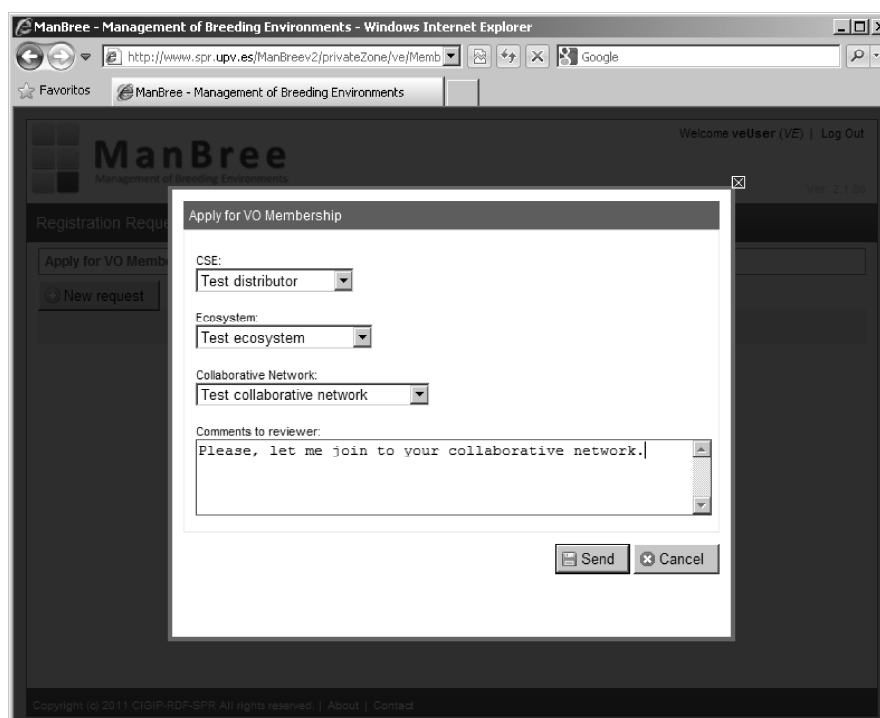


Figura 9-27: Crear solicitud para unirse a una RC

Si el gestor de la red aprueba la solicitud, el nodo adquiere el estado de “preferente” en la red y podrá ser añadido a la estructura de ésta y participar en sus procesos.

9.6.4.1.2. Invitaciones recibidas

Desde la opción de menú “Memberships > Incoming membership invitations” se accede al gestor de solicitudes recibidas (ver Figura 9-28). Desde esta pantalla se pueden consultar las invitaciones que las redes hayan enviado a los nodos del usuario para que formen parte de éstas. Al aprobar una invitación el nodo pasa a estado de “invitado” en la red y podrá ser añadido a la estructura de la red.

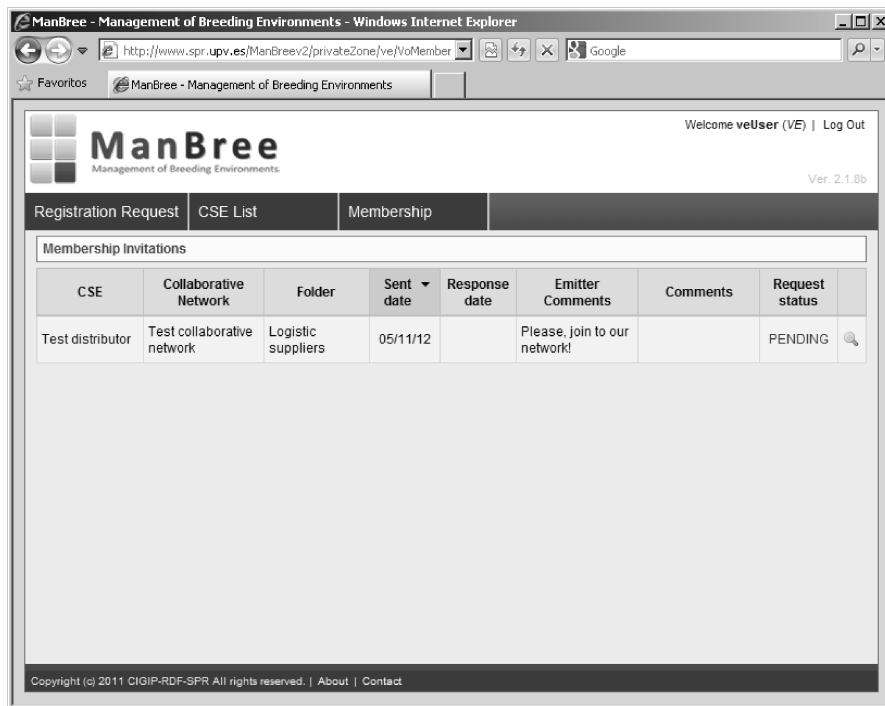


Figura 9-28: Invitaciones recibidas

9.6.4.2. Solicitudes de servicios

Los servicios que ofrecen los nodos concretos proporcionan la funcionalidad operativa necesaria para ejecutar las tareas definidas en los procesos de las redes colaborativas. ManBree proporciona un formulario que permite visualizar, en una línea temporal, las tareas que han sido asignadas al nodo (ver Figura 9-29).

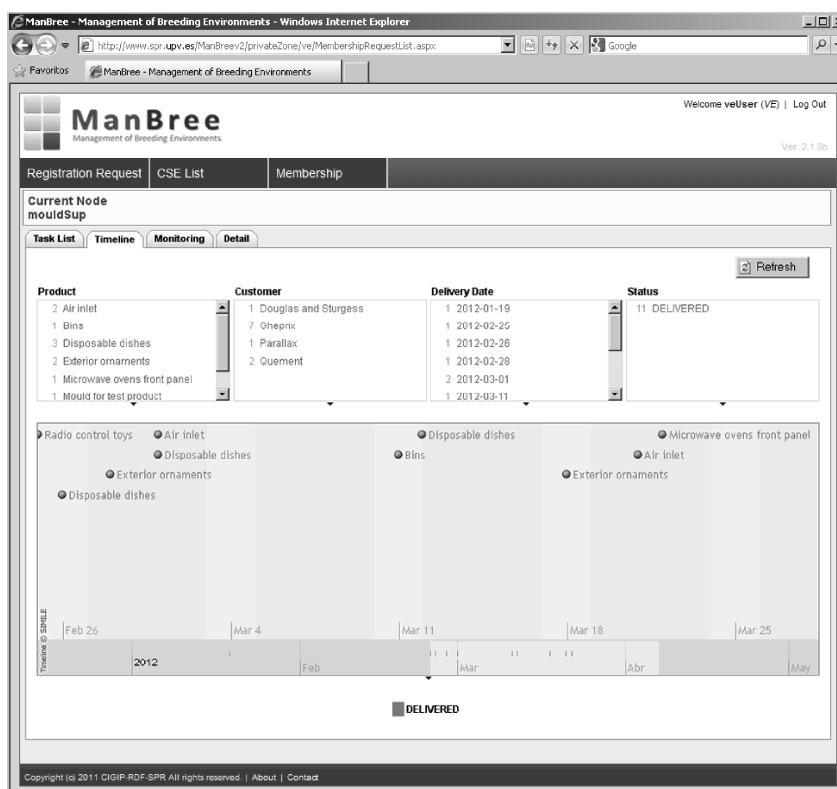


Figura 9-29: Solicitudes recibidas desde la RC

Los servicios de cada nodo siguen una mecánica de ejecución diferente dependiendo de si son declarados como manuales o como automáticos.

Manuales

Las actividades que involucra un servicio manual son desempeñadas por actores humanos. Para canalizar estas actividades hacia el usuario que debe realizarlas, la plataforma utiliza la lista de tareas (accesible desde la pestaña "Task List"); a través de ésta cada usuario puede consultar las actividades que se le han asignado y proceder a su ejecución (ver Figura 9-30)



Figura 9-30: Lista de tareas manuales

Automatizados

La ejecución de las actividades que conllevan este tipo de tareas no precisa de intervención humana, se realizarán automáticamente mediante la invocación del servicio web asociado a ese servicio y que debe ser implementado por cada nodo concreto.

9.6.5. Descripción de tablas

- CSE - *Concrete Service Entity* (Nodo concreto)

Esta clase modela los nodos concretos de la plataforma, cuenta con atributos para almacenar las características básicas del mismo (nombre, descripción, etc.) y para determinar la visibilidad que los ecosistemas y redes tienen del mismo.

La visibilidad de un nodo concreto puede ser:

- Global: Todos los ecosistemas y redes tienen visibilidad del nodo.
- De VBE: Sólo las redes del VBE en el que se ha definido el nodo tienen visibilidad de éste.

- De red: Sólo las redes a las que el nodo envíe una invitación tienen visibilidad de éste.
- No visible: El nodo no es visible para ningún VBE ni red de la plataforma.
- Attribute y CSE_Attribute

La clase “Attribute” modela los atributos de las ESA y son los que deben adquirir un valor en las ESC, esta asignación de valor se ha modelado en forma de clase asociación con “CSE_Attribute”. También hay que tener en cuenta que la asociación de la clase “CSE” con “Attribute” sólo se puede producir con atributos que también establezcan una relación de asociación con el nodo genérico que instancia el nodo concreto.

- Service y CSEServiceData

De forma similar a la que se ha visto en el punto anterior, los nodos concretos establecen una relación, modelada como clase asociación, con los servicios del nodo genérico que instancian para asignar valores concretos a las características de éste. Estas características especifican el coste de ejecución del servicio en ese nodo y si su ejecución se realizará de forma manual o automatizada.

- Process

La clase “Process” modela los procesos de la RC. En este caso este tipo de procesos se construyen utilizando los nodos concretos y sus servicios, para ello se han modelado relaciones de agregación de esta clase con las clases “CSE” y “Service”.

- Invitation, CSERegistrationRequest y CSERegistration_Attribute

En las solicitudes de creación de un nodo concreto se debe especificar que nodo genérico va a instanciar el nuevo nodo y asignarle valores a los atributos de éste. Esto se ha modelado como clase asociación con “CSERegistration_Attribute”, que contiene un atributo (“value”) de tipo “text” que contendrá el valor inicial que se le asignará al atributo, por lo tanto, el valor se debe serializar para poder representarlo en forma de cadena de caracteres y almacenarlo en el atributo “value”.

9.7. Conclusiones

En este capítulo se han descrito las principales características de la plataforma tecnológica que se ha implementado como parte de esta propuesta de Tesis Doctoral.

La plataforma ha sido diseñada teniendo en cuenta los principios arquitectónicos detallados en el Capítulo 7 y con la finalidad de dar apoyo a la Metodología descrita en el Capítulo 8.

En el desarrollo del capítulo se han presentado los distintos componentes que conforman la plataforma y que se estructuran en torno a tres grandes apartados:

- El sistema gestor de VBE, que permite dar soporte operativo a distintas etapas de su Ciclo de Vida,
- El sistema de gestión de RC, mediante el cual una RC puede ser caracterizada y puesta en marcha rápidamente a partir de las definiciones existentes en el VBE y
- Las Entidades de Servicios, cuya funcionalidad está destinada a facilitar la interacción con cada uno de los nodos de la RC.

Para cada uno de estos subsistemas se ha realizado una detallada descripción funcional y cada una de las clases principales ha sido brevemente descrita.

Destacar también que la plataforma planteada ha permitido validar que el diseño arquitectónico y la metodología presentados anteriormente pueden ser implementados en un sistema de gestión integrado para VBE, RC y ES.

La plataforma resultante es una plataforma abierta, extensible, interoperable, basada en los estándares de Internet y que utiliza como tecnología central la orientación a servicios digitales sobre Internet.

Finalmente, destacar que se ha conseguido implementar una plataforma que permite reducir la brecha existente entre los entornos de Ingeniería y Operación de Organizaciones, concretamente para el caso de Redes Colaborativas como las descritas en esta Tesis.

Capítulo 10

Validación de la propuesta

Tabla de Contenidos

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

Índice de Figuras

Figura 10-1 Plan de validación de la propuesta.....	544
Figura 10-2 Métodos de una ES Almacén.....	549
Figura 10-3 Esquema de comunicación entre el VBE y las ES.....	550
Figura 10-4 Gestión de elementos de fabricación.....	552
Figura 10-5 Estados del Plan de Operaciones	553
Figura 10-6 Diagrama funcional para la creación de un Plan de Operaciones	554
Figura 10-7 Diagrama de Secuencia para la creación del Plan de Operaciones	555
Figura 10-8 Asignar demanda intermedia	555
Figura 10-9 Comprobar y reservar existencias reales	556
Figura 10-10 Comprobar y reservar existencias intermedias	557
Figura 10-11 Creación de una Orden de Fabricación	558
Figura 10-12 Reserva de disponibilidad.....	558
Figura 10-13 Creación de una Orden de Transporte	558
Figura 10-14 Marco general para ColNet (SOP4EBPM).....	560
Figura 10-15 Arquitectura funcional de ColNet.....	562
Figura 10-16: Interfaz de ColNet para la definición de la estructura de una RC	563

10.1. Plan de validación

Según se ha presentado en el desarrollo de la Tesis, la arquitectura, metodología y herramientas propuestas intentan facilitar la rápida puesta en marcha de Redes Colaborativas en el ámbito de un VBE, a partir de un conjunto de Entidades de Servicios que se han registrado en él.

Con lo cual, el escenario de negocio para conseguir una validación completa de toda la propuesta requeriría:

- Un VBE o ecosistema de empresas o cluster industrial
- Un conjunto de empresas u organizaciones vinculadas a dicho VBE y
- Un conjunto de Redes Empresariales conformadas a partir de ellos.

Un adecuado procedimiento de validación incluiría:

- Registrar y poner en marcha el VBE
- Registrar el conjunto de nodos vinculados a él.
- Definir y poner en marcha las distintas Redes Colaborativas
- Modelar y caracterizar los procesos de negocio de cada una de ellas.
- Desplegar esos procesos en un distintos servidores BPMS
- Lanzar distintas instancias de dichos procesos

Debido a la complejidad inherente de poder realizar una validación como la descrita, se considera que este proceso deberá abordarse de forma escalonada e incremental, con las distintas propuestas que se recogen en el apartado de Conclusiones y Líneas Futuras.

Por esta razón, en la siguiente figura se ha planteado un plan de validación de la aproximación, en el cual se esquematiza el desarrollo temporal que se espera seguir en este plan de validación.

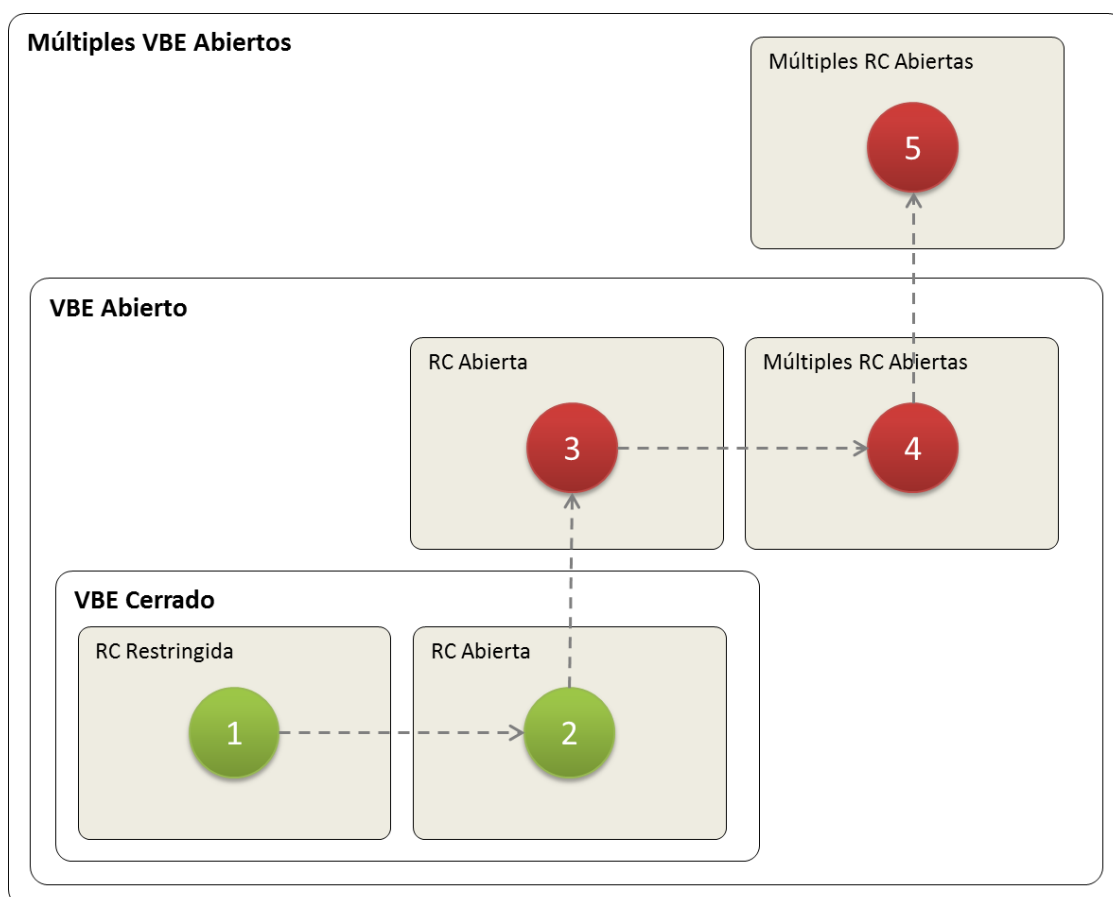


Figura 10-1 Plan de validación de la propuesta

El plan de validación que se propone para esta propuesta sigue un camino incremental en el que distintos aspectos de la propuesta se van incorporando gradualmente al proceso de validación.

Las dimensiones que se han considerado para plantear este plan de validación son las siguientes:

- El grado de apertura tanto del VBE como de la RC
- La cantidad de ocurrencias de cada una de esas dos entidades.

En consecuencia, se ha llegado a identificar cinco escenarios posibles de validación:

- **Escenario 1:** se caracteriza por tratarse de un VBE cerrado, es decir, que no admite la incorporación de nuevas definiciones de ESA ni está abierto a que distintas ESC puedan registrarse libremente. La instanciación es un proceso controlado por el Gestor de la RC. En ese sentido, la RC se considera restringida también, ya que no existe la posibilidad de que nuevas ESC se incorporen libremente.

- **Escenario 2:** en este caso el VBE sigue estando cerrado a nuevas definiciones de ESA y es único. Sin embargo, en esta ocasión la RC está abierta a que distintas organizaciones se registren utilizando alguna de las definiciones de ESA creadas específicamente. La RC es única y abierta.
- **Escenario 3:** para este escenario se prevé que el gestor del VBE pueda crear nuevos perfiles según considere oportuno y se permite la instanciación de ESC por parte de distintas organizaciones que quieran adherir a él. En este escenario, aún se trabaja con una única RC pero en este caso, está abierta a la incorporación dinámica de nuevas ESC.
- **Escenario 4:** respecto al VBE las consideraciones son similares al escenario anterior. En este caso, la variante está dada por el número de RC que se permiten en el VBE, dejándolas en un número ilimitado, operando sobre un único VBE.
- **Escenario 5:** el escenario más complejo de validar incluye la apertura de múltiples VBE y RC simultáneamente. Aquí las posibilidades de validar la interoperabilidad se podría apreciar completamente.

Según han sido definidos y enumerados, los escenarios de validación además de incrementar en complejidad, también van aumentando el grado de apertura y el número de manifestaciones concurrentes de cada entidad. Al plantearlo así, los requerimientos de interoperabilidad son también crecientes y, según se considera, la propuesta estaría en condiciones de ser validadas en todos los escenarios definidos si se consiguieran los casos adecuados.

Sin embargo, hasta el momento se ha conseguido avanzar en la validación de los dos primeros escenarios, con el desarrollo de dos plataformas tecnológicas basadas en la Arquitectura y la Metodología incluidas en la propuesta.

En ambos casos, la plataforma tecnológica Manbree, descrita en el Capítulo 9, ha sido utilizada como soporte a la gestión de los distintos ciclos de vida, tanto del VBE, las RC y las ES utilizadas en cada caso.

En consecuencia, las siguientes secciones describirán los escenarios de validación que se han completado hasta el momento.

10.2. Escenario 1: Herramienta de planificación de operaciones para una RC Industrial

En primer lugar, se han utilizado los principios de VBE, RC y ES para desarrollar un proyecto final de carrera en el que el objetivo ha sido implementar un sistema distribuido para la planificación de operaciones de una RC industrial, que funciona bajo un escenario de Make-To-Order.

En esta herramienta se utilizan tres tipos de entidades de servicios genéricas definidas en el VBE: Nodo Productivo, Nodo Almacén y Nodo Transporte y posteriormente, se crea un conjunto de nodos de cada uno de esos tipos.

Con ellos, se conforma una Red Industrial que tiene por misión fabricar distintos productos bajo demanda, preferentemente bajo una estrategia MTO.

A partir de aquí, el sistema desarrollado permite definir, de modo integrado, la estructura producto-proceso-recurso encargado de la fabricación, mediante la utilización de un editor gráfico que facilita dicha tarea. De este modo, se definen relaciones binarias entre nodos, estableciendo contratos que regulan las condiciones, cantidades, capacidades, transportes, y otra información de utilidad.

Como característica añadida, mencionar que el planificador no genera una única Lista de Materiales para todos los productos y componentes. Por el contrario, la lista se recompone dinámicamente a partir de la reconstrucción de los contratos establecidos entre ellos.

Cuando el responsable de planificación decide realizar la planificación de un pedido, el planificador invoca los servicios electrónicos de las Entidades de Servicios para realizar los cálculos de necesidades, teniendo en cuenta tanto existencias como capacidades.

En el apartado 10.2 se describe la herramienta desarrollada en el proyecto Final de Carrera de D. Carlos Rodríguez Merino.

10.2.1. Introducción

Esta sección resume las características principales, tanto funcionales como de diseño e implementación, de un sistema para la planificación de la producción capaz de operar tanto en un entorno local, como en un entorno distribuido como el requerido en el ámbito de las redes colaborativas y empresas virtuales.

El sistema desarrollado se basa en un MRP, por ser uno de los sistemas de planificación y control de la producción más extendido y aceptado. Este sistema integra la gestión de los elementos de producción, teniendo en consideración las posibles restricciones de capacidad de éstos a la hora de calcular el plan maestro; sin embargo queda fuera del ámbito del sistema la gestión financiera, por lo que el sistema se situará en la frontera entre un MRP de bucle cerrado y un MRP II.

Uno de los objetivos del sistema es tener la capacidad de actuar en entornos distribuidos, para facilitar la integración en este tipo de entornos, ha sido diseñado apoyándose en el *Modelo de Entidades de Servicios*. De este modo, tal como propone el modelo, se modelarán los elementos de la red productiva (máquinas, almacenes, áreas, proveedores, etc.) mediante entidades de servicios, que establecerán relaciones por medio de un contrato y que se comunicarán haciendo uso de los servicios que ofrecen. La plataforma ManBree ofrecerá al sistema la infraestructura necesaria para poder ser diseñada apoyándose en este modelo.

10.2.2. Arquitectura general

El sistema sigue el modelo de los sistemas distribuidos basados en entidades de servicios, pero además de las Entidades de Servicios Abstractas (ESA) y Entidades de Servicios Concretas (ESC), se hará uso de las Entidades de Servicios Locales (ESL). Una ESL es similar a una ESC, al igual que ésta debe instanciarse de una ESA y deberá dar valor a sus atributos e implementar sus servicios, pero estos servicios no serán accesibles de forma remota a través de la red, su ejecución sólo será posible de forma programática mediante la invocación al método correspondiente.

Desde el punto de vista del diseño de clases, para cada uno de los tipos de ESA que se han identificado para el proceso de fabricación (entidades productivas, almacén y transporte), tanto las ESC como las ESL heredarán de una misma clase, que definirá métodos abstractos. De esta forma serán sus especializaciones las que tengan que implementar sus métodos, ya que al ser abstractos, únicamente heredarán su signatura; por ello, será sólo la implementación de estos métodos lo que las diferencie. En el caso de las ESC la implementación contendrá una

llamada a un servicio web, y será este servicio web el que implemente la funcionalidad que ha de proveer el método, sin embargo, en el caso de las ESL la implementación no realizará ninguna llamada externa, por lo que deberá implementar la funcionalidad completamente.

La Figura 10-2 muestra las clases para las entidades de servicios de tipo almacén, puede observarse la existencia de una clase abstracta *Almacen* y de cómo tanto la clase *ESC_Almacen* y *ESL_Almacen* heredan de ella y no definen métodos ni atributos adicionales, serán por lo tanto idénticas a nivel de interfaz externa.

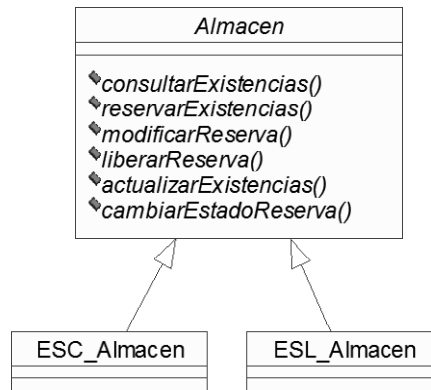


Figura 10-2 Métodos de una ES Almacén

De esta forma, se crea un sistema híbrido que puede actuar tanto en entornos completamente distribuidos (realizando las llamadas a los servicios de las entidades por medio de servicios web), como en entornos locales (realizando llamadas a los métodos de la entidad de servicios) o en entornos mixtos. En éstos últimos se realizará la llamada a método cuando la entidad involucrada en la operación sea una ESL, con lo que se conseguirá una mayor rapidez y eficiencia al evitar el uso de un servicio web para realizar la llamada.

La aplicación se comunica con diversas entidades de servicios para conocer su disponibilidad y asignarles órdenes de trabajo según determine el algoritmo planificador. Estas órdenes de trabajo serán órdenes de fabricación, órdenes de reserva de existencias y órdenes de transporte, dependiendo de si la Entidad de Servicios (ES) es de tipo productiva, almacén o transporte respectivamente.

Por otro lado, es importante destacar que el sistema se apoya en la plataforma tecnológica ManBree (*Manufacturing Breeding Environment*) que actúa como repositorio de Entidades de Servicios y provee de la infraestructura necesaria para la definición y comunicación entre ellas. La comunicación entre el sistema, ManBree y estas Entidades se realiza a través de Internet por medio de servicios web (ver Figura 10-3).

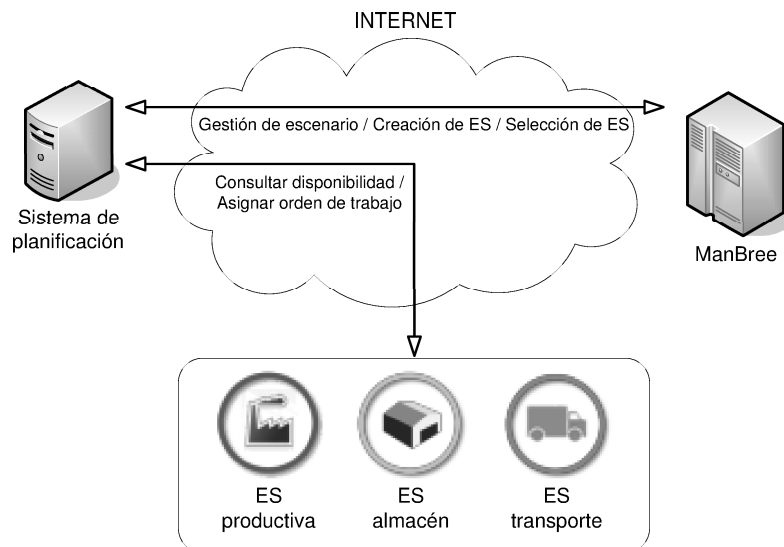


Figura 10-3 Esquema de comunicación entre el VBE y las ES

10.2.3. Interoperabilidad con el VBE (Manbree)

La funcionalidad que ManBree provee al sistema se resume en:

- *Gestión de RC y creación de Entidades de Servicios:* Permite al sistema crear una RC y añadir ES's (nuevas o ya existentes), recuperarlo posteriormente y obtener información detallada de los atributos y servicios de una ES. Para ello ofrece los siguientes servicios web:
 - crearRC(string nombre): Crea una nueva RC y devuelve el identificador que le ha asignado.
 - recuperarListadoRC(): Obtiene el listado de todas las RC del VBE.
 - recuperarRC(int idRC): Recupera todos los elementos de una RC, tanto los contenedores como las entidades de servicios.
 - anyadirElemento(int idRC, int idElementoPadre, string tipo, int idRef, string nombre, string descripcion, bool esContenedor): Añade un elemento a la RC. El tipo del elemento (ESA, ESC, ESL o contenedor) se especifica en el parámetro *tipo*.
 - anyadirESC(int idRC, int idESA, string nombre, string ip, bool visible, object[] valoresAtributos): Añade una ESC a una RC. Se deben asignar valores a los atributos de la ESA de la que se instancia, pero además, en este caso, se debe especificar la dirección IP desde la que podrán ser accedidos los servicios que implementa la ESC.

- recuperarRaizESA(string tipoElemento, int idESA): Devuelve la ESA raíz de la ESA de una ESC. Se utiliza para determinar si es una instancia de una ESA productiva, almacén o transporte.
- recuperarListadoESC(int idRC, int idRCBuscar): Obtiene el listado ESC visibles de una RC. El primer parámetro se corresponde con el identificador de la RC que se está utilizando y el segundo el del VBE del que se quieren listas las ESCs.
- recuperarArbolESA(int idVBE): Obtiene todas las ESAs asociadas a un VBE para generar nuevas instancias.
- recuperarAtributosESA(int idESA): Recupera los elementos que se han definido para la ESA.
- recuperarListadoVBE(): Obtiene un listado con todos los VBE. Un VBE está formado por un conjunto de entidades y los correspondientes sistemas de apoyo que tienen la capacidad e interés de cooperar entre ellas de forma que, cuando detectan una oportunidad de negocio, pueden establecer alianzas temporales entre un subconjunto de ellas para responder a esa oportunidad de negocio. Desde la perspectiva del sistema, un servidor puede verse, de forma simplificada, como un repositorio de RC.
- *Selección de Entidades de Servicios:* Cuando al definir un proceso se utiliza una ESA, es necesario seleccionar una entidad concreta que implemente los servicios de ésta. Esta funcionalidad de selección es ofrecida por ManBree a través de un conjunto de servicios web, a los que habrá que suministrar un criterio de selección (la entidad con menos carga, la que tenga mayor capacidad total, etc.) que condicionará esta elección. Estos servicios son:
 - seleccionarProductivo(string codContrato, string urlContratante, string idContratante, double cantidad, DateTime fecha, string criterio): A utilizar cuando la ESA sea productiva.
 - seleccionarAlmacen(string codContrato, string urlContratante, string idContratante, double cantidad, DateTime fecha, string criterio): Se utilizará para seleccionar una ESC de una ESA de almacén.
 - seleccionarTransporte(string codContrato, string urlOrigen, string idOrigen, string urlDestino, string idDestino, double cantidad, DateTime fecha, string criterio): Se utilizará cuando la ESA sea de transporte.

10.2.4. Modelo estático

La Figura 10-4 muestra el diagrama de clases UML de la gestión de los elementos de fabricación: productos, embalajes, subcontratistas, áreas, stock, etc.

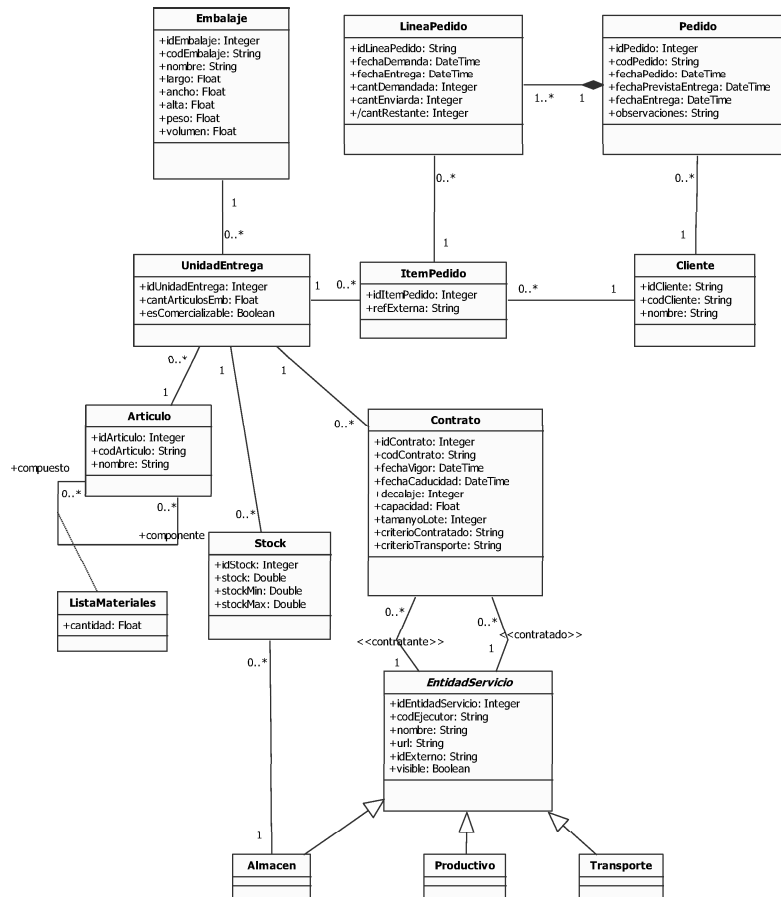


Figura 10-4 Gestión de elementos de fabricación

Se han definido tres tipos de ítems:

- Artículo: El resultado de un proceso de fabricación.
- Unidad de entrega: Es un artículo embalado, que puede ser comercializable o dedicarse a uso interno.
- Ítem de pedido: Es una unidad de entrega comercializable a un determinado cliente al que se le asignará una referencia que será única sólo para ese cliente.

También cabe destacar la existencia de un calendario en cada subcontratista que determinará los días hábiles e inhábiles en las entidades de servicios asociadas al mismo.

Estas clases se describirán con más detenimiento en el próximo apartado, pero a modo de resumen puede decirse que la clase *DemandaIntermedia* representa los requerimientos

brutos, los objetos de esta clase se crearán al realizar la explosión de la demanda. Las órdenes de fabricación, de reserva de stock y de transporte se representan respectivamente con las clases *OrdenFabricacion*, *ActualizacionStock* y *OrdenTransporte*, y la clase *ResguardoActualizaciónStock* se utilizará para que el planificador pueda guardar una copia de las órdenes de reserva de stock que crea en las entidades de servicio.

10.2.5. Algoritmo de planificación

El objetivo final del proceso de planificación es la obtención del plan de producción u operaciones que determinará qué componentes se necesitan para satisfacer la demanda, cuándo se necesitan y cómo obtenerlos, ya sea fabricándolos o utilizando las existencias disponibles en los almacenes.

De esta forma, un plan de producción podría verse como un agregado de órdenes de fabricación, órdenes de reserva de existencias y órdenes de transporte. Las primeras determinarán quien debe producir una determinada referencia, cuándo y en qué cantidad; las segundas reservan referencias disponibles en los almacenes ya sea para fabricación de otras o para satisfacer una demanda final; por último las órdenes de transporte indicarán quien será el encargado de realizar el movimiento de materiales y cuándo deberá hacerlo.

La Figura 10-5 muestra el diagrama de estados para un plan de producción, el estado del plan se propaga a todas las órdenes que lo componen (órdenes de fabricación, de reserva de existencias y de transporte).

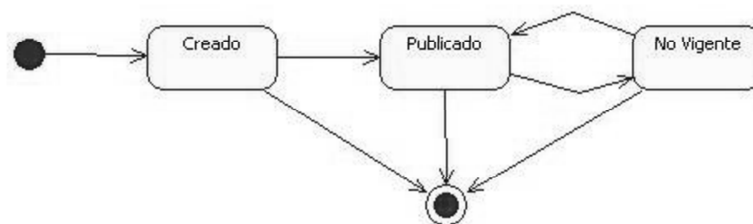


Figura 10-5 Estados del Plan de Operaciones

Sólo las órdenes asociadas a un plan *publicado* se tendrán en cuenta a la hora de calcular la capacidad/disponibilidad en una entidad de servicios (ES), de esta forma el planificador podrá crear distintos planes tentativos y las órdenes que se creen no afectarán a la disponibilidad de la ES hasta que el plan se confirme pasando a estado *publicado*.

Sólo podrá existir un plan *publicado* en el escenario, pero el número de planes en estado *creado* y *no vigente* es ilimitado. Además, tal como indica el diagrama de estados, un plan de producción siempre puede eliminarse independientemente del estado en que se encuentre. La eliminación de un plan conllevará la eliminación de sus órdenes asociadas en las entidades de servicios correspondientes.

La creación del plan de producción (ver Figura 10-6) se inicia con la selección de las demandas a planificar, posteriormente, haciendo uso de la lista de materiales, el sistema explota la demanda final para obtener los requerimientos brutos de productos finales, semielaborados y materias primas. Estos requerimientos brutos son representados por el sistema con la denominada “Demanda Intermedia”, para satisfacer esta demanda intermedia el planificador deberá crear órdenes de fabricación y de reserva de existencias en las ES, estas órdenes serán las que conformen el plan de producción.

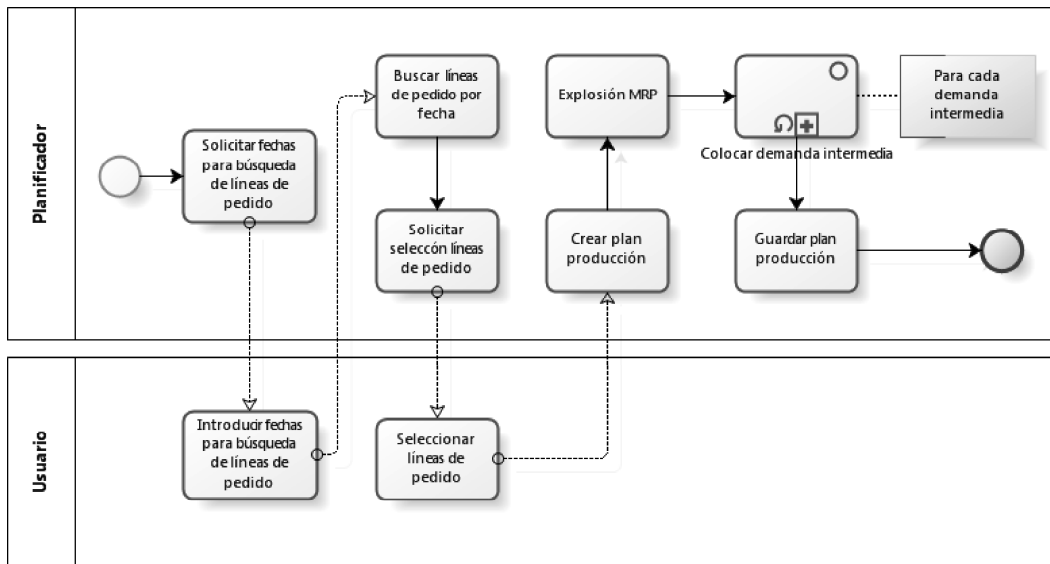


Figura 10-6 Diagrama funcional para la creación de un Plan de Operaciones

Las clases involucradas en este proceso y los mensajes que se intercambian se muestran en la Figura 10-7.

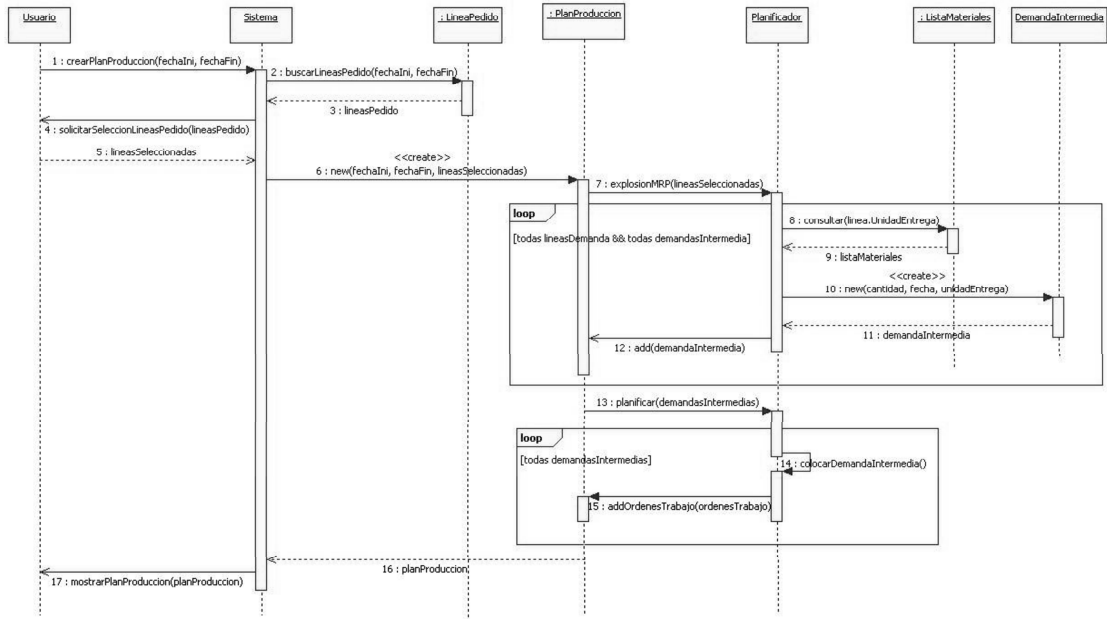


Figura 10-7 Diagrama de Secuencia para la creación del Plan de Operaciones

Como se ha comentado, la explosión de la demanda final generará *demanda intermedia* que será la que el planificador deberá satisfacer, ya sea fabricándola o con existencias de los almacenes, para poder obtener los productos finales en el fecha de entrega establecida. El proceso para cumplir con los requerimientos de productos que impone una demanda intermedia se muestra en la Figura 10-8.

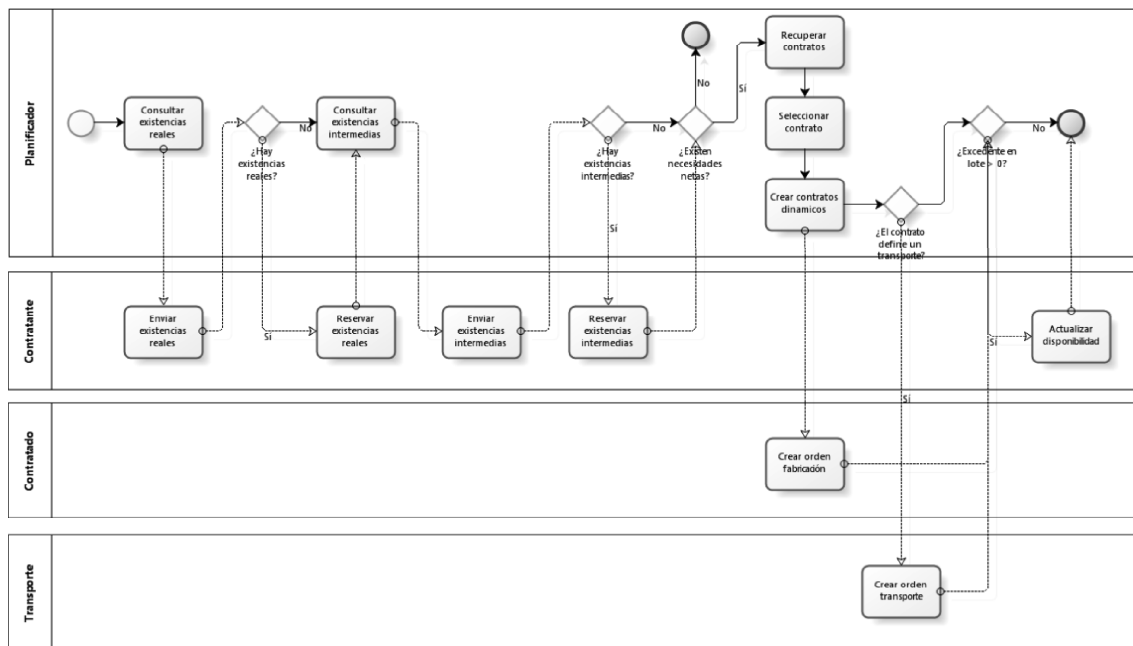


Figura 10-8 Asignar demanda intermedia

En un primer paso la demanda intermedia se intentará cubrir con las existencias que dispone la entidad contratante, ya se encuentre en los almacenes de su área o en los de otras áreas (ver Figura 10-9).

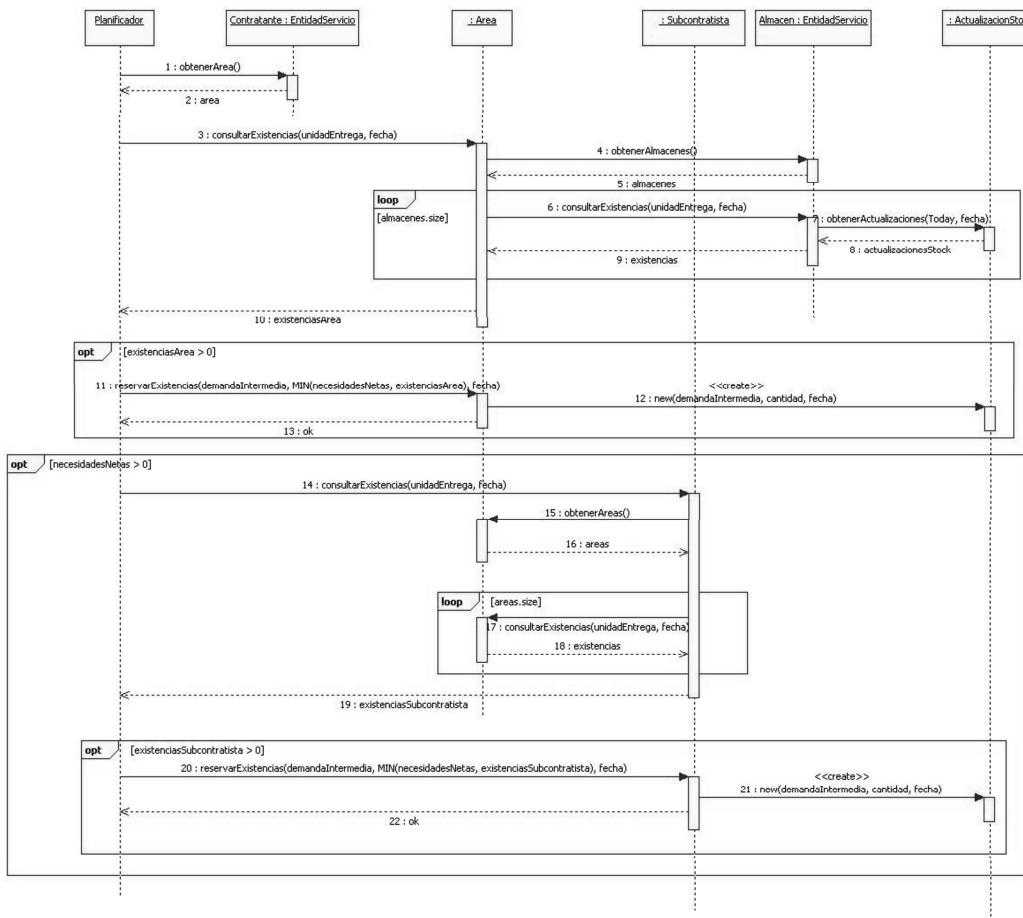


Figura 10-9 Comprobar y reservar existencias reales

Si las existencias obtenidas en el paso anterior no son suficientes para cubrir los requerimientos que especifica la demanda intermedia, se intentarán satisfacer con lo que se ha denominado “*existencias intermedias*” (Figura 10-10). Este tipo de existencias se genera cuando se produce un exceso en la cantidad de producto que se le solicita al proveedor, por ejemplo, cuando el contrato especifica un tamaño de lote que sea mayor que las necesidades actuales y eso fuerce a solicitarle un pedido mayor. Este tipo de existencias se almacenará en un *almacén virtual* que se creará a tal efecto en el subcontratista de la ES que reciba este exceso de producto.

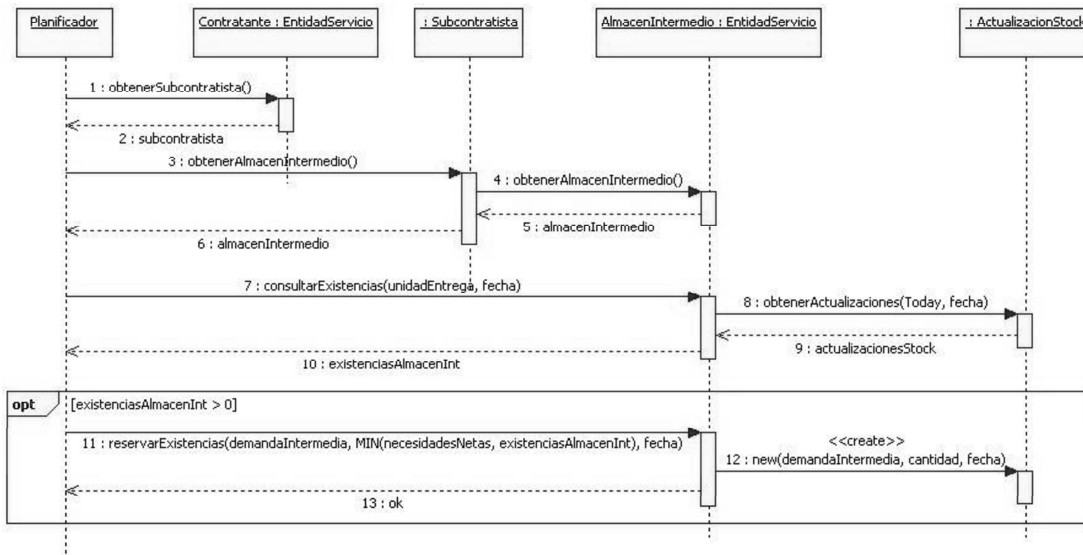


Figura 10-10 Comprobar y reservar existencias intermedias

Si las *existencias intermedias* tampoco son suficientes para satisfacer el pedido, se seleccionará una ES que se encargue de proveer la cantidad de producto necesaria para cumplir con los requerimientos que impone la demanda intermedia. Esta elección se realizará en base a los contratos existentes entre pares de ES.

Los contratos establecen un acuerdo marco con las condiciones generales que rigen las interacciones entre ES, para concretar estas condiciones en una interacción determinada se crearán *contratos dinámicos*, que pueden ser vistos como instancias de un contrato.

Finalmente se creará la orden de trabajo (fabricación, reserva de existencias o transporte) en la entidad correspondiente, guardándose una copia el planificador para mantener la trazabilidad del plan. Las siguientes diagramas de secuencia (ver Figura 10-11, Figura 10-12y Figura 10-13) detallan el proceso de creación de cada una de las órdenes de trabajo, entrega o transporte según se trate de distintas ESC.

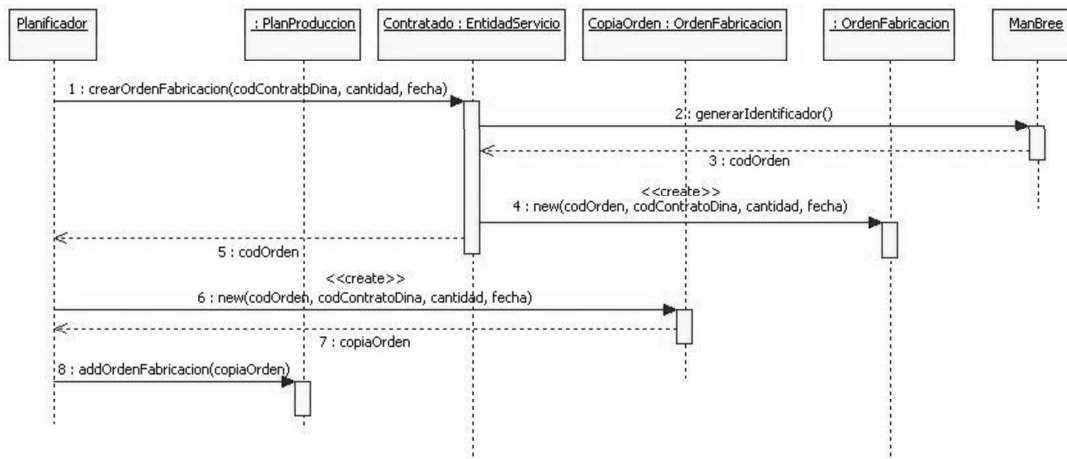


Figura 10-11 Creación de una Orden de Fabricación

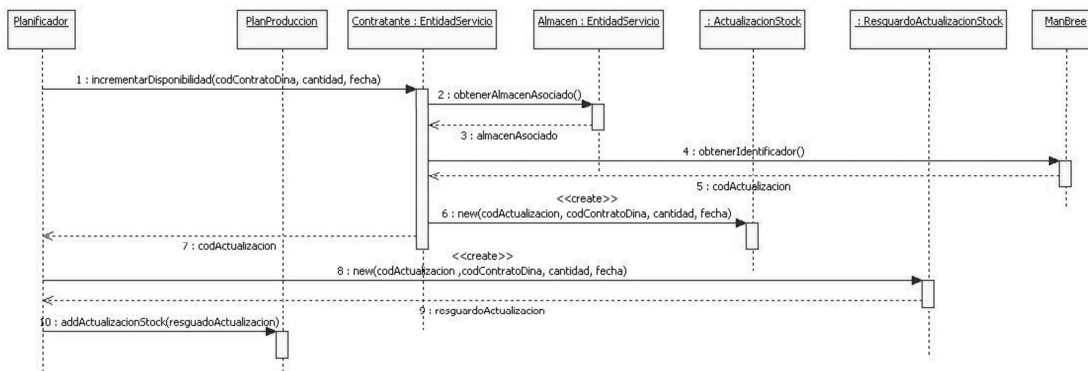


Figura 10-12 Reserva de disponibilidad

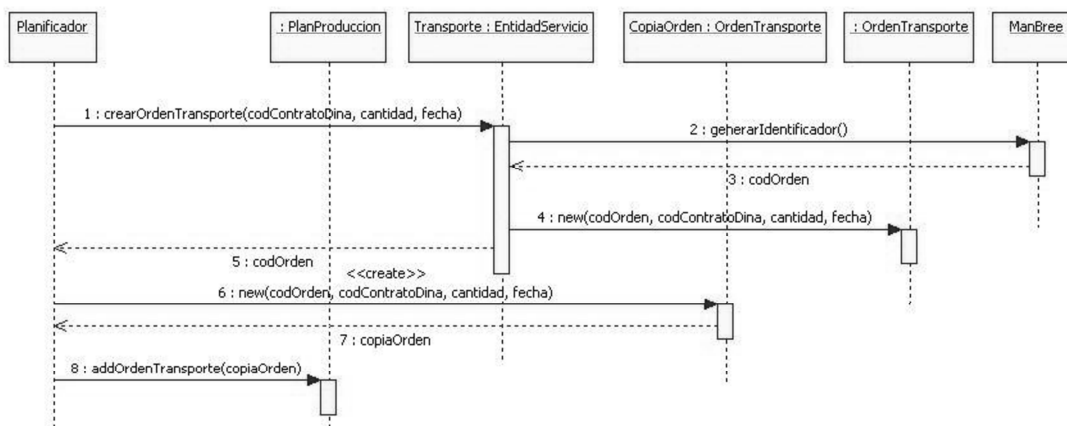


Figura 10-13 Creación de una Orden de Transporte

10.3. Escenario 2: Plataforma ColNet – Service Oriented Platform for Extended Business Process Management

ColNet es una plataforma tecnológica para el modelado y ejecución de procesos de negocio extendidos para redes empresariales no jerárquicas, para un contexto de fabricación bajo personalización en masa

A diferencia de la plataforma presentada en el Capítulo 9 en ColNet no se asume la existencia de múltiples VBE ni RC. Dado que esta plataforma ha sido desarrollada en el ámbito de un proyecto europeo, que toma como base la plataforma ya descrita en esta Tesis, para ese caso concreto se han simplificado algunos aspectos no críticos para los objetivos de dicho proyecto.

10.3.1. Aproximación general de ColNet

El enfoque seguido en la implementación de ColNet está alineado con la aproximación general de esta Tesis Doctoral, sólo que en este caso, se ha atendido a las características generales del proyecto europeo en el que se desarrolló parte de su implementación.

Específicamente, ColNet es el resultado del trabajo desarrollado en el paquete de trabajo que tuvo como misión la implementación de una plataforma para gestionar procesos de negocio extendidos.

En los paquetes de trabajo iniciales, el proyecto desarrolló un marco conceptual para identificar y caracterizar la tipología de RC que operan bajo una estrategia de personalización en masa (Work package 2, WP2) y los principales requerimientos del proceso de gestión de pedidos en dicho contexto (Work package 3, WP3).

De este modo, se identificaron once tipos de redes distintas. Cada una con sus propias características estructurales y operativas.

Adicionalmente, el WP3 también identificó un conjunto de bloques constructivos para facilitar la formalización del proceso de Gestión de Pedidos.

En la Figura 10-14 se ha representado la integración entre los paquetes de trabajo, de modo que el desarrollo de la plataforma ha consistido en incorporar el conocimiento generado en el ámbito del proyecto como requerimientos para la implementación de la plataforma.

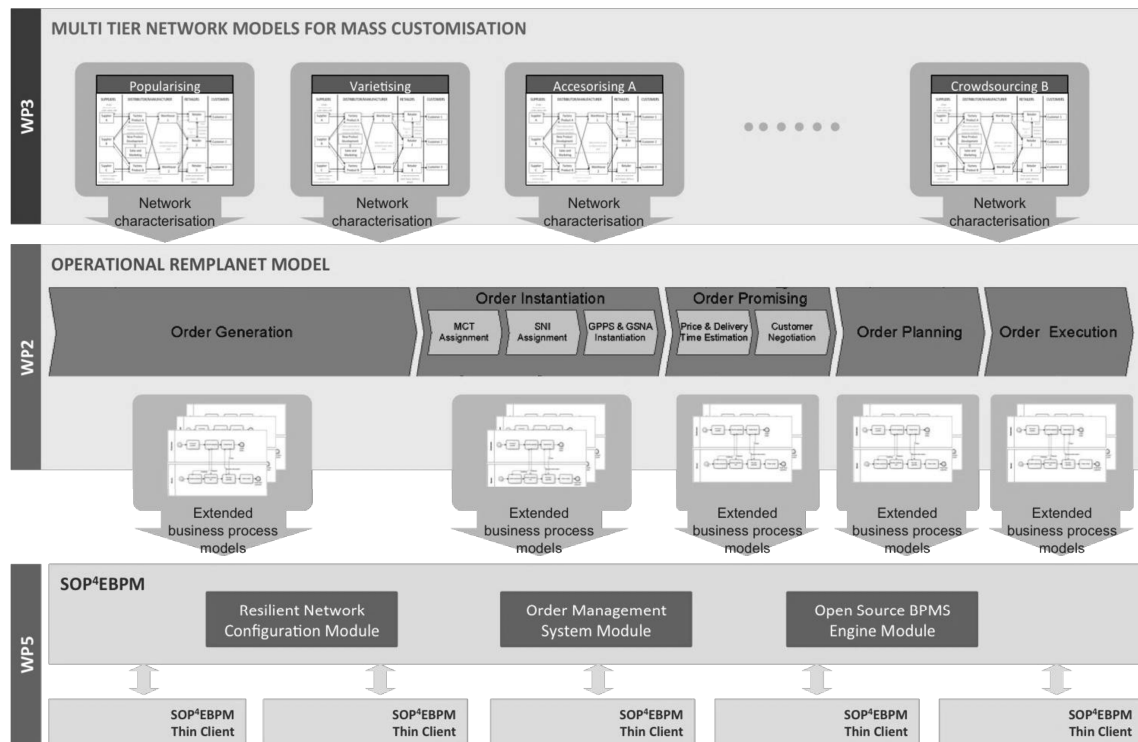


Figura 10-14 Marco general para ColNet (SOP4EBPM)

De este modo, en la figura se observa que la entrada que la plataforma ColNet (ex SOP4EBPM) recibe está condicionada por los distintos tipos de RC y los bloques constructivos del proceso de gestión de pedidos.

Toda esta combinación de requisitos da como resultado un conjunto diferente de modelos de procesos, que comparten una misma estructura general, siendo necesario personalizarlos para cada tipo de RC considerada.

10.3.2. Perspectiva funcional de ColNet

Como se ha comentado anteriormente, ColNet se basa en la aproximación presentada en esta Tesis, es decir:

- Se apoya en la existencia de un VBE, en este caso, industrial
- Permite la creación de una RC
- Incorpora un conjunto finito de ESA y sus correspondientes instancias ESC

Tomando como punto de partida todos estos elementos, en ColNet se han materializado distintos aspectos descritos tanto a nivel arquitectónico como metodológico de esta propuesta.

Entre las características funcionales de ColNet se incluyen:

- Soporte al ciclo de vida del VBE, facilitando durante su operación la creación de distintas ESA, ESC y una única RC.
- Soporte al ciclo de vida de una RC, permitiendo realizar su ingeniería estructural, funcional, informacional, de recursos, pedidos y productos.
- Soporte al ciclo de vida de las ES, siendo posible la creación de distintas instancias de ESC a partir de los modelos predefinidos de las ESA.
- Posibilidad de definir procesos de referencia en el VBE e instanciarlos en cada tipo de red colaborativa.
- Posibilidad de definir documentos de negocio estandarizados para todas las RC
- Posibilidad de lanzar múltiples instancias de los procesos definidos en cada RC.

10.3.3. Roles en ColNet

According to the proposed approach, three main corresponding roles have been defined in the ColNet Methodology:

- Ecosystem manager: this role is in charge of managing all the activities related to the Ecosystem lifecycle. It includes supporting both the Collaborative Networks and the Service Entities lifecycles.
- Network manager: this role is in charge of creating and managing Collaborative Networks belonging to the REMPLANET Ecosystem. That means to be in charge of setting up the network and defining their structural and operational perspectives.
- Node manager: this role is played by different companies belonging to the REMPLANET Ecosystem that are considered potential CN members since they may be invited to join several networks.

Next sections will describe the main activities that each role is responsible for in the ColNet Methodology.

10.3.4. Descripción técnica de ColNet

Con el fin de dar soporte a la funcionalidad descrita anteriormente, la arquitectura que se ha definido para la plataforma está compuesta de los siguientes módulos:

- **REMPPLANET Ecosystem Management System Module** – en este caso, la funcionalidad necesaria para la gestión del VBE ha sido provista por Manbree. ColNet utiliza la infraestructura técnica de esta plataforma para designar el componente que

permite la gestión de lo que se ha denominado como el REMPLANET Ecosystem (VBE). Este módulo no forma parte de la arquitectura específica de ColNet.

– **Resilient Network Configuration Module** – este módulo da soporte a la ingeniería de los principales aspectos de la RC que se ha configurado. Se ocupa de la gestión de las ESC vinculadas a la RC, la modelización de los procesos extendidos, su despliegue y la preparación para la ejecución. Adicionalmente permite definir la cartera de productos o servicios que serán provistos por la RC (ver Figura 10-15).

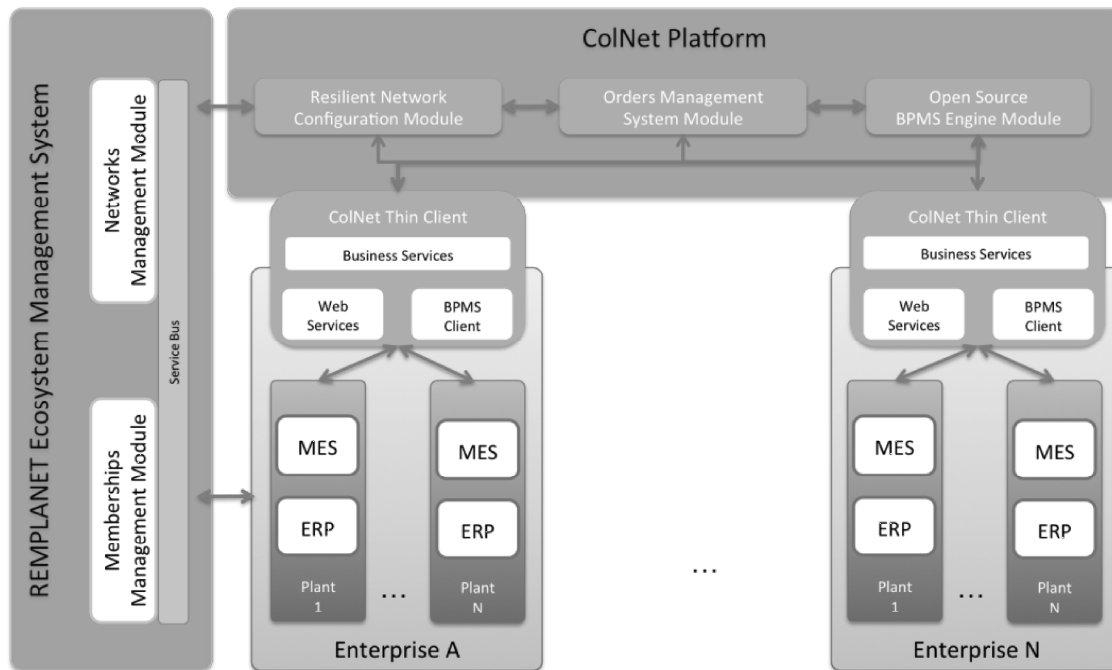


Figura 10-15 Arquitectura funcional de ColNet

– **Order Management System Module** – el segundo componente de la plataforma es el módulo que soporta el proceso de gestión de pedidos. Permite que el gestor de la RC realice el lanzamiento y seguimiento de cada pedido recibido por la RC.

– **Open Source BPMS Engine Module** – el tercer módulo está relacionado con el motor de ejecución de los procesos de negocio extendidos. Los modelos creados utilizando el editor de procesos de ColNet son transferidos al entorno de ejecución en el que tras completar los requisitos TIC para su ejecución, son desplegados y dados de alta en el entorno operativo.

– **ColNet Thin Client** – los clientes ColNet representan a cada ESC presente en la RC. En este caso concreto, los clientes ligeros de ColNet tienen acceso a la plataforma mediante la utilización de un cliente web.

La combinación de todos estos componentes permite planificar la estructura y las operaciones de una RC. Como se observa en la Figura 10-15, los tres componentes principales de la plataforma se agrupan bajo la denominación de Servidor ColNet, mientras que los clientes no requieren instalación de software alguna para gestionar la lista de tareas del motor de ejecución de procesos.

En la misma figura, también se observa cómo el servidor de ColNet es el encargado de interactuar con el REMPLANET Ecosystem Management System.

10.3.5. Interfaz de ColNet

En la siguiente captura de pantalla se representa la interfaz principal de la aplicación para el rol de gestor de una RC. En cada una de las pestañas superiores es posible realizar la ingeniería de las distintas vistas de las RC (ver Figura 10-16).

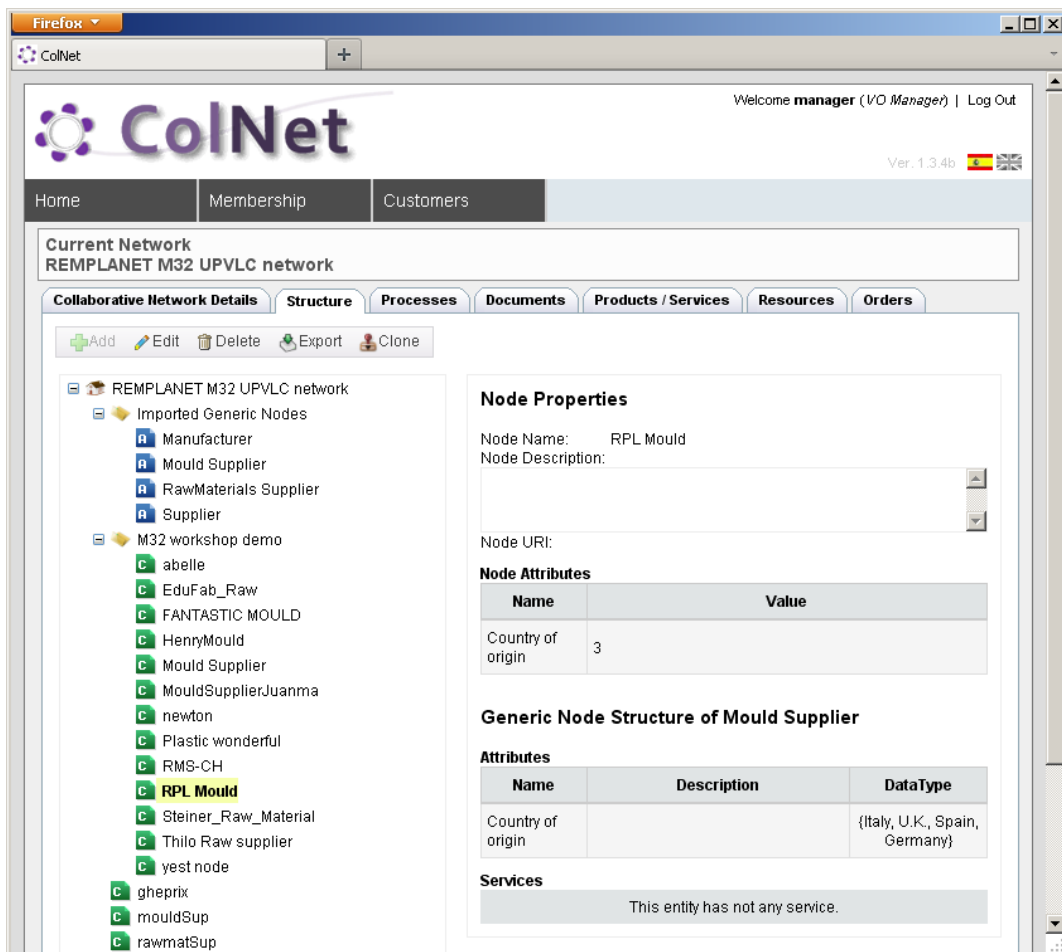


Figura 10-16: Interfaz de ColNet para la definición de la estructura de una RC

10.3.6. Implementaciones de ColNet

Durante el desarrollo del proyecto, la plataforma ColNet ha sido utilizada para validar los conceptos generales del proyecto en dos implementaciones piloto:

- En una PYME italiana que se dedica a la inyección de plásticos: en este caso, se utilizó la plataforma para dar soporte al proceso **Request For Quotations**. La automatización de este proceso extendido consistió en la creación de un VBE para crear y mantener un conjunto de ESC que participaban en un proceso similar al descrito en el Capítulo 8.
- En una PYME italiana dedicada a ensamblar cajas reductoras para grandes clientes. En este caso, ColNet se ha utilizado para dar soporte a una versión extendida del proceso de cumplimentación de pedidos, mediante la integración del cliente final a lo largo de todas las actividades de dicho proceso.

En ambos casos, aunque no en la misma medida, los principios fundamentales de ColNet y su implementación en dos casos reales permitieron validar la aproximación seguida en esta propuesta de Tesis Doctoral.

10.4. Conclusiones

En este capítulo se ha presentado el Plan de Validación de esta propuesta. Atendiendo a la complejidad de la validación completa del enfoque, se han identificado cinco escenarios de validación cuyas características y complejidad van en aumento, a medida que también se incrementa la interoperabilidad real de toda la aproximación.

Sin embargo, la validación de los cinco escenarios no ha sido posible hasta el momento. Al momento de redactar estos documentos, se habían validado dos de los cinco escenarios descritos.

Escenario 1

Este escenario ha permitido validar la utilidad de las ES como soporte a la interoperabilidad en una RC dinámica de tipo industrial.

Para ello, se realizaron las siguientes actividades:

- Se creó un VBE orientado a la industria, en el que se identificaron tres tipos de ESA y sobre el cual no se permitía añadir, de forma dinámica, nuevas definiciones de ESA.
- Para cada tipo de ESA creada, entidad productiva, almacén y transporte, se definió su perfil funcional, especificando el modelado multidimensional de sus atributos y los servicios relacionados con el tipo de actividad que cada uno de ellos iba a prestar a la RC.
- Se definió una única RC, con un número acotado de ESC conocidas. Cada una ellas instanciadas a partir de su correspondiente ESA.
- Como proceso extendido de la RC, se definió un proceso tradicional de fabricación de productos para un escenario *Make-To-Order*.

A partir de este escenario, se diseñó e implementó un sistema de Planificación de Operaciones para RC que utiliza todas las capacidades de un VBE industrial, para atender a un conjunto de pedidos que fueron recibidos en la RC.

El algoritmo de planificación tiene en cuenta los diversos aspectos dinámicos de la RC y las ESC.

Por una parte, la aplicación implementada utiliza los distintos servicios de negocio creados para cada ESC como una forma de: conocer el estado de las existencias, asignar pedidos, reservar disponibilidad de materiales, consultar sobre la capacidad disponible, etc.

En segundo lugar, el algoritmo de planificación utiliza también la capacidad dinámica de selección de nodos, permitiendo escoger aquella ESC que, por ejemplo, tenga la mayor capacidad productiva disponible para cumplimentar un pedido, en tiempo real.

Esto se concreta invocando un mismo servicio para todas las ESC de un determinado tipo y escogiendo aquella que mejor cumpla los requisitos del proceso en un determinado momento. Esta selección se realiza de forma dinámica, pudiendo intercambiar de forma transparente (*seamlessly*) una ESC por otra, sin alterar el Plan de Operaciones resultante para cada una de ellas.

Escenario 2

Por su parte, la plataforma ColNet representa una simplificación de la plataforma Manbree para adaptarla a un escenario simplificado respecto a la capacidad funcional de ésta última.

La simplificación realizada para este escenario de validación consistió en:

- Definir un VBE restringido en cuanto a la posibilidad de crear nuevas definiciones de ESA.
- Permitir la gestión de una única RC.
- Permitir el registro ilimitado de ESC, adhiriendo a los perfiles de ESA existentes.
- Cada ESA puede ser definida con sus propios atributos y servicios.
- Los procesos de negocio se ajustan mejor a escenarios Make-to-Stock (push)

Tomando este escenario como punto de partida las actividades realizadas permitieron validar:

- La posibilidad de alinear los ciclos de vida del VBE y la RC.
- La posibilidad de alinear los ciclos de vida del VBE y las ES.
- La posibilidad de alinear los ciclos de vida de las RC y las ES.
- El mecanismo de creación de una RC a partir de un VBE
- La utilización de una herramienta para el gestor de la RC que fácilmente le permite, de forma casi transparente, alternar entre Ingeniería y Operación de la RC.
- La integración de las ESA y ESC en los modelos de procesos de negocio extendidos para la RC, utilizando sus servicios como bloques funcionales.

Finalmente, mencionar que la plataforma ColNet va a ser implantada en dos empresas PYMES italianas que forman parte del proyecto europeo REMPLANET.

Capítulo 11

Conclusiones y líneas futuras

Conclusions and future research work

Tabla de Contenidos

Capítulo 11	Conclusiones y líneas futuras	567
<hr/>		
11.1.	Conclusiones	569
11.2.	Revisión detallada de las cuestiones de investigación	571
11.3.	Líneas futuras	575
11.4.	Main conclusions	577
11.5.	Detailed review of initial research questions.....	579
11.6.	Future research work.....	583

11.1. Conclusiones

En el capítulo introductorio de esta Tesis Doctoral se planteó un conjunto amplio de cuestiones de investigación que impulsa el interés de desarrollar esta Tesis Doctoral.

Llegado el momento de la revisión, se puede concluir que la mayoría de las cuestiones allí planteadas han podido ser respondidas a lo largo de este documento.

A la cuestión más relevante, acerca de la posibilidad de disponer de un sistema integrado para gestionar VBE y RC, se ha mostrado cómo la utilización de las ES se ha convertido en uno de esos elementos facilitadores de la integración.

En el desarrollo de esta Tesis Doctoral se ha puesto de manifiesto que es posible alcanzar una solución integrada, como la propuesta por el enfoque MAT, que alcance niveles operativos realmente aceptables, como los que se han mostrado en la validación de resultados.

Esta Tesis ha recorrido un extenso camino en el que se ha intentando dar forma a una propuesta que se ha apoyado en tres pilares básicos:

- La **interoperabilidad empresarial**, por entender que es una característica fundamental a cualquier sistema de soporte a la operaciones que esté orientado a dar soporte a redes colaborativas,
- La **Ingeniería e Integración Empresarial**, entendiendo que mediante sus principios, técnicas y desarrollos conceptuales ha provisto del marco adecuado para que el proceso de creación de la solución aquí propuesta pueda ser considerado como riguroso y científico.
- La **Orientación a Servicios Digitales**, por considera que la orientación a servicios se ha convertido en un tema central de interés en el ámbito de investigación a nivel europeo. Prueba de ello la constituyen las recientes iniciativas de Internet of Services, Internet of Thing y Future Internet, entre otras.

Tomando esos pilares como fundamento, se ha conseguido dar forma a una propuesta integrada que aporta distintos elementos:

- En primer lugar, se ha propuesto, en versión incipiente, un marco de modelado para VBE, hasta el momento no detectado en la literatura,

- En dicho marco, se han incorporado tres vistas – procesos, servicios y datos – que estaban recogidas en los principales marcos de interoperabilidad existentes hasta el momento, pero que de este modo pasan a formar parte también de la arquitectura.
- Se ha propuesto un marco de modelado para facilitar la gestión integrada de VBE y RC. De este modo, se garantiza la existencia de elementos comunes.
- Se ha desarrollado el concepto de Entidades de Servicios como elemento integrador y complementario de esta propuesta, facilitando al mismo tiempo la Ingeniería como la Operación de las Entidades de Servicios.
- Otro aspecto que se aporta es la **singularidad** de las entidades respecto a los ecosistemas en los que puede intervenir. Esta propiedad representa el hecho de que cada individuo es único y, además, puede aparecer en distintos ecosistemas.
- Se ha propuesto una arquitectura integrada para la Gestión de VBE, RC y ES.
- Se ha propuesto una metodología integrada para la Gestión de VBE, RC y ES.
- Se ha implementado una plataforma tecnológica integrada para la Gestión de VBE, RC y ES, que ha permitido validar los diseños iniciales aquí planteados.
- A través de la plataforma tecnológica, se ha podido validar parte de los aspectos que potencialmente esta Tesis Doctoral es capaz de contribuir.

En consecuencia, los objetivos inicialmente planteados para esta Tesis Doctoral, se podrían considerar como alcanzados.

Llegado a este punto, el doctorando desea expresar su agradecimiento a todas las personas que han contribuido, directa o indirectamente, a discutir las ideas planteadas en este documento.

11.2. Revisión detallada de las cuestiones de investigación

Tras describir las principales contribuciones de esta Tesis Doctoral y verificar el cumplimiento global de objetivos, se considera conveniente retomar las cuestiones de investigación planteadas en el capítulo inicial e intentar dar una respuesta breve a cada una de ellas

Perspectiva Arquitectónica y de Ingeniería Empresarial

- ***Desde una perspectiva arquitectónica ¿cómo es posible concretar esta visión integrada para la gestión de VBE, RC y ES?***

La arquitectura propuesta se ha construido a partir de tres arquitecturas parciales que finalmente se han integrado a partir de constructores comunes y la identificación de las relaciones entre ellos.

- ***Dado que se ha enunciado que existe, ¿cómo se concreta la interrelación de los Ciclos de Vida de un VBE y una RC?***

La interrelación de los CdV del VBE y RC ha sido revisada para la definición de la arquitectura (nivel general) como de la metodología (nivel funcional detallado) y se ha visto representada en la plataforma tecnológica.

- ***Teniendo en cuenta que un VBE es un facilitador que apoya el CdV de distintas RC, desde una perspectiva de Ingeniería Empresarial, ¿qué elementos (building blocks), definidos en el ámbito del VBE, pueden ser utilizados en la construcción de cada instancia de una RC?***

En la definición de la arquitectura realizada en el Capítulo 7 se han definido un conjunto de constructores para la creación y operación de un VBE y se ha mostrado cómo éstos mismos constructores son utilizados en el diseño y operación de las distintas RC que son creadas a partir de los modelos del VBE.

- ***¿Qué nivel de generalización o especificidad tendrían que tener dichos elementos para ser independientes de un VBE o una RC concreta?***

La descripción de los distintos entornos de modelado introducidos en los capítulos 3, 4 y 6 identifican los constructores genéricos y particulares de cada ámbito (VBE, RC y ES). Cada uno de ellos posee una dimensión de derivación que permite ir desde modelos genéricos a modelos particulares.

- ***¿Cómo conseguir homogeneizar la heterogeneidad entre los nodos que potencialmente pueden adherir a un VBE?***

La heterogeneidad de los nodos se debe como la variabilidad que puede presentarse en las vistas Organizativa y de Procesos, entendidas como las que recogen los aspectos estructurales y funcionales. En ese sentido, el proceso de instanciación de cada nodo permite uniformar su identidad virtual en el ámbito del VBE y la definición de las interfaces de servicios contenidas en las ESA promueven que la heterogeneidad sea mínima.

- ***¿Qué mecanismos deberían ofrecerse para que un nodo ofrezca el mismo conjunto de capacidades a las distintas RC en las que podría estar participando?***

La vista de Servicios, presente en los distintos entornos de modelado, garantiza que los servicios ofrecidos por una ESC sean los mismos en todas aquellas RC en las que participe.

Perspectiva Metodológica

- ***¿Cómo permitir que los VBE sean realmente espacios abiertos en el que organizaciones o individuos puedan entrar o abandonar libremente?***

Como se ha puesto de manifiesto también en el Capítulo 6, el enfoque de las Entidades de Servicios ayuda a responder esta cuestión. La interrelación de los respectivos CdV permite que a nivel operativo, una ES pueda solicitar el registro en un VBE. Completado el proceso de instanciación, la ESC comienza la fase operativa de su ciclo de vida y su participación puede ser cancelada en cualquier momento. El proceso de instanciación está tan restringido como el gestor del VBE considere oportuno. La apertura del VBE que esta propuesta brinda no posee más restricciones que las impuestas por éste.

- ***¿Cómo garantizar que un nodo sea unívocamente distinguido en el ámbito de un VBE y, en consecuencia, de cada RC?***

A nivel metodológico la solución propuesta contiene el proceso de instanciación de ESA en ESC. Este proceso no permite duplicidad de entidades en el VBE y, en consecuencia, en las RC ligadas a él.

- ***¿Cómo permitir que un nodo pueda estar vinculado a múltiples redes, de forma simultánea?***

- El proceso de instanciación de ESA en ESC da como resultado un conjunto de nodos que potencialmente pueden estar presentes en todas las RC derivadas a partir de él. En consecuencia, cada ESC puede estar presente en tantas RC como sea aceptada.

- ***¿Cómo permitir que un nodo permanezca visible en un VBE aun cuando no esté vinculado a ninguna RC?***

Nuevamente, el proceso de instanciación de un nodo es ajeno a las RC a las cuales está vinculado, sean muchas o ninguna. Algo similar sucede cuando una ESC deja de estar vinculada a una RC y permanece registrada en el VBE.

- ***¿Qué mecanismos se deberían ofrecer para mejorar la visibilidad de un nodo en todas las RC que están vinculadas a un mismo VBE?***

Cada RC accede al repositorio completo de ESC del VBE. De este modo, una ESC tiene visibilidad completa en todas las RC que han sido definidas en dicho VBE.

- ***¿Cuál es el rol de la interoperabilidad en todas estas cuestiones?***

La interoperabilidad ha estado en el centro focal del diseño de la arquitectura, de la metodología y de la plataforma. El enfoque integrado MAT de esta propuesta ha tenido como finalidad facilitar la ingeniería y operación de RC. Los aspectos dinámicos de dicho proceso sólo pueden ser alcanzados si los principios de la interoperabilidad empresarial se funden en los principios de diseño de toda la propuesta.

Perspectiva Tecnológica y de Sistemas de Información

- ***¿Cómo disminuir la brecha existente entre la ingeniería y la operación de todos estos elementos, de forma integrada y en una infraestructura tecnológica común?***

La Arquitectura y la Metodología que componen esta propuesta, se han fundido en la implementación de la plataforma tecnológica. Como se ha mostrado en su implementación, el paso de la fase de Ingeniería a la Operación es casi transparente para los gestores de cada entidad: VBE, RC y ES.

- ***¿Cómo permitir que una misma capacidad funcional sea implementada de forma distinta por dos nodos similares, registrados en un VBE?***

La separación entre la definición y la implementación de un servicio de negocio provisto digitalmente permite que, usando la misma interfaz como mecanismo de interoperabilidad, dos nodos puedan implementar dicho servicio, cada uno de forma diferente, según sus necesidades.

- ***¿Cómo permitir que un nodo sea capaz de recibir y atender requerimientos provenientes de distintas RC?***

Dado que todas las RC han utilizado la misma interfaz de servicio para construir sus procesos de negocio, la ESC recibirá y atenderá los requerimientos que tenga sobre ese servicio de la misma forma para todas las RC.

- ***¿Cómo permitir que las capacidades de los nodos se integren en los procesos de negocio y que éste sea un mecanismo independiente de la RC a la que éste está ligado?***

Las capacidades de cada nodo se integran en los procesos de negocio como invocaciones a servicios digitales, de respuesta automatizada o manual y esta posibilidad es independiente de la RC a la que está vinculado dicho proceso.

- ***¿Cómo homogeneizar los flujos de información que circulan por distintas RC?***

En la arquitectura se ha previsto un mecanismo mediante el cual es posible definir mensajes interoperables en el ámbito del VBE y que luego estos modelos de documentos o mensajes puedan ser utilizados en las distintas RC vinculadas a él como los flujos de información que forman parte de los procesos extendidos.

- ***¿Cómo homogeneizar procesos de negocio de distintas RC?***

En la arquitectura se ha previsto la posibilidad de crear procesos de referencia a nivel de VBE y que éstos puedan ser luego instanciados en las distintas RC que están ligadas a él. De este modo, dos RC distintas pueden disponer de procesos homogéneos. En el ámbito industrial esto puede ser útil, por ejemplo, para definir a nivel de VBE los procesos de referencia de SCOR y que luego distintas RC puedan implementarlos convenientemente.

- ***¿Sería posible diseñar un sistema que gestione, al mismo tiempo, distintos VBE?***

Si bien esto se plantea como una línea futura de trabajo, la implementación actual de la plataforma lo permite. Quedan por definir la forma de integrar las ontologías creadas en cada VBE para que la interoperabilidad entre ellos sea completa.

- ***En el hipotético caso de que un único SI pudiese alojar múltiples VBEs, ¿qué beneficios reportaría este modelo?***

Los beneficios derivados de este modelo también se estudiarán en el futuro. Sin embargo, se prevé que, por ejemplo, la escalabilidad de esta propuesta sea posible ya que permitiría que una entidad fuese definida en un único VBE y tuviese visibilidad global en el resto de VBE, evitando duplicidades.

- ***¿Cómo permitir que una misma capacidad sea provista de forma manual por un nodo y de forma automatizada por otro?***

En la implementación de la plataforma se ha previsto que cada ESC pueda especificar si una determinada interfaz de servicio será respondida de forma manual o automática. De este modo, las distintas ESC pueden evolucionar de forma independiente en su madurez tecnológica.

- ***¿Cuál es el papel de las arquitecturas orientadas a servicios en el escenario tecnológico planteado?***

El rol que las Arquitecturas Orientadas a Servicios han desempeñado en esta Tesis Doctoral es doble:

- En primer lugar, se ha introducido la noción de que un servicio no es un aspecto puramente tecnológico. La definición de una ESA se ubica en una capa de modelado equivalente a la capa CIM (Computer Independent Model) de MDA.
- Al mismo tiempo, la posibilidad de derivar especificaciones tecnológicas para las interfaces de servicios (CIM a PIM en MDA) permiten que el paso de la ingeniería a la operación sea casi transparente para el usuario final.

11.3. Líneas futuras

Las líneas de futuro de este trabajo doctoral se prevén amplias. Como se ha mostrado en el documento, el trabajo de investigación ha estado relacionado con múltiples enfoques que se han combinado en una única solución. En consecuencia, para cada uno de ellos se prevén potenciales extensiones.

En el caso de la Interoperabilidad Empresarial, esta propuesta se presenta como una solución a distintos problemas ligados a la operación de redes colaborativas en distintos entornos. Como se ha mencionado, será necesario continuar con el desarrollo de los otros escenarios de validación en los que se podrán apreciar la potencialidad de este enfoque como soporte a las operaciones de una RC.

Desde el punto de vista de la Ingeniería e Integración Empresarial, una línea de trabajo futura que surge a partir de esta Tesis es la necesidad de refinar y validar la arquitectura y el enfoque metodológico que aquí se ha presentado. El doctorando considera que, a partir de este trabajo la comunidad científica podrá realizar distintas contribuciones que lo complementen y mejoren.

El tercer ámbito está relacionado con la Ingeniería de Servicios. Desde este punto de vista, el trabajo futuro consistirá en formalizar el concepto de Entidades de Servicios, alineándolo con otras iniciativas actualmente en desarrollo, como por ejemplo, los agentes de servicios semánticos.

Respecto a cuestiones específicas que han sido introducidas en este trabajo pero que no han sido completamente desarrolladas, la lista podría incluir:

- Completar el desarrollo de la inclusión de la vista de Medición del Rendimiento y los constructores que se deben incluir en cada nivel considerado (VBE, RC y ES).
- También mencionado en el documento pero que se lanza como línea de trabajo futura es la interoperabilidad entre distintos VBE. Este es un reto importante si realmente se desea que la solución tenga un impacto amplio en el tejido empresarial.
- Otro aspecto de interés consiste en facilitar el despliegue de las Entidades de Servicios sobre dispositivos móviles conectados a Internet, con la capacidad de consumir y proveer servicios web.

Respecto a la aplicabilidad de esta propuesta, se prevén explorar las siguientes líneas:

- Realizar pruebas de concepto a nivel industrial, para validar detalladamente las capacidades y funcionalidades de la plataforma tecnológica.
- A partir de ahí, avanzar en la creación de un producto comercial para ser ofrecidos a empresas que tienen la posibilidad de gestionar su red de proveedores o distribuidores.
- Crear una versión educativa que permita formar gestores de RC en los distintos aspectos que se recogen en esta propuesta.
- Crear una versión académica para ofrecerla a centros educativos que posean cursos en el ámbito de las RC y que pudieran, por ejemplo, apoyar conceptos teóricos o prácticos a partir de la utilización de la plataforma.

Finalmente, entre otras actividades de diseminación, se prevé dar a conocer los resultados de este trabajo en distintas revistas científicas situadas en posiciones relevantes en los índices de prestigio.

11.4. Main conclusions

The initial chapter of this PhD document, an extensive set of research questions guiding this work, was introduced. Despite the next section will include a detailed review of them, at this stage it is possible to say that most of them seem to be properly answered along this document.

Concerning the most relevant question, about if it could be possible to manage (in an integrated way) VBE and CN it has been shown how the Service Entities approach becomes a main enabler of such integration, either from an architectural, methodological and technical point of view

While developing this research work, it has been possible to come out with a full MAT solution which provides a fully functional approach, as it has been proved in the validation plan.

This PhD Thesis has extensively provided a solution to the initial research scenario by combining three main pillars:

- Enterprise Interoperability, since the candidate has provided evidence about its effectiveness in designing and implementing management systems as CN requires when supporting its operations,
- Enterprise Engineering and Integration, because its principles, concepts and methods have provided the underlying conceptual framework within which all the developments and proposals of this Thesis can be considered scientifically rigorous, and
- Service Engineering, since it is considered the right approach in dealing with most of interoperability barriers that may appear in the operational phase of any CN. Prove of it, are the current European Commission initiatives concerning the Internet of Things, Internet of Services and the Future Internet, to name few.

Based on those pillars, it has been possible to come out with an integrated approach which provides useful contributions to the scientific community:

- First of all, a VBE Modelling Framework has been proposed. It can be considered at incipient stage, since further refinement and validation would be needed, but no previous similar contribution was identified in the literature.

- That framework introduced three main views – processes, services and data – which are aligned with most of current interoperability proposals and constitute the core piece of the integrated architecture.
- An integrated framework for aligning both VBE and CN modeling has been also proposed. Despite there exist a well-recognized ongoing initiative, i.e. ARCON, the contribution proposed here is slightly different in the sense that it is aimed at enabling such integration by identifying a set of common constructors for them.
- The concept of Service Entities is also a relevant contribution of this Thesis. They are proposed as the third pillar of the approach described in this Thesis and it has been shown how they can be used for both modeling and operating interoperable distributed systems.
- By taking advantage of the SE approach, an additional contribution has been provided. It is related to the **singularity** of entities being present in different VBE and CN. By means of the proposed methodology, each single entity belonging to a VBE can be univocally distinguished from each other, independently of the CN they are involved in. This approach tends to decrease the interoperability barriers for newcomers in a VBE.
- The architecture for integrated management of VBE, CN and SE is also a major contribution of this Thesis.
- The methodological approach supporting that integrated approach complements the former contribution.
- A technological platform has been implemented and used as testing bed for the overall approach described here.
- The full validation of this Thesis will follow an incremental path, where different scenarios add more complexity to the validation. Until now, two of five identified validation scenarios have been successfully completed.

Consequently, according to all the above described contributions, it is considered that all the initial objectives stated for this doctoral work have been fully achieved.

Coming to the end, the candidate would express his gratitude to all the people that, directly or not, have contributed to discuss and to enrich the idea described in this document.

11.5. Detailed review of initial research questions

After describing the main contributions of this doctoral work and to verify the achievement of stated objectives for it, it is time to go deeper in that analysis and to review the initial research questions raised in Chapter 1.

Architectural and Enterprise Engineering perspective

- ***From the architectural point of view, ¿how the integrated approach of VBE, CN and SE can be realized?***

The proposed architecture has been built from three partial architectures which, later on, have been integrated by means of a set of common constructors and the relationships they have.

- ***Since it has been stated that there exist a relationship between VBE and RC lifecycles, ¿how such relationship is realised in the proposal?***

The relationship among the lifecycles has been analysed for creating the architecture (general level) and the methodology (detailed functional level). At the end, it has also been included into the platform functionalities.

- ***Considering the VBE as the main enabler of several CN instances, from the Enterprise Engineering point of view, ¿which building blocks of the VBE can be used in designing such CN instances?***

The definition of the Architecture, from Chapter 7, included several building blocks that have been used for supporting the design and operation of a VBE. Complementarily, how they can be used in the design and operation of specific CN instances has been also shown.

- ***¿Which level of generality such building blocks will require in being independent of any specific VBE o CN instance?***

The description of each modelling framework introduced in chapters 3, 4, and 6 has provided both generic and particular levels of detail for the proposed building blocks of VBE, CN and SE. Each modelling framework has a derivation axis that allows moving from generic to particular models.

- ***¿How it is possible to deal with heterogeneity of potential VBE members?***

The heterogeneity of potential members must be understood as the variability they may have in terms of the Organization and Process views, since they are the ones related to structural and functional issues. Thus, the instantiation process of each CSE allow to standardize the way virtual identities are managed while the service interfaces integrated on each ASE definition aims at rule the service provision by different SE.

- ***¿Which mechanism may be designed in order to allow each node contributing with the same functional capabilities to different CN?***

The Service View included in all the proposed modelling frameworks, guarantees that each CSE can be able to provide the same business services to all the CN it belong to.

Methodological perspective

- ***¿Which mechanism can be used to design a VBE as an open environment where nodes may freely join and leave as they need?***

As it has been stated in chapter 6, Service Entities approach is the proposed mechanisms to deal with this issue. By completing the instantiation procedure each CSE becomes operative and its involvement can be cancelled at any moment.

The instantiation process is fully open and it is only restricted by the VBE manager criteria.

- ***¿How to ensure that each node can be univocally distinguished from others inside a VBE and, correspondingly, inside each CN?***

At methodological level, the instantiation process doesn't allow to register duplicated entities inside a VBE and, consequently, inside a CN.

- ***¿How to let CSE being involved in as many CN as they want?***

- Potentially, each CSE may be involved in all the CN which belong to a VBE.

- ***¿How to allow a CSE being not present in any CN?***

The instantiation process registers CSE inside the VBE. At that specific time they are not involved in any CN until they receive an invitation. When they are disconnected from a CN, they remain connected to the VBE.

- ***¿Which mechanism can be used to enhance the visibility of a CSE in all the CN belonging to a VBE?***

By means of the Resource View, each CN manager may get access to the full VBE repository browsing for potential members. Each registered CSE will then appear as many times as the repository is accessed.

- ***¿Which is the role of interoperability in all those questions?***

The interoperability has been present in the design of the architecture, the methodology and the platform. The MAT integrated approach aimed at supporting the engineering and operation of dynamic CN. Such dynamicity can only be achieved if proper interoperability principles are melted along the whole proposal.

Technological and Information Systems Perspective

- ***¿How to close the gap between the engineering and operation of all the elements included in this proposal (VBE, CN and SE), in an integrated way and by using a common technical infrastructure?***

The Architecture and Methodology of this proposal have been integrated into the IT platform. How it has been detailed in its implementation, moving from engineering to operation is almost a transparent step for VBE, CN and SE managers.

- ***¿Which mechanism must be provided to let similar nodes to provide the same functional capability by implemented in a different way, according to their specific needs?***

The split between the interface definition and the actual implementation of the service supports this requirement. While at design time each node must adhere to the provided interfaces, when implementing and deploying their services, they can customise the corresponding implementation.

- ***¿How to ensure that a node is able to receive and respond to incoming events sent by different CN?***

Since all the CN are going to use the same service interface in building their specific business processes, then each CSE will be able to attend different requirements coming from several CN, in the same way.

- ***¿How to standardize the information flows and message structures which circulate inside several CN?***

In the architecture, a mechanism by means of which interoperable message schemas can be defined at VBE level is provided.

Then, such reference documents can be used inside each CN while performing their business processes instances.

- ***¿Is it possible to create business process patterns being used in many CN?***

The architecture enables the creation of reference process inside the VBE. Such processes can be, later on, instantiated on each specific CN belonging to a specific VBE. By doing it so, two different CN will share a common process pattern which may also lower down their interoperability barriers.

- ***If it were possible to design and implement a single VBE Management System hosting several VBE running in parallel, ¿which benefits may report this model?***

The expected benefits of this model will be studied in the future work. However, it is expected that this proposal can be easily escalated to support it, for instance, by enabling CSE being visible on several VBE.

- ***¿How to allow different nodes to provide the same capability either in an automated or manual way?***

In the platform implementation, the implementation mode of a service interface has been considered for each CSE.

- ***¿Which has been the role of SOA in the proposed solution?***

The SOA role in this doctoral work has been twofold:

- First of all, the notion of a service as not merely a technological issue has been extensively addressed. The definition of an ASE can be located at the same level than the CIM (Computer Independent Model) of MDA.
- At the same time, as in MDA, moving from CIM to PIM by deriving such models smooth the transition between engineering and operation for the end user of the solution.

11.6. Future research work

Future research work arising from this doctoral work seems to be extensive. As it has been reflected in the document, the research work has dealt with many interrelated approaches, combined to describe a single solution. For each one of them, future research actions are envisioned.

In terms of Enterprise Interoperability, future research work would include the development of the additional validation scenarios which may prove all the potential application of this approach to collaborative networks requiring high interoperability levels.

From Enterprise Engineering and Integration, further research work will be related to a deeper validation of the architectural and methodological approach introduced here. The scientific community may provide valuable inputs to this work.

The third research stream is related to the Service Engineering field. Related to it, future work may include the formalization of the Service Entities approach by aligning them with other on-going initiatives.

Concerning specific issues to be addressed after this doctoral period, the list may include:

- Complete the initial inclusion of the Performance Measurement view and constructors. Despite it has been briefly introduced, the approach proposed here already considers both the convenience and the need of extending this proposal with the integration of a Performance Measurement System for both VBE and CN.
- Another future research line will be devoted to smoothing the deployment of Concrete Service Entities over all kind of physical devices (notebooks, tablets, phones, etc.)
- Concerning the overall approach proposed in this work, the interoperability among many VBE will be also launched as research initiative.

In terms of **applicability of the proposal**, some initiatives will be also explored:

- Creating an educational version of the platform aimed at training future network managers in the issues related to this proposal.
- Offering the platform to educational centres having Collaborative Networks-related courses that may require a virtual laboratory for their practices.
- To conduct proof of concepts in industry, mainly for companies being able to manage a network of collaborating companies.

Finally, among other dissemination activities, further publications in scientific journals describing the achievements of this doctoral work will be carried out.