

**MODELO ARQUITECTÓNICO PARA APOYAR LA INTEROPERABILIDAD DE
HERRAMIENTAS SOFTWARE QUE SOPORTAN
LA MEJORA DE PROCESOS SOFTWARE**



UNIVERSIDAD DEL CAUCA

**Andrés Felipe Delgado
Daniel Eduardo Paz Perafán**

**Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de sistemas
Grupo de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software - IDIS
Línea de Investigación de mejora de procesos de software
Popayán
2015**

**MODELO ARQUITECTÓNICO PARA APOYAR LA INTEROPERABILIDAD DE
HERRAMIENTAS SOFTWARE QUE SOPORTAN
LA MEJORA DE PROCESOS SOFTWARE**



UNIVERSIDAD DEL CAUCA

**Andrés Felipe Delgado
Daniel Eduardo Paz Perafán**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero de Sistemas

Director: PhD. Francisco José Pino Correa

Codirector: PhD. Jose Luis Arciniegas

**Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de sistemas
Grupo de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software - IDIS
Línea de Investigación de mejora de procesos de software
Popayán
2015**

Resumen

En la actualidad, las iniciativas de mejora de procesos software son de interés para las pequeñas y medianas empresas desarrolladoras de software. Ellas buscan evaluar y mejorar sus procesos con el fin de asegurar la calidad de sus productos, ya que su calidad, está íntimamente ligada con la calidad de los procesos utilizados para desarrollarlos y mantenerlos.

Dentro de la disciplina de mejora de procesos existen múltiples herramientas software que permiten soportar y automatizar las iniciativas de mejora, pero la gran mayoría de estas herramientas, no interactúan o comunican entre ellas siguiendo una secuencia lógica de necesidades de intercambio y uso de información. El problema radica en que estas herramientas son desarrolladas sin regirse por un modelo o arquitectura que permita la reutilización y la comunicación de los datos manejados entre ellas, siguiendo una secuencia lógica.

Hay que tener en cuenta que la interoperabilidad es tratada desde diferentes niveles para su desarrollo, y además que diversos estudios planteados desde la perspectiva de la información a intercambiar, plantean como primordial definir primero qué información intercambiar entre los sistemas, la cual cumpla con un nivel básico de estandarización sobre sus datos, códigos, estructuras, relaciones y restricciones, debido a que en la actualidad existen diversas propuestas que ya brindan solución al aspecto técnico de la interoperabilidad.

Debido a lo anterior, este proyecto presenta un modelo arquitectónico desde la vista de información. Esta vista establece la arquitectura de la información que pueden intercambiar las herramientas software que soportan a las etapas de Diagnóstico y Formulación establecidas por el proceso de mejora PmCompetisoft. Esta arquitectura describe el tipo de información que pueden intercambiar estas herramientas, así como la estructura de los datos, sus posibles valores, su semántica y las restricciones impuestas sobre la utilización e interpretación de dicha información.

El modelo arquitectónico propuesto permite representar la arquitectura que la vista establece. Las estructuras definidas en el modelo están planteadas de forma conceptual, independiente de los elementos técnicos para el intercambio de información entre las herramientas software, como por ejemplo XML.

Contenido

Lista de figuras	ix
Lista de tablas.....	xi
1. Introducción.....	1
1.1 Problema de investigación.....	1
1.2 Pregunta de investigación	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación.....	4
1.4.1 Determinación del enfoque de la propuesta	4
1.4.2 Determinación arquitectónica de la propuesta	4
1.4.3 Necesidad de interoperabilidad entre herramientas que soportan SPI	5
1.4.4 Selección de PmCompetisoft.....	5
1.5 Aportes investigativos y de innovación.....	5
1.6 Estrategia de Investigación.....	6
1.6.1 Ciclos definidos para el desarrollo del proyecto	7
1.6.1.1 Ciclo inicial de investigación	7
1.6.1.2 Ciclo conceptual	7
1.6.1.3 Ciclo metodológico.....	8
1.6.1.4 Ciclo de evaluación.....	8
1.7 Estructura de la monografía.....	9
2. Marco teórico y estado del arte	11
2.1 Marco teórico	11
2.1.1 Mejora de procesos software.....	11
2.1.2 COMPETISOFT	12
2.1.2.1 Componentes del marco metodológico de COMPETISOFT.....	13
2.1.2.1.1 Modelo de Referencia de Procesos	13

2.1.2.1.2 Modelo de Evaluación.....	14
2.1.2.1.3 Modelo de mejora.....	14
2.1.2.2 Proceso de mejora PmCOMPETISOFT	15
2.1.2.2.1 Descripción de las actividades	16
2.1.2.2.2 Productos de trabajo	17
2.1.2.2.3 Roles.....	18
2.1.2.3 PvalCOMPETISOFT	19
2.1.2.3.1 Actividades.....	19
2.1.2.4 PfemCOMPETISOFT	20
2.1.2.4.1 Actividades.....	20
2.1.3 Arquitectura de software	22
2.1.4 ISO/IEC/ IEEE 42010.....	23
2.1.4.1 Conceptos de referencia	23
2.1.4.2 Vistas arquitectónicas y puntos de vista arquitectónicos	24
2.1.4.3 Modelo arquitectónico.....	24
2.1.5 Modelo de referencia para el procesamiento abierto distribuido.....	25
2.1.5.1 Conceptos básicos definidos por el punto de vista de la información.....	26
2.1.5.2 UML para la especificación de sistemas ODP	27
2.1.6 Interoperabilidad.....	29
2.1.6.1 Dificultades para lograr la interoperabilidad de sistemas heterogéneos	31
2.2 Estado del arte	32
2.2.1 Trabajos relacionados	32
2.2.1.1 Sector salud	32
2.2.1.2 Sistemas de negocio entre empresas	34
2.2.1.3 Organizaciones estatales	34
2.2.1.4 Propuestas de ámbito general	35
2.2.2 Discusión.....	36
3. Conceptos del modelo arquitectónico desde la vista de información y estrategia para su desarrollo.....	39
3.1 Conceptos involucrados en el modelo arquitectónico desde la vista de información	39
3.1.1 Actividades realizadas para definir los conceptos del modelo	40
3.1.2 Vista de información.....	41

3.1.3 Elementos del modelo para representar la arquitectura de la vista.....	42
3.1.4 Implicación de la especificación de los esquemas que constituyen el modelo	44
3.1.5 Forma de uso del modelo.....	44
3.1.6 Justificación de la selección del punto de vista de información de RM-ODP ..	45
3.2 Estrategia para desarrollar el modelo propuesto.....	46
3.2.1 Primera etapa, identificación de la información general sobre los datos que podrían ser compartidos.....	48
3.2.1.1 Fase de planeación de la identificación de la información.....	48
3.2.1.2 Fase de identificación de la información.....	51
3.2.2.1 Necesidades de interoperabilidad identificadas.....	54
3.2.2.2 Esquemas propuestos para satisfacer las necesidades de interoperabilidad identificadas.....	56
3.2.3 Tercera etapa, determinación de la información sobre la cual son especificados los esquemas.....	58
3.2.3.1 Esquemas determinados que son especificados principalmente a partir de la información propia de PmCompetisoft.....	58
3.2.3.2 Fuentes de información definidas para completar la información identificada de PmCompetisoft.....	58
3.2.3.3 Definición de las fuentes de información para determinar la información sobre la cual especificar los esquemas restantes.....	59
3.2.3.4 Consideraciones sobre la información determinada.....	61
3.2.4 Cuarta etapa, especificación de los esquemas que constituyen el modelo arquitectónico propuesto.....	61
3.2.4.1 Estrategia para especificar los esquemas que constituirán el modelo.....	62
3.2.4.1.1 Procedimiento genérico.....	62
3.2.4.1.2 Orden de ejecución de aplicación del procedimiento.....	64
3.2.4.1.3 Consideraciones para la identificación de entidades y el modelado de los OI.....	64
4. Modelo arquitectónico desde la vista de información.....	67
4.1 Descripción general del modelo propuesto.....	68
4.2 Consideraciones generales del modelo.....	69
4.2.1 Aspectos sobre la información que permite representar el modelo.....	71
4.2.2 Tipos de datos utilizados en el modelo.....	71
4.2.3 Código de colores establecido a los esquemas.....	72

4.3 Esquemas que constituyen el modelo propuesto	73
4.3.1 Esquema: <i>Gestión del Personal involucrado</i>	73
4.3.2 Esquema: <i>Gestión de recursos</i>	75
4.3.3 Esquema: <i>Planificación de actividades</i>	78
4.3.4 Esquema: <i>Iniciación del ciclo de mejora</i>	80
4.3.5 Esquema: <i>Planificación de la valoración</i>	82
4.3.6 Esquema: <i>Descripción y modelado de procesos</i>	84
4.3.7 Esquema: <i>Modelo de evaluación</i>	85
4.3.8 Esquema: <i>Resultado de la valoración de procesos</i>	88
4.3.9 Esquema: <i>Planificación y formulación de mejoras</i>	91
4.4 Utilización del modelo	94
4.4.1 Uso del modelo como referente para el diseño de una herramienta software .	95
4.4.2 Uso del modelo cuando una herramienta software este desarrollada.....	95
4.5 Alcance del modelo	96
4.6 Consideraciones para convertir los OI a elementos de un estándar para el intercambio de información	96
5. Evaluación del modelo arquitectónico propuesto	97
5.1. Revisión de métodos de evaluación.....	97
5.1.1 Focus Group	98
5.1.2 Entrevistas en profundidad.....	98
5.1.3 Criterios para elección de un método	98
5.2 Proceso de evaluación	99
5.2.1. Estructura general del método Focus Group.....	99
5.2.2 Ejecución del método Focus Group para la evaluación del modelo propuesto	100
5.2.2.1 Fase de planeación de la investigación	100
5.2.2.2 Fase de definición de grupos de discusión	103
5.2.2.3 Fase de conducción de las Sesiones del Debate	104
5.2.2.4 Fase de análisis de la información y reporte de resultados	105
5.2.2.4.1 Resultado del Focus Group.....	106
5.2.2.5 Conclusión del Focus Group	108
5.2.2.6 Modificaciones realizadas al modelo propuesto a partir de la evaluación ..	109
5.3 Limitaciones de la evaluación y su gestión	109

6. Conclusiones, lecciones aprendidas y trabajo futuro	111
6.1 Conclusiones	111
6.2 Lecciones aprendidas	114
6.3 Trabajo futuro	115
7. Referencias bibliográficas	116

Lista de figuras

Figura 1.1. Actividades genéricas desarrolladas durante un ciclo de investigación.	6
Figura 1.2. Ciclos de investigación definidos para el desarrollo de la propuesta.	7
Figura 2.1. Enfoque general del proyecto COMPETISOFT.	13
Figura 2.2. Categorías y procesos del Modelo de Referencia de COMPETISOFT.	14
Figura 2.3. Componentes del Modelo de mejora de COMPETISOFT.	15
Figura 2.4. Flujo de trabajo de PmCOMPETISOFT.	17
Figura 2.5. Diagrama de actividades de PvalCOMPETISOFT y su relación con PmCOMPETISOFT.	20
Figura 2.6. Diagrama de actividades de PfemCOMPETISOFT.	21
Figura 2.7. Modelo conceptual de una descripción de arquitectura.	25
Figura 2.8. Perfil UML para la vista de información.	28
Figura 2.9. Iconos para la vista de información.	29
Figura 3.1. Relación de los elementos involucrados en la estrategia para definir el modelo arquitectónico desde la vista de información, conforme al enfoque de la ISO/IEC/IEEE 42010.	42
Figura 3.2. Etapas de la estrategia de investigación para el desarrollo del modelo arquitectónico.	47
Figura 3.3. Diagrama que muestra el procedimiento genérico para la creación de objetos de información y la especificación de un esquema.	65
Figura 4.1. Esquemas de información – estructura general.	68
Figura 4.2. Relación entre los esquemas que constituyen el modelo y las etapas de Instalación, Diagnóstico y Formulación, basadas en la información que los esquemas permiten representar de cada etapa.	70
Figura 4.3. Definición de los atributos para el tipo de dato date.	72
Figura 4.4. Modelado de los OI que componen el esquema de Gestión del personal involucrado.	74
Figura 4.5. Modelado de los OI que componen el esquema de gestión de recursos.	76
Figura 4.6. Vista instantánea de la información correspondiente a cada forma de asignación de tiempo, para los ejemplos a), b) y c).	77
Figura 4.7. Modelado de los OI que componen el esquema de planificación de actividades.	78
Figura 4.8. Vista instantánea de la información correspondiente a un ejemplo de la medición del esfuerzo.	80
Figura 4.9. Modelado de los OI que componen el esquema de iniciación del ciclo de mejora.	81
Figura 4.10. Modelado de los OI que componen el esquema de planificación de la	

valoración.	83
Figura 4.11. Modelado de los OI que componen el esquema de descripción y modelado de procesos.	84
Figura 4.12. Modelado de los OI que componen el esquema de Modelo de evaluación.	86
Figura 4.13. Vista instantánea de la información correspondiente a un ejemplo de un elemento de medición.	87
Figura 4.15. Modelado de los OI que componen el esquema de planificación y formulación de mejoras.	93
Figura 4.16. Forma de uso del modelo para el intercambio de información entre herramientas desarrolladas.	95
Figura 5.1. Diagrama para el proceso general de aplicación de Focus Group.	100

Lista de tablas

Tabla 2.1. Productos de trabajo de PmCOMPETISOFT.	18
Tabla 2.2. Roles de PmCOMPETISOFT.....	18
Tabla 3.1. Necesidades de interoperabilidad relacionadas a su correspondiente esquema propuesto para satisfacerla.....	57
Tabla 4.1. Descripción de los tipos de dato utilizados en el modelo.	71
Tabla 4.2. Código de colores establecidos a los esquemas.....	72
Tabla 5.1. Comparación entre Focus Group y entrevistas en profundidad.....	99
Tabla 5.2. Preguntas de investigación para el debate	102
Tabla 5.3. Protocolo de la sesión del Focus Group.	102
Tabla 5.4. Participantes de la sesión Focus Group.....	104
Tabla 5.5. Aspectos positivos sobre el modelo propuesto identificados en la sesión del Focus Group.....	106
Tabla 5.6. Aspectos por mejorar del modelo propuesto identificados en la sesión del Focus Group.....	107
Tabla 5.7. Observaciones sobre el modelo propuesto identificadas en la sesión del Focus Group.	107

Capítulo 1

1.Introducción

1.1 Problema de investigación

Las empresas desarrolladoras de software a través de la mejora de sus procesos de desarrollo de software buscan reducir costos, incrementar la productividad y aumentar la calidad de los productos resultantes de la ejecución de los procesos, por tanto, la identifican como un mecanismo para impulsar la competitividad y la eficiencia en la industria del software.

Esta industria en su mayoría está constituida por pequeñas y medianas empresas desarrolladoras de software (Pymes_DS) [1], según [2] aproximadamente el 94% de empresas que desarrollan software son Pymes_DS. Específicamente en Latinoamérica el 75% de las empresas software tienen menos de 50 empleados que desarrollan productos significativos, los cuales para su construcción necesitan prácticas eficientes de ingeniería del software [3], por tal razón, desde hace algunos años de acuerdo con el estudio [4] la comunidad de Ingeniería del Software ha mostrado un creciente interés en abordar la mejora de procesos software en pequeñas empresas.

Los proyectos de mejora de procesos de software conocida internacionalmente como SPI (Software Process Improvement) son un esfuerzo planificado, gestionado y controlado que tiene como principal objetivo mejorar la capacidad de los procesos de desarrollo de software de una organización [5].

El problema actual con la mejora de procesos de software (SPI) no es la falta de normas o modelos, ya que en los últimos tiempos una serie de avances han sido realizados en cuanto a estos [6], el inconveniente resulta de la falta de una estrategia eficiente que vincule las actividades que deben implementarse con el cómo y mediante qué realizarlas (herramientas software), ocasionando que su implementación sea más difícil y la mayoría de las veces caótica [7], [8], [9], lo que ha sido traducido en un éxito limitado durante muchos esfuerzos de SPI.

Un factor que ocasiona que la estrategia no sea eficiente radica en que actualmente no hay suficiente investigación en herramientas software que ayuden a las Pymes_DS durante la ejecución, el seguimiento y el control de iniciativas SPI a lo largo de todas sus etapas [9] [10].

Considerando lo anterior, una revisión previa de la literatura sobre herramientas software que permiten soportar y automatizar las iniciativas SPI ha sido realizada. Esta revisión determinó que la gran mayoría de las herramientas software que pueden funcionar respecto a un marco de modelo estándar para los procesos software, no interactúan entre ellas siguiendo una secuencia lógica de necesidades de intercambio y uso de información¹, es decir, las aplicaciones funcionan de forma aislada sin ningún tipo de intercambio automático de datos² entre ellas, independientemente de si son ejecutadas en la misma etapa o no de los modelos o normas que siga la iniciativa de SPI.

El problema radica entonces, en que las actuales herramientas software que soportan y automatizan las iniciativas SPI, son desarrolladas sin regirse por un modelo o arquitectura que permita la reutilización y la comunicación de los datos que manejan entre ellas, siguiendo una secuencia lógica de necesidades de intercambio y uso de información.

Lo cual implica que en el diseño de las aplicaciones desarrolladas diversos requisitos necesarios para garantizar la interoperabilidad³ no son tenidos en cuenta, como por ejemplo: determinar cuáles datos generados o gestionados podrán ser fuente de información en los procesos de otras herramientas, con qué posibles herramientas podrían comunicarse, o manejar un conjunto de características en los mensajes comunicados entre aplicaciones.

El anterior inconveniente disminuye las probabilidades de éxito de las iniciativas de SPI debido a que es una de las causas del aumento en el tiempo de implementación de las iniciativas de mejora, además ocasiona que la implementación sea más difícil y en la mayoría de las veces caótica [7] [8] [9]. Esto constituye un problema fundamental para las Pymes_DS ya que necesitan obtener un rápido retorno de la inversión [11] y maximizar la obtención de mejoras en el menor tiempo posible [12].

En la actualidad existe un creciente interés en desarrollar herramientas software que permitan a las Pymes_DS orientar, implementar y gestionar iniciativas exitosas de SPI [10], sin embargo, no es factible que continúen desarrollándose sin tener en cuenta la necesidad de que inter-operen con otros tipos de herramientas software que pueden requerir determinada información como fuente para sus procesos.

¹ Información: cualquier tipo de conocimiento que es intercambiable entre sistemas de información y usuarios acerca de cosas, factores y conceptos en un universo del discurso. Puede también definirse como un conjunto organizado de datos, que tienen un significado al poseer sentido, propósito y contexto como principales características.

² Dato: representación simbólica de la información tratada por un sistema de información y los usuarios del mismo. Corresponden a los elementos primarios de información, que por sí solos son irrelevantes como apoyo a la toma de decisiones ya que no tienen sentido semántico.

³ Interoperabilidad: habilidad de dos o más sistemas o componentes de intercambiar información para posteriormente ser utilizada.

1.2 Pregunta de investigación

Luego de haber definido el problema de investigación, la siguiente pregunta de investigación es planteada:

¿Cómo apoyar la interoperabilidad desde la perspectiva de la información a intercambiar entre las herramientas software que brindan soporte a las etapas del ciclo de mejora de procesos de software para pequeñas organizaciones?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Proponer un modelo arquitectónico⁴ desde la vista de información⁵ que apoye la interoperabilidad de las herramientas software que brindan soporte a las etapas de Diagnóstico y Formulación del ciclo de mejora de procesos de software (SPI) establecidas por PmCompetisoft.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar los elementos conceptuales que se involucran en: (i) las etapas de Diagnóstico y Formulación de SPI establecidas por PmCompetisoft y (ii) un modelo arquitectónico desde la vista de información.
- Especificar los esquemas que constituirán el modelo a partir de la determinación de la información que se gestiona en las etapas de Diagnóstico y Formulación de PmCompetisoft.
- Validar el modelo mediante su evaluación utilizando el método de investigación cualitativa Focus Group.

⁴ Modelo arquitectónico: artefacto que especifica las decisiones de diseño que componen una parte clave de la arquitectura de un sistema. El propósito del modelo es permitir representar la arquitectura que la vista establece, por medio de convenciones de modelado adecuadas a las preocupaciones que deben abordarse.

⁵ Vista de información: establece la arquitectura de la información que pueden intercambiar las herramientas software que soportan a las etapas de Diagnóstico y Formulación establecidas por PmCompetisoft. Esta arquitectura debe describir el tipo de información que pueden intercambiar estas herramientas, así como la estructura de los datos, sus posibles valores, su semántica, y las restricciones impuestas sobre la utilización e interpretación de dicha información.

Esta vista consiste del modelo arquitectónico propuesto, cuyo propósito es permitir representar la arquitectura que la vista establece.

1.4 Justificación

1.4.1 Determinación del enfoque de la propuesta

La propuesta ha sido planteada desde la perspectiva de qué información podría ser intercambiada entre las herramientas software que soportan SPI y cómo debería estar estructurada esa información, debido a que los estudios revisados relacionados con propuestas en torno a la interoperabilidad desde la perspectiva de la información a intercambiar entre diversos sistemas (ver sección 2.2), consideran que es más importante abordar la interoperabilidad desde un nivel semántico (ver sección 2.1.6), ya que existen en la actualidad diversas propuestas que brindan solución al aspecto técnico de la interoperabilidad, además, porque estos estudios también establecen que para lograr una interoperabilidad semántica es necesario definir primero qué información intercambiar entre los sistemas, la cual cumpla con un nivel básico de estandarización sobre sus datos, códigos, estructuras, relaciones y restricciones. Otra razón para plantear la presente propuesta consiste en que identificar la información que puede ser intercambiada entre herramientas software que soportan SPI, es un gran aporte a la base conceptual en torno al contexto de SPI.

1.4.2 Determinación arquitectónica de la propuesta

Estructurar la información que puede ser intercambiada por un sistema, constituye como tal una descripción de una parte de la arquitectura del sistema. Por lo tanto, fue necesario considerar un enfoque que permitiera soportar esta descripción, para lo cual la norma ISO/IEC/IEEE 42010 (Sistemas e ingeniería del software - Descripción de la arquitectura) [13] fue seleccionada, ya que su objetivo es estandarizar la práctica de la descripción de arquitecturas mediante la definición de un conjunto de conceptos y términos estándar. El modelo conceptual establecido por la norma está descrito en la sección 2.1.4 del presente proyecto.

De acuerdo a la norma ISO/IEC 42010, el modelo arquitectónico es un artefacto que permite representar la arquitectura que la vista de información establece. Para cumplir con su propósito, el modelo establece un conjunto de estructuras que permiten representar la información que puede ser intercambiada entre las herramientas software que soportan a las etapas de Diagnóstico y Formulación establecidas por PmCompetisoft, como un medio para que estas herramientas compartan un entendimiento común de la información a comunicar. El modelo propuesto no debe confundirse con un diagrama de clases, un modelo de entidad-relación o un modelo de dominio.

Las estructuras definidas por el modelo están planteadas de forma conceptual, independiente de los elementos técnicos para el intercambio de información entre las herramientas software, como por ejemplo XML.

Una explicación de lo que constituye al modelo arquitectónico desde la vista de información propuesto está en forma detallada en la sección 3.1.

1.4.3 Necesidad de interoperabilidad entre herramientas que soportan SPI

Si las herramientas software que soportan las iniciativas de SPI interoperan, podría conllevar diversos beneficios para conducir con éxito las iniciativas. Algunos de estos posibles beneficios, establecidos a partir de los estudios relacionados, serían: (i) mejorar la fiabilidad de la información al manejar unas características comunes, (ii) incentivar el intercambio de información generada en las iniciativas de mejora como lecciones aprendidas, estrategias de mejora, riesgos, etc, para mejorar la disciplina de SPI al aprovechar la experiencia adquirida, (iii) automatizar el proceso de gestión y generación de la información de una iniciativa de mejora (iv) identificar oportunidades de mejora a partir de importación de la valoración de los procesos realizada con herramientas especializadas en evaluación, (v) facilitar e incentivar el desarrollo de nuevas herramientas especializadas en SPI, que al intercambiar información entre ellas permitan gestionar de forma integral y de una mejor manera las iniciativas de SPI, entre otras.

1.4.4 Selección de PmCompetisoft

Debido a que aproximadamente el 94% de empresas que desarrollan software son Pymes_DS [2], fue seleccionado PmCompetisoft⁶ como proceso que guía las iniciativas de mejora. Un factor primordial para su selección es que tiene en cuenta factores considerados de éxito para implementar un proyecto de mejora en Pymes_DS [14]. A partir de este proceso fue identificada la información a considerar cuando hay un proyecto de mejora, la cual estableció la base para crear el modelo arquitectónico propuesto.

PmCompetisoft es un proceso de mejora de procesos de software que guía la ejecución de un ciclo de mejora en Pymes_DS, donde cada ciclo de mejora consta de cinco etapas: Instalación del ciclo, Diagnóstico de procesos, Formulación de mejoras, Ejecución de mejoras y Revisión del ciclo [14]. Teniendo en cuenta que las etapas de Diagnóstico de procesos y Formulación de mejoras son las más críticas para el éxito de las iniciativas de mejora en Pymes_DS, debido a que para la mayoría de estas organizaciones no es fácil incorporar en sus procesos las oportunidades de mejora que quedan al descubierto en la etapa de Diagnóstico [15], el modelo propuesto decidió enfocarse únicamente en dichas etapas. Por otra parte, la actividad de evaluación de procesos es en la que más investigación sobre herramientas software ha sido realizada [10].

1.5 Aportes investigativos y de innovación

- Un análisis de los elementos que involucra conceptualmente una iniciativa de mejora basada en PmCompetisoft para las etapas de Diagnóstico y Formulación, el cual determina de forma integral la información gestionada en estas etapas. De esta forma el actual proyecto contribuye a la base conceptual en torno a la temática de interoperabilidad entre herramientas software dentro del contexto de SPI para Pymes_DS.

⁶ PmCompetisoft: es un componente del modelo de mejora de COMPETISOFT (Mejora de procesos software para fomentar la competitividad de la pequeña y mediana industria de software de Iberoamérica).

- Un modelo arquitectónico que apoya la interoperabilidad entre las herramientas software que brindan soporte a las iniciativas de SPI en Pymes_DS, el cual define claramente la información que ha de considerar cuando hay un proyecto de mejora basado en PmCompetisoft para las etapas de Diagnóstico y Formulación. Este modelo establece las estructuras que permiten representar la información que pueden intercambiar estas herramientas software, y determina los posibles valores que puede tomar esta información, su semántica y las restricciones impuestas sobre su utilización e interpretación, con el fin de ser un medio para que estas herramientas compartan un entendimiento común de la información de mejora que pueden comunicar.
- Una estrategia que establece los lineamientos base para determinar y modelar la información que puede ser intercambiada entre herramientas software, la cual puede ser reajustada para construir modelos que tengan características similares al modelo presentado en la presente propuesta.

1.6 Estrategia de Investigación

La estrategia de investigación seguida para el desarrollo de la propuesta está basada en el método cualitativo investigación-acción multi-ciclo bifurcado presentado en [16], el cual permite gestionar y desarrollar proyectos de investigación en el campo de ingeniería de software, a partir de diversos ciclos de investigación, los cuales son constituidos de forma general por las actividades de diagnóstico, acción y reflexión, expuestas en la figura 1.1. A continuación son definidas las tareas a realizar de forma genérica en cada actividad:

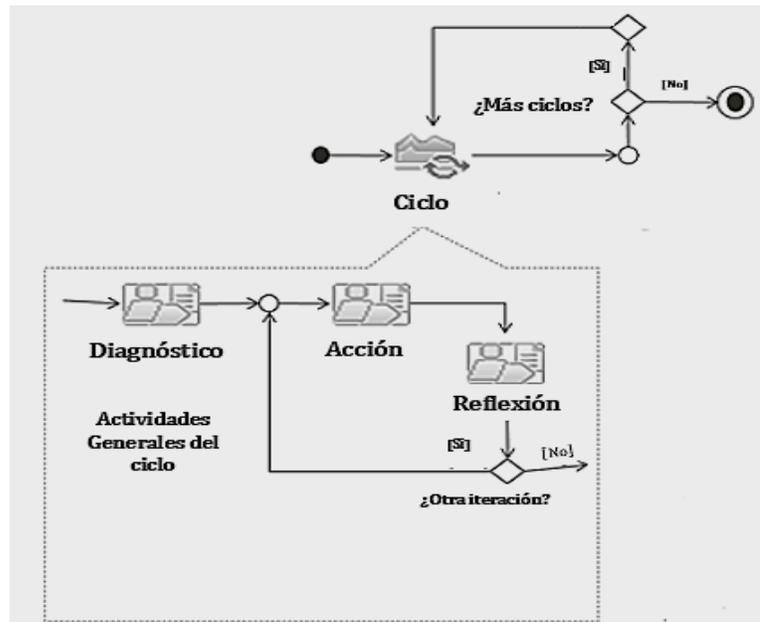


Figura 1.1. Actividades genéricas desarrolladas durante un ciclo de investigación.
Tomada de [16].

- Diagnóstico: identificar el tema de la investigación, analizar la literatura relevante, y planear y diseñar el proyecto de investigación.
- Acción: pasos de acción y puesta en práctica.
- Reflexión: monitorizar la investigación, evaluar en términos de preguntas de investigación, y reformar la planeación y el diseño.

1.6.1 Ciclos definidos para el desarrollo del proyecto

Para el desarrollo de la propuesta, han sido definidos una serie de ciclos, utilizando el método investigación-acción multi-ciclo bifurcado, los cuales son mostrados en la figura 1.2. A continuación es descrito el trabajo realizado durante cada ciclo de investigación.

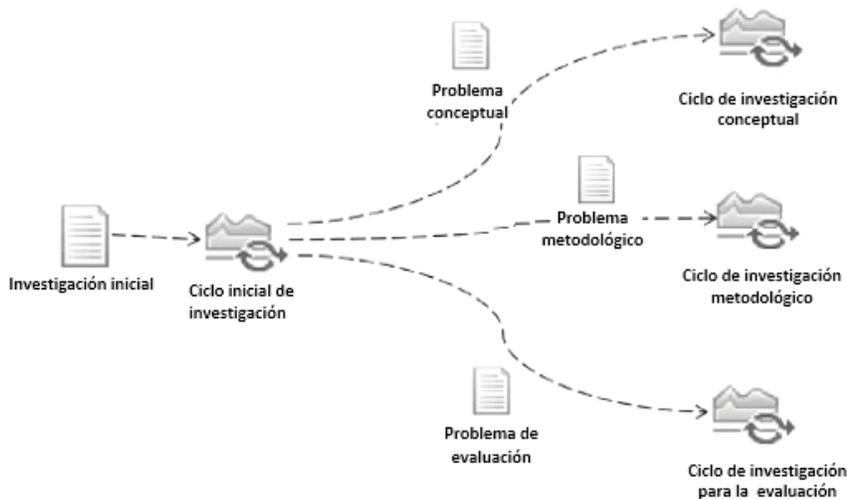


Figura 1.2. Ciclos de investigación definidos para el desarrollo de la propuesta.

1.6.1.1 Ciclo inicial de investigación

Durante este ciclo han sido analizados los objetivos de la investigación, planificación y diseño para la construcción del modelo arquitectónico propuesto. Este ciclo dió como resultado el planteamiento de los siguientes ciclos.

1.6.1.2 Ciclo conceptual

Durante este ciclo fueron analizados, interpretados y definidos los conceptos teóricos más relevantes relacionados con: las etapas de Diagnóstico y Formulación de PmCompetisoft, interoperabilidad, el modelo conceptual de la norma ISO/IEC/IEEE 42010, y otros conceptos teóricos involucrados en el presente proyecto.

Además, fue realizada una revisión sistemática de la literatura con respecto a cómo lograr la interoperabilidad desde la perspectiva de la información a intercambiar entre diversos sistemas software, para las áreas más importantes a nivel mundial. Posteriormente fueron

determinados una serie de aportes del estado del arte para la construcción del modelo. El resultado de este ciclo está descrito en el capítulo 2.

1.6.1.3 Ciclo metodológico

Durante este ciclo fueron definidos los elementos conceptuales que involucrados en un modelo arquitectónico desde la vista de información, a partir del modelo conceptual que establece la norma ISO/IEC/IEEE 42010 para realizar descripciones arquitectónicas. El resultado de esta actividad esta descrito en la sección 3.1.

Posteriormente, fue determinada la información base para especificar los esquemas que constituyen el modelo propuesto. Para tal fin, ha sido establecido un enfoque integral compuesto por una estrategia que guió la determinación de la información, haciendo uso de diversas fuentes de información. El resultado de esta actividad esta descrita en la sección 3.2.

La estrategia definida, estableció la vía para: (i) identificar la información gestionada por el proceso PmCompetisoft durante las etapas de Diagnóstico y Formulación, (ii) determinar posibles necesidades de interoperabilidad, en función de qué información podrían compartir o importar las herramientas software que soporten las etapas de Diagnóstico y Formulación de PmCompetisoft y (iii) determinar la información suficiente para que al especificar los esquemas que constituyen el modelo arquitectónico propuesto, estos satisfagan⁷ cada necesidad de interoperabilidad correspondiente. Además, fue establecida una estrategia para la especificación de los esquemas que constituyen el modelo arquitectónico propuesto a partir de la información determinada.

Por lo tanto, este enfoque buscó establecer la información fundamental y común a considerar cuando hay un proyecto de mejora basado en PmCompetisoft para las etapas de Diagnóstico y Formulación.

También, fueron especificados y refinados los diferentes esquemas que constituyen el modelo arquitectónico propuesto, utilizando como base la estrategia diseñada para tal fin y la información determinada. El resultado de esta parte del ciclo está descrito en el capítulo 4.

1.6.1.4 Ciclo de evaluación

Durante este ciclo fueron definidos los diferentes artefactos que constituyeron la planeación del método Focus Group (grupo de enfoque), cuyo fin fue evaluar el modelo propuesto a partir de los aportes y observaciones realizadas por un conjunto de expertos en desarrollo de software, arquitectura de software y familiarizados con mejora de procesos.

Posteriormente, la planificación fue ejecutada y los aportes establecidos por los participantes expertos durante el Focus Group (clasificados en aspectos por mejorar, aspectos positivos y observaciones), los cuales determinaron una validez inicial del

⁷ Un esquema satisface una necesidad de interoperabilidad si representa la información fundamental y común involucrada en la necesidad de interoperabilidad

modelo. El resultado de este ciclo esta descrito en el capítulo 5.

1.7 Estructura de la monografía

El contenido de este proyecto está distribuido en 5 capítulos los cuales son descritos brevemente a continuación:

El primer capítulo presenta la introducción al presente proyecto, en el cual es definido principalmente el problema de investigación abordado, la pregunta de investigación planteada y los objetivos generales y específicos establecidos.

El segundo capítulo, presenta los conceptos teóricos más relevantes relacionados con: las etapas de Diagnóstico y Formulación de PmCompetisoft, interoperabilidad, el modelo conceptual de la norma ISO/IEC/IEEE 42010, y otros conceptos involucrados en el presente proyecto.

Además, es presentado el resultado de la revisión sistemática de la literatura realizada con respecto a cómo lograr la interoperabilidad desde la perspectiva de la información a intercambiar entre diversos sistemas software, para las áreas más importantes a nivel mundial.

El tercer capítulo describe los elementos conceptuales que involucrados en el modelo arquitectónico desde la vista de información, a partir del modelo conceptual que establece la norma ISO/IEC/IEEE 42010 para realizar descripciones arquitectónicas.

Además, es descrita la estrategia de investigación, que permitió determinar la información gestionada por el proceso PmCompetisoft durante las etapas de Diagnóstico y Formulación y especificar los esquemas que constituyen el modelo propuesto.

El cuarto capítulo presenta la especificación de los esquemas que constituyen el modelo arquitectónico desde la vista de información propuesta.

El quinto capítulo presenta el proceso de evaluación del modelo arquitectónico propuesto y son indicadas las características del método seleccionado y el porqué de su elección. Posteriormente, son detalladas las etapas de este proceso, los resultados obtenidos y cómo influyeron en el mejoramiento del modelo propuesto.

Finalmente, son presentadas las conclusiones y trabajo futuro del presente proyecto.

Capítulo 2

2. Marco teórico y estado del arte

Este capítulo presenta los conceptos teóricos involucrados en el presente proyecto, al igual que las publicaciones más importantes de distintos autores que han estudiado temas relacionados sobre cómo lograr la interoperabilidad desde la perspectiva de la información a intercambiar entre diversos sistemas software. Estos conceptos y publicaciones son organizadas en dos secciones: (i) marco teórico y (ii) estado del arte.

2.1 Marco teórico

2.1.1 Mejora de procesos software

La mejora de procesos software (SPI) hace referencia a la acción práctica de mejorar continuamente los procesos de una organización desarrolladora de software, para asegurar que cumplen con los objetivos de negocio de manera más efectiva, y obtener productos con la calidad esperada, ya que dependen en gran medida de los procesos utilizados para su creación [7]. Por lo tanto, es considerada, como el camino más viable y lógico para que una organización genere ventajas estratégicas respecto a sus competidores y, como resultado, sea una empresa exitosa en la industria del software [17].

Concretamente SPI es una iniciativa que permite valorar el estado actual de una organización en relación con sus procesos, establecer soluciones y medir si dichas soluciones mejoraron la situación [17]. De esta forma, SPI es el concepto que agrupa un conjunto de actividades con las cuales la organización trata de alcanzar un mejor rendimiento en los costos de producción, un menor tiempo de comercialización y aumentar la calidad del producto, mejorando el proceso de desarrollo del mismo [18].

Para cubrir estas necesidades existe una amplia gama de modelos y estándares de referencia para mejorar la calidad de los productos software. Por lo tanto, una organización de desarrollo de software que desee mejorar sus productos mediante la adopción de prácticas establecidas en algunos de estos modelos, deberá realizar un análisis del camino que tendrá que recorrer para lograr su objetivo, es decir, deberá establecer un programa de mejora [19].

Estos programas tienen como propósito el mejoramiento continuo de los procesos a través de un ciclo de vida iterativo [4], fundamentado en el desarrollo de un trabajo en equipo, la colaboración y la comunicación efectiva para lograr la participación dinámica entre los participantes del equipo de mejora y en general de toda la organización [12].

Es importante resaltar que en un programa de mejora involucra diferentes tipos de modelos/métodos, entre los cuales a nivel general están: el modelo que conducirá la mejora, el cual describe actividades, ciclo de vida y consideraciones prácticas que guían la iniciativa de mejora; el método de evaluación de procesos el cual especifica la ejecución de la evaluación para producir un resultado cuantitativo y/o cualitativo que caracterice la capacidad del proceso⁸, a partir del cual es determinada la madurez de la organización⁹ y el modelo de referencia de procesos el cual describe cuáles son las mejores prácticas que una organización debe implementar o fortalecer para el desarrollo de software [20].

De forma resumida, cuando una Pymes_DS inicia esfuerzos de SPI primero debe comprometerse con la iniciativa de mejora, el paso siguiente es la selección y evaluación de un conjunto de sus procesos, la cual ofrece información sobre el estado de estos procesos. De esta información son determinados los puntos en los que un esfuerzo de mejora tiene que ser llevado a cabo, posteriormente es definido el plan de acción relacionado con la implementación de los procesos seleccionados y finalmente son ejecutadas las mejoras [9], [20].

Una empresa para obtener información relevante acerca de la ejecución de sus procesos puede llevar a cabo evaluaciones de procesos internas que consumen poco tiempo, pocos recursos y que tienen poca rigurosidad, conocidas como valoraciones rápidas de procesos software [21].

Muchos de los modelos de calidad y mejora de procesos de software (ISO 9000-1, ISO 9000-3, CMMI-DEV v1.2, ISO/IEC 15504:2004, entre otros) no satisfacen las necesidades especiales de las Pymes_DS [22], ya que están estructurados para ser aplicables a empresas grandes, de cultura Norte-Americana y Europea, por lo tanto son difícilmente adaptables a sus contextos e infraestructuras de desarrollo tan particulares [23], [24].

Debido a esto actualmente la adaptación y definición de modelos de calidad y mejora de procesos de software para Pymes_DS demuestra ser un punto clave y de rápido crecimiento en el contexto iberoamericano [24]. Prueba de ello son los proyectos de investigación desarrollados en México con la definición del Modelo de Procesos para la Industria del Software (MoProSoft) [25], Colombia con su Framework Agile SPI [26], [24], Brasil con su Modelo de Referencia para la Mejora de Proceso de Software (MR mps) [27] y el proyecto “Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria del Software de Iberoamérica” (COMPETISOFT) [28].

2.1.2 COMPETISOFT

Es un proyecto financiado por CYTED, programa internacional de cooperación científica y tecnológica multilateral, de ámbito iberoamericano que tiene como propósito incrementar el nivel de competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas iberoamericanas productoras de software mediante la creación y difusión de un marco metodológico común que, ajustado a sus necesidades específicas, llegue a ser la base sobre la cual establecer

⁸ Capacidad de un proceso: logro sistemático del propósito del proceso [32].

⁹ Madurez de la organización: cumplimiento de la capacidad de un conjunto de procesos [32].

un mecanismo de evaluación y certificación de la industria del software reconocido en toda Iberoamérica [29].

Debido a que en algunos países de Iberoamérica han sido desarrollado estrategias nacionales para abordar la mejora de procesos en Pymes_DS, COMPETISOFT parte de los resultados de estas diferentes iniciativas para la creación de su Marco Metodológico, algunas de estas son destacadas en la figura 2.1.

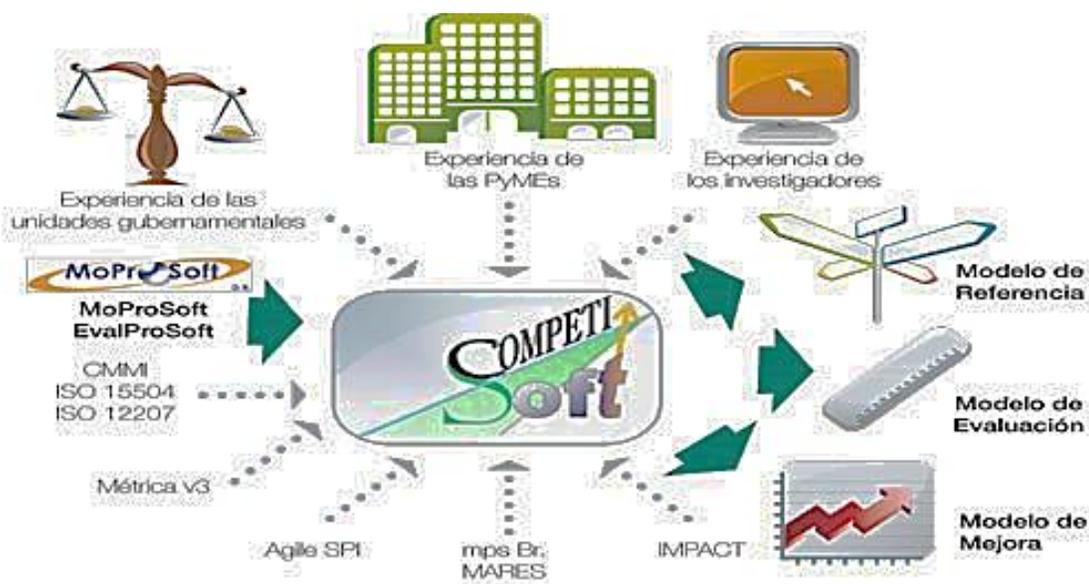


Figura 2.1. Enfoque general del proyecto COMPETISOFT.
Tomada de [29].

2.1.2.1 Componentes del marco metodológico de COMPETISOFT

El marco metodológico está conformado por un modelo de referencia de procesos, un modelo de mejora de procesos y un modelo de evaluación de procesos.

2.1.2.1.1 Modelo de Referencia de Procesos

El Modelo de Referencia de Procesos de COMPETISOFT es una evolución y refinamiento del modelo de procesos propuesto por MoProSoft [25], al cual son añadidos elementos de la metodología de mantenimiento de software MANTEMA [30]. Agrupa los procesos en 3 categorías principales: Alta Dirección, Gestión y Operación. Esta división de procesos es ajustada a la organización funcional de una empresa. En la figura 2.2 son mostradas las categorías de procesos de COMPETISOFT junto con los procesos que engloba cada una de ellas [29].



Figura 2.2. Categorías y procesos del Modelo de Referencia de COMPETISOFT. Tomada de [29].

2.1.2.1.2 Modelo de Evaluación

El Modelo de Evaluación que COMPETISOFT propone es la norma internacional ISO/IEC 15504-2 Performing an Assessment (ver anexo D), ya que este estándar internacional es adecuado para llevar a cabo evaluación en Pymes_DS [31].

No describe un Modelo de Evaluación particular, sino que sugiere que cada país interesado defina su propio Modelo de Evaluación que esté de acuerdo con las necesidades de su industria de software y sea conforme a esta norma internacional. El propósito es permitir el reconocimiento mutuo de las evaluaciones formales de COMPETISOFT entre diferentes países que utilicen como referencia el Modelo de Procesos de COMPETISOFT. Es decir, en COMPETISOFT es posible usar cualquier modelo de evaluación que sea conforme con la norma internacional ISO/IEC 15504 [29].

2.1.2.1.3 Modelo de mejora

El Modelo de Mejora de Procesos de COMPETISOFT está basado en algunos componentes de la propuesta colombiana para la mejora de procesos Agile SPI [24], el cual ha sido desarrollado con el fin de:

- Establecer los elementos necesarios para guiar y gestionar la mejora de procesos en una Pyme_DS, y lograr institucionalizar la cultura de la mejora continua al interior de la Pyme_DS.
- Facilitar su aplicación en las Pyme_DS de forma económica, con pocos recursos y en poco tiempo, buscando siempre obtener resultados de mejora visibles a corto plazo.

Para guiar a las pequeñas organizaciones software en la conducción y gestión de los proyectos de mejora, el modelo de mejora de COMPETISOFT define un conjunto de componentes (Ver figura 2.3), los cuales son descritos a continuación [29]:

- Un proceso para guiar la mejora continua de procesos denominado PmCOMPETISOFT [103] y una herramienta software, denominada GENESIS, para apoyar al responsable de conducir la mejora en la implementación de las actividades descritas por este proceso.
- Una metodología para la valoración de procesos (evaluación interna de procesos) denominada METvalCOMPETISOFT, la cual está compuesta por: (i) un proceso para guiar la valoración de procesos (PvalCOMPETISOFT) [21], (ii) un método para la valoración de procesos [20], (iii) un conjunto de medidas para estimar el rendimiento y la capacidad de los procesos [32], y (iv) un conjunto de herramientas de soporte a la valoración de procesos software [33] y [34].
- Una guía para formular y ejecutar mejoras utilizando Scrum (PfemCOMPETISOFT) [15] , con el fin de aprovechar la sinergia de la valoración de procesos y encausarla hacia la iniciación de la realización efectiva de mejoras al interior de la pequeña organización software.
- Una estrategia para la selección y priorización de procesos [35].

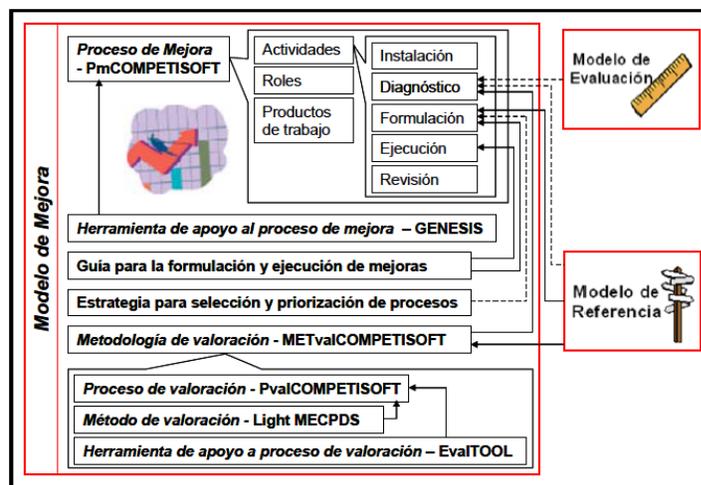


Figura 2.3. Componentes del Modelo de mejora de COMPETISOFT.Tomada de [29].

2.1.2.2 Proceso de mejora PmCOMPETISOFT

Es un proceso de mejora de procesos software que guía la ejecución de un ciclo de mejora¹⁰ de procesos en Pymes_DS. Es caracterizado por ser iterativo e incremental, organizado a través de iteraciones de mejora¹¹, que son llevadas a cabo dentro de un

¹⁰ Ciclo de mejora: conjunto de actividades conducentes a introducir mejoras de procesos software al interior de la organización.

¹¹ Iteración de mejora: incremento pequeño y concreto de mejora, que permite adelantar la implementación y gestión de un caso de mejora de manera independiente.

ciclo de mejora con el fin de implementar casos de mejora¹² de acuerdo a los objetivos de mejora de la organización.

Tiene como propósito mejorar los procesos de la organización en función de sus objetivos de negocio, así como ayudar a conducir la mejora de procesos de software enfocada en Pymes_DS a través de la definición de una guía para implementar paso a paso la mejora de procesos. Es considerado PmCOMPETISOFT como el proceso que articula los componentes del Modelo de Mejora de COMPETISOFT.

2.1.2.2.1 Descripción de las actividades

Cada ciclo de mejora consta de 5 etapas o actividades: Instalación del ciclo, Evaluación o Diagnóstico de procesos, Formulación de mejoras, Ejecución de mejoras y Revisión del ciclo. En la figura 2.4 es presentado el diagrama de actividades de PmCOMPETISOFT.

A continuación son descritas de manera general estas actividades [29]:

- **Actividad 1: Instalación.** Es creada o actualizada una propuesta de mejora basada en las necesidades del negocio, la cual guía a la organización a través de cada una de las actividades del ciclo de mejora.
- **Actividad 2: Diagnóstico o evaluación.** Es realizada la actividad de evaluación de procesos para conocer el estado general de los procesos de la organización. Posteriormente son analizados los resultados de la valoración con el fin de establecer las oportunidades de mejora de un proceso (las cuales pueden ser agrupadas en casos de mejora) y su prioridad de mejora. Finalmente es realizada una planificación preliminar y general del ciclo de mejora con el objetivo de generar una versión preliminar del Plan General de Mejora.
- **Actividad 3: Formulación.** Es planificada la iteración actual del ciclo de mejora y define la estrategia a seguir para mejorar el proceso seleccionado. De la primera iteración es obtenida una medida del esfuerzo de conducir la iniciativa de mejora. Esta información sirve de base para la estimación del esfuerzo, costo, tiempo, recursos, entre otros que demandará las demás iteraciones del ciclo de mejora.
- **Actividad 4: Ejecución.** Son gestionados y ejecutados los casos de mejora correspondientes a la iteración actual basados en la estimación hecha en la fase anterior. Son registrados los planes pilotos de prueba, y es evaluada la mejora por la introducción de los nuevos procesos y por el perfeccionamiento de los procesos ya existentes. Si la planificación de la iteración ha sido desarrollada satisfactoriamente son definidos los planes de aceptación e institucionalización de los nuevos procesos en la empresa.

¹² Caso de mejora: agrupa oportunidades de mejora concretas, las cuales pueden ser ejecutadas en corto plazo con el fin de entregar de manera temprana y continua mejoras significativas de los procesos de la organización.

Luego de realizar la iteración de mejora, su resultado es un proceso mejorado el cual debe satisfacer las oportunidades de mejora seleccionadas para la iteración correspondiente al proceso.

- **Actividad 5: Revisión.** Es aplicada nuevamente la evaluación interna de los procesos para cuantificar las mejoras ejecutadas. Al final es realizado un análisis post-mortem del trabajo realizado en todo el ciclo de mejora. Las lecciones aprendidas y las métricas desarrolladas para medir el cumplimiento de los objetivos sirven como base de conocimiento o fuente de información para el siguiente ciclo de mejora.

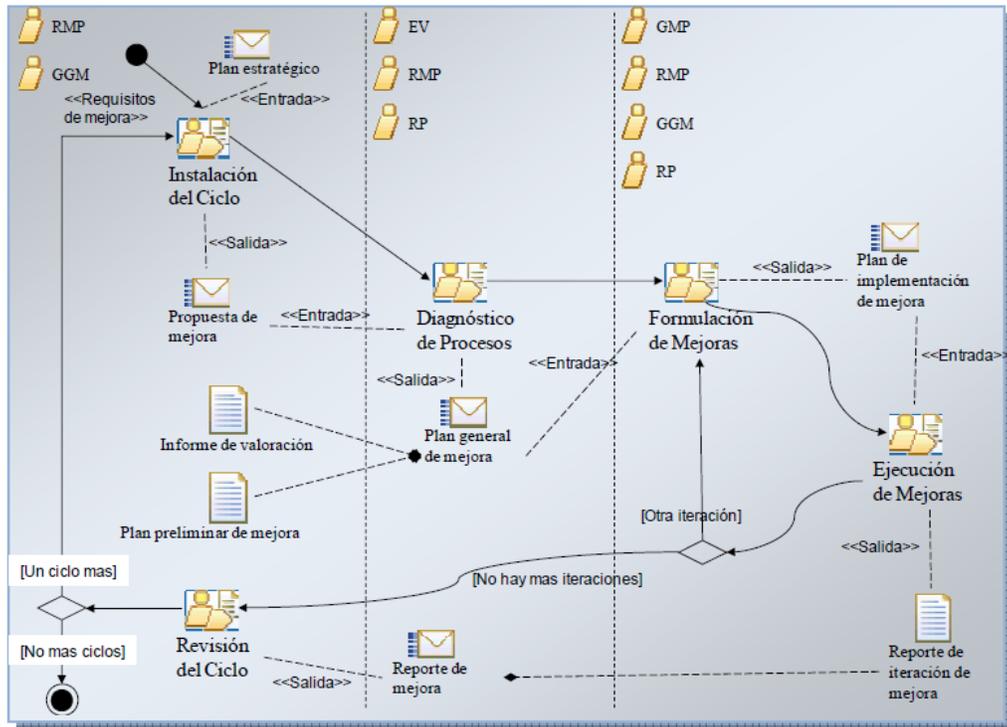


Figura 2.4. Flujo de trabajo de PmCOMPETISOFT. Tomada de [36].

2.1.2.2.2 Productos de trabajo

Cada uno de los productos de trabajo de PmCOMPETISOFT tiene una plantilla, con el objetivo de facilitar su construcción, estos productos de trabajo son descritos en la tabla 2.1.

Nombre del producto	Descripción
Propuesta de Mejora	Documento que proporciona una introducción e iniciación a un ciclo de mejora y contiene: objetivos de mejora generales, el proceso de mejora continua, alcance y metas globales del ciclo de mejora (modelo de referencia de procesos y

	método de evaluación) y recursos.
Plan General de Mejora	Documento constituido por dos partes: el Informe de Valoración y el Plan Preliminar de Mejora. El Informe de Valoración recopila: estado, análisis y priorización de los procesos. El Plan Preliminar de Mejora define: número de iteraciones, planeación general, plan de mediciones, plan de capacitación, plan de manejo de riesgos y cronograma.
Plan de Implementación de Mejora	Documento que define las prácticas y actividades a seguir para crear, ejecutar e institucionalizar los casos de mejora, y contiene: la planeación específica de la iteración, el registro de la ejecución de la mejora, las evaluaciones de los casos de mejora, la documentación de los procesos y el plan de aceptación e institucionalización.
Reporte de mejora	Documento que cierra una iteración ó ciclo de mejora; y contiene: procesos mejorados, evaluación inicial, evaluación final, esfuerzo involucrado, logros alcanzados, lecciones aprendidas, revisión post-mortem y recomendaciones de ajuste al proceso de mejora.

Tabla 2.1. Productos de trabajo de PmCOMPETISOFT.

2.1.2.2.3 Roles

Los roles involucrados en PmCompetisoft, así como las competencias a tener en cuenta para que una persona pueda desempeñar un rol específico, son mostradas en la tabla 2.2.

Nombre	Rol	Competencias
GD	Grupo Directivo	Conocimiento del esfuerzo requerido para llevar a cabo la planificación estratégica.
RMP	Responsable de Mejora de Procesos.	Capacidad de liderazgo y de gestión de un proyecto de mejora. Conocimiento en mejora de procesos software.
GMP	Grupo de Mejora de Procesos	Conocimiento para planear e implementar la mejora de procesos específicos en la organización. Este grupo planea diseña y coordina los aspectos técnicos de las iteraciones de mejora.
GGM	Grupo de Gestión de Mejora.	Conocimiento para administrar y gestionar el ciclo de mejora. Constituido por un representante del GD, del GMP y el RMP.
RP	Responsable del proceso	Persona o grupo de personas relacionadas directamente con un proceso de la organización. Tiene conocimiento de la forma como es realizado el proceso del cual es responsable.
EV	Evaluador	Conocimiento en la metodología y aplicación de valoración de procesos.

Tabla 2.2. Roles de PmCOMPETISOFT

2.1.2.3 PvalCOMPETISOFT

PvalCOMPETISOFT brinda soporte a la actividad de diagnóstico de PmCOMPETISOFT. Tiene como propósito generar información confiable con la cual identificar de manera general las fortalezas, debilidades y riesgos de los procesos software de la organización.

2.1.2.3.1 Actividades

PvalCOMPETISOFT consta de 5 actividades: Planificación de la valoración, Ejecución de la valoración, Generación de resultados, Priorización de procesos y Planificación preliminar de mejoras. La figura 2.5 muestra cómo las actividades presentadas por PvalCOMPETISOFT permiten realizar el diagnóstico de procesos de PmCOMPETISOFT.

A continuación son descritas estas actividades [29]:

- **Actividad 1: Planificación de la valoración.** Un plan de valoración es desarrollado a partir de la propuesta de mejora. El evaluador y el responsable de mejora de procesos determinan los objetivos y el alcance de la valoración, el instrumento de recolección de información, el método de valoración utilizado para determinar la capacidad de los procesos, el proyecto a evaluar y un cronograma de la valoración.
- **Actividad 2: Ejecución de la valoración.** El evaluador recolecta y valida los datos necesarios para la valoración de procesos mediante la aplicación de técnicas de recolección de evidencias (entrevistas, encuestas, entre otras), siguiendo los instrumentos de recolección de información definidos.
- **Actividad 3: Generación y socialización de resultados.** El evaluador analiza los datos obtenidos mediante los instrumentos de recolección de información para determinar el estado actual de los procesos por medio de sus debilidades, riesgos y fortalezas. Cada proceso valorado es descrito y son identificadas sus oportunidades de mejora. Posteriormente el Evaluador asigna un valor a los atributos de proceso para determinar un perfil del nivel de capacidad de los procesos valorados.
- **Actividad 4: Priorización de procesos.** El responsable de mejora de procesos con la información presentada en el Informe de valoración prioriza las oportunidades de mejora encontradas de los procesos valorados y las organiza en casos de mejora, dependiendo de su complejidad.

Actividad 5: Planificación preliminar de mejoras. El responsable de mejora de procesos registra y plantea las estrategias para abordar las oportunidades de mejora con las cuales guiar las diferentes iteraciones de mejora.

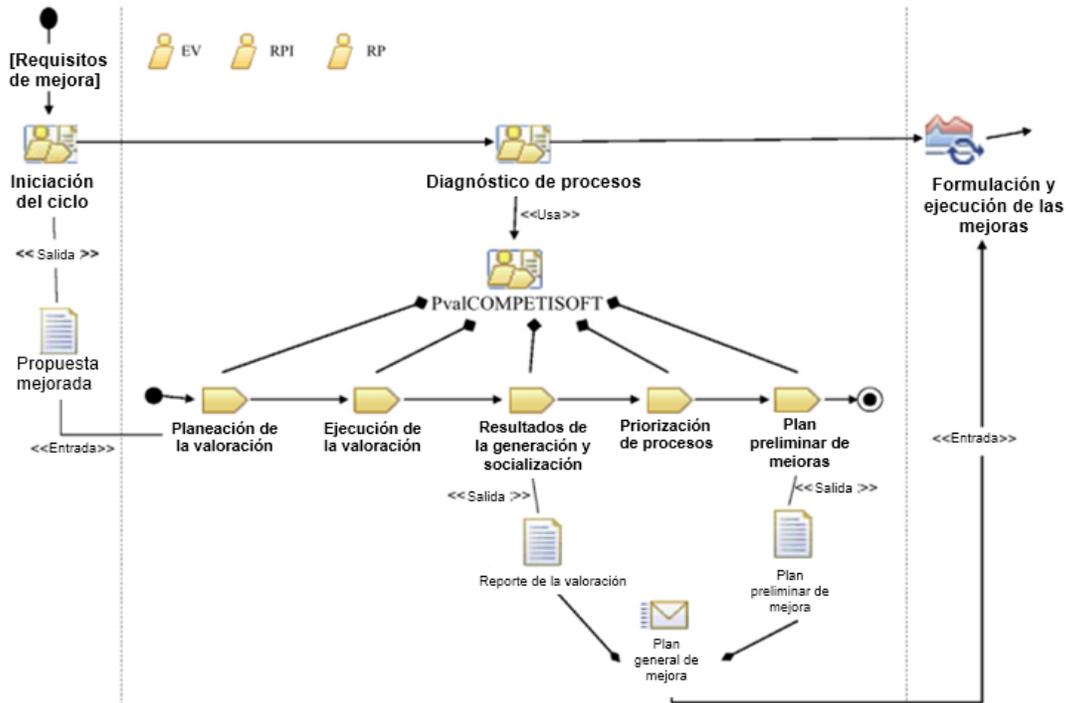


Figura 2.5. Diagrama de actividades de PvalCOMPETISOFT y su relación con PmCOMPETISOFT. Tomada de [21]

2.1.2.4 PfmCOMPETISOFT

PfmCOMPETISOFT es un proceso para ayudar a las Pymes_DS a formular y ejecutar las oportunidades de mejora encontradas en la actividad de diagnóstico de procesos. Su objetivo es aprovechar la sinergia de la valoración de procesos y encausarla hacia la iniciación de la realización efectiva de mejoras.

2.1.2.4.1 Actividades

PfmCOMPETISOFT consta de 5 actividades: Planificación de la Iteración, Diseño del Caso de Mejora, Iteración de Mejora, Presentación del Proceso Mejorado y Presentación de la Próxima Iteración. La figura 2.6 muestra el diagrama de actividades propuesto por PfmCOMPETISOFT.

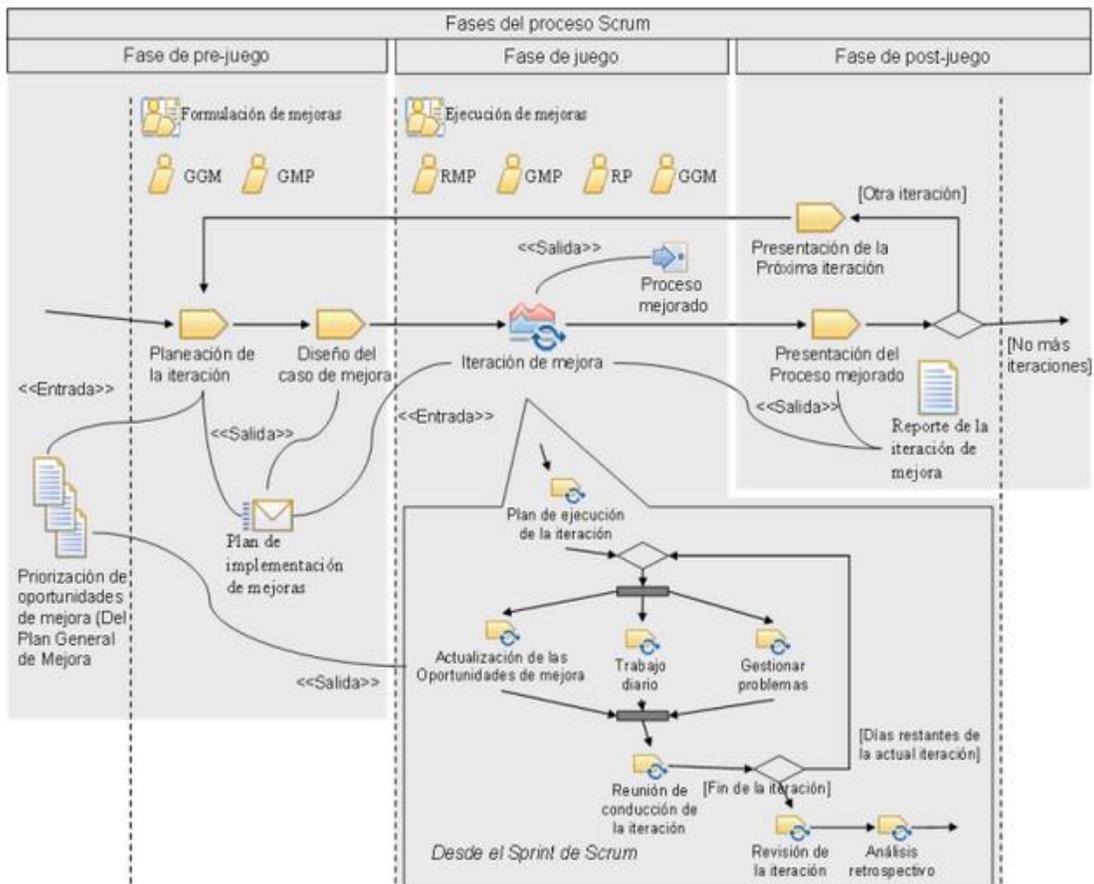


Figura 2.6. Diagrama de actividades de PfemCOMPETISOFT para incorporar mejoras. Tomada de [21].

A continuación son descritas estas actividades [29]:

Actividad 1: Planificación de la iteración: Los objetivos de la iteración actual de mejora son descritos. Posteriormente son revisadas, validadas y aprobadas las oportunidades de mejora asociadas a cada caso de mejora.

Actividad 2: Diseño del caso de mejora: Las estrategias con las cuales satisfacer las oportunidades de mejora son identificadas y son definidas las tareas asociadas a las estrategias para llevar a cabo la mejora.

Actividad 3: Iteración de la mejora: Una iteración de mejora considera un conjunto de actividades de mejora llevadas a cabo durante un período predefinido, normalmente 1-4 semanas, las cuales son utilizadas para implementar y monitorizar la incorporación de las oportunidades de mejora en los procesos.

Actividad 4 - Presentación del proceso mejorado: Es presentado el proceso mejorado

y determinada la manera en que debe institucionalizarse en toda la organización.

Actividad 5 - Presentación de la siguiente iteración: La nueva iteración de mejora es anunciada. El trabajo llevado a cabo en las tareas de la iteración es registrado en el Informe de Iteración de Mejora.

2.1.3 Arquitectura de software

En el ámbito de la ingeniería del software, no existe una definición unánime acerca de la arquitectura de software, entre la mayoría de expertos en software existe un acuerdo general de que ella hace referencia a la estructura del sistema, consistente en componentes y sus relaciones entre ellos, idealmente, creada en etapas tempranas del desarrollo [40].

Una de las principales definiciones la brinda el documento de IEEE Std 1471-2000, en la cual la Arquitectura de Software es “la organización fundamental de un sistema plasmada en sus componentes, las relaciones entre ellos y el ambiente y los principios que orientan su diseño y evolución” [41].

Otra definición relevante la brinda el Software Engineering Institute (SEI), para el cual, la Arquitectura de Software hace referencia a “las estructuras de un sistema, compuestas de elementos con propiedades visibles de forma externa y las relaciones que existen entre ellos” [42].

Los elementos o componentes pueden ser entidades que existen en tiempo de ejecución, lógicas que existen en tiempo de desarrollo y entidades físicas. Por otro lado, las relaciones entre elementos dependen de propiedades visibles (o públicas) de los elementos, quedando ocultos los detalles de implementación. Finalmente, cada conjunto de elementos relacionados de un tipo particular corresponde a una estructura distinta, de ahí que la arquitectura está compuesta por distintas estructuras [43].

Esta estructuración representa un diseño de alto nivel, el cual ocurre a un nivel más abstracto que el de los algoritmos y las estructuras de datos, y tiene dos propósitos primordiales: satisfacer los atributos de calidad (desempeño, seguridad, interoperabilidad, etc.), y servir como guía en el desarrollo de un sistema [44].

De acuerdo al nivel de responsabilidad dentro del desarrollo de un sistema y la relación que establecida con el mismo, son muchas las partes involucradas e interesadas en la arquitectura de software. Por lo tanto una única representación de la arquitectura del sistema resultaría demasiado compleja y poco útil para todos los involucrados, debido a que cada uno tiene sus propios intereses, necesidades, y perspectivas distintas desde donde abordar y examinar las especificaciones del sistema [13].

Esta tendencia está respaldada por dos grandes institutos, uno de ellos es el Instituto de Ingeniería del Software (SEI) y el otro es el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). Estas dos propuestas son respectivamente: Vistas y más allá un enfoque para documentar arquitecturas de software y la norma ISO/IEC/ IEEE 42010 (Systems and software engineering — Architecture description).

2.1.4 ISO/IEC/ IEEE 42010

La norma ISO/IEC/ IEEE 42010 Sistemas e ingeniería del software – Descripción de la arquitectura (Systems and software engineering — Architecture description) [13] anteriormente denominada IEEE Std 1471:2000 (Prácticas recomendadas para la descripción de la arquitectura de sistemas-sistemas intensivos) [41], proporciona un conjunto de conceptos fundamentales para la descripción de arquitecturas.

Esta norma internacional puede ser utilizada para establecer prácticas coherentes al desarrollar descripciones de arquitectura, frameworks de arquitectura y lenguajes de descripción de arquitectura. Tiene como objetivo proporcionar conceptos y terminología común mediante la cual las descripciones de la arquitectura de sistemas son organizadas y expresadas.

A continuación es definido el modelo conceptual que establece la norma, la relación entre vista arquitectónica y punto de vista arquitectónico y en qué consiste un modelo arquitectónico.

2.1.4.1 Conceptos de referencia

La primera parte de esta norma define un modelo conceptual que proporciona una sintaxis general y la semántica para descripciones de la arquitectura, el cual es resumido brevemente a continuación:

- **Arquitectura:** conceptos o propiedades fundamentales de un sistema en su entorno, plasmados en sus elementos, relaciones y en los principios de su diseño y evolución. Puede considerarse como un modelo mental de un sistema.
- **Descripción de la arquitectura:** artefacto que especifica o expresa una arquitectura particular de un sistema de interés.
- **Stakeholder:** individuo, equipo, organización o clases de los mismos, que tienen un interés en el sistema.
- **Preocupación:** interés en un sistema, relevante para uno o más de sus stakeholders.
- **Vista arquitectónica:** artefacto que expresa la arquitectura de un sistema desde la perspectiva de un conjunto específico de preocupaciones sobre el sistema. Una vista está compuesta por uno o varios modelos arquitectónicos.
- **Punto de vista arquitectónico:** artefacto que establece las convenciones para la construcción, interpretación y uso de vistas arquitectónicas para enmarcar las preocupaciones de un sistema.
- **Clase de modelo:** convenciones para un tipo de modelado.

Ejemplos de una clase de modelo incluye diagrama de flujo de datos, diagrama de clases, organigramas, entre otros.

- **Modelo arquitectónico:** es un artefacto que especifica las decisiones de diseño que componen una parte clave de la arquitectura de un sistema. El propósito del modelo es permitir representar la arquitectura que la vista establece, por medio de convenciones de modelado adecuadas a las preocupaciones que deben abordarse.

La Figura 2.7 muestra los conceptos relacionados al aplicar esta norma internacional para producir una descripción de la arquitectura que expresa una arquitectura para un sistema de interés. En esta Norma Internacional, el término Sistema de interés hace referencia al sistema cuya arquitectura está bajo consideración en la preparación de una descripción de la arquitectura.

2.1.4.2 Vistas arquitectónicas y puntos de vista arquitectónicos

Una descripción arquitectónica es organizada en un conjunto de vistas arquitectónicas (o simplemente vista), cada vista modela una parte del sistema y satisface uno o más intereses de las personas involucradas.

Una vista expresa la arquitectura de un sistema de interés de acuerdo a un punto de vista arquitectónico (o simplemente punto de vista), por lo tanto una vista es gobernada por su punto de vista. El punto de vista establece las convenciones para la construcción, interpretación y análisis de la vista. Las convenciones de un punto de vista pueden incluir lenguajes, notaciones, clases de modelo, reglas de diseño, métodos de modelado, técnica de análisis y otras operaciones sobre la vista.

La relación entre punto de vista y vista puede entenderse mejor por medio de la siguiente comparación: Una vista es a un punto de vista como un programa es a un lenguaje de programación.

2.1.4.3 Modelo arquitectónico

Una vista está compuesta de uno o más modelos arquitectónicos. Un modelo arquitectónico usa las convenciones de modelado apropiadas a las preocupaciones a ser dirigidas. Estas convenciones son especificadas por una clase de modelo que gobierna el modelo arquitectónico. Dentro de una descripción de la arquitectura, un modelo arquitectónico puede ser parte de más de una vista arquitectónica.

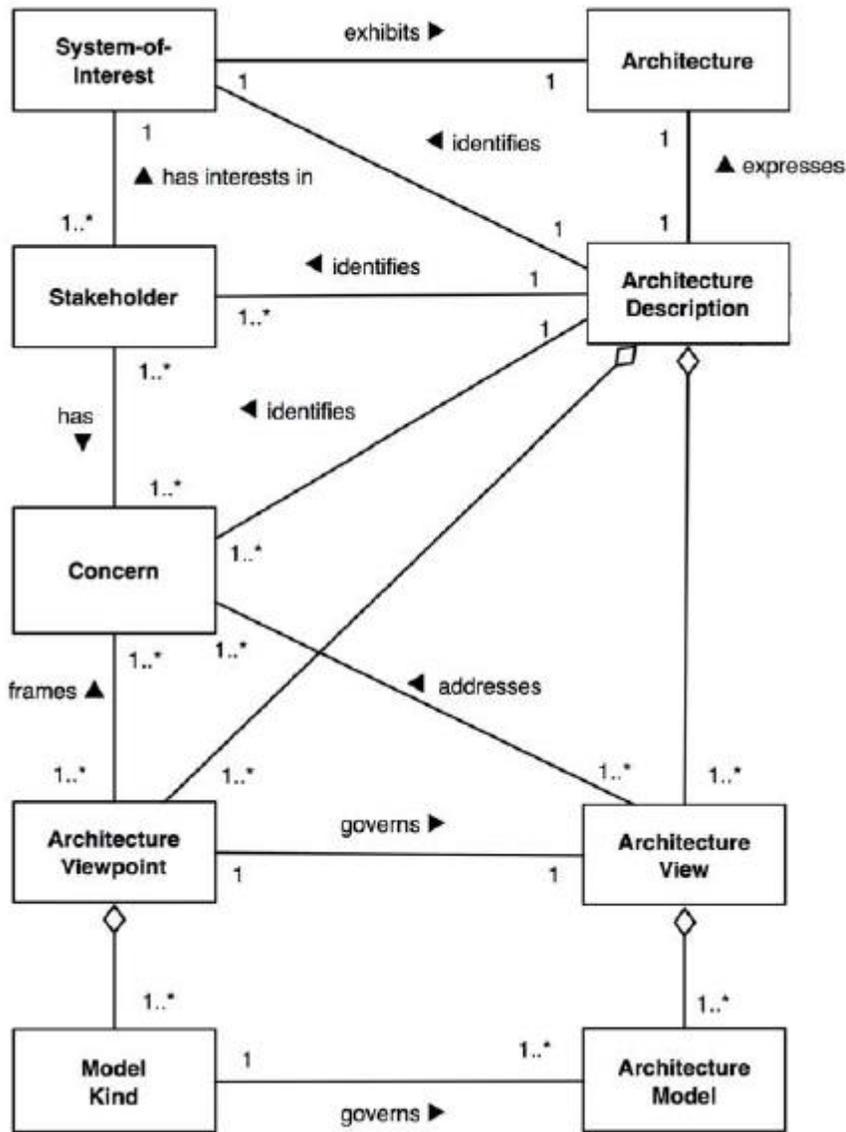


Figura 2.7. Modelo conceptual de una descripción de arquitectura, tomada de [13].

2.1.5 Modelo de referencia para el procesamiento abierto distribuido

El estándar Reference Model – Open Distributed Processing (Modelo de Referencia para el Procesamiento Abierto Distribuido) conocido como RM-ODP [45], define un modelo de referencia estándar para desarrollar las arquitecturas de sistemas software distribuidos, basándose en técnicas orientadas a objetos. Este estándar es conforme a las especificaciones que la norma ISO/IEC/IEEE 42010 establece. Define cinco puntos de vista sobre un sistema distribuido y su ambiente, denominados como puntos de vista:

empresarial, de información, computacional, de ingeniería, y tecnológica [45].

Estos puntos de vista son tanto generales como complementarios. Generales porque pueden ser aplicables a cualquier sistema aunque no sea distribuido, y complementarios porque al hacer una partición del sistema, cada uno de esos puntos de vista comprende solo una parte de él, y entre todos logran una completa descripción del sistema [46].

Para cada punto de vista hay un lenguaje asociado que establece un conjunto de conceptos (basados en el modelo de objetos), los cuales pueden ser utilizados para expresar la especificación de un sistema desde ese punto de vista e identificar las relaciones entre las diferentes especificaciones de los puntos de vista.

Los conceptos establecidos por un lenguaje de punto de vista tienen un nivel demasiado abstracto y elevado para que pueda tener una aplicación directa en un problema concreto o desarrollo, debido en parte a que no establece una notación específica y a que tiene como fin su aplicación a soluciones muy generalistas dejando cualquier posibilidad abierta para el diseñador [47].

Debido a que el modelo propuesto está enfocado en permitir representar la información, solo son utilizados los conceptos que propone RM-ODP para el punto de vista de información, ya que la preocupación de este punto de vista es el tipo de información que maneja un sistema, su semántica y las restricciones en el uso e interpretación de esa información.

2.1.5.1 Conceptos básicos definidos por el punto de vista de la información

Los componentes individuales de un sistema deben compartir una misma comprensión de la información que comunican, o de lo contrario el sistema no tendrá el comportamiento esperado. Para asegurar que la interpretación de la información es consistente, este punto de vista define una serie de conceptos para la especificación del significado de la información contenida y manipulada por un sistema, independientemente de la forma en la que las funciones de procesamiento de los datos sean implementadas.

A continuación son definidos brevemente los principales conceptos establecidos por este punto de vista y que han sido utilizados para la definición y desarrollo del modelo arquitectónico desde la vista de información propuesto.

- **Objeto de información:** la información que sostiene el sistema de procesamiento abierto distribuido (ODP) sobre entidades en el mundo real, incluyendo el propio sistema, es modelada en una especificación de información en términos de objetos de información, sus relaciones y su comportamiento.
- **Tipo de objeto de información:** un tipo de objeto de información es una declaración que caracteriza un grupo de objetos de información.
- **Plantilla de un objeto de información:** una plantilla de objeto de información es la especificación de características comunes de un conjunto de objetos de

información, lo suficientemente detallada para que un objeto de información pueda ser instanciado a través de ella.

- **Acciones de información:** es un modelo de algo que ocurre en el mundo real y que afecta a un objeto de información (es decir, a la entidad que representa).
- **Esquema invariante:** conjunto de prescripciones sobre uno o más objetos de información que siempre deben cumplirse, en cualquier momento. Estas prescripciones pueden restringir los posibles estados y cambios de estado aplicados al objeto al que hacen referencia.
- **Esquema estático:** especificación del estado de uno o más objetos de información, en algún momento concreto, sujeto siempre a las restricciones del esquema invariante.
- **Esquema dinámico:** especificación de los cambios de estado permitidos de uno o más objetos de información, sujeto a las restricciones de cualquier esquema invariante.

Estos esquemas pueden aplicarse a la totalidad del sistema o a determinados dominios, dentro del mismo.

2.1.5.2 UML para la especificación de sistemas ODP

Considerando que el estándar RM-ODP define únicamente para cada lenguaje de punto de vista qué conceptos deben ser utilizados para especificar la arquitectura de un sistema más no una notación para representarlos, la organizaciones ISO, IEC e ITU-T desarrollaron la norma ISO/IEC 19793 (ISO/IEC Std. 19793: Use of UML for ODP systems specification - UML4ODP) [48], estándar que define el uso del Lenguaje de modelado unificado 2 (UML 2: ISO/IEC 19905) para expresar las especificaciones de un sistema en términos de las especificaciones de los punto de vista definidos por RM-ODP, por medio de un conjunto de perfiles UML. EL propósito de estos perfiles UML es permitir el uso de la notación UML para expresar las especificaciones para cada punto de vista, de un modo gráfico estándar [49].

A continuación es mostrado el perfil UML para la vista de información de RM-ODP, el cual especifica cómo los conceptos de modelado del punto de vista de información son relacionados, y expresados en el estándar UML utilizando estereotipos, definiciones de etiquetas y restricciones.

En la figura 2.8 es mostrada la representación gráfica del perfil UML para los conceptos del lenguaje de punto de vista de información, utilizando la notación provista por UML.

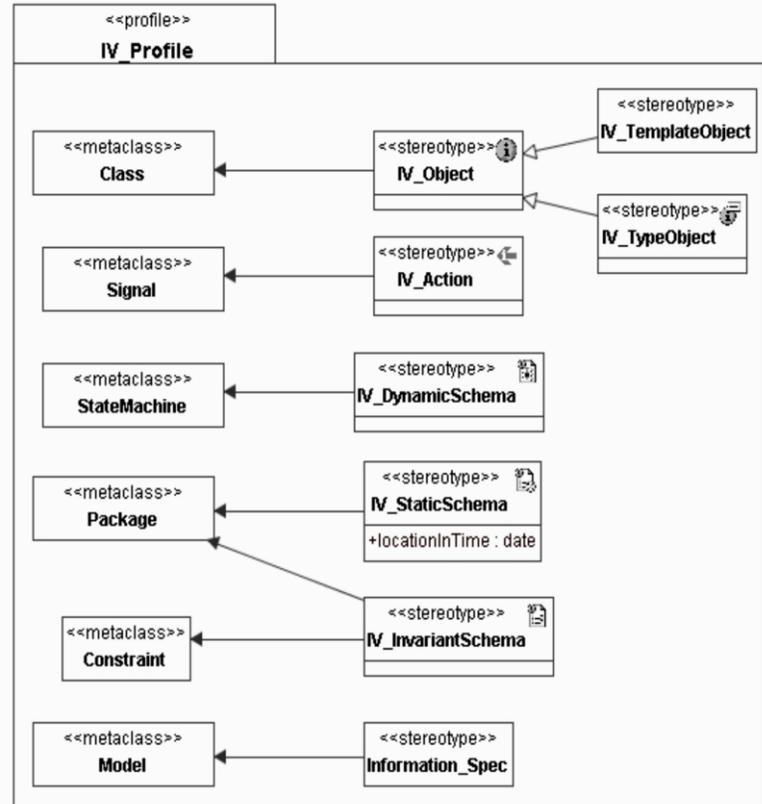


Figura 2.8. Perfil UML para la vista de información.
Tomada de [48].

A continuación son expuestos los conceptos del perfil UML de la vista de información.

- **Objetos de información:** Son expresados por una clase estereotipada como «IV_Object».

Cuando un objeto de información es requerido para representar una entidad específica del universo del discurso, ésta es expresada por una instancia de la especificación de una clase que es estereotipada como «IV_Object».

- **Tipo de objeto de información:** Es expresado por una clase estereotipada como « IV_TypeObject».
- **Acción de información:** Una interacción es expresada mediante una señal enviada o recibida desde la máquina de estado que implementa cada objeto de información. Estas señales son las acciones de información «IV_Action» representadas mediante señales UML. Son usadas para describir eventos o flujos de información en una comunicación.

- **Un esquema invariante:** describe la configuración de los elementos de información del sistema. El esquema invariante es descrito mediante un paquete estereotipado como «IV_InvariantSchema» que contiene la especificación del conjunto de objetos de información, sus posibles asociaciones y restricciones.
- **Esquema estático:** es expresado mediante un paquete estereotipado como «IV_StaticSchema» que contiene los objetos y sus relaciones en un momento concreto del tiempo.
- **Esquema dinámico:** muestra el posible comportamiento de los objetos de información mediante máquinas de estado estereotipadas como «IV_DynamicSchema».

Determinados estereotipos tienen asociado un icono para su representación. En la figura 2.9 son mostrados los iconos definidos para este perfil.

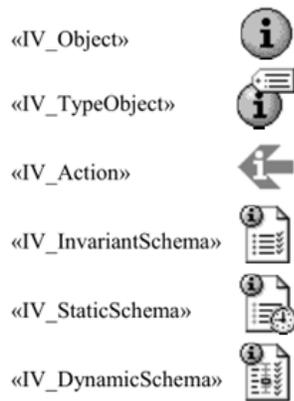


Figura 2.9. Iconos para la vista de información.

2.1.6 Interoperabilidad

La interoperabilidad es la habilidad de dos o más sistemas o componentes de intercambiar información, la cual posteriormente será utilizada [50]. Los estándares son considerados la base de la interoperabilidad, sin ellos no es posible construir sistemas interoperables [51].

Conseguir la interoperabilidad es un camino no lineal y complejo, el cual debe realizarse de múltiples maneras y considerando la existencia de diferentes niveles para su desarrollo. Generalmente, la literatura y la práctica hacen referencia a diferentes niveles de interoperabilidad clasificados según el ámbito de aplicación. Los niveles de interoperabilidad más comunes y representativos en el contexto de la informática y las telecomunicaciones corresponden a: (i) técnico, (ii) sintáctico, (iii) semántico y (iv) organizativo [51].

A continuación cada nivel de interoperabilidad es definido:

- **Interoperabilidad técnica:** Es el conjunto de características y elementos de índole tecnológico que permiten físicamente que los sistemas de información de las organizaciones participantes puedan interactuar entre sí [52], por lo tanto puede asociarse al hardware, software, plataformas y mecanismos de comunicación, interconexión y de transferencia de información [52], [53].

Establece desde las características de las clavijas y cables utilizados hasta protocolos de comunicación, pasando por la definición de las comunicaciones inalámbricas o el formato técnico de los datos. La técnica es la interoperabilidad que permite enviar bytes de un sistema a otro. Normas como 802.3, 802.11, TCP/IP, HTTP, la especificación Bluetooth, etc., son utilizadas para conseguir la interoperabilidad técnica [54].

- **Interoperabilidad sintáctica:** Es la capacidad de comunicarse e intercambiar información entre dos o más sistemas teniendo en cuenta el formato de datos, el protocolo de comunicación entre otros conceptos fundamentales [51], por lo tanto es responsable de que en los documentos o en los mensajes intercambiados cada pieza esté en su sitio, pero sin la necesidad de que lo enviado tenga sentido [54]. Este nivel semántico mínimo es necesario para que la información pueda ser enviada y recibida, pero no garantiza la interpretación efectiva de la información comunicada.

La interoperabilidad sintáctica trata de los formatos de los ficheros intercambiados o de los tipos de datos utilizados, consiguiendo llegar a hacer traducciones entre formatos dependiendo de los utilizados por cada sistema involucrado en la comunicación [54].

Actualmente existe un gran número de propuestas en las que basarse para conseguir la interoperabilidad sintáctica, entre la cuales podemos encontrar: HTTP y HTTPS para la transferencia de hipertexto, HTML para la descripción de hipertexto, XML para el transporte y almacenamiento de datos, DTD y XML schema para describir el esquema de datos, etc.

- **Interoperabilidad semántica:** La interoperabilidad semántica es la capacidad de interpretar de forma automática la información intercambiada. Garantiza que el significado preciso de la información pueda ser entendido e interpretado de forma unívoca, ya que más allá de la capacidad de intercambiar información entre dos o más sistemas, es necesario que el significado original de la información que circula entre varios sistemas no sea alterado y que cada uno entienda por sí mismo lo que el otro le envía y pueda actuar en consecuencia de manera automática [54].

Para lograr la interoperabilidad semántica, los sistemas que interoperen individualmente deben:

- Hacer referencia a un modelo de referencia de intercambio de información común [55].

- Utilizar estándares para la definición de conceptos y de reglas lógicas que permiten ejecutar deducciones sobre la información intercambiada [55].
 - Tener un objetivo bien definido (en función de cómo y qué información procesar) y cumplir con un nivel básico de estandarización sobre sus datos, códigos, estructuras, relaciones y restricciones, soportados a partir de estándares [56].
- **Interoperabilidad organizativa:** Determina las estructuras organizativas que facilitarán el intercambio de información y los procesos de negocio que serían implementados y su priorización, los cuales colaboran mutuamente con el fin de lograr unos objetivos establecidos acorde a los servicios prestados [51]. Para que dos organizaciones puedan cooperar deben compartir un contexto común en sus procedimientos y flujos de trabajo [54]. En la práctica, ello implica definir de manera colaborativa el por qué y el cuándo de los intercambios de información, las normas y reglas que garantizarán la seguridad en estos intercambios o los planes que guiarán la implementación de las iniciativas [52].

2.1.6.1 Dificultades para lograr la interoperabilidad de sistemas heterogéneos

Una primera dificultad para lograr la interoperabilidad entre componentes heterogéneos es que suelen desarrollarse independientemente, sin ningún requisito para interoperar. Así, los sistemas tienen diversas arquitecturas, plataformas de hardware, sistemas operativos, lenguajes de máquina y modelos de datos [57].

Otro de los factores críticos detrás de la heterogeneidad de los sistemas de software diseñados y desarrollados aisladamente es la diversidad en los modelos básicos. En [58] son descritas tres causas mayores de representación de heterogeneidad:

- **Perspectivas diferentes:** las múltiples necesidades de los usuarios, los administradores de los programas y los equipos de diseño, pueden llevar a variadas representaciones de los datos aun cuando sea modelada la misma información.
- **Construcciones equivalentes:** modelos equivalentes del mismo dominio pueden crearse usando diversas combinaciones de las mismas construcciones básicas de modelado.
- **Especificaciones incompatibles de diseño:** los diseños de especificaciones de aplicaciones pueden generar varios esquemas de bases de datos para el mismo dominio.

Estas causas requieren la modificación de los sistemas existentes para habilitar la interoperabilidad, limitando significativamente su aplicación cuando es construido un conjunto de sistemas de componentes existentes, donde el costo principalmente restringe la modificación de componentes [58], [57].

La mayoría de aproximaciones utilizan procesos de conversión punto a punto para resolver diferencias entre sistemas, pero para un conjunto de más de dos sistemas, las aproximaciones punto a punto requieren un número mayor de traducciones por definir [58].

2.2 Estado del arte

Al analizar proyectos a nivel nacional e internacional relacionados directamente con modelos que permitan guiar el desarrollo de arquitecturas para herramientas software que den soporte a iniciativas de SPI, donde estos modelos favorezcan la interoperabilidad de la información¹³ entre estas herramientas, no fueron encontrados proyectos que tuvieran este enfoque.

Debido a que existen otras áreas en las que han sido desarrollados estudios y propuestas relacionadas con la interoperabilidad (las cuales hacen que tengan un cierto nivel de madurez en este aspecto), fue tomada la decisión de hacer una revisión de la literatura en éstas áreas, sobre cómo lograr la interoperabilidad desde la perspectiva de la información a intercambiar entre diversos sistemas.

2.2.1 Trabajos relacionados

A continuación son referenciadas las publicaciones más importantes de distintos autores que han estudiado temas relacionados con la interoperabilidad entre sistemas software, desde la perspectiva de la información a intercambiar, clasificadas según su área para la cual han sido propuestas.

2.2.1.1 Sector salud

La necesidad de sistemas interoperables en las organizaciones del sector salud es cada vez mayor, pues requiere un constante intercambio de información entre los diferentes actores involucrados. Al realizar una revisión de la literatura, con respecto a estos tipos de estándares, encontramos principalmente las siguientes propuestas, las cuales fueron tenidas en cuenta en este proyecto por su importancia y utilización a nivel mundial.

En [59] es presentado el Modelo de Información de Referencia (RIM) propuesto por el HL7¹⁴, como un modelo estático de objetos que provee una representación explícita de la semántica y las conexiones léxicas que puede existir en la información constituida en los mensajes clínicos ha intercambiar entre los sistemas de salud de diversos dominios. RIM utiliza una notación formal de modelado basada en UML, específicamente usa al elemento clase de UML para definir entidades clínicas. El formato de intercambio actual de HL7 es XML, todas las etiquetas y atributos de XML utilizadas en los mensajes son

¹³ Interoperabilidad de la información: Hace referencia a la interoperabilidad desde la perspectiva de la información a intercambiar entre sistemas, donde esta información tienen un significado al poseer sentido, propósito y contexto como principales características.

¹⁴ HL7: (Por sus siglas en inglés Health Level Seven International), es una organización internacional de desarrollo de estándares y herramientas de interoperabilidad para facilitar el intercambio electrónico de conocimiento e información clínica.

derivadas de RMI.

En [60] es descrito el modelo de acción de servicio unificado (USAM por sus siglas en ingles) el cual estructura la información para expresar las relaciones entre acciones producidas en la atención médica como: procedimientos, diagnósticos, estudios y observaciones médicas entre otras, desarrollado por el comité técnico para la atención al paciente del HL7. USAM utiliza una notación formal de modelado basada en UML, específicamente usa al elemento clase de UML para definir entidades clínicas.

En [61] es descrito el modelo dual de desarrollo. Este modelo define un modelo de referencia para la representación de la información clínica¹⁵ así como un modelo de conocimiento¹⁶ basado en arquetipos¹⁷ encargado de representar conceptos clínicos de mayor nivel semántico.

El enfoque del Modelo Dual distingue un Modelo de Información de referencia usado para representar las propiedades genéricas de la información de la historia clínica [62], incluye todas las clases u objetos de negocio necesarias para representar cualquier tipo de información clínica, incluyendo asimismo la información de contexto relativa a esos datos, esta información es estable a lo largo del tiempo [63].

El Modelo de conocimiento basado en Arquetipos, permite definir de manera formal conceptos clínicos de mayor nivel semántico, para representar las características específicas de varias clases de datos clínicos, basándose en las clases del modelo de referencia y restringiéndolas a unos valores o estructuras de datos precisas [61] [64].

Otras propuestas del sector salud

En [65] es propuesto un framework de desarrollo denominado HIS-DF, el cual está compuesto de un conjunto de principios, directrices, metodologías y técnicas para ser desplegados dentro del proceso unificado de desarrollo de la interoperabilidad semántica en sistemas de información de salud, utilizando el modelo de componentes genérico (The Generic Component Model - GCM), el cual separa la complejidad de un sistema en varias dimensiones.

Una de las dimensiones determina vistas separadas del sistema utilizando los puntos de vista definidos en la norma ISO / IEC 10746 "Part 2: Reference Model" conocida como RM-ODP. HIS-DF define un conjunto de componentes de procesos basados en el proceso unificado de racional (RUP) destinados a apoyar cada punto de vista RM- ODP.

¹⁵ Información clínica: datos que una vez almacenados en un sistema, no varían con el tiempo pues corresponden a los datos introducidos respecto a la salud de una persona.

¹⁶ Conocimiento: conjunto de conceptos de un determinado dominio profesional; conceptos que pueden variar o modificarse con el paso del tiempo y cuyo significado completo sólo conocen, en principio, los profesionales expertos en ese campo.

¹⁷ Arquetipo: es un mecanismo de representación formal de conceptos que son automáticamente procesables por un sistema informático.

[66] propone una solución para la interoperabilidad semántica de los registros electrónicos de salud, al desarrollar métodos automáticos para la representación ontológica de arquetipos¹⁸. Determinan que las tecnologías XML, proporcionan un modelo semántico limitado que no es la mejor solución para lograr la interoperabilidad semántica.

2.2.1.2 Sistemas de negocio entre empresas

En [67] es presentada una revisión sistemática de los diferentes estándares y tecnologías para el modelado de datos en XML. Una de las conclusiones es que el reto más grande para lograr la interoperabilidad la información es la falta de un entendimiento común en el proceso de colaboración entre aplicaciones y el nivel de datos, lo cual es causado por el uso de diferentes representaciones, propósitos, contextos y enfoques de sintaxis dependientes.

Esta falta de un enfoque común ha llevado a problemas significativos de interoperabilidad de datos al intentar utilizar las soluciones resultantes fuera del ámbito de aplicación específico para el que fueron desarrolladas, ya que los datos pueden tener el mismo significado semántico, pero podrían ser expresados por sinónimos y/o diferente significado de los términos.

En [68] ha sido presentada una revisión de los desarrollos en arquitecturas de interoperabilidad empresarial, determina que existen 3 barreras para la interoperabilidad, las cuales son: conceptual, concerniente a la sintáctica y diferencias semánticas de la información intercambiada; tecnológica, referente a la incompatibilidad de tecnologías de la información; y de organización, referente a la definición de responsabilidades e incompatibilidades en las estructuras organizacionales.

En [69] es expuesto un análisis y comparación de los principales frameworks para e-business¹⁹, concluyen que los framework de interoperabilidad deben definirse con base a los conceptos y definiciones estándar para la interoperabilidad de este contexto, además deben enfocarse con un mayor grado en la interoperabilidad semántica, debido a que hoy en día es prioritario crear un entendimiento general de la información entre los sistemas.

2.2.1.3 Organizaciones estatales

Propuestas desarrolladas por los gobiernos Colombiano [70], Español [71] y de Estados Unidos [72] plantean como parte de la interoperabilidad semántica, construir una cartera de modelos y estructuras de datos de común utilización entre los organismos del estado y susceptible de intercambio entre sistemas software. Estas estructuras están compuestas por una serie de elementos que definen la información a intercambiar y que son interpretables de forma automática y reutilizables por aplicaciones que no intervinieron en su creación, las cuales tienen como objetivo el entendimiento común de la información.

¹⁸ Arquetipos: representan a la unidad de información mínima que los sistemas de información clínicos pueden intercambiar, por lo que son la unidad básica de la interoperabilidad semántica.

¹⁹ E-Bussines: aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para mejorar las actividades de negocio, incluyendo la provisión o mejora de los servicios y la gestión de las operaciones de negocio.

En [72] es determinado que antes de construir un modelo de datos utilizando estándares para el intercambio de información como XML, es necesario primero modelar la estructura de la información a intercambiar, es decir, tener un esquema conceptual de estas estructuras, además recomienda utilizar el paradigma Orientado a Objetos usando UML, en particular diagramas de clase UML, porque los conceptos de este tipo de diagrama son mapeados fácilmente.

2.2.1.4 Propuestas de ámbito general

En [73] es presentado un modelo que describe una estructura lógica y una disciplina para mejorar la interoperabilidad entre sistemas de información de forma incremental. Este modelo clasifica los diversos aspectos de la interoperabilidad de los sistemas de información en términos de cuatro atributos relacionados entre sí: procedimientos, aplicaciones, infraestructura y datos, y 5 niveles de interoperabilidad. En cualquier nivel de interoperabilidad, un conjunto de capacidades específicas debe estar presente para cada atributo con el fin de alcanzar el grado de madurez de interoperabilidad definido por ese nivel.

En [74] ha sido propuesto la integración de la tecnología de agentes y ontologías, por medio de un modelo en capas basado en agentes, para mejorar la interoperabilidad semántica de la información. Las capas que presenta el modelo son: la capa de sintaxis trata la interoperabilidad sintáctica, la capa semántica está enfocada en la interoperabilidad semántica, abordando el modelado conceptual e ingeniería del conocimiento de las tareas y la capa de agentes utiliza ontologías que proporcionan vocabularios estructurados que explican las relaciones entre los diferentes términos, lo que permite interpretar su significado de forma flexible pero sin ambigüedad.

En [75] es descrito un modelo de madurez para la interoperabilidad de sistemas de gran escalabilidad²⁰, el cual está compuesto de niveles y parámetros de madurez, que cubren los aspectos de interoperabilidad no soportados por los principales modelos de madurez de interoperabilidad existentes. Esta propuesta establece que los modelos de madurez desarrollados no enfatizan en aspectos relacionados con la interoperabilidad semántica. Además, determinan que la interoperabilidad semántica aumenta la posibilidad de buscar, encontrar y combinar los servicios y adaptar la forma en que los sistemas interactúan ante los cambios.

En [76] para resolver los problemas generales de interoperabilidad sintáctica analizan las principales tecnologías en estándares de formatos de datos y protocolos de comunicación, como: HTTPS, XML, HTML, entre otras. Concluyen que la integración de la mayoría de los estándares abiertos permite la comunicación e intercambio de datos, desde un aspecto técnico.

Por otra parte, consideran que el problema de la interoperabilidad semántica de la información no puede ser resuelto utilizando únicamente los anteriores estándares, ya que los datos no solo deben ser procesables por los ordenadores sino también comprensibles

²⁰ Sistemas de gran escalabilidad: sistemas con capacidad de adaptación y respuesta con respecto a su rendimiento a medida que aumenta de forma significativa su número de usuarios.

por los usuarios finales y los sistemas interconectados como información significativa, teniendo en cuenta la estructura de los datos, tipos de datos y flujo de información depende de los entornos de los usuarios.

En [77] es establecido que la interoperabilidad puede ser tratada en 2 niveles: técnico y semántico. Consideran que si únicamente es lograda la interoperabilidad técnica, puede causar interpretaciones erróneas de datos, errores de cálculo, o incluso un fallo del sistema dependiendo de la aplicación considerada. Para prevenir que estos problemas ocurran, proponen aplicar la interoperabilidad semántica, ya que tiene en cuenta la semántica asociada a los datos, y asegura que la información intercambiada comparte el mismo significado.

En [78] son introducidas un conjunto de pautas y capacidades clave que representan la perspectiva de la información en el diseño de un servicio orientado a la arquitectura (Service Oriented Architecture - SOA). Entre estas exponen el modelo de datos canónico el cual proporciona una representación común de la estructura de la información, a partir de la definición coherente de las entidades clave, sus atributos y relaciones a través de los diversos sistemas que contienen datos relevantes para un proyecto SOA. Esto permite la interoperabilidad semántica y estructural cuando los datos fluyen a través de las capas de la arquitectura durante la ejecución del servicio.

En [79] son identificados en el intercambio de información, conflictos estructurales y semánticos, como el uso de conceptos en diferentes contextos, unidades, entre otros, y propone una solución utilizando las especificaciones de XML para representar la información tanto a nivel de su estructura como a nivel semántico.

De forma similar en [80] han sido comparados y analizados dos métodos de representación semántica de la interoperabilidad, el primer método está basado en la representación de la información sobre esquemas XML²¹, y el segundo consiste en la utilización de ontologías²² como base de conocimiento de los diferentes sistemas por interoperar. Finalmente, concluyen que es más recomendable usar las ontologías como método de representación del conocimiento.

2.2.2 Discusión

Los anteriores estudios para solucionar los problemas de interoperabilidad dentro de un contexto específico, plantean diversas soluciones a partir de diferentes perspectivas y aspectos de la interoperabilidad de los sistemas. Esto ha sido establecido debido a que la extensión y complejidad de los sistemas puede impedir que sea abarcados todos sus elementos, además los diseñadores del sistema pueden tener sus propios intereses, necesidades, y perspectivas distintas desde donde abordar y examinar las especificaciones. Por lo tanto, como un concepto multidimensional, la interoperabilidad puede ser vista desde múltiples perspectivas y abordada desde distintas direcciones.

²¹ XML: meta-lenguaje que permite definir lenguajes de marcado adecuados a usos determinados.

²² Ontología: describe los conceptos y relaciones que son importantes en un dominio particular, y proporciona un vocabulario resultante de un consenso así como una especificación computarizada del significado de los términos utilizados en el vocabulario.

Al analizar los estudios, muchos concuerdan que la interoperabilidad semántica es necesaria para crear un entendimiento común entre los sistemas y para que la información intercambiada sea comprensible por los usuarios finales y sistemas conectados como información significativa, pero establecen que las principales tecnologías en estándares de formatos de datos y protocolos de comunicación proporcionan un modelo semántico limitado, que no es la mejor solución para lograr el objetivo de la interoperabilidad semántica.

A nivel general para lograr la interoperabilidad semántica plantean primero, definir qué información debería ser compartida, la cual cumpla con un nivel básico de estandarización sobre sus datos, códigos, estructuras, relaciones y restricciones para posteriormente establecer qué tipos de tecnologías utilizar para su intercambio y transformación entre diferentes sistemas, de manera que la información conserve su significado original, cumpla con los requisitos necesarios y que los sistemas y las personas puedan interpretar su significado sin ambigüedad. Teniendo en cuenta el contexto y las reglas de negocio, ya que cada uno tiene sus propios conceptos, principios, y normas particulares para la comunicación de la información.

CAPITULO 3

3. Conceptos del modelo arquitectónico desde la vista de información y estrategia para su desarrollo.

Durante este capítulo en una primera parte son definidos los conceptos involucrados en el modelo arquitectónico desde la vista de información, por medio de: (i) el enfoque para realizar descripciones arquitectónicas de un sistema propuesto por la norma ISO/IEC/IEEE 42010 Sistemas e ingeniería del software - Descripción de la arquitectura (Systems and software engineering - Architecture description), (ii) algunos conceptos que define RM-ODP (Modelo de referencia para el procesamiento abierto distribuido) para el punto de vista de información, y (iii) un perfil UML que permite el uso de la notación UML para expresar las especificaciones de este punto de vista.

Una vez definidos los elementos conceptuales involucrados en el modelo arquitectónico desde la vista de información, en la segunda parte del capítulo es descrita la estrategia definida para el desarrollo del modelo propuesto, la cual establece la vía para: (i) identificar la información gestionada por el proceso PmCompetisoft durante las etapas de Diagnóstico y Formulación, (ii) determinar posibles necesidades de interoperabilidad, en función de qué información podrían compartir o importar las herramientas software que soporten las etapas de Diagnóstico y Formulación de PmCompetisoft, (iii) determinar la información suficiente para que al especificar los esquemas que constituyen el modelo arquitectónico propuesto, estos satisfagan cada necesidad de interoperabilidad correspondiente, y (iv) especificar los esquemas que constituirán el modelo arquitectónico propuesto a partir de la información determinada.

3.1 Conceptos involucrados en el modelo arquitectónico desde la vista de información

Estructurar la información que puede ser intercambiada por un sistema, constituye como tal una descripción de una parte de la arquitectura del sistema. Debido a que actualmente existe gran ambigüedad en la terminología utilizada para realizar descripciones arquitectónicas, fue necesario considerar un enfoque que permitiera soportar la descripción de la arquitectura a expresar y que además estableciera un conjunto de conceptos comunes y normalizados.

Por la razón anterior, fue seleccionada la norma ISO/IEC/IEEE 42010 (Sistemas e ingeniería del software - Descripción de la arquitectura) [13] ya que su objetivo es estandarizar la práctica de la descripción de arquitecturas, mediante la definición de un marco conceptual para el desarrollo y definición de descripciones arquitectónicas, según el cual la actividad de diseño puede ser dividida de acuerdo a aspectos concretos del sistema, cada uno de los cuales está centrado en un asunto específico abstrayéndose del resto. El modelo conceptual establecido por la norma está descrito en la sección 2.1.4 del presente proyecto.

Para comprender inicialmente los diferentes conceptos de la norma, es realizada a continuación una breve síntesis de los más importantes:

Según esta norma, una descripción arquitectónica está organizada en un conjunto de vistas arquitectónicas (o simplemente vistas), cada vista modela una parte del sistema y satisface uno o más intereses de las personas involucradas. Una vista expresa la arquitectura de un sistema de interés de acuerdo a un punto de vista, el cual establece las convenciones²³ para la construcción, interpretación y análisis de la vista. La relación entre punto de vista y vista puede entenderse mejor por medio de la siguiente metáfora: una vista es a un punto de vista como un programa es a un lenguaje de programación.

Finalmente una vista está compuesta de uno o más modelos arquitectónicos, cada modelo permite representar la arquitectura que la vista establece. La relación entre estos conceptos es mostrada en la figura 2.7 (ver sección 2.1.4).

3.1.1 Actividades realizadas para definir los conceptos del modelo

A continuación son descritas las actividades realizadas con el fin de establecer los elementos arquitectónicos que establece la norma ISO/IEC 42010, los cuales dieron como resultado el modelo arquitectónico.

Primero, el sistema definido sobre el cual establecer la arquitectura, son las herramientas software que soportan a las etapas de Diagnóstico y Formulación establecidas por PmCompetisoft.

Segundo, fue definida la preocupación o interés a partir del cual describir la arquitectura del sistema definido, de la siguiente forma: (i) qué estructura debe tener la información que pueden intercambiar las herramientas software que soportan las etapas de Diagnóstico y Formulación establecidas por PmCompetisoft, y (ii) qué restricciones tendría la utilización de la información, para apoyar un entendimiento común entre este tipo de herramientas a nivel de interoperabilidad semántica.

Tercero, fue realizada una investigación sobre propuestas (puntos de vista) para representar la arquitectura de un sistema con el fin de seleccionar una enfocada en la

²³ Convenciones de un punto de vista: Pueden incluir lenguajes, notaciones, clases de modelo, reglas de diseño, métodos de modelado, técnica de análisis y otras operaciones sobre la vista.

preocupación anteriormente descrita, y brinde los lineamientos más adecuados como conceptos, notaciones, técnicas, entre otras, para describir la arquitectura del sistema definido desde la preocupación expresada anteriormente. Algunas propuestas encontradas fueron el modelo 4+1 vistas de Kruchten [81], el método 4 vistas de Siemens Reference [82] y el modelo para el procesamiento abierto distribuido ISO 10746 (RM-ODP) [45].

Después de realizar un análisis de estas propuestas fue seleccionado el punto de vista de información²⁴ propuesto por RM-ODP debido a que define los conceptos esenciales para describir la arquitectura de un sistema exclusivamente en términos de la semántica de la información y estos conceptos utilizan el modelado basado en objetos²⁵ [83]. Una mayor descripción sobre la justificación de la selección de RM-ODP está en la sección 3.1.6.

Finalmente, haciendo uso del punto de vista de información propuesto por RM-ODP, han sido definidos los elementos conceptuales involucrados en un modelo arquitectónico desde la vista de información. Algunos de estos elementos son: vista de información, modelo arquitectónico, objeto de información, tipo de objeto de información, instancia de un objeto de información, estado de un objeto de información y esquema invariante (esquema). Estos elementos son descritos en las siguientes secciones.

3.1.2 Vista de información

Esta vista expresa la arquitectura del sistema definido desde la perspectiva de la preocupación inicialmente establecida.

La vista de información definida a partir del punto de vista de RM-ODP establece la arquitectura de la información que pueden intercambiar las herramientas software que soportan a las etapas de Diagnóstico y Formulación establecidas por PmCompetisoft. Esta arquitectura debe describir el tipo de información que pueden intercambiar estas herramientas, así como la estructura de los datos, sus posibles valores, su semántica, y las restricciones impuestas sobre la utilización e interpretación de dicha información.

Esta vista está compuesta del modelo arquitectónico propuesto, cuyo propósito es permitir representar la arquitectura que la vista establece. Para cumplir con su propósito, el modelo establece un conjunto de estructuras que permiten representar la información que puede ser intercambiada entre las herramientas software que soportan a las etapas de Diagnóstico y Formulación establecidas por PmCompetisoft, como un medio para que estas herramientas compartan un entendimiento común de la información a comunicarse.

²⁴ El punto de vista de Información propuesto por RM-ODP, está enfocado en el tipo de información que puede manejar un sistema, su semántica y las restricciones en el uso e interpretación de esa información.

²⁵ Modelo basado en objetos: toma elementos del modelado orientado a objetos, el cual es la construcción de modelos de sistemas por medio de la identificación y especificación de un conjunto de objetos relacionados, que representan personas lugares o cosas, los cuales se comportan y colaboran entre sí de acuerdo al universo del discurso propio del problema que el sistema software intenta resolver.

Las estructuras definidas por el modelo están planteadas de forma conceptual, independiente de los elementos técnicos para el intercambio de información entre las herramientas software, como por ejemplo XML.

La relación de los elementos involucrados en la estrategia para definir la vista de información y el modelo arquitectónico desde esa vista, es mostrada en la figura 3.1.

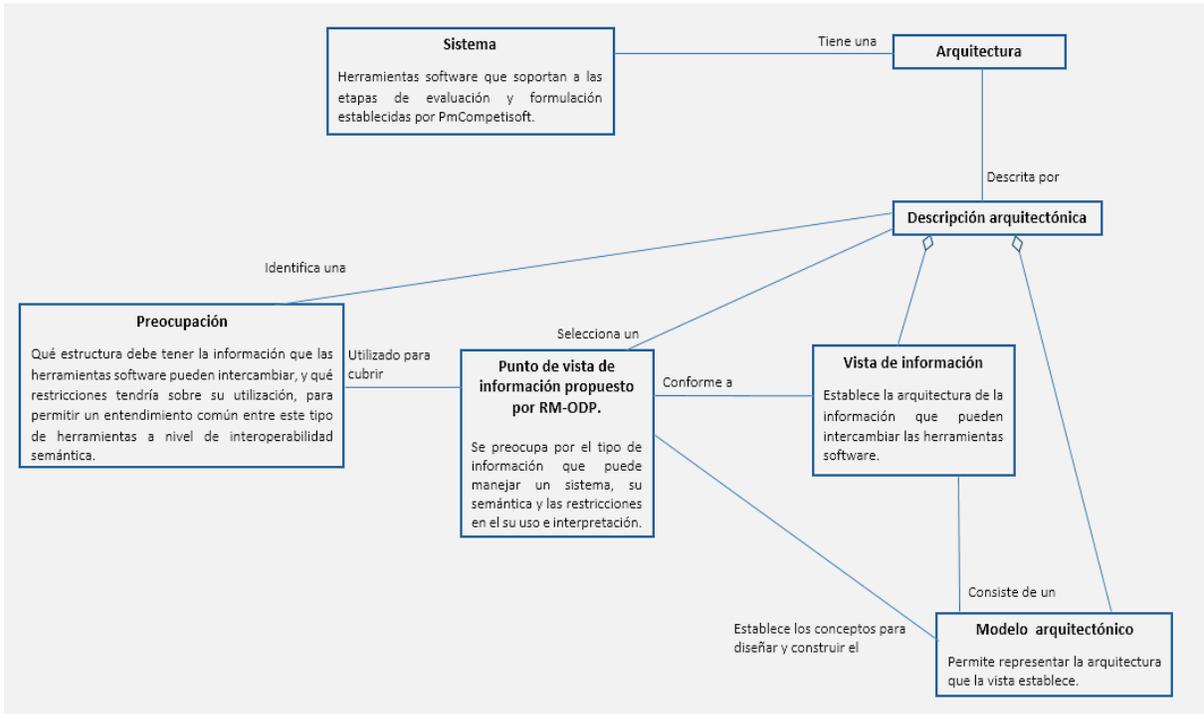


Figura 3.1. Relación de los elementos involucrados en la estrategia para definir el modelo arquitectónico desde la vista de información, conforme al enfoque de la ISO/IEC/IEEE 42010.

3.1.3 Elementos del modelo para representar la arquitectura de la vista

Estos elementos son definidos a partir de los conceptos propuestos por RM-ODP para el punto de vista de información. Debido al alto nivel de abstracción que presenta el lenguaje de información de RM-ODP, cada concepto definido para el modelo arquitectónico propuesto, fue descrito de una forma más detallada en función del perfil UML de UML4ODP para el punto de vista de información, con el fin de brindar una mejor comprensión de cada uno.

A continuación son definidos los elementos conceptuales a partir de los cuales es definido el modelo propuesto:

Objeto de información (OI): es una estructura o plantilla que permite representar la

información correspondiente a entidades²⁶ del mundo real. Está constituido por sus atributos y relaciones con otros OI. Los OI son representados por clases utilizando el perfil UML de UML4ODP.

Cada atributo de un OI representa un aspecto de una entidad, en un nivel más granular, por ejemplo, nombre, fecha, cantidad, etc.; y sus relaciones con otros OI representan un conjunto de restricciones sobre su uso.

A continuación son descritos los lineamientos que en un OI deben considerarse:

- Cada OI define un conjunto predefinido de atributos²⁷, los cuales son los únicos permitidos para representar la información, cada atributo tiene un tipo de dato descrito.
- Cada OI es nombrado a partir de los atributos que lo componen, de esta manera su nombre brinda una pauta de su uso.
- La semántica de un OI está principalmente descrita de acuerdo a sus atributos y a las relaciones con otros OI.
- Un OI puede derivar de otros OI y heredar sus atributos, lo cual es análogo a la generalización en el modelado orientado a objetos.
- Los elementos de información básicos son modelados por OI atómicos, es decir aquellos que no están compuestos por otros OI. Información más compleja es modelada como objetos de información compuestos.
- Un OI es modelado utilizando UML, aunque puede tener una descripción o explicación de la información que permite representar, sus atributos y relaciones con otros OI para una mayor claridad de su utilización.

Tipo de objeto de información: es un OI que caracteriza un grupo de OI (Cuando un OI es utilizado únicamente como un tipo de dato para un atributo, este OI en su modelado utiliza el estereotipo para tipo de objeto de información del perfil UML utilizado).

Estado de un objeto de información: en un momento fijo, está determinado por los valores que toman los atributos que lo componen y las relaciones con otros OI.

Atomicidad de una entidad: una entidad es atómica si dado un nivel de abstracción, esta no puede ser subdividida en ese nivel.

Instancia de un objeto de información: está presente cuando un OI representa una entidad específica del universo del discurso, tomando unos valores específicos en sus

²⁶ Entidad: es empleada para denominar todo aquello cuya existencia es perceptible por un sistema.

²⁷ Un atributo puede ser en sí mismo un objeto de información complejo.

atributos y adquiriendo unas determinadas relaciones con otros OI.

Para una mayor comprensión es realizada la siguiente comparación tomando los elementos del MOO: Un objeto de información es a una instancia de un objeto de información, como una clase es a un objeto.

Necesidad de interoperabilidad: corresponde a la necesidad de uno o varios sistemas de compartir o importar información, la cual tenga un propósito común.

Esquema: está compuesto por conjunto de objetos de información concretos, sus posibles relaciones entre ellos y las restricciones sobre sus relaciones y cambios de estado²⁸. La especificación de un esquema consiste en describir y modelar los anteriores elementos.

Un esquema satisface una necesidad de interoperabilidad en el contexto del presente proyecto, cuando por medio de su especificación son establecidos los OI que permiten representar la información fundamental y común involucrada en la necesidad, y además sobre esta información: (i) Brindan una semántica y una organización unificada sobre los datos, (ii) Establecen una serie de restricciones sobre su utilización e interpretación, y (iii) Permiten lograr un entendimiento común.

3.1.4 Implicación de la especificación de los esquemas que constituyen el modelo

El modelo propuesto representa un modelo estático constituido por un conjunto de esquemas. La especificación de cada esquema involucra: (i) un modelado de los OI que lo integran, las relaciones entre ellos y las restricciones sobre estas relaciones y sobre algunos valores que pueden tomar ciertos atributos de cada OI, (ii) la descripción de la información que a nivel general permite representar, (iii) la descripción de los principales OI y los atributos que no son explícitos en su significado, y (iv) la descripción de las restricciones referentes a la información que permiten representar determinados OI.

Es importante aclarar que los OI que componen cada esquema no están planteados de forma aislada sino que pueden existir diferentes relaciones entre OI que pertenezcan a distintos esquemas, también que el nivel de especificación de un OI está determinado de acuerdo a la atomicidad de la entidad a la cual esté relacionado, a partir de un nivel de abstracción definido.

3.1.5 Forma de uso del modelo

El uso principal del modelo arquitectónico propuesto es ser un referente para el diseño de la estructura de la información que puede ser intercambiada entre herramientas software que soporten a las etapas de Diagnóstico y Formulación de PmCompetisoft.

²⁸ Restricciones de cambio de estado: posibles valores que puede tomar los atributos que componen un OI y las relaciones con otros OI.

Durante la etapa de diseño de una herramienta software, los diseñadores de la estructura de la información, a partir del modelo propuesto identifican la información a compartir entre la herramienta software que está diseñándose y otras herramientas, posteriormente, seleccionan los OI conformes a la información a intercambiar, que permitan representar y estructurar esta información. Luego, los atributos correspondientes a cada OI seleccionado, sus tipos de datos, restricciones y relaciones entre OI, son convertidas en elementos de un estándar para el intercambio de información como por ejemplo, XML, entre otros (esta conversión no está dentro del alcance de este proyecto).

Una mayor descripción de cómo pueden ser utilizados los diferentes esquemas que constituyen el modelo es presentado en la sección 4.4.

3.1.6 Justificación de la selección del punto de vista de información de RM-ODP

Para la estructuración y descripción de los elementos conceptuales que conforman el modelo arquitectónico propuesto desde la vista de información, han sido considerados determinados elementos del punto de vista de información, junto a un perfil UML que permite el uso de la notación UML para expresar las especificaciones para este punto de vista de un modo gráfico estándar. Aunque RM-ODP presenta 5 puntos de vista (ver sección 2.1.5), para el propósito de este trabajo, solo ha sido seleccionado el punto de vista de Información. Las razones de su selección son descritas a continuación:

- Presenta una perspectiva enfocada en la preocupación sobre intercambio de información inicialmente descrita, ya que su interés está en el tipo de información que maneja un sistema, su semántica y las restricciones en el uso e interpretación de esa información.
- Define los conceptos esenciales para la especificación del significado de la información que puede ser comunicada por un sistema, independientemente de la forma en que las funciones de procesamiento de información en el sistema sean implementadas.
- Establece los conceptos considerando aspectos del modelado basado en objetos, de esta manera al diseñar y desarrollar el modelo propuesto con base en estos conceptos, son seguidos los lineamientos de los estudios revisados relacionados con propuestas en torno a la interoperabilidad semántica, que generalmente son expresadas desde la perspectiva de este tipo de modelado.

RM-ODP define los conceptos a utilizar para especificar la arquitectura de un sistema, pero no una notación para representarlos, por lo tanto, fue seleccionada como notación el perfil UML definido por la norma UML4ODP para el punto de vista de información, para expresar las especificaciones de los elementos que conformarán el modelo propuesto, de un modo gráfico estándar. Otras razones fundamentales para utilizar este perfil UML consiste en que UML4ODP considera a la clase como la principal abstracción, de esta forma a partir de este elemento es posible establecer y modelar las estructuras que permitan representar la información de una manera sencilla y eficiente, lo que está acorde

con varias de las propuestas identificadas en los trabajos relacionados (ver sección 2.2), además de que UML en la actualidad es considerado como un lenguaje maduro y estandarizado [84].

Es importante aclarar que para el punto de vista de información solo fue utilizado de RM-ODP los conceptos propuestos para el esquema invariante, debido a que está enfocado directamente con la preocupación inicialmente establecida.

3.2 Estrategia para desarrollar el modelo propuesto

Cuando es elaborado un modelo²⁹ es creada una abstracción de un sistema real, en la cual juega un rol importante la subjetividad de quien la realiza, por lo tanto, para elaborar el modelo más apropiado en función de satisfacer el objetivo para el que fue propuesto, es necesario capturar las abstracciones adecuadas que permitan conseguir su correcta especificación, soportándose de un proceso metodológico que guie detalladamente su desarrollo.

De acuerdo a [72] la primera tarea de cualquier modelo de intercambio de información es reunir y analizar los requerimientos o necesidades de información, es decir, determinar los elementos de datos que pueden ser compartidos y los tipos de mensajes que desean ser estructurados. Por esta razón, para crear los OI que conforman los diversos esquemas que constituyen el modelo arquitectónico, fue necesario inicialmente determinar la información para crearlos.

Debido a la complejidad de este proceso, fueron planteadas las siguientes actividades para llevarlo a cabo: (i) Identificar la información gestionada en las etapas de Diagnóstico y Formulación del proceso PmCompetisoft, (ii) Analizar la información identificada para determinar las posibles necesidades de interoperabilidad, en función de qué información podrían compartir o importar las herramientas software que soporten estas etapas, (iii) Establecer los esquemas que permitan satisfacer las necesidades de interoperabilidad determinadas, (iv) Determinar si la información identificada de PmCompetisoft es suficiente para especificar cada esquema establecido, si no es el caso, entonces determinar nueva información para completar estos esquemas, (v) Especificar los esquemas que constituirán el modelo arquitectónico propuesto a partir de la información determinada y (vi) Refinar el modelo propuesto con base en las observaciones de un experto en arquitecturas de software.

Debido a lo señalado anteriormente, para abordar el desarrollo del modelo arquitectónico propuesto fue definida una estrategia, la cual establece la vía para realizar las anteriores actividades. Esta estrategia está compuesta por una serie de etapas, mostradas en la figura 3.2. La ejecución de cada una de las etapas, fue supervisada por un experto en mejora de procesos el cual forma parte del proyecto Competisoft. A continuación son descritas de forma general cada una de estas etapas y su propósito.

²⁹ Modelo: representación parcial de un hecho o fenómeno real, que sólo detalla las cualidades relevantes que son de interés para un estudio a ser llevando a cabo [7].



Figura 3.2. Etapas de la estrategia de investigación para el desarrollo del modelo arquitectónico.

1) Identificación de la información general sobre los datos que podrían ser compartidos.

Su propósito fue identificar la información gestionada por el proceso PmCompetisoft durante las etapas de Diagnóstico y Formulación, la cual brindó los lineamientos básicos para la información que finalmente será intercambiada.

2) Identificación de las posibles necesidades de interoperabilidad.

Su propósito fue: (i) determinar posibles necesidades de interoperabilidad, en función de qué información podrían compartir o importar las herramientas software que soporten las etapas de Diagnóstico y Formulación de PmCompetisoft, y (ii) Establecer los esquemas por medio de los cuales sea posible representar la información que satisfaga cada necesidad de interoperabilidad determinada.

3) Determinación de la información sobre la cual serán especificados los esquemas.

Su propósito fue determinar la información suficiente para que al especificar los esquemas que constituyen el modelo arquitectónico propuesto, estos satisfagan cada necesidad de interoperabilidad correspondiente.

Para cumplir con el propósito planteado fueron establecidas las siguientes actividades:

- Determinar si la información identificada de PmCompetisoft es suficiente para especificar cada esquema establecido.
- Determinar nueva información si es requerida para completar los esquemas.

4) Especificación de los esquemas que constituirán el modelo arquitectónico propuesto.

Su propósito fue especificar los esquemas que constituyen el modelo arquitectónico desde la vista de información propuesto, utilizando una estrategia que emplea el modelado basado en objetos, a partir de la información determinada en la etapa anterior. Para la especificación, fueron utilizadas pequeñas iteraciones para aumentar la armonización con las entidades a modelar.

Las etapas definidas anteriormente están compuestas por una serie de actividades o sub estrategias que permiten el logro de su propósito, las cuales son descritas a continuación, junto al resultado de su aplicación.

3.2.1 Primera etapa, identificación de la información general sobre los datos que podrían ser compartidos

El propósito de esta etapa fue identificar la información gestionada por el proceso PmCompetisoft durante las etapas de Diagnóstico y Formulación, como también sus restricciones y consideraciones más importantes. Esta información es la que brindó los lineamientos básicos para la información que finalmente será intercambiada.

Para que la información identificada fuera lo más completa y significativa posible, ha sido establecida una planificación en la cual fue definido el tipo de información a identificar, las fuentes de datos, la técnica de recolección de información, y la forma mediante como identificar y describir la información. Posteriormente, la búsqueda de la información estuvo soportada con base en esta planificación. A continuación son expuestas en detalle cada una de las fases y actividades planificadas.

3.2.1.1 Fase de planeación de la identificación de la información.

Las actividades llevadas a cabo durante esta fase fueron las siguientes:

Definición del tipo de información a identificar: la información a identificar fue la de entrada, gestionada y salida de las etapas de Diagnóstico y Formulación del proceso PmCompetisoft.

Definición de los componentes sobre los cuales identificar la información: debido a que PmCompetisoft es el proceso que guía la ejecución de los ciclos de SPI en Pymes_DS y articula los diferentes componentes del modelo de mejora de Competisoft, han sido analizados además del proceso PmCompetisoft aquellos componentes del modelo de mejora que fundamentan la guía y soporte para desarrollar las iniciativas de mejora, excluyendo durante esta etapa aquellos componentes que apoyan las iniciativas de mejora como las herramientas software, el método de valoración y la estrategia para la selección y priorización de procesos.

Los elementos definidos sobre los cuales fue identificada la información gestionada por PmCompetisoft son expuestos a continuación:

- ❖ Ciertos componentes del modelo de mejora de procesos software propuesto en la versión 1.0 del proyecto Competisoft, los cuales son:
 - El proceso de mejora de procesos software denominado PmCompetisoft.
 - El proceso para valorar procesos PvalCompetisoft.
 - La guía para la Formulación y Ejecución de Mejoras denominada PfemCompetisoft.

- ❖ Las plantillas de los productos de trabajo de PmCompetisoft desarrollada en el proyecto de maestría [85].
- ❖ Los casos de estudio³⁰ realizados a Pymes_DS de diversos países, en los cuales fue aplicado el marco metodológico de Competisoft, con el fin de dar soporte a varios ciclos de mejora de procesos.

La justificación de los anteriores componentes es presentada a continuación:

- Fue analizado el proceso PmCompetisoft debido a que es el componente que definió la información base para tomar las principales decisiones arquitectónicas que formaron la estructura inicial y principal del modelo propuesto, ya que expone la guía que soporta la ejecución de las actividades de un ciclo de mejora.
- Fueron analizados los procesos PvalCompetisoft y PfemCompetisoft debido a que dan soporte a las actividades de Diagnóstico y Formulación respectivamente de PmCompetisoft, por lo tanto a través de ellos fue posible determinar con un mayor grado de detalle la información gestionada durante el Diagnóstico y Formulación y de esta manera completar la información inicialmente identificada de PmCompetisoft.
- Fueron analizadas las Plantillas de los productos de trabajo de PmCompetisoft debido a que a partir de la información que define, es posible completar, reclasificar y reestructurar la información preliminarmente identificada de PmCompetisoft, PvalCompetisoft y PfemCompetisoft.
- Fueron analizados los casos de estudio debido a que permitieron determinar elementos particulares evidenciados únicamente durante la ejecución de una iniciativa de mejora y que no están especificados en PmCompetisoft como propuesta teórica, además permitieron completar la información identificada previamente de PmCompetisoft, PvalCompetisoft y PfemCompetisoft.

Determinación de la técnica para la recolección de la información: la técnica seleccionada para la recolección de la información fue la revisión documental. De acuerdo a [86], esta técnica es el proceso mediante el cual un investigador recopila, revisa, analiza, selecciona y extrae información de diversas fuentes documentadas acerca de un tema particular, con el propósito de llegar al conocimiento y comprensión del mismo.

Esta técnica fue utilizada fundamentalmente por las siguientes razones:

³⁰ El proyecto Competisoft utilizó el método de casos de estudio para validar y refinar los distintos componentes que hacen parte de su marco metodológico.

- Existe una amplia documentación oficial de los componentes del proyecto COMPETISOFT.
- Es posible acceder a determinados trabajos académicos que permitieron el desarrollo de ciertos componentes del modelo de mejora del proyecto COMPETISOFT.
- La aplicación del marco metodológico de COMPETISOFT, utilizando la estrategia de casos de estudios, está descrita en varios artículos recopilados en la literatura y accesibles desde bases de datos.

No han sido utilizados otro tipo de técnicas como la entrevista o la observación, debido a que no es posible acceder a expertos en el proceso PmCompetisoft o a la observación del desarrollo de una iniciativa de mejora basada en este modelo de mejora.

Determinación de las fuentes de información: para establecer la información gestionada por el proceso PmCompetisoft durante las actividades de Diagnóstico y Formulación, fueron utilizadas diversas fuentes de información³¹. Como es un análisis y extracción de información utilizando la técnica de revisión documental, las fuentes primarias de información³² fueron las utilizadas. Estas fuentes son expuestas a continuación:

- El documento oficial que describe los componentes del Proyecto COMPETISOFT, en su versión 1.0 [87].
- La página web oficial del proyecto COMPETISOFT [88].
- El proyecto de maestría [85], el cual describe las plantillas para los productos de trabajo definidos en PmCompetisoft.
- La recopilación de casos de estudio sobre la aplicación del marco metodológico de Competisoft descritos (de forma resumida) en el capítulo 5 del libro referenciado en [29]
- La documentación sobre un caso de estudio realizado sobre una Pymes_DS Española.

Es importante aclarar que las fuentes de información [87] y [88] proveen información sobre los componentes del modelo de mejora propuesto por Competisoft. Fueron utilizados, ya que en determinados aspectos son complementados, al describir con un mayor grado de detalle la información.

³¹ Fuente de información: diversos tipos de documentos que contienen datos útiles para satisfacer una demanda de información o conocimiento.

³² Fuentes primarias de información: contienen información original, que no ha sido filtrada, sintetizada o interpretada.

3.2.1.2 Fase de identificación de la información

Para identificar la información explícita de un documento, aplicando la técnica de revisión documental, cada persona puede utilizar diferentes maneras de localizarla, aunque existen elementos comunes a este proceso, como establecer el tipo de información a identificar, para posteriormente comprender lo que el texto plantea y finalmente relacionar lo que el texto formula con el tipo de información a identificar [89].

Basado en estos elementos comunes fueron planteados un procedimiento y una estrategia, que tuvieron como fin establecer la información gestionada por el proceso PmCompetisoft durante las actividades de Diagnóstico y Formulación, a partir de las fuentes de información definidas. A continuación son descritos el procedimiento, la estrategia planteada y el resultado de su aplicación.

Procedimiento genérico: debido a que la actividad de identificación de la información era repetida de forma sistemática al llevarse a cabo sobre un proceso general como PmCompetisoft, hacia procesos más específicos como PvalCompetisoft y PfemCompetisoft, fue creado un procedimiento genérico que soportara esta actividad.

Los elementos de entrada a este procedimiento genérico podía ser una actividad de PmCompetisoft, PvalCompetisoft o PfemCompetisoft y su fuente de información correspondiente, o podía ser una plantilla de un producto de trabajo de PmCompetisoft y su fuente de información correspondiente.

Los pasos que constituyeron este procedimiento fueron los siguientes:

- a. Identificar la información explícita, expuesta en la fuente de información que cumpla con el tipo de información a identificar.
- b. Determinar si es información nueva o si ha sido identificada.
- c. Establecer las restricciones propias de Competisoft sobre la información identificada.
- d. Identificar los responsables de la creación o gestión de la información, establecidos según los roles que PmCompetisoft constituye.
- e. Asociar la información nueva identificada con información anteriormente establecida, si comparte propiedades y contenido comunes.
- f. Clasificar la información identificada (que no haya sido asociada) según los siguientes criterios:
 - i. En cuál de los productos de trabajo o entregables que PmCompetisoft propone está contenida.
 - ii. En cual actividad de Instalación, diagnóstico o formulación es gestionada.

- iii. En cual actividad de los procesos de PvalCompetisoft o PfemCompetisoft es gestionada.
- g. Determinar a cual actividad de los procesos de PvalCompetisoft o PfemCompetisoft es entrada la información identificada.
- h. Establecer si existen consideraciones sobre la información identificada, expuestas por Competisoft.
- i. Registrar la información identificada, características, restricciones propias, consideraciones, responsables si los hay y como está clasificada.

Estrategia para identificar información de casos de estudio: los elementos de entrada a esta estrategia fueron los casos de estudio desarrollados por Competisoft y sus fuentes de información correspondientes.

Para cada caso de estudio fueron identificados los elementos particulares que son evidenciados únicamente durante la ejecución de la iniciativa de mejora correspondiente al caso de estudio y que no han sido identificados en un análisis previo, para posteriormente complementar la información establecida de PmCompetisoft, PvalCompetisoft y PfemCompetisoft, si comparte propiedades y contenido comunes y además, establecer restricciones o consideraciones sobre esta información.

Secuencia establecida para identificar la información: para la identificación de la información ha sido establecido el siguiente orden de ejecución:

Fue aplicado el proceso genérico para las actividades de instalación³³, diagnóstico y formulación de PmCompetisoft, posteriormente fue aplicado a cada actividad definida en PvalCompetisoft y PfemCompetisoft. Durante cada actividad analizada fueron utilizadas las fuentes de información [29] y [88] con el fin de complementar adecuadamente la información identificada.

Luego, fue aplicado el proceso genérico para cada plantilla de los productos de trabajo definidos por Competisoft para las actividades de instalación, diagnóstico y formulación. Finalmente, para cada uno de los casos de estudio recopilados en [29] y el caso de estudio realizado sobre una Pymes_DS Española, fue aplicada la estrategia para identificar la información definida para casos de estudio, utilizando la fuente de información correspondiente.

Información Identificada: Al seguir la secuencia establecida para identificar la información anteriormente planteada, el resultado fue un conjunto de información, clasificada según corresponda a las etapas de instalación, diagnóstico o formulación y con respecto a las actividades de los procesos de PvalCompetisoft o PfemCompetisoft donde es gestionada, o si corresponde a información transversal a la ejecución del ciclo

³³ De la etapa de instalación fue identificada la información que es de entrada a la etapa de diagnóstico y formulación.

de mejora. La información identificada está descrita en el anexo A (Ver Cd de entregables).

Conclusiones de la información identificada: al analizar la información identificada fue posible establecer que el proceso de mejora PmCompetisoft no ha sido pensado desde la perspectiva de qué información debe gestionarse en cada una de sus actividades, sino en definir los lineamientos básicos (actividades, roles, productos de trabajo) que una pequeña empresa debe seguir cuando lleve a cabo un proyecto de mejora, Además, la información identificada es presentada de forma genérica, ya que puede adaptarse a las necesidades que cada iniciativa de mejora puede presentar.

También fue establecido que aunque la información identificada no presenta un alto grado de detalle, si describe a nivel general la información fundamental y común que puede presentarse en una iniciativa de mejora.

3.2.2 Segunda etapa, identificación de las posibles necesidades de interoperabilidad

Cuando un sistema o en el caso particular una herramienta software necesita compartir o importar información, es creada una necesidad de interoperabilidad³⁴. A partir de la información identificada del proceso PmCompetisoft para las etapas de Diagnóstico y Formulación, fueron determinadas una serie de posibles necesidades de interoperabilidad, en función de qué información compartir o importar, las cuales pueden ser presentadas por herramientas software que soporten las iniciativas de mejora basadas en PmCompetisoft.

Para determinar las posibles necesidades de interoperabilidad, fue creado un modelo conceptual con un alto nivel de abstracción, destinado a mostrar solo las entidades, atributos y sus relaciones más importantes³⁵, encontradas a partir de la información identificada de la etapa anterior. La finalidad del modelo fue representar los requisitos de información estratégicos y fundamentales presentes en una iniciativa de mejora basada en PmCompetisoft.

Posteriormente, utilizando el modelo conceptual, fue determinada y agrupada información identificada de la etapa anterior que compartiera un propósito, contexto y utilidad común, y además, fueron identificadas las entidades más relevantes que puedan estar constituidas por otras entidades.

Luego, cada grupo de información y las entidades identificadas fueron constituidas como posibles necesidades de interoperabilidad entre herramientas software. Finalmente, para cada necesidad de interoperabilidad fue establecida la información a nivel general que el modelo propuesto debería permitir representar para satisfacerla.

³⁴ Cada necesidad de interoperabilidad tiene asociada una determinada información, la cual puede ser compartida o importada entre las herramientas software vinculadas.

³⁵ Se consideró la importancia de una entidad en función de su prioridad para llevar a cabo con éxito una iniciativa de mejora.

3.2.2.1 Necesidades de interoperabilidad identificadas

A continuación son presentadas las necesidades de interoperabilidad identificadas, en función de qué información podrían compartir o importar las herramientas software, además, para cada necesidad es descrita qué información el modelo debe permitir representar para satisfacerla.

❖ **Datos correspondientes a la instalación del ciclo de mejora**

Es necesario representar la información generada en la actividad de instalación definida en el proceso de mejora de PmCompetisoft, debido a que esta información permite guiar a la organización a través de cada una de las fases del ciclo de mejora.

❖ **Datos correspondientes a la planeación de la valoración**

Es de vital importancia representar la información correspondiente a la planificación de la valoración la cual define el objetivo y el alcance de la valoración, los roles involucrados, el cronograma de actividades de valoración y el modelo de evaluación, entre otros aspectos, ya que esta información permite guiar todo el proceso correspondiente a la valoración de los procesos organizativos.

❖ **Información que represente al modelo de evaluación utilizado durante la ejecución de la valoración**

Durante la ejecución de la valoración es utilizado un modelo de evaluación de procesos el cual brinda los lineamientos fundamentales para dirigirla y realizarla, además permite producir para cada proceso valorado un resultado cuantitativo que caracteriza la capacidad del proceso³⁶, basado en el establecimiento del estado actual de los procesos mediante el hallazgo de sus debilidades y fortalezas, por lo tanto, el resultado de la valoración, es conforme a los elementos que el modelo de evaluación establezca para generarla.

Por lo anterior, es fundamental representar la información que permita definir un modelo de evaluación de procesos, enfocado en los elementos con los cuales establecer un perfil³⁷ de los procesos valorados; sin embargo, debido a que actualmente existe una gran diversidad de modelos de este tipo cada uno con una serie de características y requerimientos propios, es necesario enfocarse en un modelo en particular sobre el cual establecer la información que permita definirlo.

Teniendo en cuenta que el modelo de mejora de Competisoft propone utilizar un modelo de evaluación conforme con el estándar ISO/IEC 15504-2 [90], ya que es adecuado para llevar a cabo evaluaciones en Pymes_DS [31], fue posible determinar la representación de la información que permite definir un modelo de evaluación de procesos conforme con este estándar.

³⁶ Capacidad del proceso: logro sistemático del propósito del proceso.

³⁷ Perfil: Un perfil de un proceso valorado según la norma ISO/IEC 15504-2 es un conjunto de valoraciones de atributos de proceso y un nivel de capacidad alcanzado.

❖ **Información que represente al modelo de referencia de procesos utilizado durante la ejecución de la valoración**

Los modelos de Evaluación de Procesos están basados en las descripciones de los procesos proporcionadas por los modelos de referencia de procesos, en el caso particular la ISO / IEC 15504-2 define un conjunto de elementos fundamentales que deben componer la descripción de un proceso, los cuales son transformados en indicadores a utilizar durante la valoración de la capacidad de los procesos.

En razón de lo expuesto, es fundamental representar la información que permita definir un modelo de referencia de procesos, la cual cumpla con los requisitos esenciales para los modelos de referencia de procesos que plantea el modelo de evaluación ISO/IEC 15504-2, con el fin de asegurar que los resultados de la evaluación sean traducibles a un perfil de procesos de este modelo de evaluación de una manera repetible.

❖ **Datos correspondientes al resultado de la valoración de procesos**

La actividad de evaluación de procesos permite conocer el estado general de los procesos de la organización, a partir del cual es posible obtener sus diferentes oportunidades de mejora. Por lo tanto, es necesario representar la información correspondiente al resultado de la valoración de los procesos, ya que es la información fundamental a partir de la cual es identificado qué mejorar, para posteriormente desarrollar los diferentes planes de mejora. Este resultado debe estar conforme a los elementos con los cuales establecer un perfil de los procesos valorados del modelo de evaluación ISO/IEC 15504-2.

Es importante tener en cuenta que el estado general de los procesos, está principalmente conformado por: Una parte cualitativa, compuesta del hallazgo de sus debilidades y fortalezas y una parte cuantitativa, compuesta de un perfil del nivel de capacidad como un conjunto de valoraciones de atributos de proceso.

❖ **Datos correspondientes a la planificación y formulación de mejoras**

Es necesario representar la información de las diferentes oportunidades de mejora de los procesos organizacionales, identificadas a partir del estado de los procesos valorados, junto a su priorización y organización en casos e iteraciones de mejora, debido a que es el activo fundamental que permite constituir los diferentes planes de mejora durante la etapa de Formulación, los cuales conformaran las directrices de mejora para ejecutar las iteraciones.

❖ **Información que represente un proceso mejorado, resultado de la ejecución de mejoras.**

Es fundamental representar la información correspondiente a un proceso mejorado como resultado de las iteraciones de mejora, el cual satisface un conjunto de oportunidades de mejora. Vale resaltar que el proceso mejorado es el resultado fundamental de la etapa de Formulación y ejecución.

❖ **Datos correspondientes a la planificación y gestión de las actividades, recursos y asignación del personal involucrado en la mejora**

La planificación de las actividades, recursos y la asignación de personal es realizada continuamente a lo largo de todo el ciclo de mejora, su objetivo es guiar y soportar el desarrollo de cada una de las actividades que lo componen, además, durante la etapa de Formulación, es repetida de forma sistemática en las actividades que la conforman (diseño del Caso de Mejora, planificación de la Ejecución de la Iteración), por lo tanto, su correcto planteamiento constituye un factor de éxito sobre la iniciativa de mejora.

Según lo expuesto anteriormente, es necesario representar la información correspondiente a:

- Planificación de las actividades y tareas, y resultado de su seguimiento (esfuerzo realizado, lecciones aprendidas, problemas y soluciones implementadas).
- Recursos que van a ser planificados, asignados y/o gestionados durante las etapas y actividades del ciclo de mejora.
- El recurso humano que ejecuta y tiene la responsabilidad de las actividades del ciclo de mejora según los roles asignados por Competisoft.

3.2.2.2 Esquemas propuestos para satisfacer las necesidades de interoperabilidad identificadas

Para cubrir las necesidades de interoperabilidad identificadas fueron planteados una serie de esquemas por medio de los cuales sea posible representar la información asociada a cada necesidad. En la tabla 3.1 son presentadas las necesidades de interoperabilidad, relacionadas a su correspondiente esquema(s) propuesto(s) para satisfacerla.

La mayoría de necesidades de interoperabilidad por sus características, les corresponde un esquema para satisfacerla. Sin embargo, debido a que las necesidades identificadas en la Tabla 3.1 como f y g tienen en común representar la información correspondiente a un proceso o procesos definidos, fue planteado un único esquema, mediante el cual sea posible satisfacer las características que tienen en común, como también las particularidades que cada necesidad presenta. Por lo tanto este esquema debe permitir representar información correspondiente a:

- Un modelo de referencia de procesos que cumpla con los requisitos esenciales para los modelos de referencia de procesos, y los elementos fundamentales que describen a un proceso, planteados por la norma ISO/IEC 15504-2.
- Un proceso mejorado resultado de las iteraciones de mejora y a los procesos que pueden conformar un modelo de referencia de procesos.

Necesidad de interoperabilidad	Esquema propuesto para satisfacerla
a) Datos correspondientes a la instalación del ciclo de mejora.	Iniciación del ciclo de mejora.
b) Datos correspondientes a la planeación de la valoración.	Planificación de la valoración.
c) Información que represente al modelo de evaluación utilizado durante la ejecución de la valoración.	Modelo de evaluación.
d) Datos correspondientes al resultado de la valoración de procesos.	Resultado de la valoración de procesos.
e) Datos correspondientes a la planificación y formulación de mejoras.	Planificación y formulación de mejoras.
f) Información que represente al modelo de referencia de procesos utilizado durante la ejecución de la valoración.	Descripción y modelado de procesos.
g) Información que represente un proceso mejorado, resultado de la ejecución de mejoras.	
h) Datos correspondientes a la planificación y gestión de las actividades, recursos y asignación del personal involucrado en la mejora.	Planificación de las actividades.
	Gestión de Recursos.
	Gestión del Personal involucrado.

Tabla 3.1. Necesidades de interoperabilidad relacionadas a su correspondiente esquema propuesto para satisfacerla.

Para cubrir esta necesidad en un principio fue considerado modelar y describir los procesos software con base en un conjunto de elementos y requerimientos básicos y comunes que la literatura establece para todo proceso, pero pudo concluirse que la información correspondiente al modelado y descripción de un proceso software, debe estructurarse con base en los elementos establecidos por un lenguaje especializado para el modelado de procesos, por lo tanto, la actual necesidad es satisfecha por este tipo de lenguajes.

La anterior conclusión fue establecida debido a que en la actualidad existen lenguajes y/o meta-modelos para el modelado de procesos software como SPEM³⁸ (Software and Systems Process Engineering Meta-model) [91], el cual brinda el marco de trabajo suficiente para el modelado de procesos, ya que es un lenguaje especializado para tal fin y que tiene como objetivo proporcionar una representación estándar para los procesos [92].

Con respecto a la necesidad identificada en la Tabla 3.1 como h, debido a que está compuesta de una serie de ámbitos cada uno con sus propios intereses y necesidades

³⁸ SPEM: meta-modelo de ingeniería de procesos, así como un marco conceptual, el cual puede proporcionar los elementos necesarios para el modelado, documentación, presentación, gestión, el intercambio y la promulgación de los métodos y procesos de desarrollo.

particulares, son abordados independientemente, asignando a cada uno un esquema propio que permitiera representar la información que gestiona.

3.2.3 Tercera etapa, determinación de la información sobre la cual son especificados los esquemas.

Dentro de esta etapa fue verificada si la información identificada en la primera etapa era suficiente para especificar los esquemas identificados anteriormente, es decir, para representar mediante los OI la información fundamental y común involucrada en cada necesidad de interoperabilidad. Pudo concluirse que era necesario definir nuevas fuentes de información para completar la información.

3.2.3.1 Esquemas determinados que son especificados principalmente a partir de la información propia de PmCompetisoft

Fue determinado que los esquemas que pueden ser especificados principalmente a partir de la información identificada por PmCompetisoft son los siguientes:

- Iniciación del ciclo de mejora.
- Planificación de la valoración.
- Planificación y formulación de mejoras.

Por lo tanto, para los esquemas: Modelo de evaluación, Descripción y modelado de procesos, Resultado de la valoración de procesos, Planificación de las actividades, Gestión de Recursos y Gestión del Personal involucrado, fue necesario consultar nuevas fuentes de información que permitieran determinar la información suficiente a partir de la cual especificarlos con el fin de satisfacer cada necesidad de interoperabilidad correspondiente al esquema.

3.2.3.2 Fuentes de información definidas para completar la información identificada de PmCompetisoft

Para completar la información que permitiera especificar los esquemas de: Iniciación del ciclo de mejora, Planificación de la valoración y Planificación y formulación de mejoras, fueron determinadas las siguientes fuentes de información:

- Un experto en mejora de procesos de software, el cual forma parte del proyecto Competisoft.
- La herramienta software que soporta las etapas de PmCompetisoft denominada GENESIS [93], de la cual fue identificada específicamente cómo está estructurada la información que gestionada en el módulo de planificación de mejoras.

La herramienta software GENESIS fue seleccionada como fuente de información por las siguientes razones: hace parte del Modelo de mejora de Competisoft y sus requerimientos están enmarcados en las etapas del proceso de mejora de PmCompetisoft, el levantamiento de sus requerimientos fue realizado con una serie de

consultores de amplia experiencia implementando mejoras en pequeñas organizaciones de TI y la revisión de las actividades del proceso de mejora para identificar las necesidades primarias a automatizar, fue realizada con un experto en SPI para Pymes_DS.

3.2.3.3 Definición de las fuentes de información para determinar la información sobre la cual especificar los esquemas restantes

Para cada esquema han sido determinadas diversas fuentes de información para su especificación. Estas fuentes de información son expuestas a continuación junto al tipo de información identificada de cada una y clasificadas según el esquema en el cual son definidas.

- a. Esquema: modelo de evaluación y resultado de la valoración de procesos

Para estos esquemas fueron utilizadas las siguientes fuentes de información:

- El documento oficial de la norma ISO/IEC 15504-2 [37], de la cual fue determinada la información para definir un modelo de evaluación de procesos, enfocado en los elementos con los cuales establecer un perfil de los procesos valorados y cómo debería estar estructurado el resultado correspondiente a la valoración de los procesos.
- El documento oficial de la norma ISO/IEC 15504-5, de la cual fue determinada información correspondiente a los tipos de indicadores que define la norma.
- Las herramientas software Appraisal Assistant³⁹ en su versión v 2.1.1 y Spice 1-2-1 para la ISO 15504-2012⁴⁰ en su versión demo 3.0.3, debido a que en [94], [33], [34] las definen como algunas de las más utilizadas para la valoración de procesos software. De estas herramientas fue determinada información correspondiente a:
 - Los elementos y las relaciones entre estos (comunes y particulares de cada herramienta) que estructuran el resultado correspondiente a la valoración de un proceso software conforme a la ISO/IEC 15504-2, clasificados según el modelo de evaluación en el cual este basado cada herramienta.
 - Los indicadores de valoración y sus tipos, que conforman el resultado de la valoración, basados únicamente en los modelos de evaluación conformes a la ISO/IEC 15504-2. Para estos indicadores fueron identificados sus características comunes y particulares que los

³⁹ Appraisal Assistant. Disponible en: <https://www.sqi.griffith.edu.au/AppraisalAssistant/about.html>. Accedida el 10 de Octubre de 2014.

⁴⁰ Spice 1-2-1. Disponible En: <http://www.spice121.com/cms/en/>. Accedida el 10 de Octubre de 2014.

describen.

b. Esquema: Descripción y modelado de procesos

Para cubrir la necesidad relacionada con Información que permita representar un modelo de referencia de procesos que cumpla con los requisitos esenciales para los modelos de referencia de procesos y los elementos fundamentales que describen a un proceso, planteados por la norma ISO/IEC 15504-2, fue establecido utilizar como fuente de información el documento oficial de la norma ISO/IEC 15504-2 [37], de la cual fue identificada la información referente a los requisitos esenciales que deben cumplir los modelos de referencia de procesos que plantea esta norma internacional.

c. Esquema: Planificación de las actividades

Para este esquema fue establecido utilizar como fuente de información el capítulo sobre la gestión del tiempo en los proyectos de la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK⁴¹), del cual fueron identificados los elementos esenciales para describir las actividades, su secuencia, duración y recursos, resultado de un proceso de planificación dentro de las etapas de un ciclo de mejora. Fue seleccionado la guía del PMBOK, debido a que es el estándar más ampliamente reconocido para manejar y administrar proyectos [95].

d. Esquema: Gestión de Recursos

Para este esquema fue decidido utilizar como fuente de información el módulo dedicado al control de los recursos que son asignados a los proyectos de mejora del software GENESIS, del cual fue identificada la información para describir los tipos de recursos para las mejoras, el costo de los mismos, las posibles relaciones entre ellos y entre los elementos de la planeación.

Esta fuente de información fue seleccionada debido a que tiene un módulo especialmente dedicado a la gestión de recursos para una iniciativa de mejora basada en PmCompetisoft, y por las razones dadas anteriormente.

e. Esquema: Gestión del Personal involucrado

Para este esquema fue definió utilizar como fuentes de información las siguientes:

- La herramienta software que soporta las etapas de PmCompetisoft GENESIS de la cual fue identificada específicamente como está estructurada la información que gestiona para el recurso humano involucrado en las iniciativas de mejora.
- Los casos de estudio recopilados y analizados durante la primera etapa del

⁴¹ PMBOK: es un estándar reconocido internacionalmente (IEEE Std 1490-2003) que provee los fundamentos de la gestión de proyectos que son aplicables a un amplio rango de proyectos, desarrollado por el Instituto para la gestión de proyectos conocido internacionalmente como PMI.

enfoque estratégico, de los cuales fueron identificados elementos particulares correspondientes a la descripción del recurso humano involucrado en las iniciativas de mejora.

Las anteriores fuentes de información fueron utilizadas, ya que no es necesario datos exhaustivos sobre el personal involucrado en la mejora, sino información esencial que permita identificarlos y vincularlos a la organización que realiza la mejora.

3.2.3.4 Consideraciones sobre la información determinada

Las fuentes de información anteriores fueron establecidas debido a que la información identificada de estas fuentes, ha sido considerada suficiente para representar mediante los OI la información fundamental y común involucrada en cada necesidad de interoperabilidad.

Es también importante mencionar que fueron analizadas las herramientas software GENESIS, Appraisal Assistant y Spice 1-2-1 desde una perspectiva de cómo esta estructurada la información que gestionan, con los objetivos de:

- Determinar información nueva y relevante para completar la información inicialmente identificada.
- Tener en cuenta como actualmente las herramientas software referentes en valoración y gestión de la información de PmCompetisoft estructuran la información que puede ser intercambiada.
- Determinar elementos presentes únicamente con la aplicación de las propuestas teóricas de PmCompetisoft e ISO/IEC 15504-2 en la especificación de herramientas software.

3.2.4 Cuarta etapa, especificación de los esquemas que constituyen el modelo arquitectónico propuesto.

El propósito de esta etapa fue especificar los esquemas que constituyen el modelo arquitectónico propuesto, utilizando la siguiente estrategia que emplea el modelado basado en objetos. Para el modelado de los OI fue utilizado el perfil UML⁴² para la vista de información de UML4ODP, por medio de la herramienta MagicDraw.

⁴² Plugin de UML4ODP para MagicDraw: permite el desarrollo de especificaciones de sistemas ODP, de acuerdo con las directrices establecidas por la norma ISO e ITU-T UML4ODP.

3.2.4.1 Estrategia para especificar los esquemas que constituirán el modelo

Esta estrategia describe los lineamientos básicos aplicados durante la especificación de los esquemas. No ha sido descrito todo el proceso de modelado debido a la complejidad inherente a él, como por ejemplo las decisiones tomadas a partir de la inferencia, la revisión del diseño de un OI, la búsqueda de información común para identificar entidades, etc.

Debido a que el proceso de identificación de las entidades presentes en la información gestionada en las etapas de Diagnóstico y Formulación de PmCompetisoft y la especificación de los esquemas, es un proceso sistemático, fue establecido el siguiente procedimiento genérico que apoya este proceso, el cual por sus características es considerado iterativo e incremental⁴³ con el fin de aumentar la armonización con las entidades que a modelar.

3.2.4.1.1 Procedimiento genérico

Entradas al procedimiento: Información determinada en la etapa anterior que corresponda a un esquema específico. Las actividades y que componen este procedimiento son los siguientes:

A) Identificar posibles Entidades.

Para la información determinada fueron establecidas posibles entidades que puedan ser representadas por OI. Una entidad es establecida como posible si presenta una serie de características propias, las cuales la dotan de una identidad única.

Una vez establecidas las entidades que podrían convertirse en OI, es organizada la información común a cada entidad. Posteriormente, con cada información correspondiente a una entidad en particular, la actividad B es realizada, la cual consiste en crear y modelar el OI que permitirá representar la entidad.

B) Creación del OI

A continuación son presentadas las tareas que componen esta actividad y algunas consideraciones para su realización:

B1) Establecer el nombre del OI

Por tratarse de un concepto o abstracción, es utilizado un sustantivo en singular para nombrar el posible OI.

B2) Identificar atributos

Gramaticalmente son buscados en la información como adjetivos que califican a la entidad asociada al OI. Posteriormente es establecido un tipo de dato a los atributos identificados.

⁴³ Es considerado iterativo e incremental porque son repetidas una serie de acciones que generan nuevos OI y amplían o mejoran la especificación de otros OI ya creados.

B3) Identificar asociaciones

Gramaticalmente son buscadas dentro de la información como verbos conjugados, conjunciones u otros elementos que unen dos sustantivos que representan entidades. A cada asociación establecida entre OI, es determina una multiplicidad⁴⁴ y navegabilidad⁴⁵, y además si puede ser de tipo agregación⁴⁶ o composición⁴⁷.

B4) Identificar herencia entre OI

Es identificada la existencia de herencia entre OI mediante la búsqueda de atributos y características comunes entre OI.

B5) Identificar restricciones

Las restricciones son identificadas como un conjunto de condiciones o limitaciones que deben cumplir los OI sobre su estado a exhibir. Luego de ser identificadas son especificadas utilizando una de las siguientes maneras:

- Incorporándolas directamente en el esquema en términos de asociaciones entre OI con su respectiva multiplicidad.
- Expresándolas por medio de una descripción textual.

B6) Determinar la constitución de un OI

Luego de crear y modelar un OI es considerado como constituido, cuando por medio de este OI es definida lo más exactamente posible una entidad, en otras palabras, cuando el OI captura las abstracciones adecuadas que permiten definir a la entidad a representar. El resultado será un OI con una serie de atributos, relaciones con otros OI, restricciones, y una identidad única (estructura única). Si no cumple con esta consideración queda pendiente para revisión.

Observaciones:

- La determinación de si un OI está constituido fue realizada con la supervisión de un experto en PmCompetisoft y SPI.
- Durante el transcurso de creación de otros OI, los posibles OI pendientes para revisión pueden completarse hasta llegar a constituirse.

⁴⁴ Multiplicidad: define cuántas instancias de un OI A pueden asociarse a una instancia de un OI B en determinado momento.

⁴⁵ Navegabilidad: indica que un OI conoce la relación que tiene con otro OI, es decir tiene una referencia hacia otro OI. En el modelado las asociaciones sin flechas significan que la navegabilidad es bidireccional.

⁴⁶ Agregación: es un tipo de asociación que indica que una OI es parte de otro OI. Los OI agregados pueden existir fuera del OI contenedor.

⁴⁷ Composición: es un tipo de asociación que indica que una OI es parte de otro OI. Los objetos contenidos solo existen dentro del OI contenedor como atributos.

C) Rediseño de otros objetos de información

Durante el proceso de especificación de un OI (actividad B) puede replantearse o completarse la especificación de otros OI, incluidos aquellos pendientes para revisión. Los posibles cambios son registrados, describiendo qué aspectos cambiar, causas e impactos sobre el diseño de otros OI asociados, lo cual permite analizar el impacto de cada cambio y controlar su propagación.

D) Determinar si hay entidades por modelar

Es determinado si hay entidades por modelar, sí es el caso debe retornarse a la actividad A, donde nuevamente es seleccionada una entidad y son realizadas las actividades anteriormente establecidas. Si no hay entidades por modelar, son revisados los OI pendientes. Al final para los OI no constituidos es determinada nueva información de las fuentes establecidas para completarlos.

E) Descripción del esquema

Consiste en la descripción de la información que a nivel general permite representar el esquema y la descripción de los principales OI y los atributos que no son explícitos en su significado.

3.2.4.1.2 Orden de ejecución de aplicación del procedimiento

Para la información determinada en la etapa anterior correspondiente a cada esquema, fue aplicado el procedimiento genérico con una sucesión de iteraciones por cada esquema. El resultado de las iteraciones fue la especificación de cada esquema. Al final fueron revisadas las especificaciones con la información determinada en pro de establecer su correlación con esta información.

La figura 3.3 muestra el procedimiento genérico para la especificación de los esquemas, con el fin de brindar un mayor entendimiento.

3.2.4.1.3 Consideraciones para identificación de entidades y el modelado de los OI

Al momento de identificar entidades y su modelado en UML, fueron tenidas en cuenta las siguientes consideraciones:

- Si es identificada una entidad que fue previamente identificada en un contexto diferente, es decir, ya existe un OI para dicha entidad, no es creado un nuevo OI, en cambio es agregado como un uso⁴⁸ del OI previamente creado.
- Si un atributo toma un conjunto de valores particulares, es definida una enumeración⁴⁹ para representar el conjunto de valores.

⁴⁸ Uso de un OI: se define a la reutilización del OI en un contexto diferente, donde adquiera otro significado, pero conserve la misma estructura.

⁴⁹ Enumeración: es un tipo de dato, cuyos valores se enumeran en el modelo como literales de enumeración definidos.

- Aplicar la alta cohesión⁵⁰ y el bajo acoplamiento⁵¹ con el fin de: (i) Que los OI creados representen lo mejor posible las características de las entidades, (ii) que las relaciones entre OI sean las necesarias y (iii) que los OI sean lo más independientes posible; para que en caso de producirse una modificación en alguno de los OI, la repercusión posible en el resto de OI relacionados sea mínima. Es importante aclarar que su evaluación fue realizada de una forma cualitativa.

El siguiente capítulo presenta la especificación de los esquemas que constituyen el modelo propuesto, como resultado de esta etapa.

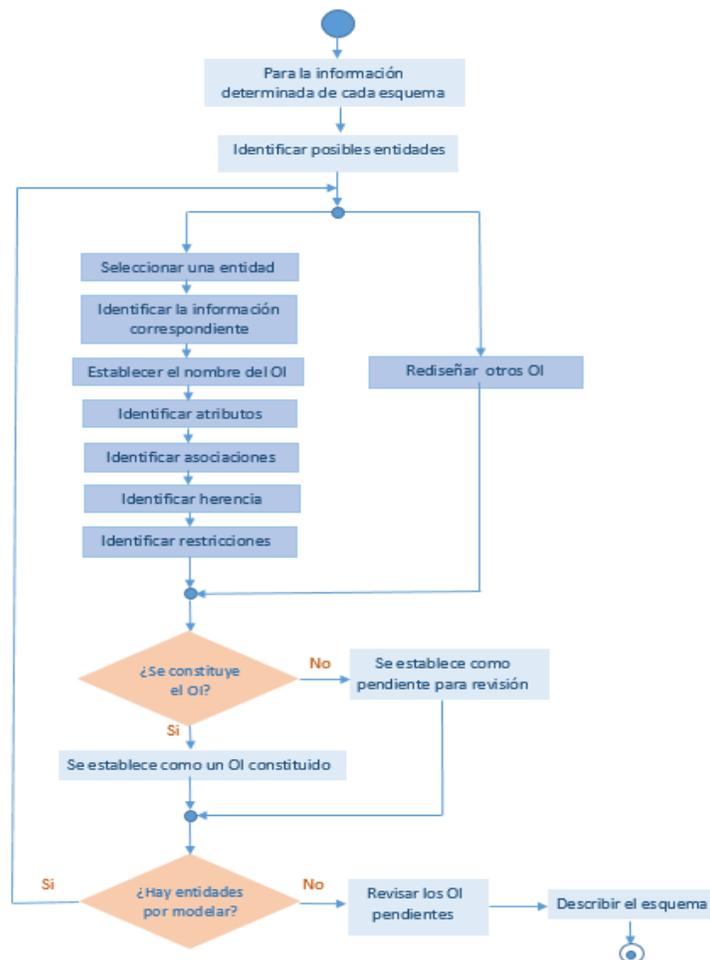


Figura 3.3. Diagrama que muestra el procedimiento genérico para la creación de objetos de información y la especificación de un esquema.

⁵⁰ Cohesión: en el contexto de esta propuesta, la cohesión es la medida en la que un OI se dedica a representar la información que respecta a una entidad establecida, y no a representar información o características que involucren a otra entidad [3] [5].

⁵¹ Acoplamiento: en el contexto de esta propuesta, el acoplamiento es la medida en que los cambios de un OI tienden a [5].

Capítulo 4

4. Modelo arquitectónico desde la vista de información

Durante este capítulo es presentada la especificación de los esquemas que constituyen el modelo arquitectónico desde la vista de información propuesto, este conjunto de esquemas han sido definidos para satisfacer las necesidades de interoperabilidad descritas en el capítulo anterior.

La especificación de cada esquema está compuesta de: (i) Un modelado de los OI que lo integran, de sus relaciones entre ellos y las restricciones sobre estas relaciones y sobre algunos valores que pueden tomar ciertos atributos de cada OI, utilizando el perfil UML para la vista de información de UML4ODP (ii) la descripción de la información que a nivel general permite representar (iii) la descripción de los principales OI y los atributos que no son explícitos en su significado y (iv) la descripción de las restricciones referentes a la información que permiten representar determinados OI.

Los OI que componen cada esquema establecen las estructuras a partir de las cuales es posible representar la información que pueden intercambiar las herramientas software que soportan a las etapas de Diagnóstico y Formulación establecidas por PmCompetisoft, además, permiten determinar los posibles valores que puede tomar esta información, establecer su semántica y las restricciones sobre su utilización e interpretación, de esta forma éstas herramientas podrían lograr un entendimiento común de la información a comunicar.

Para modelar los OI fue utilizado el perfil para el punto de vista de la información propuesto por la norma UML4ODP, por medio del plugin desarrollado para la herramienta de modelado MagicDraw.

4.1 Descripción general del modelo propuesto

Para satisfacer las necesidades de interoperabilidad descritas en el capítulo anterior fueron definidos los siguientes nueve esquemas de información: (i) Iniciación del ciclo de mejora, (ii) Gestión del personal involucrado, (iii) Gestión de recursos, (iv) Planificación de las actividades, (v) Planificación de la valoración, (vi) Descripción y modelado de procesos, (vii) Modelo de evaluación, (viii) Resultado de la valoración de procesos y (ix) Planificación y formulación de mejoras. La figura 4.1 describe los esquemas que conforman el modelo propuesto.

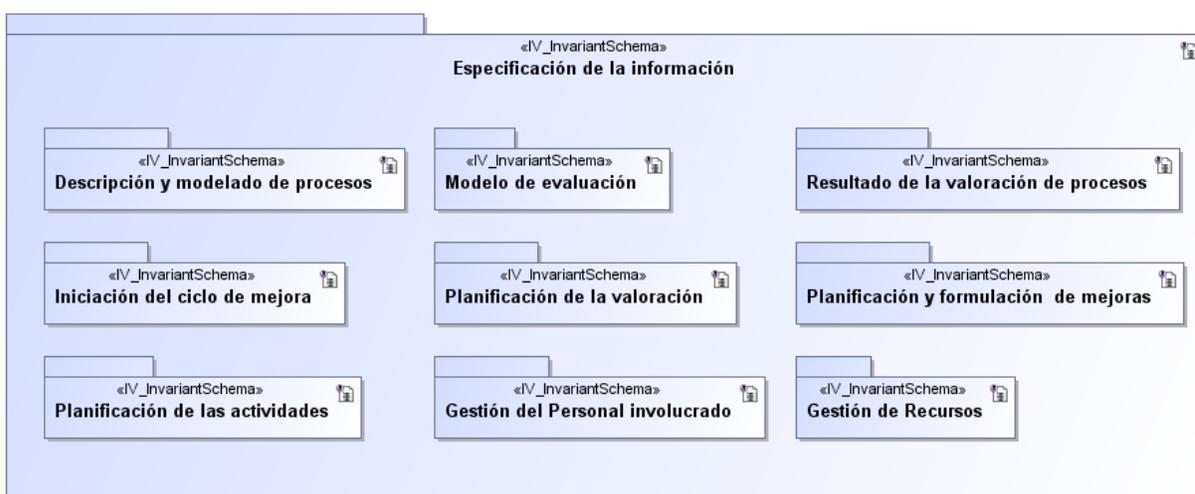


Figura 4.1. Esquemas de información – estructura general.

A continuación es presentada una descripción general de cada uno de los esquemas que constituyen el modelo arquitectónico propuesto, de acuerdo a la información que cada esquema permite representar:

- Los esquemas *Planificación de las actividades*, *Gestión de recursos* y *Gestión del personal involucrado* han sido establecidos de tal forma que puedan ser utilizados para representar la información relacionada con la planificación de actividades, recursos y la asignación de personal que es realizada continuamente a lo largo de todo el ciclo de mejora.
- El esquema *Iniciación del ciclo de mejora* permite representar la información generada en la actividad de Instalación del ciclo de mejora.

- El esquema *Planificación de la valoración* permite representar la información establecida para la planificación de la valoración de los procesos en un ciclo de mejora.
- El esquema *Modelo de evaluación* permite representar la información para constituir un modelo de evaluación que sea conforme con la norma internacional ISO/IEC 15504-2, enfocado en los elementos con los cuales establecer un perfil de los procesos valorados.
- El esquema *Descripción y modelado de procesos* permite representar la información correspondiente a un modelo de referencia de procesos que cumpla con los requisitos esenciales para los modelos de referencia de procesos, y los elementos fundamentales que describen a un proceso, planteados por la norma ISO/IEC 15504-2.
- El esquema *Resultado de la valoración de procesos* permite representar la información correspondiente al estado de los procesos valorados, con respecto a las recomendaciones enmarcadas en la norma ISO/IEC 15504-2.
- El esquema *Planificación y formulación de mejoras* permite representar la información relacionada con las oportunidades de mejora correspondientes a cada uno de los procesos valorados y del proceso mejorado el cual es resultado de la formulación de mejoras.

En la figura 4.2 es mostrada la relación de los esquemas anteriormente expuestos con las etapas de Instalación del ciclo, Diagnóstico de procesos y Formulación de mejoras del ciclo de SPI establecidas por PmCompetisoft, basada en la información de las etapas que los esquemas permiten representar, también en la figura son mostradas algunas dependencias entre los esquemas.

4.2 Consideraciones generales del modelo

La especificación de los esquemas que constituyen el modelo propuesto ha sido desarrollada teniendo en cuenta un conjunto de consideraciones. Debido a que son establecidas como relevantes al momento de comprender el alcance del modelo, las principales consideraciones son expuestas a continuación.

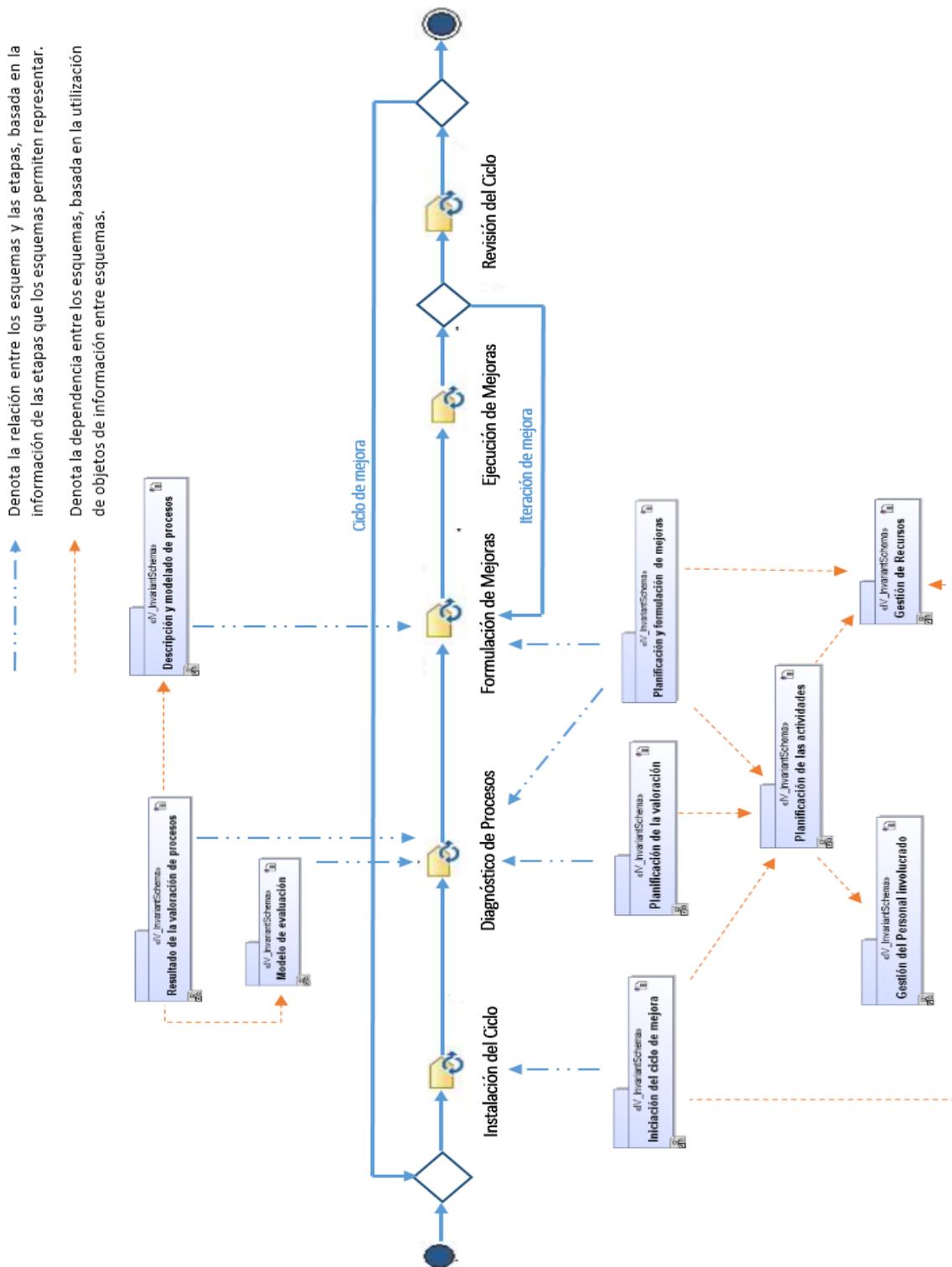


Figura 4.2. Relación entre los esquemas que constituyen el modelo y las etapas de Instalación, Diagnóstico y Formulación, basadas en la información que los esquemas permiten representar de cada etapa.

4.2.1 Aspectos sobre la información que permite representar el modelo

La información que permite representar el modelo está enfocada principalmente en la información más relevante y común (resultado de las actividades de una iniciativa de mejora) para la toma de decisiones sobre el proyecto de mejora y no en cómo es lograda esa información.

Otras consideraciones importantes sobre el modelo, es que fue desarrollado teniendo en cuenta la trazabilidad de la información generada desde la actividad de instalación hasta la formulación y a la mejora de procesos software como una disciplina integral.

Con respecto al modelado de los OI que componen los esquemas, cada OI fue planteado con un nivel de abstracción adecuado sobre las entidades que participan en la iniciativa de mejora, en función de representar los datos fundamentales y comunes, además, han sido diseñados para que al realizar una gestión sobre sus atributos (agregar nuevos o eliminar algunos) los cambios resultantes sobre otros OI relacionados sea los menores posibles.

Es necesario tener en cuenta que los esquemas definidos por el modelo están planteados de forma conceptual, independientemente de los elementos técnicos de las herramientas software y de los estándares para el intercambio de información como por ejemplo XML.

4.2.2 Tipos de datos utilizados en el modelo

El modelo hace uso de los tipos de datos primitivos de UML. Para una mayor comprensión sobre su uso, en la tabla 4.1 es descrito cada tipo de dato.

Tipo de dato	Descripción
String	Representa una cadena de caracteres.
int	Representa un número entero.
double	Representa un número decimal. Para separar la parte entera de la decimal debe emplearse un punto (.).
date	Representa una fecha. Para este tipo de dato han sido definidos un conjunto de atributos, como es mostrado en la figura 4.3

Tabla 4.1. Descripción de los tipos de dato utilizados en el modelo.



Figura 4.3. Definición de los atributos para el tipo de dato date.

4.2.3 Código de colores establecido a los esquemas

En el modelado de los OI, ha sido asignado a cada esquema un color, como es mostrado en la tabla 4.2, con el fin de identificar a que esquema corresponde cada OI.

Color	Nombre del esquema
	<i>Gestión de recursos</i>
	<i>Gestión del personal involucrado</i>
	<i>Planificación de las actividades</i>
	<i>Iniciación del ciclo de mejora</i>
	<i>Planificación de valoración</i>
	<i>Modelo de evaluación</i>
	<i>Descripción y modelado de procesos</i>
	<i>Resultado de la valoración de procesos</i>
	<i>Planificación y formulación de mejoras</i>

Tabla 4.2. Código de colores establecidos a los esquemas.

4.3 Esquemas que constituyen el modelo propuesto

Para cada uno de los esquemas que constituyen el modelo arquitectónico propuesto, es presentado a continuación el modelado de los OI que lo integran, la descripción de la información que a nivel general permite representar, la descripción de los principales OI y los atributos que no son explícitos en su significado y la descripción de las restricciones referentes a la información que permiten representar determinados OI.

4.3.1 Esquema: *Gestión del Personal involucrado*

Este esquema permite representar la información correspondiente al personal involucrado en la implementación de las iniciativas de mejora, el cual es un activo fundamental para el éxito de las iniciativas de SPI en las Pymes_DS [29], y a la organización en la cual son implementadas las iniciativas de mejora. En la figura 4.4 es presentado el modelado de los OI que componen este esquema. A continuación son descritos los principales OI relacionados con este esquema.

Organización: permite representar la información correspondiente a la organización en la cual serán implementadas las iniciativas de mejora. Sobre este OI son asociados los objetivos de negocio que guían a la organización, la información correspondiente a todo el personal involucrado en la mejora y los proyectos de mejora.

Es importante tener en cuenta que una organización en particular puede involucrar en la iniciativa de mejora a varias personas, las cuales a su vez pueden estar involucradas en diversas organizaciones, ya sea porque laboren en ellas o porque presten soporte a la iniciativa de mejora como personal externo.

Persona: permite representar la información correspondiente a los atributos fundamentales mediante los cuales es posible identificar los recursos humanos involucrados en las iniciativas de mejora. Es posible representar por medio de este OI los diferentes roles de la labor de una persona en la organización y las responsabilidades asignadas sobre los roles de Competisoft para la iniciativa de mejora, también es posible mediante este OI asociar compromisos y responsabilidades sobre las actividades del ciclo de mejora.

Rol Competisoft: permite representar la información correspondiente a los roles de Competisoft que son asignados al personal de la organización, durante la iniciativa de mejora.

Vinculación laboral: PmCompetisoft enfatiza en el registro, medición y seguimiento del esfuerzo y costo involucrado durante todas las actividades del ciclo de mejora, debido a que pueden convertirse en un riesgo sobre el éxito de la iniciativa de mejora, por lo cual fue creado este OI.

Permite representar la información correspondiente al salario del personal involucrado en la iniciativa de mejora, el cual al relacionarlo con el esfuerzo involucrado en el conjunto de actividades ejecutadas en el ciclo de mejora donde haya participado, permitirá estimar el costo de este esfuerzo.

Perfil: permite representar la información correspondiente al perfil del personal, el cual es utilizado para identificar el equipo humano más idóneo para cumplir o asignar una responsabilidad.

Contacto: permite representar la información básica para contactar a las personas involucradas en la iniciativa.

Objetivo: este OI permite representar el objetivo de negocio de una organización. Un objetivo de negocio es un resultado o estado que la organización en la cual es implementada la iniciativa de mejora pretendida.

4.3.2 Esquema: *Gestión de recursos*

Este esquema permite representar la información correspondiente a los recursos que van a ser planificados, asignados y/o gestionados durante las etapas y actividades del ciclo de mejora. Los diferentes tipos de recursos están contenidos en un único OI denominado *Recurso*, el cual permite ser asociado con el conjunto de actividades de la iniciativa de mejora, y de esta forma facilitar su representación. En la figura 4.5 es presentado el modelado de los OI que componen este esquema. A continuación son descritos los principales OI relacionados con este esquema.

Recurso Humano: permite representar la información correspondiente al personal asignado a cada una de las etapas y actividades del ciclo de mejora. Mediante este OI es posible representar, si es requerido, un tiempo de labor para las responsabilidades a cumplir por parte del personal, a partir de un conjunto de atributos, los cuales son descritos a continuación:

Horas asignadas: representa las horas asignadas para realizar la labor.

Periodo de tiempo: representa un periodo de tiempo sobre el cual puede gestionar las horas asignadas, basado en una unidad de periodo de tiempo (Día, Semana, Mes).

Tiempo máximo asignado: representa un periodo de tiempo máximo en el que el recurso está activo.

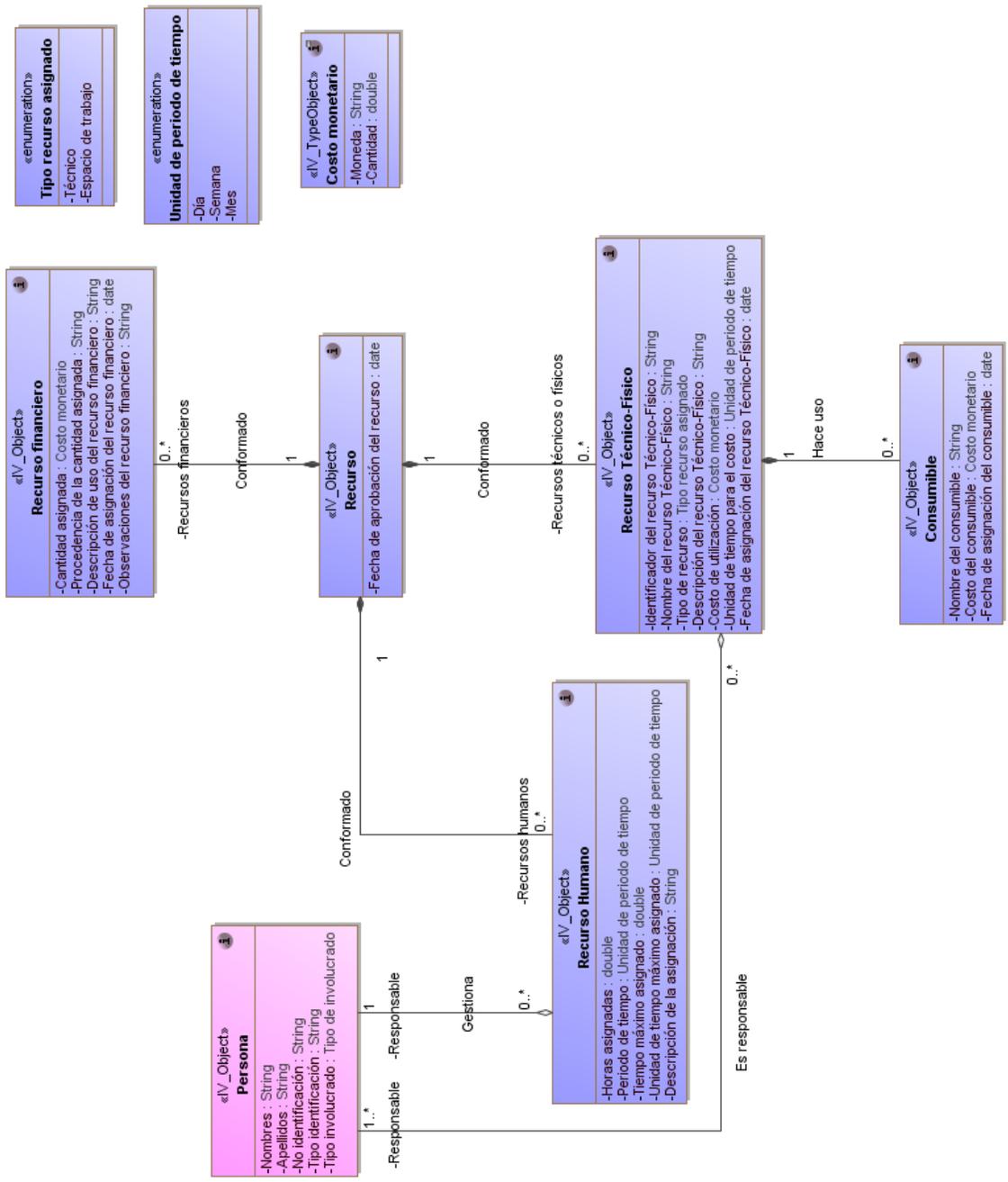


Figura 4.5. Modelado de los OI que componen el esquema de gestión de recursos.

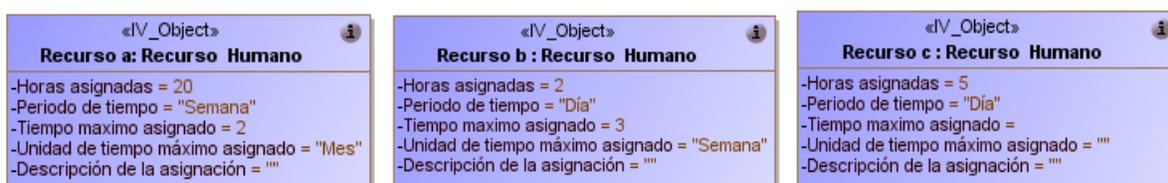
Unidad de tiempo máximo asignado: representa una unidad de tiempo a partir de la cual es posible asignar el tiempo máximo, basado en una unidad de periodo de tiempo (Día, Semana, Mes).

Para comprender con mayor claridad lo anteriormente expuesto, es mostrado el siguiente ejemplo:

A una persona involucrada en la iniciativa de mejora para realizar su labor es posible asignar un tiempo de la siguiente manera:

- a) 20 horas por semana, durante 2 Meses.
- b) 2 horas diarias por 3 semanas.
- c) 5 horas diarias

Al representar la información anterior por medio de este OI, en la figura 4.6 es mostrada una vista instantánea de la información correspondiente a cada forma de asignación de tiempo.



«IV_Object» Recurso a: Recurso Humano	«IV_Object» Recurso b : Recurso Humano	«IV_Object» Recurso c : Recurso Humano
-Horas asignadas = 20 -Periodo de tiempo = "Semana" -Tiempo maximo asignado = 2 -Unidad de tiempo máximo asignado = "Mes" -Descripción de la asignación = ""	-Horas asignadas = 2 -Periodo de tiempo = "Día" -Tiempo maximo asignado = 3 -Unidad de tiempo máximo asignado = "Semana" -Descripción de la asignación = ""	-Horas asignadas = 5 -Periodo de tiempo = "Día" -Tiempo maximo asignado = -Unidad de tiempo máximo asignado = "" -Descripción de la asignación = ""

Figura 4.6. Vista instantánea de la información correspondiente a cada forma de asignación de tiempo, para los ejemplos a), b) y c).

Recurso Financiero: permite representar la información correspondiente a un recurso monetario asignado a cada una de las etapas y actividades del ciclo de mejora. Permite establecer un monto asignado, procedencia, y para que será utilizado, información utilizada en el control de los costos relacionados al proyecto de mejora.

Recurso Técnico-Físico: permite representar la información correspondiente a un recurso técnico o físico, mediante la cual es posible identificar recursos como herramientas software, equipo de cómputo, documentos, espacios de trabajo, entre otros, los cuales son asignados a determinadas actividades del ciclo de mejora. Además es posible asociarle un conjunto de consumibles utilizados.

El atributo *Identificador del recurso Técnico-Físico* es un identificador del recurso asignado por la organización.

Este esquema permite representar la información correspondiente a: la planificación de las actividades y tareas realizadas para apoyar los objetivos definidos a lo largo de todo el ciclo de mejora, la estimación de tiempo y recursos que llevará su realización y el resultado del seguimiento que involucra esfuerzo medido e inconvenientes presentados. En la figura 4.7 es presentado el modelado de los OI que componen este esquema. A continuación son descritos los principales OI relacionados con este esquema.

Operación: permite representar la información correspondiente a una actividad o tarea, la cual puede tener contenida: el alcance del trabajo, una estimación de su duración, la planificación de los recursos que intervienen, y los costos involucrados, así como la relación con el personal participante y responsable. Las operaciones pueden estar vinculadas mediante varios tipos de relaciones por medio del OI *Vínculo*. La tabla 4.3 describe los tipos de vínculo que puede asumir el atributo *Tipo de vínculo* del OI *Vínculo*.

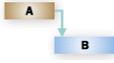
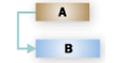
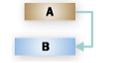
Tipo de vínculo	Ejemplo	Descripción
Fin a comienzo		La operación dependiente (B) no puede comenzar hasta que haya sido completada la operación de la que depende (A).
Comienzo a comienzo		La operación dependiente (B) no puede comenzar hasta que comience la operación de la que depende (A).
Fin a fin		La operación dependiente (B) no puede ser completada hasta que haya sido completada la operación de la que depende (A).
Comienzo a fin		La operación dependiente (B) no puede ser completada hasta que comience la operación de la que depende (A).

Tabla 4.3. Descripción de los tipos de vínculo que puede asumir el atributo *Tipo de vínculo* del OI *Vínculo*.

Cronograma: permite representar la información correspondiente a la programación de actividades y tareas.

Informe de seguimiento de la actividad: Permite representar la información correspondiente a inconvenientes, consideraciones y esfuerzo derivados de la ejecución de las actividades. Esta información es tomada en cuenta debido a que durante una iniciativa de mejora es fundamental para desarrollar indicadores de seguimiento y control

sobre el proyecto de mejora.

Esfuerzo medido: permite representar información correspondiente al esfuerzo invertido durante la realización de las actividades, tanto del personal de Competisoft⁵² y de la organización involucrado en la mejora, y los esfuerzos individuales de cada uno de los participantes de las actividades.

La medición del esfuerzo es posible representarla mediante el tipo de OI *Medición del esfuerzo*, el cual consta de los atributos *cantidad de tiempo* y *unidad*. Por ejemplo, para representar un esfuerzo individual como 5 Horas/Hombre, una vista instantánea de la información es mostrada en la figura 4.8.

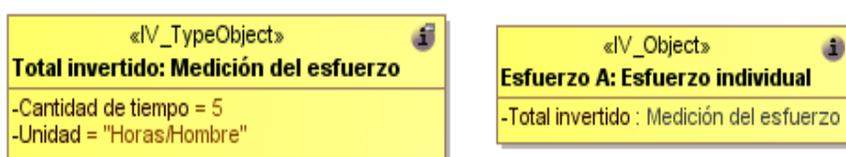


Figura 4.8. Vista instantánea de la información correspondiente a un ejemplo de la medición del esfuerzo.

Inconveniente presentado: permite representar la información correspondiente a problemas presentados durante la ejecución de una actividad y soluciones propuestas e implementadas para cubrir este problema.

Consideración: permite representar la información correspondiente a quejas, comentarios y lecciones aprendidas. Este tipo de información puede ser utilizada para realizar acciones preventivas y correctivas durante la iniciativa de mejora.

4.3.4 Esquema: *Iniciación del ciclo de mejora*

Este esquema permite representar la información generada en la actividad de instalación definida en el proceso de mejora PmCompetisoft. Esta información es la que guía a la organización a través de las fases siguientes del ciclo de mejora. En la figura 4.9 es presentado el modelado de los OI que componen este esquema. A continuación son descritos los principales OI relacionados con este esquema.

⁵² Personal de Competisoft: personal experto de Competisoft, externo a la organización.

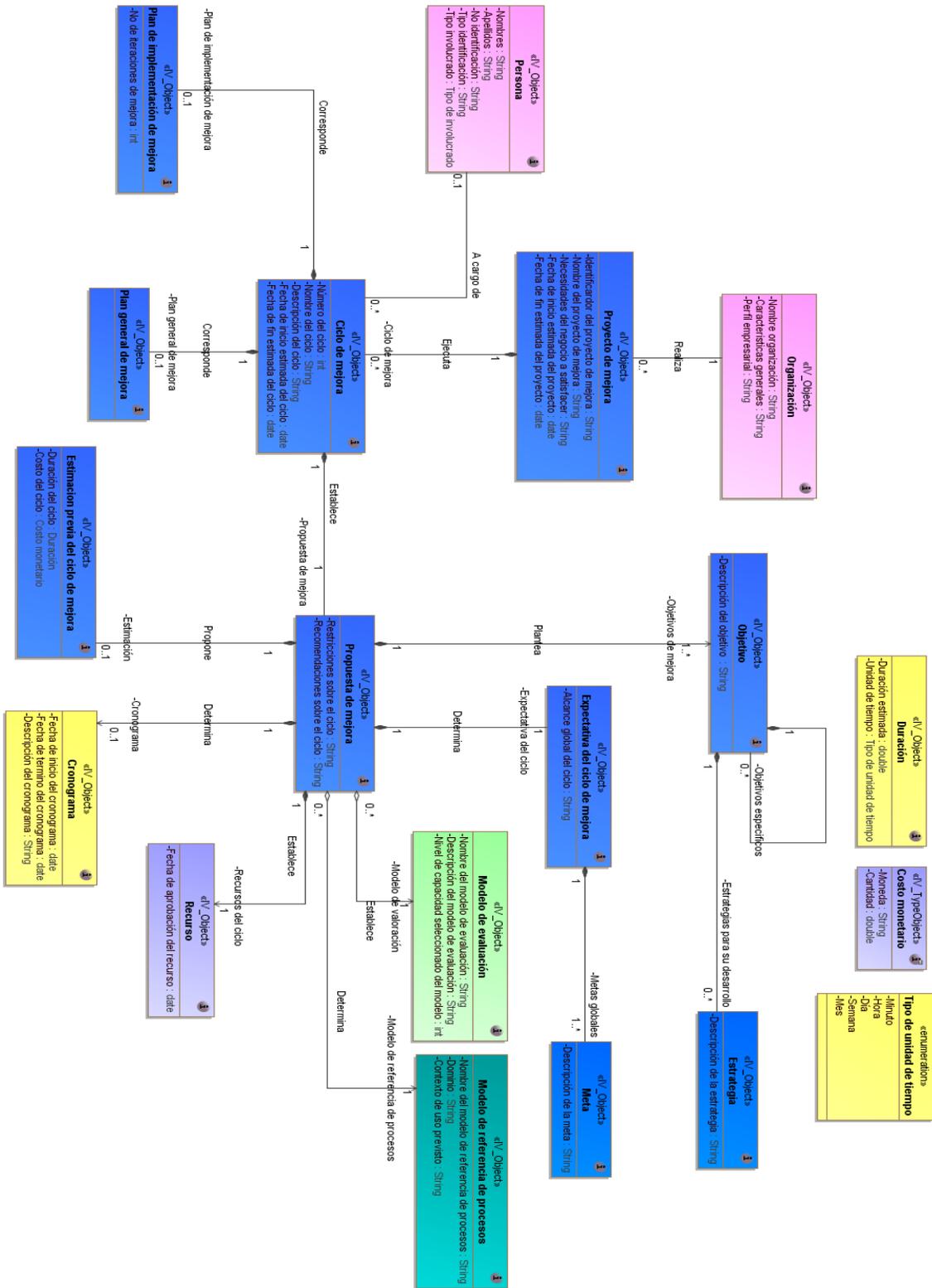


Figura 4.9. Modelado de los OI que componen el esquema de iniciación del ciclo de mejora

Ciclo de mejora: permite representar la información correspondiente a un ciclo de mejora. Este OI puede contener la información referente a los principales productos de trabajo definidos por PmCompetisoft como propuesta de mejora, el plan general y de implementación de mejoras, creado a partir del conjunto de actividades presentes en las etapas de Diagnóstico y Formulación de mejoras.

Propuesta de mejora: permite representar la información correspondiente a la propuesta de mejora generada durante la instalación del ciclo, que pertenece únicamente a un ciclo de mejora. Este OI permite contener la información que servirá de entrada a las etapas de Evaluación de Procesos y formulación de mejoras referente a: los recursos aprobados por la gerencia para el ciclo de mejora, por ejemplo: humanos (con una definición de sus roles), técnicos, físicos y financieros; el cronograma que permite establecer a nivel general los hitos más importantes y un plazo para su realización; los objetivos que guiarán la mejora, entre otros.

Proyecto de mejora: permite representar la información correspondiente a un proyecto de mejora perteneciente a una organización. Este OI permite contener la información de los ciclos realizados durante una iniciativa de mejora.

Restricciones sobre los OI

- El OI *modelo de evaluación* contenido en el OI *Propuesta de mejora* debe ser conforme a la norma ISO/IEC 15504-2 Performing an Assessment.

4.3.5 Esquema: Planificación de la valoración

Este esquema permite representar la información correspondiente a la planificación de la valoración. Esta información es la que guía la actividad correspondiente a la valoración de los procesos organizativos. En la figura 4.10 es presentado el modelado de los OI que componen este esquema. A continuación son descritos los principales OI relacionados con este esquema.

Plan de valoración: permite representar la información correspondiente al plan de valoración. Este OI permite contener la información que servirá de entrada a la etapa de Diagnóstico de Procesos.

Proyecto a evaluar: permite representar la información correspondiente a un proyecto desarrollado por la organización en la cual es realizada la iniciativa de mejora, utilizado para evaluar las prácticas implementadas en su desarrollo.

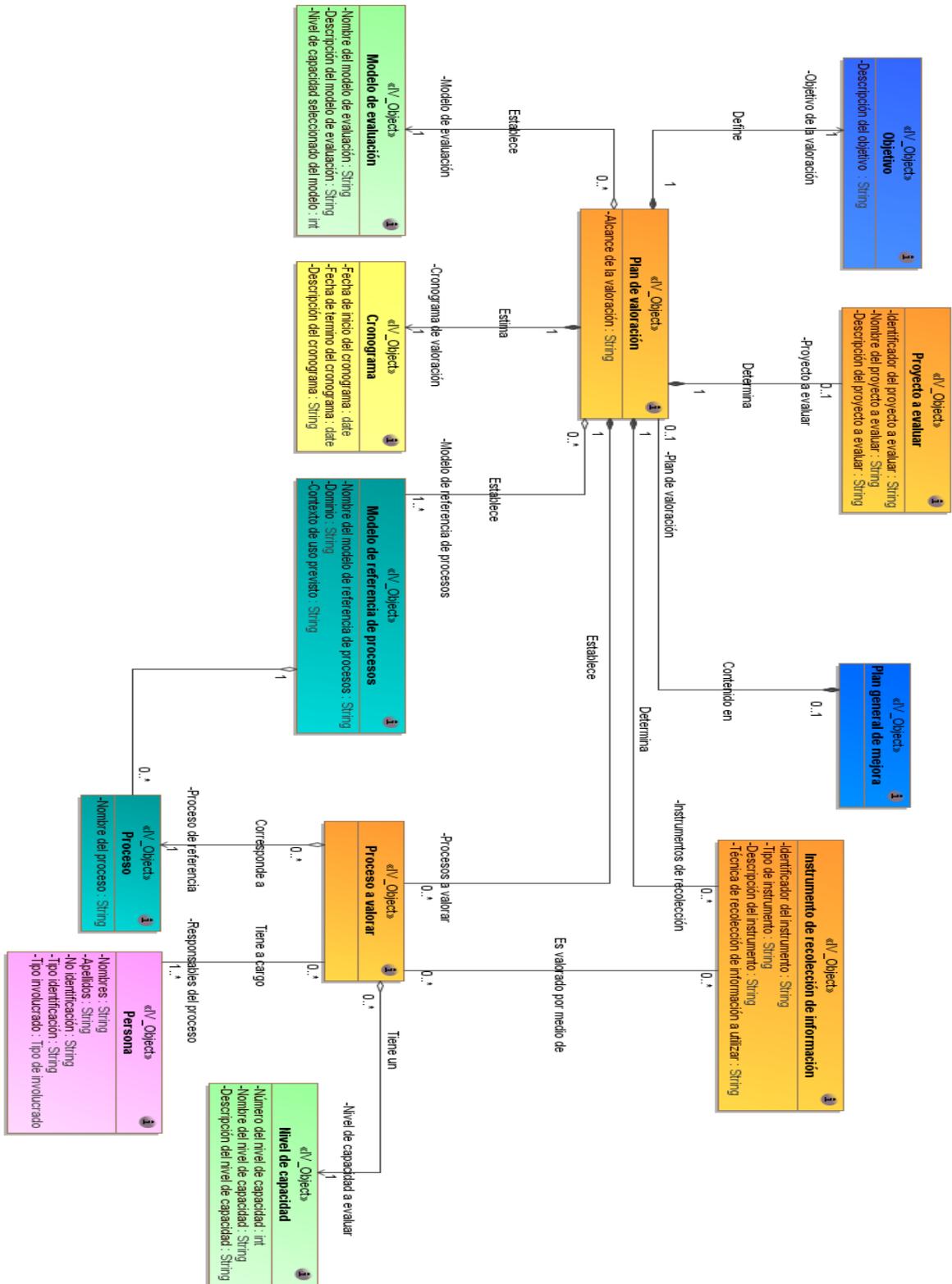


Figura 4.10. Modelado de los OI que componen el esquema de planificación de la valoración.

Instrumento de recolección de información: permite representar la información correspondiente a los instrumentos utilizados para recolectar la información de los procesos organizacionales. El atributo *Tipo de instrumento* hace referencia al tipo de instrumento como por ejemplo cuestionarios, plantillas, entre otros, y el atributo *Técnica de recolección de información a utilizar* puede ser por ejemplo entrevistas, encuestas, etc.

Proceso a valorar: permite representar la información correspondiente a los procesos a valorar del modelo de referencia de procesos seleccionado. El atributo *Nivel de capacidad a evaluar* hace referencia al nivel de capacidad del modelo de evaluación seleccionado sobre el cual valorar el proceso.

Restricciones

- En los OI *Proyecto a evaluar* e *Instrumento de recolección de información* los atributos *Identificador del proyecto a evaluar* e *Identificador del instrumento* corresponden respectivamente a la organización en la cual es llevada a cabo la iniciativa de mejora y debe ser válido y único dentro de ella.

4.3.6 Esquema: Descripción y modelado de procesos

Este esquema permite representar la información correspondiente a un modelo de referencia de procesos que cumpla con los principales requisitos esenciales para los

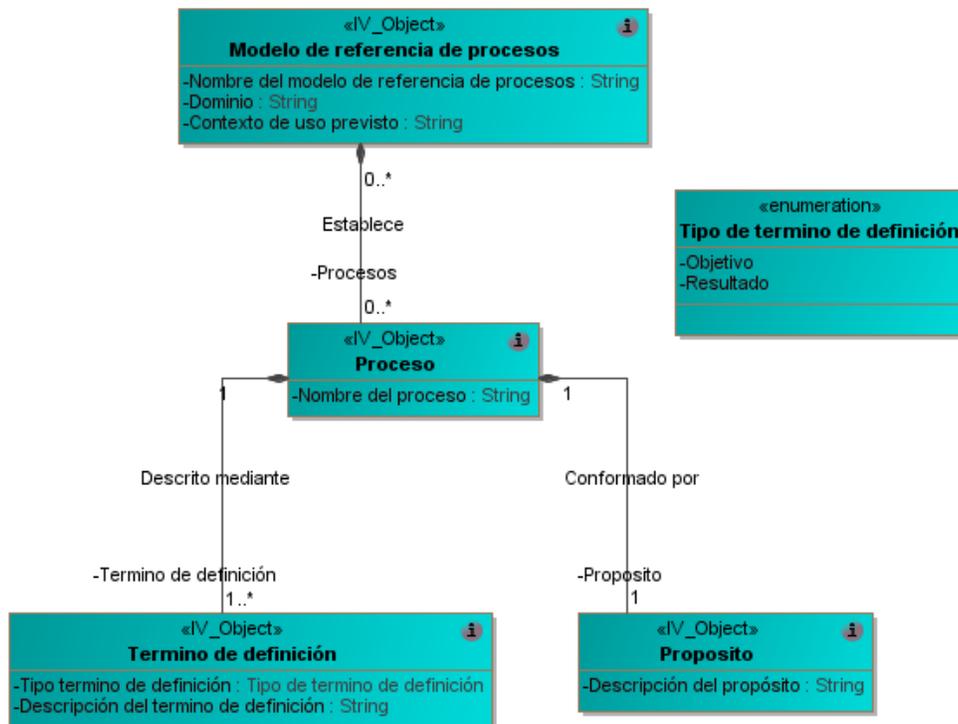


Figura 4.11. Modelado de los OI que componen el esquema de descripción y modelado de procesos.

modelos de referencia de procesos, y los elementos fundamentales que describen a un proceso, planteados por la norma ISO/IEC 15504-2. En la figura 4.11 es presentado el modelado de los OI que componen este esquema.

Además, este esquema debe permitir representar la información correspondiente a la descripción y modelado de los procesos de una organización. Este aspecto es planteado como un trabajo futuro, debido a la complejidad de los elementos involucrados en la definición de procesos y a que los lenguajes especializados para el modelado de procesos establecen de una forma estandarizada estos elementos. A continuación son descritos los principales OI relacionados con este esquema.

Modelo de referencia de procesos: permite representar la información que describe a un modelo de referencia de procesos, la cual cumpla con los requisitos esenciales para los modelos de referencia de procesos planteados por la norma ISO/IEC 15504-2, como su nombre, una declaración del dominio del modelo, y la descripción de su contexto de uso previsto. Este OI permite contener los procesos asociados al modelo de referencia de procesos.

El atributo *Dominio* hace referencia al área de aplicación específica del modelo, por ejemplo desarrollo de software, administración de proyectos, entre otros.

El atributo *Contexto de uso previsto* hace referencia al contexto al cual está enfocado, por ejemplo industria del software a nivel general, Pymes_DS, entre otros.

Proceso: permite representar la información de los elementos fundamentales que describen a un proceso, siguiendo los lineamientos de la norma ISO/IEC 15504-2.

Propósito: permite representar la información correspondiente a la descripción en alto nivel de los objetivos generales de la realización del proceso.

Termino de definición: permite representar la información correspondiente a los objetivos o resultados de un proceso, representan lo que es deseado lograr con el proceso o el logro previsto del proceso respectivamente, a partir de los cuales es posible demostrar el logro exitoso del propósito del proceso.

4.3.7 Esquema: **Modelo de evaluación**

Este esquema permite representar la información correspondiente a un modelo de evaluación de procesos conforme a los requisitos definidos para constituir un modelo de evaluación según la norma ISO/IEC 15504-2. Los requisitos seleccionados fueron los enfocados en los elementos con los cuales establecer un perfil de los procesos valorados. En la figura 4.12 es presentado el modelado de los OI que componen este esquema. A continuación son descritos los principales OI relacionados con este esquema.

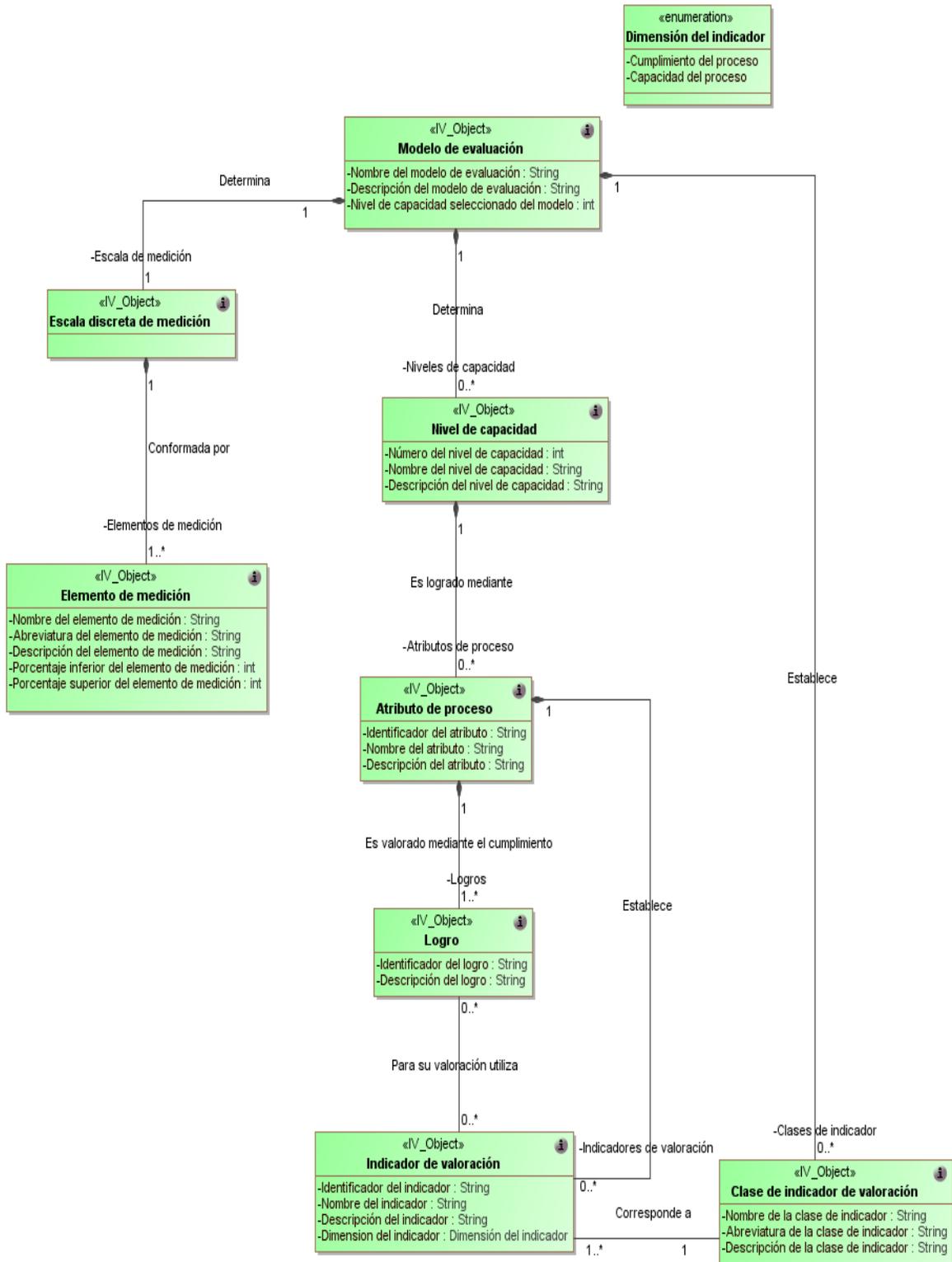


Figura 4.12. Modelado de los OI que componen el esquema de Modelo de evaluación.

Modelo de evaluación: permite representar la información prioritaria que identifica a un modelo de evaluación conforme a los requisitos definidos para constituir un modelo de evaluación según la norma ISO/IEC 15504-2. Este OI en su atributo *Nivel de capacidad seleccionado del modelo* indica el subconjunto continuo de los niveles seleccionados del framework de medición para la capacidad de los procesos de la 15504-2, comenzando en el nivel 1.

Nivel de capacidad: permite representar la caracterización de la capacidad de un proceso implementado con respecto al modelo de evaluación de procesos. Este OI contiene una serie de atributos de proceso mediante los cuales es posible demostrar el logro de este nivel.

Atributo de proceso: permite representar la información correspondiente a un atributo de proceso, la cual describe un aspecto particular de la capacidad del proceso. Este OI contiene una serie de logros, los cuales serán el resultado de la plena realización del atributo de proceso al que estén vinculados y mediante los cuales es posible demostrar su consecución.

Logro: Permite representar la información correspondiente a un resultado de la plena realización del atributo al que corresponda.

Indicador de valoración: permite representar la información correspondiente a la descripción de un indicador de valoración. Los indicadores pueden referirse a actividades significativas, practicas específicas, recursos, resultados, etc., asociados al logro del propósito del proceso o los atributos de proceso.

Clase de indicador de valoración: permite representar la clase a la que pertenece un indicador de valoración. Si tomamos como ejemplo los indicadores definidos en el modelo de valoración especificado en la norma ISO/IEC 15504-5⁵³, una clase de indicador de valoración podría corresponder a una práctica base, práctica genérica, producto de trabajo genérico entre otros.

Elemento de medición: permite representar la información correspondiente a un rango de valores, que denotan el grado del logro del cumplimiento de un atributo de proceso, logro o un indicador. Un ejemplo de una instancia de este OI es presentado en la figura 4.13.

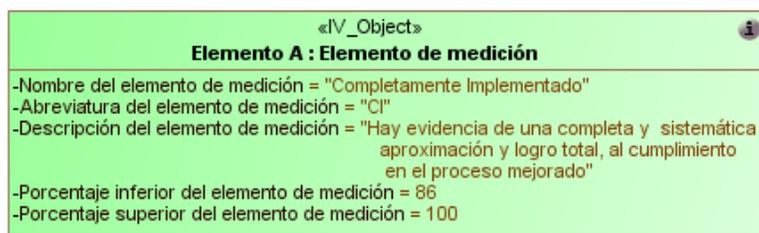


Figura 4.13. Vista instantánea de la información correspondiente a un ejemplo de un elemento de medición.

⁵³ ISO/IEC 15504- 5: proporciona un ejemplo de un modelo de evaluación de procesos para su uso en la realización de una evaluación, el cual es conforme a los requisitos de la norma ISO / IEC 15504-2

Restricciones

- El OI *Modelo de evaluación* en su atributo *Nivel de capacidad seleccionado del modelo*, solo puede tomar valores numéricos entre 1 y 5.
- El OI *Nivel de capacidad* en su atributo *Número del nivel de capacidad*, solo puede tomar valores numéricos entre 0 y 5, y su valor debe ser único dentro de un OI *Modelo de evaluación*.
- En una instancia del OI *Atributo de proceso*, el valor del atributo *Identificador del atributo* debe ser único dentro de una instancia de un OI *modelo de evaluación*.
- En una instancia del OI *logro*, el valor del atributo *Identificador del logro* debe ser único dentro de una instancia de un OI *Atributo de proceso*.
- En una instancia del OI *Indicador de valoración*, el valor del atributo *Identificador del indicador* debe ser único dentro de una instancia del OI *Atributo de proceso*.
- En el OI *Elemento de medición* los atributos *Porcentaje inferior* y *Porcentaje superior* solo puede tomar valores numéricos entre 0 y 100.
- Si una instancia del OI *Indicador de valoración* en su atributo *Dimensión del indicador*, toma el valor de '*Capacidad del proceso*', este OI puede ser utilizado como indicador para los niveles de capacidad del 1 al 5, y si toma el valor de '*Cumplimiento del proceso*', solo puede ser utilizado como indicador para el nivel de capacidad 1.
- Las instancias de los OI *Logro* asociadas a una instancia de un OI *Indicador de valoración*, deben estar contenidas en la Instancia del OI *Atributo de proceso* a la que corresponda el OI *Indicador de valoración*.

4.3.8 Esquema: **Resultado de la valoración de procesos**

Este esquema permite representar la información correspondiente al estado actual de los procesos de la organización, resultado de la ejecución de la valoración basada en una planificación y un modelo de evaluación y de referencia de procesos. Los OI que representan el estado de los procesos valorados siguen las recomendaciones enmarcadas en la norma ISO/IEC 15504-2. En la figura 4.14 es presentado el modelado de los OI que componen este esquema. A continuación son descritos los principales OI relacionados con este esquema.

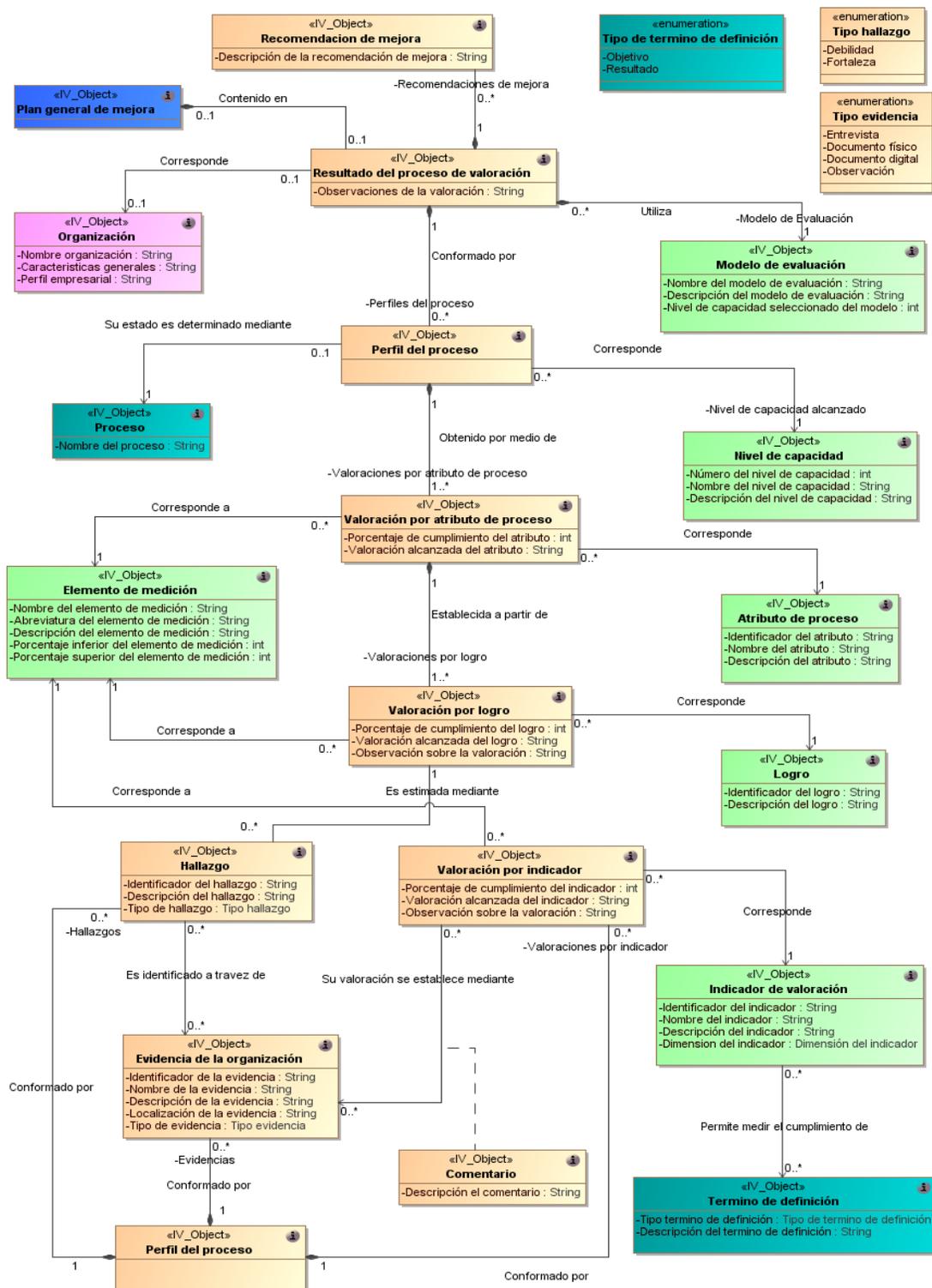


Figura 4.14. Modelado de los OI que componen el esquema de resultado de la valoración de procesos.

Perfil del proceso: permite representar la información correspondiente al perfil alcanzado por un proceso específico del modelo de referencia de procesos, el cual representa su estado. El atributo *Nivel de capacidad alcanzado* hace referencia al nivel de capacidad alcanzado por el proceso resultado del cumplimiento de los atributo de proceso. Este OI contiene una serie de valoraciones por atributo de proceso para cada uno de los niveles de capacidad abordados dentro del alcance de la valoración del proceso.

Valoración por atributo de proceso: permite representar la información correspondiente a la valoración del cumplimiento de un atributo de proceso definido en el modelo de evaluación utilizado. Este OI contiene la valoración para cada uno de sus logros correspondientes.

Valoración por logro: permite representar la información correspondiente a la valoración del cumplimiento de un logro definido en el modelo de evaluación utilizado.

La valoración por logro tiene asociadas una serie de hallazgos que han contribuido en la estimación de su valor. Esta asociación permite establecer un vínculo entre la valoración cuantitativa y cualitativa, de tal forma que es posible obtener una trazabilidad entre el resultado cuantitativo y los hallazgos y evidencias que fundamentan su valoración.

Valoración por indicador: permite representar la información correspondiente a la valoración del cumplimiento de un indicador definido en el modelo de evaluación utilizado.

Hallazgo: permite representar la información correspondiente a las debilidades o fortalezas correspondientes a un proceso, descubiertas durante su evaluación. Un hallazgo puede relacionarse con una serie de valoraciones por indicador y evidencias de la organización que han contribuido en su definición.

Evidencia de la organización: permite representar la información correspondiente a la evidencia documentada de los elementos de los procesos evaluados de la organización.

Resultado del proceso de valoración: permite contener los perfiles de proceso correspondientes a cada uno de los procesos valorados, el modelo de evaluación utilizado, y la planificación de la valoración por medio del OI *Plan de valoración*.

Este OI puede estar contenido dentro del OI *Plan general de mejora*, el cual es un medio para relacionar la información de la valoración, con la información correspondiente a un ciclo de mejora de la organización en la cual sea implementada la iniciativa de mejora.

Los OI *Valoración por atributo de proceso*, *valoración por logro* y *Valoración por indicador* son relacionados con un OI *Elemento de medición*. Esta relación agrega significado a la valoración debido a que el OI *Elemento de medición* permite describirla cualitativamente.

Restricciones

- Siguiendo las recomendaciones de la ISO/IEC 15504-2 el modelo de evaluación debe estar basado en un conjunto de indicadores que explícitamente guían el propósito y los resultados de los procesos a valorar, y demuestran el logro de los atributos de proceso dentro de los niveles de capacidad seleccionados del modelo de evaluación.
- Si una instancia del OI *Indicador de valoración* en su atributo *Dimensión del indicador*, toma el valor de *Cumplimiento del proceso*, ésta instancia debe estar relacionada con al menos una instancia de OI *Término de definición*, lo cual implica que el indicador de valoración relacionado, guía y proporciona la evidencia del grado del logro del término de definición asociado.
- Las instancias de los OI *Valoración por logro* contenidas en una instancia de un OI *Valoración por atributo de proceso*, deben corresponder a los logros que estén relacionados con el atributo de proceso a valorar.
- El OI *Perfil del proceso* en su atributo *Nivel de capacidad alcanzado* solo puede tomar valores numéricos entre 0 y 5.
- Los OI *Valoración por atributo de proceso*, *Valoración por logro* y *Valoración por indicador* en sus atributos *Porcentaje de cumplimiento del atributo*, *Porcentaje de cumplimiento del logro* y *Porcentaje de cumplimiento del indicador* correspondientes, solo pueden tomar valores numéricos entre 0 y 100. Un valor de 0 representa el no cumplimiento y un valor de 100 representa el cumplimiento completo.
- En una instancia del OI *Hallazgo*, el valor del atributo *Identificador del hallazgo* debe ser único dentro de una instancia de un OI *Resultado del proceso de valoración*.
- En una instancia del OI *Evidencia de la organización*, el valor del atributo *Identificador de la evidencia* debe ser único dentro de una instancia de un OI *Resultado del proceso de valoración*.
- El OI *Proceso* debe corresponder a un OI *Modelo de referencia de procesos* establecido en el OI *Planificación de la valoración*.

4.3.9 Esquema: *Planificación y formulación de mejoras*

Este esquema permite representar la información correspondiente a las oportunidades de mejora asociadas a cada uno de los procesos valorados, la planificación de las iteraciones de mejora, los riesgos identificados y las capacitaciones sobre mejora de

procesos. En la figura 4.15 es presentado el modelado de los OI que componen este esquema. A continuación son descritos los principales OI relacionados con este esquema.

Oportunidad de mejora: permite representar la información correspondiente a una oportunidad de mejora establecida a partir del análisis del estado de los procesos valorados, su priorización y la relación directa con el proceso a mejorar al cual corresponda. Además, este OI permite hacer referencia a los hallazgos del proceso (resultado de la actividad de valoración) que directamente han influenciado en su definición.

Proceso a mejorar: permite representar la información correspondiente al proceso a mejorar durante las iteraciones de mejora, además permite establecer la prioridad del proceso para implementar las oportunidades de mejora, el nivel de capacidad actual y el nivel de capacidad esperado al terminar el ciclo de mejora.

Caso de mejora: permite representar la información correspondiente a un caso de mejora. Este OI puede contener una serie de oportunidades de mejora.

Iteración: permite representar la información correspondiente a una iteración de mejora, la cual está relacionada a un caso de mejora, esto indica que en la iteración será donde sea implementada y gestionada las oportunidades de mejora correspondientes al caso de mejora.

Planificación: permite representar la información correspondiente a las actividades y tareas a llevarse a cabo durante una iteración por medio del OI *Cronograma* y además es posible representar la información referente a los recursos asignados a la iteración por medio del OI *Recurso*.

Proceso Mejorado: permite representar la información correspondiente a la descripción y modelado de un proceso mejorado, resultado de la etapa de formulación, el cual satisface una serie de oportunidades de mejora.

Riesgo: permite representar la información correspondiente a un riesgo que puede surgir durante un ciclo de mejora.

Capacitación: permite representar la información correspondiente a serie de cursos de inducción sobre diferentes aspectos de la iniciativa de mejora. Esta información puede constituirse como un indicador de qué aspectos de calidad han sido introducidos en la organización.

Restricciones

- En el OI *Proceso a mejorar* los atributos *Nivel de capacidad actual* y *Nivel de capacidad esperado* corresponden al modelo de evaluación utilizado durante la valoración de procesos.
- En una instancia del OI *Proceso a mejorar*, el valor del atributo *No de prioridad del proceso* representa el orden de ejecución de las mejoras correspondientes al

- proceso (entre menor valor mayor prioridad), además debe ser único dentro del conjunto de instancias correspondientes a este tipo de OI, que estén contenidas en una instancia de un OI *Plan general de mejora*.
- En una instancia del OI *Oportunidad de mejora*, el valor del atributo *No de prioridad de la oportunidad* representa el orden a abordar la oportunidad de mejora (entre menor valor mayor prioridad), además debe ser único dentro del conjunto de instancias correspondientes a este tipo de OI, que estén contenidas en una instancia de un OI *Plan general de mejora*.
- En una instancia del OI *Caso de mejora*, el valor del atributo *No de prioridad* representa el orden de ejecución del caso de mejora (entre menor valor mayor prioridad), además debe ser único dentro del conjunto de instancias correspondientes a este tipo de OI, que estén contenidas en una instancia de un OI *Plan general de mejora*.
- En una instancia del OI *Iteración*, el valor del atributo *No de prioridad del caso de mejora* representa el orden de ejecución de la iteración (entre menor valor mayor prioridad), además debe ser único dentro del conjunto de instancias correspondientes a este tipo de OI, que estén contenidas en una instancia de un OI *Plan de implementación de mejora*.
- En una instancia del OI *Oportunidad de mejora* y *Caso de mejora* el valor de los atributos *Identificador de la oportunidad* e *Identificador del caso de mejora* deben ser únicos dentro de una instancia de un OI *Plan general de mejora*.
- En una instancia del OI *Iteración* el valor del atributo *Identificador de la iteración* debe ser único dentro de una instancia de un OI *Plan de implementación de mejora*.
- En el OI *Proceso a mejorar* el atributo *Nivel de capacidad actual* solo puede tomar valores numéricos entre 0 y 4 y el atributo *Nivel de capacidad esperado* solo puede tomar valores numéricos entre el 1 y 5.
- Las oportunidades de mejora contenidas en una instancia de un OI *Iteración* deben corresponder o estar contenidas en la instancia del OI *Caso de mejora* relacionado a la iteración.

4.4 Utilización del modelo

El modelo no ha sido planteado desde un conjunto de herramientas software particulares si no que fue diseñado desde la perspectiva de establecer un conjunto de esquemas, los cuales permitan representar la información fundamental y común, involucrada en las necesidades de interoperabilidad que pueden presentarse cuando sea requerido interoperar un conjunto de herramientas que soporten el Diagnóstico y la Formulación de mejoras.

El modelo puede ser utilizado tanto por herramientas software ya desarrolladas, como

durante la etapa de diseño de una nueva herramienta, siempre y cuando la información que deseen intercambiar esté dentro del alcance del modelo propuesto. A continuación es descrito de forma general como puede ser utilizado el modelo, dependiendo de si es requerido interoperar una herramienta desarrollada o en el diseño de una nueva herramienta.

4.4.1 Uso del modelo como referente para el diseño de una herramienta software

Durante la etapa de diseño de una herramienta software, los diseñadores de la estructura de la información a ser intercambiada con otras herramientas, a partir del modelo propuesto, identifican la información requerida a compartir entre la herramienta software que ha diseñar y otras herramientas, posteriormente, seleccionan los OI conformes a la información a intercambiar, que permitan representar y estructurar esta información. Luego, los atributos correspondientes a cada OI seleccionado, sus tipos de datos, restricciones y relaciones entre OI, son convertidas en elementos de un estándar para el intercambio de información como por ejemplo, XML, entre otros.

Un ejemplo de cómo puede ser utilizado el modelo es presentado en el anexo B (Ver Cd de entregables) y un ejemplo de la correlación de la información principal generada durante una iniciativa de mejora basada en PmCompetisoft y los diferentes esquemas que constituyen el modelo propuesto es presentada en el anexo C (Ver Cd de entregables).

4.4.2 Uso del modelo cuando una herramienta software este desarrollada

Si es requerido interoperar una herramienta software desarrollada con otras herramientas software, hay que tener en cuenta si la herramienta desarrollada fue diseñada sin seguir los lineamientos del modelo, si es el caso, es necesario construir un componente que relacione la estructura de la información que permite exportar la herramienta desarrollada con la estructura de la información que permite representar el modelo, es decir, construir un traductor entre información o conceptos.

En la figura 4.16 es mostrada la relación entre dos herramientas desarrolladas, las cuales podrían utilizar el modelo propuesto como un modelo de referencia para estructurar la información a intercambiar entre ellas. Como la herramienta A, exporta la información con una estructura diferente a la propuesta por el modelo, entre el modelo y la herramienta es planteado un traductor entre conceptos, con el fin de tener una estructura común, lo mismo sucede con la herramienta B.

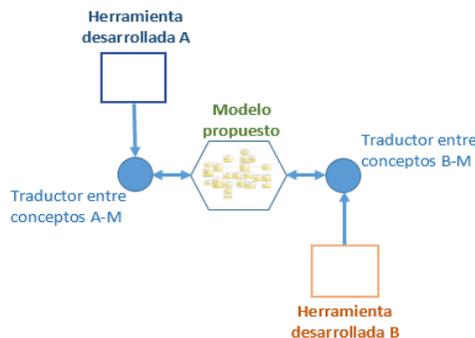


Figura 4.16. Forma de uso del modelo para el intercambio de información entre herramientas desarrolladas.

4.5 Alcance del modelo

Los esquemas expuestos en este capítulo, permiten representar la información correspondiente a un conjunto de necesidades de interoperabilidad. De los 9 esquemas, 2 (*Iniciación del ciclo de mejora* y *Planificación y formulación de mejoras*) directamente permiten representar información asociada particularmente a PmCompetisoft, pero es posible reutilizar algunos OI que no estén ligados con información particular que define este proceso de mejora. Los 7 esquemas restantes, permiten representar información que puede estar presente a lo largo de una iniciativa de mejora.

Por lo tanto, el modelo puede ser utilizado para representar determinada información gestionada de forma común y fundamental durante cualquier iniciativa de mejora de procesos, la cual no necesariamente debe estar vinculada con PmCompetisoft.

4.6 Consideraciones para convertir los OI a elementos de un estándar para el intercambio de información

El uso principal del modelo arquitectónico propuesto, es ser un referente para el diseño de la estructura de la información que puede ser intercambiada entre herramientas software que soporten a las etapas de Diagnóstico y Formulación de PmCompetisoft.

Cuando los diseñadores de la estructura de la información seleccionan los OI (conformes a la información a intercambiar) que permitan representar esta información, para luego convertirlos en elementos de un estándar para el intercambio de información como por ejemplo XML, son planteadas las siguientes consideraciones para la conversión:

- Si el nombre de un OI o el nombre de un atributo de un OI está compuesto por varias palabras separadas por espacios, cada espacio es remplazado por el carácter ‘_’.
- Si el nombre de un OI o el nombre de un atributo de un OI está compuesto por palabras que contienen tildes, a estas palabras le son omitidas.
- Si el nombre de un OI o el nombre de un atributo de un OI está compuesto por palabras que contienen la letra ‘ñ’, cada letra ‘ñ’ es remplaza por la letra ‘ni’.

Las anteriores consideraciones fueron planteadas para aumentar la compatibilidad del modelo con estándares para el intercambio de información. En el modelo propuesto son mantenidos las tildes, la letra ñ y espacios, con el fin de mantener la comprensión de la semántica de las palabras.

Capítulo 5

5. Evaluación del modelo arquitectónico propuesto

En este capítulo, es presentado el proceso de evaluación del modelo arquitectónico propuesto. Son indicadas las características del método seleccionado y la justificación de su elección. Posteriormente, son detalladas las etapas de este proceso, los resultados obtenidos y cómo influyeron en el mejoramiento del modelo propuesto.

5.1. Revisión de métodos de evaluación

Es necesario que el modelo propuesto sea evaluado mediante un método que permita determinar una validez inicial para sus componentes, donde tal validez implica establecer si el modelo propuesto puede cumplir con su propósito.

En la investigación en el área de Ingeniería de Software, en función del objeto de estudio existen dos tipos de métodos de investigación: cualitativos y cuantitativos [96]. Los métodos de investigación cuantitativos son encargados de medir y analizar el grado de asociación o relación entre variables cuantificadas, son objetivos, ya que consideran que todos los fenómenos pueden ser reducidos a indicadores que representan la realidad [97]. Por su parte, los métodos de investigación cualitativos son encargados del proceso de significados. Están basados en la interpretación y el constructivismo y son subjetivos ya que consideran que existen múltiples realidades o verdades basadas en una construcción de la realidad [97], [98].

Para realizar la evaluación inicial del modelo propuesto fue considerado acudir a un método cualitativo, debido a la necesidad de que un conjunto de expertos comprendan e interpreten los diferentes componentes del modelo y den sus conceptos de alto valor para aceptar o desestimar estos componentes, además de caracterizar la reacción de expertos frente al modelo y obtener información sobre sugerencias y observaciones que permitan mejorarlo.

La selección del método también fue respaldado en que estudios como [96], [99], [100] estiman que en el área de Ingeniería del software los métodos cualitativos son cada vez más importantes, ya que esta área está llena de cuestiones de por qué y cómo, en donde los números y las estadísticas no son suficientes para responderlas, además, debido que procesos como la elicitación y la validación, eminentemente deben captar información que en mayor medida procede de fuentes como los stakeholders.

Existen varios procedimientos de investigación cualitativa los cuales son clasificados como directos o indirectos, dependiendo si los participantes conocen el verdadero propósito del proyecto. Un enfoque directo no es ocultado, sino que los individuos son informados o es evidente para ellos por las preguntas planteadas. Las sesiones de grupo (Focus Group) y las entrevistas en profundidad son las principales técnicas directas. En contraste, la investigación que adopta un enfoque indirecto disfraza el verdadero propósito del proyecto [101].

Para el caso de la evaluación del modelo propuesto, no tiene sentido utilizar un enfoque indirecto porque es requerido que quienes participen en el método de evaluación conozcan aquello a evaluar y además es necesario recibir realimentación explícita de parte de todos los participantes. Por consiguiente, en esta sección es efectuada una breve revisión de las principales técnicas directas: las sesiones de grupo y las entrevistas en profundidad.

5.1.1 Focus Group

Un Focus Group también conocido como Grupo Focal consiste en una entrevista, de forma no estructurada y natural, que un moderador capacitado realiza a un pequeño grupo de encuestados y es quien guía la discusión. El principal propósito de las sesiones de grupo consiste en obtener información al escuchar a un grupo de personas relacionadas con el área de estudio. El valor de la técnica reside en los hallazgos inesperados que a menudo son obtenidos de una discusión grupal que fluye con libertad [101].

En tal sentido, Focus Group debe tomar una estructura que le garantice el control del proceso de debate, sin hacer perder la espontaneidad de los participantes, de forma que es deseable: (i) conformar grupos de discusión cuyo tamaño sea de 3 a 12 integrantes y (ii) una ejecución de la sesión guiada por una clara y bien dimensionada planeación [99].

5.1.2 Entrevistas en profundidad

Las entrevistas en profundidad son una forma no estructurada y directa de obtener información pero, a diferencia de las sesiones de grupo, las entrevistas son realizadas de forma individual. Una entrevista en profundidad es una entrevista no estructurada, directa y personal en la que un entrevistador capacitado interroga a una sola persona, para indagar sus motivaciones, creencias, actitudes y sentimientos. Las entrevistas en profundidad producen un intercambio libre de información que muchas veces no es posible en las sesiones de grupo debido a que no existe la presión social para coincidir con la respuesta grupal [101].

5.1.3 Criterios para elección de un método

En la tabla 5.1 es presentada la comparación relativa entre las sesiones de grupo y las entrevistas en profundidad [101]:

Criterios	Focus Group	Entrevistas en profundidad
Grado de estructura	Relativamente alto	Relativamente medio
Cuestionamiento individual de los participantes	Bajo	Alto
Sesgo del moderador	Relativamente medio	Relativamente alto
Sesgo de interpretación	Relativamente bajo	Relativamente medio
Descubrimiento de información	Subconsciente bajo	De medio a alto
Descubrimiento de información innovadora	Alto	Medio
Obtención de información delicada	Bajo	Medio
Implica comportamiento/cuestionamiento	Poco común	No a un grado
Utilidad general	Muy útil	Útil hasta cierto punto

Tabla 5.1. Comparación entre Focus Group y entrevistas en profundidad.

Los criterios “Grado de estructura” y “Descubrimiento de información innovadora” tienen una mejor valoración en el método Focus Group, por lo tanto, en el caso del primer criterio es posible con este método evaluar de manera más sistémica el modelo propuesto. Con respecto al segundo criterio, ofrece un buen contexto que posibilita obtener elementos y aspectos innovadores al modelo propuesto.

Sobre los criterios involucrados con ejecución y análisis de resultados, es apreciado que los criterios “Cuestionamiento individual de los participantes”, “Sesgo del moderador” y “Sesgo de interpretación”, tienen una valoración que favorece el método Focus Group en términos de objetividad para evaluar la propuesta. Por último, de acuerdo con el criterio “utilidad general”, el método Focus Group recibe mayor valoración que la Entrevista en Profundidad.

Es observado que hay 6 criterios de un total de 9, a favor del método Focus Group; por esta razón ha sido elegido para aplicarlo en la evaluación del modelo propuesto.

5.2 Proceso de evaluación

Una vez elegido el método Focus Group, en esta sección es presentada la estructura general del mismo y es mostrada cómo fue llevada a cabo la evaluación de modelo propuesto. Para organizar la estructura del Focus Group fue utilizado el proceso propuesto en [99] el cual pretende organizar y formalizar la aplicación de Focus Group mediante la definición de los elementos necesarios (fases, actividades, tareas, roles y productos de trabajo) para guiar y facilitar su aplicación y gestión.

5.2.1. Estructura general del método Focus Group

La estructura general de Focus Group según lo planteado por [99], es mostrada en la figura 5.1. Esta estructura está compuesta a nivel general de las siguientes fases:

- a) Planeación de la investigación: su propósito es establecer los elementos de contenido y de procedimiento que serán aplicados al debate de los participantes.
- b) Definición de grupos de discusión: su propósito es identificar los participantes y constituir los grupos de debate.
- c) Conducción de la sesión de debate: su propósito es ejecutar los procedimientos establecidos en la primera fase, dando cumplimiento al debate pretendido. Fase coordinada por el moderador, sintetizada por el relator y desarrollada por los participantes.
- d) Análisis de información y reporte de resultados: Su propósito es obtener información de valor sobre el debate cumplido.

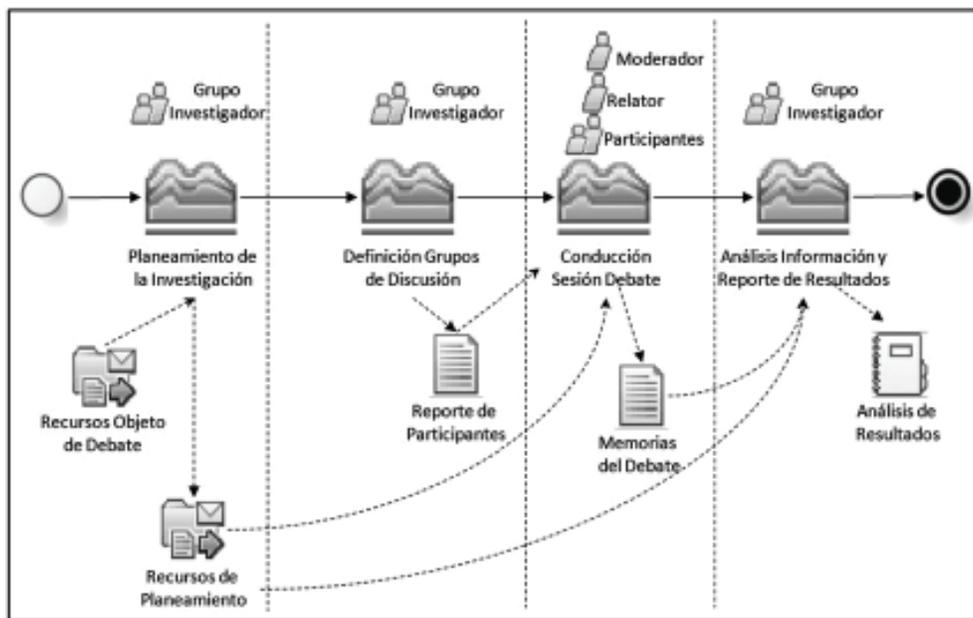


Figura 5.1. Diagrama de actividad para el proceso general de aplicación de Focus Group. Tomada de [99].

5.2.2 Ejecución del método Focus Group para la evaluación del modelo propuesto

A continuación son descritas en detalle cada una de las fases ejecutadas, siguiendo como referencia para su documentación el trabajo realizado en [102].

5.2.2.1 Fase de planeación de la investigación

Las actividades realizadas durante esta fase fueron las siguientes:

Definición del problema de investigación. El objetivo del Focus Group fue evaluar la

propuesta “Modelo arquitectónico para apoyar la interoperabilidad de herramientas software que soportan la mejora de procesos software”, a partir de las consideraciones realizadas durante el debate por un conjunto de expertos en desarrollo de software, arquitectura de software y familiarizados con mejora de procesos.

La evaluación fue realizada desde la perspectiva de si los esquemas que constituyen el modelo son claros, comprensibles y de fácil aplicación para estructurar la información a compartir durante el diseño de un software que puede brindar soporte a las etapas de Diagnóstico y Formulación de PmCompetisoft. Además, si los esquemas representan la información fundamental a intercambiar de las dos etapas, y si son útiles para apoyar la interoperabilidad de estas herramientas software.

Durante este capítulo cuando al hacer referencia a herramientas software, son herramientas software que permiten soportar las etapas de Diagnóstico y Formulación de PmCompetisoft.

Preparación de materiales para contextualización. Como base para la contextualización de los participantes, fue utilizado un documento sintetizado de la propuesta. Ver CD de entregables, su ubicación es:

Validación\Materiales\Documento sobre contextualización del modelo.pdf

Adicionalmente fue utilizada la versión completa del modelo propuesto y un ejemplo de la correlación de la información generada durante una iniciativa de mejora y los esquemas del modelo propuesto. Ver CD de entregables, su ubicación correspondiente es:

Validación\ Materiales\Documento completo del modelo.pdf

Validación\ Materiales\ Ejemplo correlación de información.pdf

Preparación de materiales a diligenciar por los participantes. Los materiales a diligenciar después de la sesión de Focus Group fueron: Ficha del participante y Encuesta de evaluación de aspectos generales. Ver CD de entregables, su ubicación correspondiente es:

Validación\Materiales\Ficha del participante.pdf

Validación\Materiales\Encuesta de evaluación de aspectos generales.pdf

Preparación de materiales para la conducción del debate. Para debatir sobre los componentes del modelo fueron planteadas una serie de preguntas de investigación a ser realizadas a los participantes, las cuales son mostradas en la tabla 5.2. Ver CD de Entregables, su ubicación es:

Validación\ Materiales\ Preguntas para debate.pdf

No	Pregunta
1	¿Consideran que los esquemas expuestos son claros, de fácil comprensión y de utilidad, para estructurar la información que se desea compartir durante la etapa de diseño de un software que puede brindar soporte a las etapas de diagnóstico y formulación del ciclo de SPI establecidas por PmCompetisoft?
2	¿En qué aspectos el modelo permite establecer un entendimiento común de la información que puede ser intercambiada entre herramientas software que soporten las etapas de diagnóstico y formulación del ciclo de SPI establecidas por PmCompetisoft?
3	¿Qué beneficios podría aportar el modelo propuesto al momento de diseñar una herramienta software que soporte la mejora de procesos?
4	¿Considera que los esquemas presentados son idóneos para representar la información que se involucra en las etapas de diagnóstico y formulación de una iniciativa de mejora basada en PmCompetisoft?
5	¿Qué aspectos creen que se deben mejorar del modelo?

Tabla 5.2. Preguntas de investigación para el debate.

Definición del protocolo para efectuar la sesión del Focus Group. El protocolo definido para la sesión está descrito en la tabla 5.3.

Tema	Evaluación la propuesta “Modelo arquitectónico para apoyar la interoperabilidad de herramientas software que soportan la mejora de procesos software”.
Duración de la sesión	90 Minutos.
Método de la sesión	Presencial.
Fecha	04/05/2015
Hora	06:00 Pm
Moderador/Relator	Daniel Eduardo Paz Perafán / Andrés Felipe Delgado
Supervisor	PhD. Francisco J. Pino
Objetivo general	Evaluar el modelo propuesto de acuerdo con el grado de aceptación o rechazo por parte de los participantes, quienes son expertos en arquitectura, desarrollo de software y familiarizados con mejora de procesos.
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Presentar los esquemas que constituyen el modelo propuesto. • Conocer las apreciaciones acerca de cada uno de los esquemas que constituyen el modelo propuesto. • Establecer los resultados del debate a partir del análisis de las apreciaciones obtenidas. • Refinar los esquemas que constituyen el modelo propuesto, a partir de los resultados establecidos del debate.

Tabla 5.3. Protocolo de la sesión del Focus Group.

Definición de métodos de captura y registro de información. Los métodos elegidos fueron:

- Archivos de Audio de la sesión de Focus Group.
- Anotaciones de relatoría.
- Documentos diligenciados por cada participante.

Definición del procedimiento para el análisis de información. Procedimentalmente fueron establecidas las siguientes actividades para el análisis de información: (i) Contraste entre las anotaciones de relatoría, encuesta de Evaluación de aspectos generales y los archivos de soporte de audio, (ii) Establecimiento de puntos de concertación y disímiles, (iii) Identificación de aportes y observaciones indicadas por los participantes, (iv) Clasificación de aspectos positivos del modelo propuesto, aspectos por mejorar y observaciones.

5.2.2.2 Fase de definición de grupos de discusión

El grupo de participantes fue definido de la siguiente manera:

Definición del perfil de participante. Fueron establecidos los siguientes criterios para constituir el grupo de expertos participantes:

- Profesionales adscritos a la academia y/o a empresas de desarrollo de software, con conocimiento acerca de arquitectura y desarrollo de software y familiarizados con mejora de procesos.
- Deben poseer una contextualización sobre los diferentes esquemas que constituyen el modelo propuesto.

Formalización de la participación al debate. Para los posibles participantes del debate fue creada una invitación, para formalizar su participación al Focus Group. Ver CD de entregables, su ubicación es:

Validación\Materiales\Invitación participantes.pdf

Identificación de los participantes. El listado de los participantes de la sesión de Focus Group es mostrado en la Tabla 5.4. La información de cada participante sobre su formación académica, organización en la que trabajan y el cargo que ocupan, e-mail y experiencia en el área de mejora de procesos software, arquitectura y desarrollo de software, fue recolectada utilizando el documento denominado “Ficha del Participante”. Los perfiles de los participantes encuentran en el CD de Entregables, su ubicación es:
Validación\Perfiles de participantes\

Código asignado	Nombre	Experiencia en mejora de procesos de software	Experiencia en arquitectura y desarrollo de software	Sector
P1	Mag. Jimmy Andrés Campo Bravo.	Si	Si	Empresa
P2	PhD ©. Pablo Augusto Magé.	Si	Si	Academia
P3	Mag. Wilson Pantoja Yépez.	Si	Si	Academia
P4	Mag. John Fredy Martínez Gómez.	Si	Si	Academia

Tabla 5.4. Participantes de la sesión Focus Group.

5.2.2.3 Fase de conducción de las Sesiones del Debate

Las actividades realizadas durante esta fase fueron las siguientes:

Contextualización. Fue enviado a cada participante con 4 días de anticipación, el documento sintetizado en el cual estaban descritos los conceptos involucrados en el modelo y una síntesis del conjunto de esquemas del modelo, también fue enviado un ejemplo de la correlación de la información generada durante una iniciativa de mejora y los esquemas del modelo propuesto así como un ejemplo de cómo puede ser aplicado el modelo en un entorno real. Esta contextualización tuvo como fin que los expertos conocieran y analizaran la propuesta, de tal manera que fuera la base para realizar el debate.

Contextualización previa. Previamente a la sesión de debate del Focus Group fueron contextualizados los participantes, por medio de una presentación corta de los elementos conceptuales que involucran al modelo arquitectónico desde la vista de información, basados en el enfoque para realizar descripciones arquitectónicas de la norma ISO/IEC 42010 y cada uno de los esquemas del modelo propuesto.

Secuencia básica. La sesión Focus Group fue ejecutada el día 04/05/2015, con la modalidad presencial, siendo coordinada por el moderador y el supervisor, e integrada por los participantes y el relator. Fue seguido el protocolo y utilizando los documentos mencionados en la sección 5.2.2.1.

Captura de información. Fueron empleados como técnicas de captura la grabación de audio, los formatos diligenciados por cada participante y el registro de relatoría por parte del rol de relator. Las encuestas de evaluación registradas, los archivos de audio del debate y los documentos sobre el registro de la relatoría están en el CD de entregables, su ubicación es:

Validación \Ejecución del debate\Encuesta de evaluación\

Validación \Ejecución del debate\Archivo de audio\ Audio debate Focus Group.m4a

Validación \Ejecución del debate\Documento de relatoría\ Informe relatoría.pdf

Rol del relator. Este rol fue cumplido por parte del estudiante Andrés Felipe Delgado, quien estuvo encargado de registrar las observaciones más importantes sobre las diversas intervenciones de los participantes.

Rol del moderador. Este rol fue cumplido por parte del estudiante Daniel Eduardo Paz Perafán, quien estuvo encargado de efectuar la presentación del modelo propuesto y posteriormente gestionar el uso de la palabra para cada participante y demás actividades asociadas con los documentos a ser diligenciados.

Resultado de ejecución del debate. La agenda para la realización del debate fue ejecutada como estaba planeada. A nivel general fueron realizadas las siguientes actividades: (i) presentación del modelo propuesto por medio de una exposición ejecutiva en la cual fueron descritos todos y cada uno de los esquemas que constituyen el modelo propuesto y los elementos conceptuales involucrados. (ii) posteriormente el moderador presentó cada una de las preguntas de investigación, acompañadas de una explicación de lo que pretende ser investigado (iii) cada participante presentó sus aportes para cada uno de los esquemas o a nivel general sobre el modelo, con un enfoque crítico constructivo, y finalmente (iv) cada participante diligenció el formato de encuesta de aspectos generales y el correspondiente al su perfil.

5.2.2.4 Fase de análisis de la información y reporte de resultados

En esta fase fue analizada la información recolectada en la sesión Focus Group y establecidos los aportes y observaciones para la refinación del modelo. Procedimentalmente fueron realizadas las siguientes actividades: (i) contraste entre las anotaciones de relatoría, encuesta de Evaluación de aspectos generales y los archivos de soporte de audio, (ii) establecimiento de los puntos de concertación y disímiles, (iii) determinación de los aportes y observaciones indicadas por los participantes, y (iv) clasificación de los aportes en aspectos positivos del modelo propuesto, aspectos por mejorar y observaciones.

Posteriormente a partir de los resultados generados del análisis de información fueron realizados los ajustes requeridos a la propuesta. Finalmente, fue establecido si el modelo propuesto cumple con un nivel inicial de validación sobre sus componentes. En las siguientes páginas son mostrados, de manera sintetizada, los resultados generados del análisis de información y las modificaciones realizadas a partir de la evaluación.

5.2.2.4.1 Resultado del Focus Group

A partir de la revisión de las anotaciones de relatoría, encuesta de Evaluación de aspectos generales y los archivos de soporte de audio, fueron identificados los aportes y observaciones indicadas por los participantes. En las siguientes páginas son mostrados los aportes y también cuáles participantes los emitieron.

En la tabla 5.5 están recopilados los aspectos positivos identificados por los participantes, en la tabla 5.6 son agrupados los aspectos por mejorar y en la tabla 5.7 son reseñadas las demás observaciones que los participantes hicieron sobre el modelo propuesto.

Aspectos positivos	Indicado por el participante			
	P1	P2	P3	P4
El modelo es independiente de aspectos técnicos o tecnológicos para el intercambio de información.		✓		✓
El modelo es útil para apoyar la interoperabilidad de las herramientas software (nuevas o desarrolladas) desde la perspectiva de que información intercambiar y como debería estar estructurada.	✓	✓	✓	✓
El modelo define la información fundamental y común a considerar cuando hay un proyecto de mejora basado en PmCompetisoft para las etapas de Diagnóstico y Formulación, lo que conlleva a poder alcanzar en un alto porcentaje un entendimiento común de la información a intercambiar.	✓	✓	✓	✓
El modelado y la descripción de los OI de los esquemas son claros y de fácil comprensión para ser utilizados al momento de diseñar la estructura de la información a intercambiar entre herramientas software.	✓		✓	✓
Si los diseñadores de la arquitectura de la información tienen un conocimiento previo en mejora de procesos, ISO/IEC 15504-2 y PmCompetisoft, el modelo podría ser de fácil aplicación para estructurar la información.	✓	✓	✓	✓
El modelo puede servir como un modelo de referencia de información para diseñar herramientas software que soporten las etapas de instalación, Diagnóstico y Formulación de PmCompetisoft, de una forma integral.	✓	✓	✓	✓

Tabla 5.5. Aspectos positivos sobre el modelo propuesto identificados en la sesión del Focus Group.

Aspectos por mejorar	Indicado por el participante			
	P1	P2	P3	P4
Aclarar cómo el modelo permite apoyar la interoperabilidad de las herramientas desarrolladas o por construir.	✓		✓	✓
Especificar de mejor manera la perspectiva desde la cual el modelo apoya la interoperabilidad. Añadir que el modelo no debe ser considerado un diagrama de clases, diagrama del dominio o un modelo entidad-relación.		✓	✓	
Especificar de mejor manera los conceptos de Objeto de información. Vista arquitectónica y punto de vista arquitectónico	✓	✓	✓	✓
Para cada esquema definir brevemente cuales fuentes de información son utilizadas en su especificación.		✓		
Aclarar que el modelo no ha sido diseñado para un conjunto de herramientas particulares, sino que puede ser utilizado en función de las necesidades de interoperabilidad que puedan presentarse.	✓			

Tabla 5.6. Aspectos por mejorar del modelo propuesto identificados en la sesión del Focus Group.

Observaciones	Indicado por el participante			
	P1	P2	P3	P4
Debido a la cantidad de objetos de información del modelo, para su uso, en un principio la curva de aprendizaje va a ser lenta, pero al tener un conocimiento base sobre los conceptos involucrados en mejora de procesos y PmCompetisoft, el modelo puede ser aplicado fácilmente.		✓	✓	
El modelo al definir los nombres de los objetos de información y atributos conservando la letra ñ, espacios y tildes, brinda una mayor claridad y comprensión del modelo.	✓		✓	

Tabla 5.7. Observaciones sobre el modelo propuesto identificadas en la sesión del Focus Group.

No	Preguntas	Opciones		
		Si	No	Ns/ Nr
1	¿Considera que el modelo propuesto es útil para apoyar la interoperabilidad de las herramientas software que pueden soportar las etapas de Diagnóstico y Formulación de una iniciativa de mejora?	100%	0%	0%
2	¿Considera que las descripciones y los diagramas presentados en cada esquema muestran de forma clara la información que puede ser representada?	100%	0%	0%
3	¿Considera que hay aspectos por mejorar en el modelo? En caso afirmativo por favor menciónelos.	75%	25%	0%
4	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que el modelo podría ser de fácil aplicación para estructurar la información que puede intercambiar una herramienta software que soporte las etapas de diagnóstico y/o formulación de una iniciativa de mejora?	75%	25%	0%
5	¿Considera que los conceptos de: objeto de información, esquema y modelo arquitectónico desde la vista de información son entendibles?	75%	25%	0%

Tabla 5.8. Resultado global de la encuesta sobre los aspectos generales del modelo propuesto.

5.2.2.5 Conclusión del Focus Group

A partir de los aportes realizados por los participantes expertos durante la ejecución del Focus Group, se estableció que el modelo propuesto puede ser de utilidad para apoyar la interoperabilidad de las herramientas software (nuevas o desarrolladas) desde la perspectiva de que información intercambiar y cómo debería estar estructurada. Esto fue determinado debido a las siguientes razones consideradas por los expertos sobre el modelo propuesto: (i) define la información fundamental y común a considerar cuando hay un proyecto de mejora basado en PmCompetisoft para las etapas de Diagnóstico y Formulación, (ii) establece las estructuras que permiten representar la información que puede ser intercambiada entre herramientas software, con las cuales puede ser logrado un entendimiento común de la información a comunicarse, (iii) es de fácil uso si los diseñadores tienen un conocimiento básico sobre mejora de procesos, y (iv) el modelado y la descripción de los OI que componen los esquemas son claros y de fácil comprensión para ser utilizados al momento de diseñar la estructura de la información a intercambiar entre herramientas software.

Otros aportes positivos del modelo propuesto son: es independiente de aspectos técnicos o tecnológicos para el intercambio de información, y puede servir como un modelo de referencia de información (integral) para diseñar herramientas software que soporten las

etapas de Instalación, Diagnóstico y Formulación de PmCompetisoft.

Por otra parte, los expertos realizaron contribuciones enfocadas en mejorar el modelo propuesto, las cuales son listadas a continuación:

- Aclarar cómo el modelo permite apoyar la interoperabilidad de las herramientas desarrolladas o por construir.
- Especificar de mejor manera la perspectiva desde la cual el modelo apoya la interoperabilidad y los conceptos de Objeto de información. Vista arquitectónica y punto de vista arquitectónico.
- Añadir que el modelo no debe ser considerado un diagrama de clases, diagrama del dominio o un modelo entidad-relación.
- Para cada esquema definir brevemente cuales fuentes de información fueron utilizadas en su especificación.
- Aclarar que el modelo no ha sido diseñado para un conjunto de herramientas particulares, sino que puede ser utilizado en función de las necesidades de interoperabilidad presentadas.

5.2.2.6 Modificaciones realizadas al modelo propuesto a partir de la evaluación

A continuación son señalados los elementos modificados en el modelo propuesto, como resultado del proceso de evaluación.

- Fue descrito de una manera más explícita cómo el modelo propuesto permite apoyar la interoperabilidad de las herramientas desarrolladas o por construir.
- Fue especificado más concretamente la perspectiva desde la cual el modelo apoya la interoperabilidad y además fue aclarado que el modelo no debe ser considerado un diagrama de clases, diagrama del dominio o un modelo entidad-relación.
- Fueron especificados de forma más detallada los conceptos de Objeto de información, vista arquitectónica y punto de vista arquitectónico.
- Fue realizada la aclaración de que el modelo no ha sido diseñado para un conjunto de herramientas particulares, sino que puede ser utilizado en función de las necesidades de interoperabilidad que se presenten.

5.3 Limitaciones de la evaluación y su gestión

Varios riesgos fueron considerados durante las actividades de planificación de la investigación, conducción de la sesión de debate, análisis de información y reporte de resultados. A continuación son listados los principales riesgos identificados y la forma en que fueron mitigados.

Preparación insuficiente. Es posible que haya participantes que asistan a la sesión sin la debida contextualización sobre la propuesta, lo que podría reflejarse en aportes muy pobres. Para mitigar este factor, fue enviado a cada participante con 4 días de anticipación, el documento sintetizado y uno detallado sobre el modelo propuesto; adicional a lo anterior fue realizada una presentación ejecutiva de 20 minutos de duración sobre la propuesta como primer punto de la sesión de evaluación y además a cada participante fue compartida una versión impresa del documento que sintetiza la propuesta.

Falsa percepción sobre los temas a debatir. Resulta imprescindible partir de una formulación clara de los temas a debatir partir de una serie de preguntas de investigación. Con el fin de que no generar imprecisiones, las preguntas para debatir durante la sesión de Focus Group fueron planteadas de una manera clara, sencilla, exacta y lo más entendibles posible.

Pérdida de control de parte del moderador durante la ejecución de la sesión. Por naturaleza una sesión Focus Group es más difícil de controlar que las entrevistas individuales, por lo tanto, durante la sesión de debate el moderador intento mantener el dominio de la sesión para evitar que los participantes discutan sobre aspectos escasamente relacionados con el tema de la sesión, de manera que el menor tiempo posible sea desperdiciado.

6. Conclusiones, lecciones aprendidas y trabajo futuro

6.1 Conclusiones

En general, los resultados obtenidos con el desarrollo de esta propuesta fueron satisfactorios, debido a que fue analizada y determinada la información fundamental que puede considerarse durante el desarrollo de una iniciativa de mejora para las etapas de Diagnóstico y Formulación del proceso de mejora PmCompetisoft, mediante la cual fueron especificados los diferentes esquemas que constituyen el modelo arquitectónico propuesto planteado al inicio del proyecto, además fue determinada una validez inicial del modelo mediante el método cualitativo Focus Group.

Para lo cual, primero ha sido determinados los elementos conceptuales involucrados en las etapas de Diagnóstico y Formulación del ciclo de SPI establecidas por PmCompetisoft, como también aquellos que definen al modelo arquitectónico desde la vista de información, siguiendo el enfoque para describir arquitecturas, propuesto por la norma ISO/IEC 42010. Estos conceptos son mostrados en el capítulo 2 y 3.

Posteriormente, para desarrollar el modelo, fue establecido un enfoque integral, el cual permitiera determinar la información fundamental y común a considerar en una iniciativa de mejora basada en PmCompetisoft para las etapas de Diagnóstico y Formulación. Para cumplir con lo anterior fueron realizadas una serie de actividades que guían y gestionan la determinación de la información.

Entre las actividades principales, fue identificada la información gestionada en las etapas de Diagnóstico y Formulación de PmCompetisoft. Posteriormente, fueron identificadas las necesidades de interoperabilidad, en función de qué información podrían compartir o importar las herramientas software que soporten estas etapas y establecidos los esquemas que permitieran representar la información correspondiente cada necesidad. Luego, fueron determinadas nuevas fuentes de información, a partir de las cuales y con la información identificada de PmCompetisoft, fue determinada la información para la especificación de los esquemas. El planteamiento y resultado de la ejecución de estas actividades es mostrado en el capítulo 3.

A partir de la información determinada, fueron especificados los diferentes esquemas que constituyen el modelo propuesto, por medio de una estrategia definida que estableció la guía para realizar esta actividad. Cada esquema especificado presenta un modelado de los OI que lo integran, la descripción de la información que a nivel general permite

representar, la descripción de los principales OI y los atributos que no son explícitos en su significado y la descripción de las restricciones referentes a la información que permiten representar determinados OI. La especificación de los esquemas que constituyen el modelo propuesto es presentada en el capítulo 4.

Posteriormente, fue determinada una validez inicial del modelo propuesto, por medio de los aportes u observaciones realizadas por un grupo de participantes (expertos en arquitectura y desarrollo de software y familiarizados con SPI) sobre los componentes del modelo durante una sesión de Focus Group. La justificación del método de evaluación, la planeación del Focus Group, la conducción de la sesión de debate, el análisis de información y el reporte de resultados es presentado en el capítulo 5.

A partir de la evaluación realizada mediante el método Focus Group, es determinado que el modelo propuesto puede ser de utilidad para apoyar la interoperabilidad de las herramientas software⁵⁴ (nuevas o desarrolladas) desde la perspectiva de que información intercambiar y cómo debería estar estructurada. Esto es establecido principalmente por las siguientes razones consideradas por los expertos: (i) define la información fundamental y común a considerar cuando hay un proyecto de mejora basado en PmCompetisoft para las etapas de Diagnóstico y Formulación, y (ii) establece las estructuras que permiten representar la información que puede ser intercambiada entre las herramientas software, con las cuales sería posible lograr un entendimiento común de la información a comunicar.

Otras conclusiones establecidas a lo largo de la investigación son las siguientes:

- El modelo arquitectónico define y describe de forma integral la información gestionada durante el Diagnóstico y Formulación de mejoras de una iniciativa basada en PmCompetisoft, por lo tanto, es constituido como un aporte al marco conceptual de SPI para Pymes_DS, debido a que la mayoría de propuestas para soportar SPI plantean un conjunto de actividades, tareas, lineamientos, modelos, entre otros para guiar y soportar las iniciativas de mejora, pero no están desarrolladas desde la perspectiva de que información es gestionada directamente en estas propuestas.
- Al realizar una revisión sistemática de la literatura, ha sido establecido que existe poca investigación en torno a la temática de interoperabilidad entre herramientas software que soportan las iniciativas de SPI, por lo tanto, la presente propuesta contribuye a la base conceptual en torno a la temática de interoperabilidad entre este tipo de herramientas, ya que el modelo propuesto permite representar la información fundamental y común a considerar durante la ejecución de una iniciativa de mejora basada en PmCompetisoft para las etapas de Diagnóstico y Formulación.
- Fue determinado que al utilizar el enfoque para realizar descripciones arquitectónicas propuesto por la norma ISO/IEC/IEEE 42010, es posible identificar de una forma clara los elementos arquitectónicos (punto de vista, vista, modelo

⁵⁴ herramientas software que permiten soportar las etapas de Diagnóstico y Formulación de PmCompetisoft

arquitectónico, entre otros) que están involucrados en la presente propuesta y comprender de una forma sistémica cuál es su relación entre ellos. Lo anterior permitió tener una base conceptual que dió origen y formalizó la definición del modelo arquitectónico desde la vista de información propuesto.

- Los conceptos involucrados en el punto de vista de información propuesto por la norma RM-ODP y el perfil UML de la norma UML4ODP, permitieron establecer un nivel semántico básico de la información que puede ser intercambiada entre las herramientas software que soportan SPI para Pymes_DS, utilizando el modelado orientado a objetos con el fin de estructurar la información a intercambiar.
- Al realizar una revisión sistemática de la literatura, ha sido encontrado un proceso metodológico para la búsqueda y determinación de la información a intercambiar entre sistemas, por lo tanto, fue establecida una estrategia que guió el proceso de determinar la información del modelo y la especificación de los esquemas que lo constituyen. Esta estrategia es presentada en el capítulo 3, y es considerado un aporte para construir modelos que tengan características similares al modelo presentado en la presente propuesta.
- La gestión de la actividad relacionada con identificar la información a partir de diversas fuentes, debe de estar soportada bajo un proceso que permita principalmente conservar el contexto y el significado original de la información, establecer las relaciones entre los datos y clasificarla de acuerdo a características comunes.
- Al validar inicialmente el modelo siguiendo el proceso para la aplicación de Focus Group propuesto en [99] permitió identificar el estado de avance de la validación, interpretar los productos generados en ciertas fases y que a su vez serían el soporte para otras, e interpretar de forma unívoca el proceso de validación. Además, ha sido observado que el proceso presentado en [99] para soportar la aplicación del método Focus Group está focalizado en dotar de organización a la aplicación del método, sin incidir en la actuación de los participantes.
- Al aplicar el método Focus Group siguiendo un proceso organizado, produjo que las reflexiones aportadas por los expertos promoviera mayor certeza en los ajustes para la propuesta, brindando un amplio respaldo al proceso investigativo con el cual fue construido
- Sobre el entendido que un proceso de validación brinda fuerza y consistencia al objeto de estudio, la validación realizada por medio del método cualitativo Focus Group efectivamente correspondió a tal propósito, por lo tanto, este método es reafirmado como una potencial opción para validar propuestas desde una perspectiva empírica, debido a que el conjunto de expertos participantes vinculan en sus aportes la experiencia, conocimiento y mejores prácticas de su labor.
- Respecto al Intercambio de información relacionada a la definición de procesos software, ha sido establecido que existen varios meta-modelos que tienen como fin

representar dicha información, los cuales permiten soportar la interoperabilidad semántica entre herramientas software especializadas en la definición de procesos.

6.2 Lecciones aprendidas

Durante el desarrollo de la presente propuesta, algunas de las lecciones aprendidas son las siguientes:

- Para abordar una investigación y desarrollo de una propuesta, debe realizarse por etapas, lo cual permite gestionar la complejidad al enfocarse cada una en una parte concreta del problema y organizar el proceso de ejecución, además estas etapas deben preferiblemente estar soportadas por un proceso descrito formalmente, el cual es la base fundamental para derivar la gestión adecuada de su aplicación.
- La mejora de procesos de software debe considerarse como una disciplina integral y no solo como una simple valoración de procesos que determina un nivel de capacidad e identificación de oportunidades de mejora.
- Para elaborar un modelo en función de satisfacer el objetivo para el que fue propuesto, es necesario guiarse por un proceso metodológico que permita capturar las abstracciones más adecuadas para la correcta especificación de las entidades del problema.
- La selección de los diferentes elementos (estrategia de investigación, modelos, procesos, entre otros) que intervienen directamente en las actividades para cumplir los objetivos de las propuestas de investigación, deben estar debidamente justificados mediante criterios concretos.
- Utilizar el método Focus Group para validar inicialmente una solución software o una abstracción específica por parte del conjunto de sus potenciales usuarios o diseñadores homólogos, es de bajo costo en cuanto a tiempo de ejecución en comparación con otros métodos, pero este método debe estar soportado por una planificación específica de las actividades, unos objetivos de investigación claros y una correcta ejecución del Focus Group direccionando continuamente la investigación hacia los objetivos.
- Para que un conjunto de expertos durante un Focus Group genere aportes significativos sobre una propuesta, los cuales sean un medio para validarla, es necesario que estos expertos conozcan y comprendan con un alto grado de propiedad los diferentes componentes de la propuesta antes de realizar el Focus Group.

6.3 Trabajo futuro

Quedan varias vertientes abiertas para trabajo de investigación futuro a partir de la propuesta realizada:

- Completar el esquema denominado *descripción y modelado de procesos*, agregándole los objetos de información que permitan representar información correspondiente a la definición (modelado y descripción) de un proceso, a partir de un lenguaje especializado en la definición de procesos.
- Aplicar el modelo dentro del diseño de una herramienta software que soporte SPI, de tal forma que el modelo pueda ser utilizado para estructurar la información a intercambiar con otras herramientas software. A partir de su aplicación pueden establecerse aspectos con los cuales refinarlo.
- Construir nuevas vistas arquitectónicas que apoyen la interoperabilidad de herramientas software que soporten SPI desde una perspectiva técnica, para de esta manera contribuir a una propuesta que apoye la interoperabilidad de una forma integral a sus niveles.
- Especificar nuevos esquemas que permitan representar la información correspondiente a otros modelos de evaluación de procesos, como por ejemplo EvalProSoft, SCAMPI, entre otros, para lograr que el modelo propuesto tenga un mayor alcance de uso.
- Investigar más fuentes de información que permitan definir nuevos objetos de información y determinen otras posibles necesidades de interoperabilidad, para aumentar el alcance y generalidad del modelo propuesto.
- Desarrollar una estrategia que permita adoptar de una forma organizada los conceptos sobre SPI involucrados en el modelo, de tal manera que la curva de aprendizaje y aplicación sobre el modelo sea más corta para las organizaciones desarrolladoras de software.

7. Referencias bibliográficas

- [1] I. Richardson and C. Gresse von Wangenheim, "Why are small software organisations different?," *Software, IEEE*, vol.24, no.1, pp.18-22, 2007
- [2] M. E. Fayad, M. Laitinen, and R. P. Ward, "Thinking objectively: software engineering in the small," *Communications of the ACM*, vol. 43, pp. 115-118, 2000.
- [3] Mayer&Bunge, "Panorama de la Industria del Software en Latinoamérica," ed: *Brasil: Mayer & Bunge Informática LTDA*, p. 97, 2004.
- [4] F. J. Pino, F. García, and M. Piattini, "Software process improvement in small and medium software enterprises: a systematic review," *Software Quality Journal*, vol. 16, pp. 237-261, 2008.
- [5] H. Krasner, "Accumulating the body of evidence for the payoff of software process improvement," in *Software Process Improvement, IEEE Computer*, pp. 519-539, 1997.
- [6] M. Niazi, D. Wilson, D. Zowghi, and B. Wong, "A model for the implementation of software process improvement: An empirical study," in *Product focused software process improvement*, ed: Springer, pp. 1-16, 2004.
- [7] D. Mishra and A. Mishra, "Software process improvement in SMEs: A comparative view," *Computer Science and Information Systems*, vol. 6, pp. 111-140, 2009.
- [8] D. Goldenson, "Performance Outcomes from Process Improvement-Tech Views," *Software Tech*, vol. 10, 2007.
- [9] I. García and C. Pacheco, "A Web-based Tool for Automatizing the Software Process Improvement Initiatives in Small Software Enterprises," *Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)*, vol. 8, pp. 685-694, 2010.
- [10] M. Muñoz, A. De Amescua, J. Mejia, J. A. Calvo-Manzano, G. Cuevas, and T. San Feliu, "A State of Art of Software Improvement Implementation Support Tools in SMEs," in *Software Process Improvement and Capability Determination*, ed: Springer, pp. 239-243, 2012.
- [11] F. Pino, F. García, and M. Piattini, "Revisión sistemática de mejora de procesos software en micro, pequeñas y medianas empresas," *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, vol. 2, pp. 6-23, 2006.
- [12] C. Pardo, A. Hurtado, and F. Pino, "Factores de éxito o fracaso para la mejora de procesos software: caso real en un grupo de MIPYMES," *VI Jornada Iberoamericana de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento-JIISIC*, vol. 8, pp. 59-66, 2008.
- [13] ISO/IEC/IEEE 42010:2011, *Systems and software engineering - Architecture description*.
- [14] COMPETISOFT: "Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria del Software de Iberoamérica". Versión 1.0. Disponible en: http://alarcos.esi.uclm.es/ipsww/doc/Competisoft-modelo_v1.pdf

- [15] F. J. Pino, O. Pedreira, F. García, M. R. Luaces, and M. Piattini, "Using Scrum to guide the execution of software process improvement in small organizations," *Journal of Systems and Software*, vol. 83, pp. 1662-1677, 2010.
- [16] F. J. Pino, M. Piattini, and G. Horta Travassos, "Managing and developing distributed research projects in software engineering by means of action-research," *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, pp. 61-74, 2013.
- [17] J. Pries-Heje and J. Johansen, "*ImprovAbility: Success with process improvement*," DELTA, 2013.
- [18] J.L. Molina, and M Marsal. "La gestión del conocimiento en las organizaciones," LibrosEnRed, pp. 60-68, 2001.
- [19] C.G. Von Wangenheim, J.C.R. Hauck, A. Zoucas, C.F. Salviano, F. McCaffery, F. Shull, "Creating Software Process Capability/Maturity Models," *Software, IEEE*, vol.27, no.4, pp.92,94, 2010.
- [20] F. J. Pino, F. García, F. Ruiz, and M. Piattini, "Adaptación de las normas ISO/IEC 12207: 2002 e ISO/IEC 15504: 2003 para la evaluación de la madurez de procesos software en países en desarrollo," in *JISBD*, pp. 187-194, 2005.
- [21] F. J. Pino, F. García, and M. Piattini, "Proceso de Valoración para la Mejora de Procesos Software en Pequeñas Organizaciones," in *CibSE*, pp. 211-224, 2008.
- [22] A. P. Cater-Steel, "Low-rigour, rapid software process assessments for small software development firms," in *Software Engineering Conference, 2004. Proceedings. 2004 Australian*, pp. 368-377, 2004.
- [23] P. Maller, C. Ochoa, and J. Silva, "Lightening the software production process in a CMM level 5 framework," *Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)*, vol. 3, pp. 15-22, 2005.
- [24] C. Pardo, J. A. Hurtado, and C. A. Collazos, "Mejora de procesos de software ágil con Agile-SPI Process," *Dyna*, vol. 77, pp. 251-263, 2010.
- [25] H. Oktaba, C. A. Esquivel, A. S. Ramos, A. M. Martínez, G. Q. Osorio, M. R. López, *et al.*, "Modelo de Procesos para la Industria de Software MoProSoft," *Versión*, 2003.
- [26] J. A. Hurtado, F. Pino, and J. Vidal, "Sistema Integral para el Mejoramiento de los Procesos de Desarrollo de Software en Colombia (SIMEP-SW)," *Departamento de Sistemas, Universidad del Cauca. Popayán*, p. 1, 2003.
- [27] *MPS- BR:Melhoria de Processo do Software Brasileiro. Versión 1.0*. Disponible en: <http://www.softex.br>
- [28] *COMPETISOFT: Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria del Software de Iberoamérica. Versión 1.0*. Disponible en: http://alarcos.esi.uclm.es/ipsw/doc/Competisoft-modelo_v1.pdf.
- [29] H. Oktaba, M. Piattini, F. Pino, M.J. Orozco, E. Alquicira. "COMPETISOFT: Mejora de Procesos de Software para Pequeñas y Medianas Empresas y Proyectos". Madrid España, RA-MA Editorial. 2008.
- [30] M. P. Usaola, "Mantema: una metodología para el mantenimiento del software," Universidad de Castilla La Mancha, Castilla La Mancha, 2000.
- [31] C. G. von Wangenheim, A. Anacleto, and C. F. Salviano, "Helping small companies assess software processes," *Software, IEEE*, vol. 23, pp. 91-98, 2006.
- [32] F. J. Pino, I. Grupo, F. García, M. Serrano, and M. Piattini, "Medidas para estimar el rendimiento y capacidad de los procesos software de conformidad con el

- estándar ISO/IEC 15504-5: 2006," *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, vol. 2, pp. 17-30, 2006.
- [33] T. Martínez-Ruiz, E. León-Pavón, F. García, M. Piattini, and F. J. Pino, "EVALTOOL-A Flexible Environment for the Capability Assessment of Software Processes," in *ICSOF (ISDM/ABF)*, pp. 73-80, 2008.
- [34] F. J. Pino, F. García, and M. Piattini, "Herramienta de Soporte a la Valoración Rápida de Procesos Software," in *JISBD*, pp. 183-192, 2006.
- [35] F. Pino, F. García, and M. Piattini, "Priorización de procesos como apoyo a la mejora de procesos en pequeñas organizaciones software," in *XXXIII Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI 2007)*, 2007.
- [36] H. Saiedian and N. Carr, "Characterizing a software process maturity model for small organizations," *ACM SIGICE Bulletin*, vol. 23, pp. 2-11, 1997.
- [37] ISO/IEC 15504-2:2003, *Information technology - Process assessment - Part 2: Performing an assessment*.
- [38] E. L. Pavón, "Entorno Flexible para la Evaluación de la Capacidad del Software: Herramienta para la Aplicación de Modelos," Escuela Superior de la Informática., Universidad de Castilla - La Mancha, 2008.
- [39] ISO/IEC 12207: 2008, *Systems and software engineering- Software life cycle*.
- [40] C. B. Reynoso, "Introducción a la Arquitectura de Software," *Universidad de Buenos Aires*, vol. 33, 2004.
- [41] IEEE Std 1471:2000, *Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems*.
- [42] *Views and Beyond Architecture Documentation Template*. [En línea]. Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/architecture/tools/document/viewsandbeyond.cfm>
- [43] H. Cervantes. *Definición de arquitectura de software*. [En línea]. Disponible en: <http://sg.com.mx/revista/27/arquitectura-software#.VEwk0iKG-b8>.
- [44] E. Camacho, F. Cardeso, and G. Nuñez, "Arquitecturas de software: guía de estudio," 2004.
- [45] ISO/IEC 10746-1, *Information technology - Open Distributed Processing- Reference model: Overview*, 1998.
- [46] R. N. L. Cordero and I. R. Salavert. "Las vistas arquitectónicas de software y sus correspondencias mediante la gestión de modelos," Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, 2010.
- [47] A. E. Caruana, "Modelado de sistemas distribuidos según el modelo de referencia para el procesamiento abierto y distribuido," Tesis Doctoral, Dpto. de Ingeniería Telemática, Escuela Técnica Superior de Ingenieros - Universidad de Sevilla, 2011.
- [48] ITU-T Rec. X.906|ISO/IEC 19793: *Information technology - Open distributed processing - Use of UML for ODP system specifications*, 2007.
- [49] K. Roebuck. "Information Privacy: High-impact Strategies-What You Need to Know Definitions, Adoptions, Impact, Benefits, Maturity, Vendors" Tebbo, 2011.
- [50] ISO/IEC 9126-1, *Software Engineering-Product Quality-Part 1: Quality model*, 2001.
- [51] H. Castrillon. "Modelo arquitectónico de interoperabilidad entre instituciones prestadoras de salud en Colombia," Tesis de maestría. Universidad del Cauca, Popayán. 2013.
- [52] G. Mila, "Revisión de la experiencia internacional en materia de interoperabilidad, un análisis para Colombia," 2013.

- [53] H. van der Veer and A. Wiles, "Achieving technical interoperability," *European Telecommunications Standards Institute*, 2008.
- [54] A. Muñoz, A. Gutierrez, G. Cuenca, A. Acebedo, J. Tello, R. Sánchez de Madariaga, P. Balazote, A. Cano, J.A. Segura, "Manual práctico de interoperabilidad semántica para entornos sanitarios basada en arquetipos," Madrid: Unidad de investigación en Telemedicina y e-Salud - Instituto de Salud Carlos III. 2013.
- [55] CEN/ISO 13606 standard, *semantic interoperability in the electronic health record communication*.
- [56] J.F. Carnicero. D Rojas and A. Fernandez. "Manual de salud electrónica para directivos de servicios y sistemas de salud," Ed. CEPAL. 2012.
- [57] C. M. Zapata and G. González, "Revisión de la literatura en interoperabilidad entre sistemas heterogéneos de software," *Ingeniería e Investigación*, vol. 29, pp. 42-47, 2009.
- [58] C. Batini, M. Lenzerini, and S. B. Navathe, "A comparative analysis of methodologies for database schema integration," *ACM computing surveys (CSUR)*, vol. 18, pp. 323-364, 1986.
- [59] T. Benson, "Principles of health interoperability HL7 and SNOMED," Springer Science & Business Media, 2012.
- [60] D. C. Russler, G. Schadow, C. Mead, T. Snyder, L. M. Quade, and C. J. McDonald, "Influences of the Unified Service Action Model on the HL7 Reference Information Model," in *Proceedings of the AMIA Symposium*, pp. 930, 1999.
- [61] P. Serrano, D. Moner, T. Sebastián, J. A. Maldonado, R. Navalón, M. Robles, *et al.*, "Utilidad de los arquetipos ISO 13606 para representar modelos clínicos detallados," *RevistaeSalud.com*, vol. 5, 2009.
- [62] M. Pardo and P. Pazos, "Aplicación del estándar OpenEHR para el diseño de arquetipos en salud laboral.", X Jornadas de investigación, 2012.
- [63] J. Etreros-Huerta, G. Marco-Cuenca, I. Abad-Acebedo, and J. Muñoz-Montalvo, "La interoperabilidad como base de la Historia Clínica Digital del Sistema Nacional de Salud," *Todo Hospital*, vol. 2009, pp. 467-474, 2009.
- [64] OPENEHR, An open domain-driven platform for developing flexible e-health systems. [En línea]. Disponible en: <http://www.openehr.org/home.html>.
- [65] D. M. Lopez and B. G. Blobel, "A development framework for semantically interoperable health information systems," *International journal of medical informatics*, vol. 78, pp. 83-103, 2009.
- [66] C. M. Costa, M. Menárguez-Tortosa, and J. T. Fernández-Breis, "Clinical data interoperability based on archetype transformation," *Journal of Biomedical Informatics*, vol. 44, pp. 869-880, 2011.
- [67] F. Lampathaki, S. Mouzakitis, G. Gionis, Y. Charalabidis, and D. Askounis, "Business to business interoperability: A current review of XML data integration standards," *Computer Standards & Interfaces*, vol. 31, pp. 1045-1055, 2009.
- [68] D. Chen, G. Doumeingts, and F. Vernadat, "Architectures for enterprise integration and interoperability: Past, present and future," *Computers in industry*, vol. 59, pp. 647-659, 2008.
- [69] R. Rezaei, T. K. Chiew, S. P. Lee. "A review on E-business Interoperability Frameworks," *Journal of Systems and Software*, vol 93, pp 199-216, 2014.
- [70] Lenguaje comun de intercambio de información, para el gobierno Colombiano.[En línea]. Disponible en: <http://lenguaje.intranet.gov.co/web/gelxml/inicio>

- [71] Centro de Interoperabilidad Semántica (CISE), del gobierno Español. [En línea]. Disponible en: <http://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2010-1331>
- [72] P. Walmsley, "Creating a NIEM IEPD, Part 1: Model your NIEM exchange," 2010.
- [73] C4ISR Architecture Working Group. "Levels of information systems interoperability (LISI)." 30 de mayo de 1998.
- [74] L Weihua and L Shixian, "Improve the semantic interoperability of information," *Intelligent Systems, 2004. Proceedings. 2004 2nd International IEEE Conference*, vol.2, no., pp.591,594 Vol.2, 22-24, 2004.
- [75] R. Rezaei, and S. P. Lee, "An interoperability model for ultra large scale systems", *Advances in Engineering Software*, vol. 67, pp. 22,46, 2014.
- [76] J. Guo, "Global information interoperability through open information platform", en *Software Engineering and Service Science (ICSESS), 2013 4th IEEE International Conference on*, pp. 631–638, 2013.
- [77] L. Da Silva, S. A. Ghafour, P. Hoffmann, P. Ghodous, y C. Lima, "Semantic interoperability of heterogeneous semantic resources", *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, vol. 150, n.º 2, pp. 71–85, 2006.
- [78] B. David, "The information perspective of SOA design, Part 1: Introduction to the information perspective of a Service Oriented Architecture," 2008.
- [79] K. Abdalla, " A Model for Semantic Interoperability Using XML," *Proceedings of the 2003 Systems and Information Engineering Design Symposium*, pp. 107-111, 2003
- [80] M. I. M. Morales, "Comparación de dos métodos de representación semántica en interoperabilidad a la luz de la lingüística computacional," *CUADERNO ACTIVA*, vol. 5, 2014.
- [81] P. B. Kruchten, "The 4+ 1 view model of architecture," *Software, IEEE*, vol. 12, pp. 42-50, 1995.
- [82] C. Hofmeister, R. Nord, and D. Soni, "Applied software architecture", Addison-Wesley, 2000.
- [83] ISO/IEC 10746-2, *Information technology - Open distributed processing - Reference model: Foundations*, 2009
- [84] L. Fuentes and A. Vallecillo, "Una introducción a los perfiles UML," *Revista Novatica–Asociación de Técnicos de Informática-España*, 2004.
- [85] M. E. M. Trujillo, "El proceso de desarrollo y mantenimiento de software propuesto por Competisoft de acuerdo al proceso unificado," Tesis de Maestría en Ciencia e Ingeniería de la Computación, UNAM, Mexico D.F, 2010.
- [86] R. H. Sampieri, C. F. Collado, P. B. Lucio, and M. d. I. L. C. Pérez, "Metodología de la investigación," McGraw-Hill, 1998.
- [87] *COMPETISOFT, Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria del Software de Iberoamérica, version 1.0.* [En línea]. Disponible en: http://alarcos.esi.uclm.es/ipsw/doc/Competisoft-modelo_v1.pdf
- [88] Sitio oficial de *COMPETISOFT*. [En línea]. Disponible en: <http://alarcos.esi.uclm.es/competisoft/>
- [89] M. Garzon, and Y. Parada, "Modulo 2, Serie aprender a investigar, la investigación ", ISBN: 958-9279-15-5, Bogotá: Instituto Colombiano para el fomento de la educación superior, ICFES,1999.
- [90] ISO/IEC 15504, *Software engineering - Process assessment - Parte 2 Performing an assessment*, 2003.
- [91] Software and Systems Process Engineering Meta-model (SPEM). [En línea]. Disponible en: <http://www.omg.org/spec/SPEM/2.0/>.

- [92] I. Ruiz-Rube, J. Beardo, and M. Ruiz. "Ingeniería Dirigida por Modelos como soporte a la gestión de procesos software," 2014.
- [93] M. Hernández, M. Florez, *GENESIS, sistema de apoyo a un proceso de mejora*, Tesis de maestría en ingeniería de la Computación, Universidad nacional autónoma de México, Ciudad de México, 2009.
- [94] M. KOZINA and V. KIRINIC, "Analyzing the pam's structure using the ISO/IEC 15504-5 standard (SPICE)", *DAAAM INTERNATIONAL SCIENTIFIC BOOK*, pp. 475-490, 2013.
- [95] J. A. Ocaña, "Gestión de proyectos con mapas mentales". *Volumen II*: Editorial Club Universitario, 2013.
- [96] P. Anya and G. Smith, "Los métodos cualitativos de investigación en Ingeniería de Software," *Revista Antioqueña de las Ciencias Computacionales*, vol. 4, 2014.
- [97] J Sale, H. Lohfeld, and K. Brazil. "Revisiting the quantitative-qualitative debate: Implications for mixed-methods research." *Quality and quantity*, Vol 36.1. pp 43-53. 2003.
- [98] G. Egon and Y. S. Lincoln. "Competing paradigms in qualitative research," *Handbook of qualitative research 2*. pp 163-194. 1994.
- [99] M. Mendoza-Moreno, C. González-Serrano, and F. J. Pino, Focus group como proceso en ingeniería de software: una experiencia desde la práctica, *Dyna*, vol. 80, pp. 51-60, 2013.
- [100] J. Kontio, L. Lehtola, and J. Bragge, "Using the focus group method in software engineering: obtaining practitioner and user experiences," in *Empirical Software Engineering, 2004. ISESE'04. Proceedings. 2004 International Symposium on*, 2004, pp. 271-280.
- [101] N. K. Malhotra, J. F. Martínez, and M. E. T. Rosales, "*Investigación de mercados*", Pearson Educación, 2004.
- [102] C. A. Albarracín, F. J Pino, C. J Calvache, and L. Paredes. "MaTGeC: hacia un marco de trabajo para la gestión cuantitativa de procesos de desarrollo de software en pequeñas organizaciones". *Revista Tecnura*, 18(42), pp 126-138.
- [103] F. J. Pino, I. J. C. Vidal, F. G. Rubio and M. G. P. Velthuis. "Modelo para la implementación de mejora de procesos en pequeñas organizaciones software". In *Actas de las XII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos*, pp. 326-336. 2007.