UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Representación de las prácticas de la meta específica de CMMI desarrollo de los requisitos del cliente empleando el núcleo de *Semat*

John Jairo Valencia Leyes

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas, Departamento de la Ciencias de la computación y la Decisión
Medellín, Colombia
2017

Representación de las prácticas de la meta específica de CMMI desarrollo de los requisitos del cliente empleando el núcleo de *Semat*

John Jairo Valencia Leyes

Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en ingeniería de sistemas

Director:
Ph.D. Carlos Mario Zapata Jaramillo

Línea de Investigación:
Ingeniería de software

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas, Departamento de la Ciencias de la computación y la Decisión
Medellín, Colombia
2017

DEDICATOTIA

A DIOS por la vida y respaldarme con su sabiduría cada día. A mi madre por su apoyo en todos los proyectos que emprendo, por tener siempre una voz de aliento cargada de motivación para seguir adelante.

A mis hermanos y demás familiares por el respaldo y la confianza depositada en mí cuando lo he necesitado.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la vida de Carlos Mario Zapata Jaramillo, que sea la bendición de nuestro padre celestial sobre su vida.

Al Doctor Carlos Mario Zapata Jaramillo, por su generosa dirección y guía desde principio y hasta el final de la Maestría, Profesor gracias por su dedicación, compromiso, por su esfuerzo, por su paciencia, enseñanza y contribución en mi formación personal y profesional

Al resto de mis profesores, porque con sus enseñanzas han aportado en el logro de uno de mis sueños.

Resumen

CMMI para Desarrollo (CMMI-DEV) consta de buenas prácticas que tratan las actividades de desarrollo aplicadas a productos y servicios. Las representaciones de CMMI-DEV integran elementos como áreas de procesos, metas específicas y genéricas y prácticas específicas y genéricas. Sin embargo, estas representaciones aún subespecifican componentes como práctica, subprácticas y ejemplos de productos de trabajo. Además, no muestran lo particular de cada área, pues se basan en los aspectos generales de CMMI-DEV. Varios esfuerzos por representar los procesos de CMMI para mapearlos con otros procesos de la ingeniería de software se limitan a representar puntos en común, dado que los métodos utilizados no proporcionan una cobertura completa de CMMI-DEV, pues no se usa un estándar para esas representaciones. *Semat (Software Engineering Method and Theory)* generaliza la ingeniería de software identificando acciones y elementos universales, que se describen mediante un lenguaje sencillo y universal que permite la descripción de los métodos y prácticas. En esta Tesis de Maestría se realiza una representación de las prácticas del área de proceso desarrollo de requisitos en el núcleo de *Semat*. Adicionalmente, se propone la validación de la representación mediante un caso de laboratorio.

Palabras claves: Representación, *Semat*, CMMI-DEV, Desarrollo de requisitos, Prácticas

Abstract

CMMI for Development (CMMI-DEV) includes a set of best practices for addressing development activities applied to products and services. CMMI-DEV representations integrate elements like process areas, specific and generic goals, and specific and generic practices. However, such representations sub-specify components like practice, sub-practices, and examples of work products. Also, such representations are based on general aspects of CMMI-DEV, excluding some particular aspects. Some effort has been devoted to represent CMMI processes in order to mapping them into other processes of software engineering, but it is limited to represent some common points, since the methods used have partial CMMI-DEV coverage. In addition, they lack standard representation. Semat (Software Engineering Method and Theory) generalizes software engineering by identifying actions and universal elements, which are described by means of a simple and universal language allowing for describing methods and practices. In this M.Sc. Thesis we develop a representation of the practices of the Requirements Development process area by using the Semat Essence kernel. Also, we propose the validation of such representation by using a lab study.

Keywords: Representation, Semat, CMMI-DEV, Requirements Development, Practices

CONTENIDO

Antecedentes 20

1.2 Problema 31
1.3 Objetivos 32

1.3.1 General 32
1.3.2 Específicos 32

2. Marco Teórico 33

2.1 Marco referencial 33
2.1.1 CMMI 33
2.1.2 DESARROLLO DE REQUISITOS 36
2.1.3 *Semat* 37

3.1 SP 1.1 Educir las necesidades 47

3.1.2 SP 1.2 Trasformación de las necesidades de las partes interesadas en requisitos de cliente. 47

3.1.3 SG 2 Desarrollar los requisitos de producto. 48

3.1.3.1 SP 2.1 Establecer los requisitos de producto y de componente de producto. 48

3.1.3.2 SP 2.2 Asignar los requisitos de componente de producto. 49

3.1.3.3 SP 2.3 Identificar los requisitos de interfaz. 50

3.1.4 SG 3 Analizar y validar los requisitos. 50

3.1.4.1 SP 3.1 Establecer los conceptos y los escenarios de operación. 50

3.1.4.3 SP 3.3 Analizar los requisitos. 52

3.1.4.4 SP 3.4 Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio. 53

3.1.4.5 SP 3.5 Validar los requisitos. 54

3.2. Refinamiento y equivalencias de los elementos de las prácticas desarrollo de requisitos de CMMI en el núcleo de *Semat*. 54

4. Representación de las prácticas del área de proceso desarrollo de requisitos en el núcleo de *Semat*. 71

Tabla de Contenido

5. Casos de laboratorio 76

6. Conclusiones y recomendaciones.....89

6.1 Conclusiones 89

7. Referencias.....91

Lista de figuras

Pag.

Figura 1. Representación continua y por etapas….....19

Figura 2. Historia de CMM…….....23

Figura 3. Componentes del modelo CMMI-DEV……..…….....24

Figura 4. áreas de interés de Semat traducidade…….....27

Figura 5. Alfas “cosas con las que siempre se trabajan”…….....27

Figura 6. espacios de actividad “cosas que siempre se hacen” …..…….....28

Figura 7. Competencias áreas de interés de Semat…….....33

Figura 8. Representación de la práctica educir las necesidades en el núcleo de *Semat*..57

Figura 9. Representación de la práctica transformar las necesidades de las partes interesadas en requisitos de cliente. ……...……..58

Figura 10. Representación de la práctica establecer los requisitos de producto y de componente de producto …….....……...…….….58

Figura 11. Representación de la práctica asignar los requisitos de componente de producto los requisitos de componentes de producto…….....59

Figura 12. Representación de la práctica identificar los requisitos de interfaz…….……..……..…….……59

Figura 13: Representación de la práctica establecer los conceptos y los escenarios de operación……60

Figura 14: Representación de la práctica establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos……60

Figura 15: Representación de la práctica Analizar los requisitos……..……..…..60

Figura 16: Representación de la práctica Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio…….…….…61

Figura 17: Representación de la práctica Validar los requisitos…….....…... 61

Figura 18. Representación de la práctica educir las necesidades en Altran.....62

Lista de Figuras

Figura 19. Representación de la práctica transformar las necesidades en requisitos de cliente de acuerdo a lo que se utiliza en Altran. ……..……63

Figura 20. Representación de la práctica Establecer los requisitos de producto y componente de producto de acuerdo a lo que se utiliza en *Altran*……..64

Figura 21: Representación de la práctica Asignar los requisitos de componente de producto, de acuerdo a lo que se utiliza en Altran……...65

Figura 22. Representación de la práctica Identificar los requisitos, de acuerdo a lo que se utiliza en Altran……...65

Figura 23. Representación de la práctica establecer los conceptos y los escenarios de operación, de acuerdo a lo que se utiliza en Altran…….66

Figura 24: Representación de la práctica Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos, de acuerdo a lo que se utiliza en Altran……67

Figura 25. Representación de la práctica Analizar los requisitos, de acuerdo a lo que se utiliza en Altran……67

Figura 26. Representación de la práctica Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio, de acuerdo a lo que se utiliza en Altran……..68

Figura 27. Representación de la práctica Validar los requisitos, de acuerdo a lo que se utiliza en Altran……69

Lista de Tablas

. Pag.

Tabla 1. Mapeo de RUP y los niveles 2 y 3 de CMMI ……..……..20

Tabla 2. Niveles de capacidad y madurez ……..…..25

Tabla 3. Objetivos específicos y prácticas específicas del área de proceso desarrollo derequisitos……..……..……..25

Tabla 4 parte (1/2). Elementos del núcleo de *Semat* ……..……..……..…..18

Tabla 4 parte (2/2). Elementos del núcleo de *Semat* ……..……..……..…..19

Tabla 5. Equivalencia de elementos de la práctica educir las necesidades en el núcleo de *Semat* …….....……..…..39

Tabla 6. Equivalencia de elementos de la práctica trasformación de las necesidades de las partes de las partes interesadas en requisitos de cliente en el núcleo de *Semat*…….40

Tabla 7. Equivalencia de elementos de la práctica establecer los requisitos de producto y de componente de producto en el núcleo de *Semat*……..……41

Tabla 8. Equivalencia de elementos de la práctica asignar los requisitos de componente de producto en el núcleo de *Semat*……42

Tabla 9 parte (1/2). Equivalencia de elementos de la práctica los requisitos de interfaz en el núcleo de Semat……..……..…....43

Tabla 9 parte (2/2). Equivalencia de elementos de la práctica los requisitos de interfaz en el núcleo de Semat……..……..……...44

Tabla 10 parte (1/3). Equivalencia de elementos de la práctica establecer los conceptos y los escenarios de operación en el núcleo de *Semat*……..…45

Tabla 10 parte (2/3). Equivalencia de elementos de la práctica establecer los conceptos y los escenarios de operación en el núcleo de *Semat*……...46

Tabla 10 parte (3/3). Equivalencia de elementos de la práctica establecer los conceptos y los escenarios de operación en el núcleo de *Semat*……47

Tabla 11 parte (1/3). Equivalencia de los elementos de la práctica Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos en el núcleo de *Semat*……..……..48

Tabla 11 parte (2/3). Equivalencia de los elementos de la práctica Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos en el núcleo de *Semat*……..…….....49

Lista de Tablas

Tabla 11 parte (3/3). Equivalencia de los elementos de la práctica Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos en el núcleo de *Semat*……..…….....50

Tabla 12 parte (1/3). Equivalencia de los elementos de la práctica Analizar los requisitos en el núcleo de *Semat*……..…….51

Tabla 12 parte (2/3). Equivalencia de los elementos de la práctica Analizar los requisitos en el núcleo de *Semat*……..…….52

Tabla 12 parte (3/3). Equivalencia de los elementos de la práctica Analizar los requisitos en el núcleo de *Semat*……..…….53

Tabla 13 parte (1/2). Equivalencia de los eleméntenos de la práctica Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio, en el núcleo de *Semat*……...54

Tabla 13 parte (2/2). Equivalencia de los eleméntenos de la práctica Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio, en el núcleo de *Semat*……...55

Tabla 14. Equivalencia de los eleméntenos de la práctica Validar los requisitos, en el núcleo de Semat…….....56

Introducción.

El modelo *Capability Maturity Model Integration* (CMMI) para desarrollo (CMMI-DEV) proporciona algunos lineamientos para aplicar una serie de prácticas durante todo el ciclo de vida de un proyecto en una empresa de desarrollo, desde el inicio hasta su entrega y mantenimiento (SEI, 2010). Las buenas prácticas del modelo se basan en acciones para desarrollar productos y servicios de calidad con el objetivo de satisfacer las necesidades de las partes interesadas relevantes (Zapata, Valderrama & Jiménez, 2015). CMMI-DEV se compone de 22 áreas de proceso; cada área cuenta con un conjunto de prácticas genéricas y específicas y subprácticas que hay que satisfacer para cumplir lo que requiere el área de proceso. CMMI-DEV es un modelo extenso, con prácticas difíciles de implementar para una persona que no conozca el modelo, pues no se especifica como implementar sus prácticas. Además, sus prácticas se expresan en un lenguaje técnico sin la claridad suficiente para los usuarios, lo que hace que las organizaciones requieran un experto para poder implementar CMM-DEV (Arboleda, Paz & Casalla, 2013).

Las representaciones existentes de CMMI-DEV muestran el grado de importancia que existe entre los componentes del modelo y permiten enseñar las relaciones de dependencias entre las áreas de proceso, prácticas y subprácticas sin la claridad de cómo hacer las cosas y sin casos prácticos de aplicación. Algunas representaciones son mapas conceptuales, en los cuales se resume la estructura de todos sus elementos. En dichas representaciones no se incluyen las

especificaciones propias de cada área, se centran en lo general del modelo y los detalles de cada área se quedan sin representar, obligando a las organizaciones a consultar expertos para detallar en cada área y saber cómo aplicarla (Zapata, Valderrama & Jiménez, 2015).

Establecer prácticas eficaces y eficientes de gestión de proyectos de software sigue siendo un reto para las organizaciones, dado que el proceso de desarrollo es complejo. Para esto, muchas empresas implementan CMMI-DEV con el objetivo de mejorar sus procesos, para lo cual mapean algunas áreas de procesos de CMMI en otros modelos o métodos agiles. En estas comparaciones se limitan a representar puntos en común, dado que los métodos utilizados no proporcionan una cobertura completa de CMMI y algunas prácticas quedan sin cubrir. Estas limitaciones se generan en la falta de una representación de las prácticas de CMMI en un estándar (Lukasiewicz & Miler, 2012).

Existen otras iniciativas por mapear prácticas CMMI en un estándar como *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK). El trabajo lo realizan estableciendo un paralelo entre las mejores prácticas de ambos enfoques, pero el esfuerzo para integrar y armonizar las mejores prácticas de CMMI y PMBOK requiere un consenso entre expertos. Además el mapeo, se dificulta por la diferencia de estructura de ambos modelos pues, mientras CMMI se enfoca en áreas de proceso, PMBOK se define en términos de áreas del conocimiento. En algunos casos, se observa que un área del conocimiento del PMBOK se puede dividir en varias áreas de proceso en CMMI, estableciendo casi las mismas prácticas con diferentes nombres (von Wangenheim, da Silva, Buglione, Scheidt, & Prikladnicki, 2010).

Semat (Teoría y Método de la Ingeniería de Software) es una iniciativa que fundaron Ivar Jacobson, Bertrand Meyer y Richard Soley con el fin de apoyar un proceso de redefinición de la ingeniería de software basada en una teoría sólida, principios probados y las mejores prácticas (Jacobson *et al.*, 2012). A diferencia de otros intentos para crear una teoría general de la

ingeniería de software, *Semat* generaliza la ingeniería de software mediante la identificación de acciones y elementos universales. Tales elementos se describen mediante el uso de un lenguaje sencillo que permite la descripción de las prácticas comunes pertenecientes a los métodos existentes. Dicha iniciativa se puede utilizar para evaluar, comparar y medir la salud y el progreso de una tarea (Esencia, 2014).

El núcleo de *Semat* incluye un conjunto de elementos esenciales comunes a cualquier esfuerzo de ingeniería de software. El núcleo es extensible para usos específicos. Cualquier método se puede representar con los elementos de núcleo (Zapata-Jaramillo & Jacobson, 2014). En el núcleo de *Semat* se pueden identificar "las cosas que siempre se hacen" y las cosas con las que se trabaja, en el desarrollo de software (Jacobson *et al.*, 2014).

En esta Tesis de Maestría se realiza una representación de las prácticas del área de proceso desarrollo de requisitos de CMMI en el núcleo de *Semat*, con el objetivo de facilitar la manipulación y la legibilidad del área de proceso.

Conforme a lo anterior, esta Tesis de Maestría contiene cinco Capítulos para la representación del área de proceso: en el Capítulo 1 se presenta el alcance y planteamiento del problema; en el Capítulo 2 se presenta el marco teórico; en el Capítulo 3 se presentan los elementos susceptibles de representación en el núcleo de *Semat*; en el Capítulo 4 se presentan el refinamiento y equivalencias de los elementos de las prácticas desarrollo de requisitos de CMMI en el núcleo de *Semat*; en el Capítulo 5 se desarrolla el prototipo de solución y las representaciones en el núcleo de *Semat*; en el Capítulo 6 se valida la solución con un caso de laboratorio; en el Capítulo 7 se presentan las conclusiones y el trabajo futuro.

Alcance y planteamiento del problema

Antecedentes

Los autores que se presentan a continuación muestran propuestas realizadas sobre mapeo y representación de prácticas CMMI en otros métodos.

Las representaciones del modelo CMMI-DEV existentes buscan, entre otros asuntos, tener un conocimiento general del modelo, asegurando el entendimiento sobre cómo implementar las mejores prácticas. Sin embargo, las representaciones encontradas carecen de profundización, no dan claridad sobre cómo implementar las prácticas del modelo, no detallan los componentes como subprácticas y ejemplos de productos de trabajo y la relación entre componentes no es intuitiva ya que se debe tener un conocimiento del modelo, dado que no se expresan de forma común a todos los esfuerzos de software (Zapata *et al*., 2015).

CMMI y PMBOK son referentes para apoyar las prácticas de la gestión de proyectos en el contexto del desarrollo de software. Establecen las “mejores prácticas” para cada uno de estos enfoques y tratan de relacionarlos desde las prácticas propuestas en CMMI y las prácticas

establecidas en el PMBOK. El trabajo lo realizan estableciendo un paralelo entre las mejores prácticas de ambos enfoques, comparando si cada una de las prácticas se puede representar en ambos, si se representa parcialmente en alguno, o si uno de los enfoques posee una práctica que el otro no tiene (Von Wangenheim *et al.*, 2010). El esfuerzo para integrar y armonizar las mejores prácticas de CMMI y PMBOK requiere un consenso entre expertos y, además, se dificulta por la diferencia de estructura de ambos modelos. En efecto, mientras CMMI se enfoca en áreas de proceso, el PMBOK se define en términos de áreas del conocimiento. En algunos casos, se observa que un área del conocimiento del PMBOK se puede dividir en varias áreas de proceso en CMMI, estableciendo casi las mismas prácticas con diferentes nombres (Von Wangenheim *et al.*, 2010).

Existe un caso de estudio con el cual se muestra el éxito de la unión de CMMI y *Scrum*, pero antes se probaron varios métodos de desarrollo con poco éxito y el tiempo invertido y el conocimiento adquirido en las etapas anteriores se descartó cuando se decidieron por *Scrum*. Esto demuestra que los procesos no se expresan de forma que todos los que trabajen en software lo puedan utilizar porque, aunque se realizan las mismas actividades de desarrollo de software, no es posible replicarlo con éxito en otros métodos de desarrollo. Estos métodos agiles sólo se aplicaron a proyectos pequeños y medianos (Sutherland, Jakobsen, & Johnson, 2008).

CMMI-DEV se compone de elementos como áreas de procesos, metas específicas y genéricas, prácticas específicas y genéricas, subprácticas y productos de trabajo. CMMI-DEV se basa en dos caminos de avance, que son niveles capacidad y niveles de madurez, cada uno con su respectiva representación (continua o por etapas, como se aprecia en la Figura 1). La representación continua utiliza los niveles de capacidad y se enfoca en un área de proceso de la organización para mejorarla; esta representación se caracteriza por mirar las partes y no un conjunto. La representación por etapas se enfoca en el estado general de una compañía y se apoya en un pensamiento holístico en cuanto a los procesos de una organización (SEI, 2010).

Las dos representaciones son muy parecidas y no especifican en los detalles de cada área, como sus prácticas y ejemplos de producto de trabajo. Además, los componentes tienen la misma jerarquía, dificultando la organización y la comprensión de la representación (SEI, 2010).

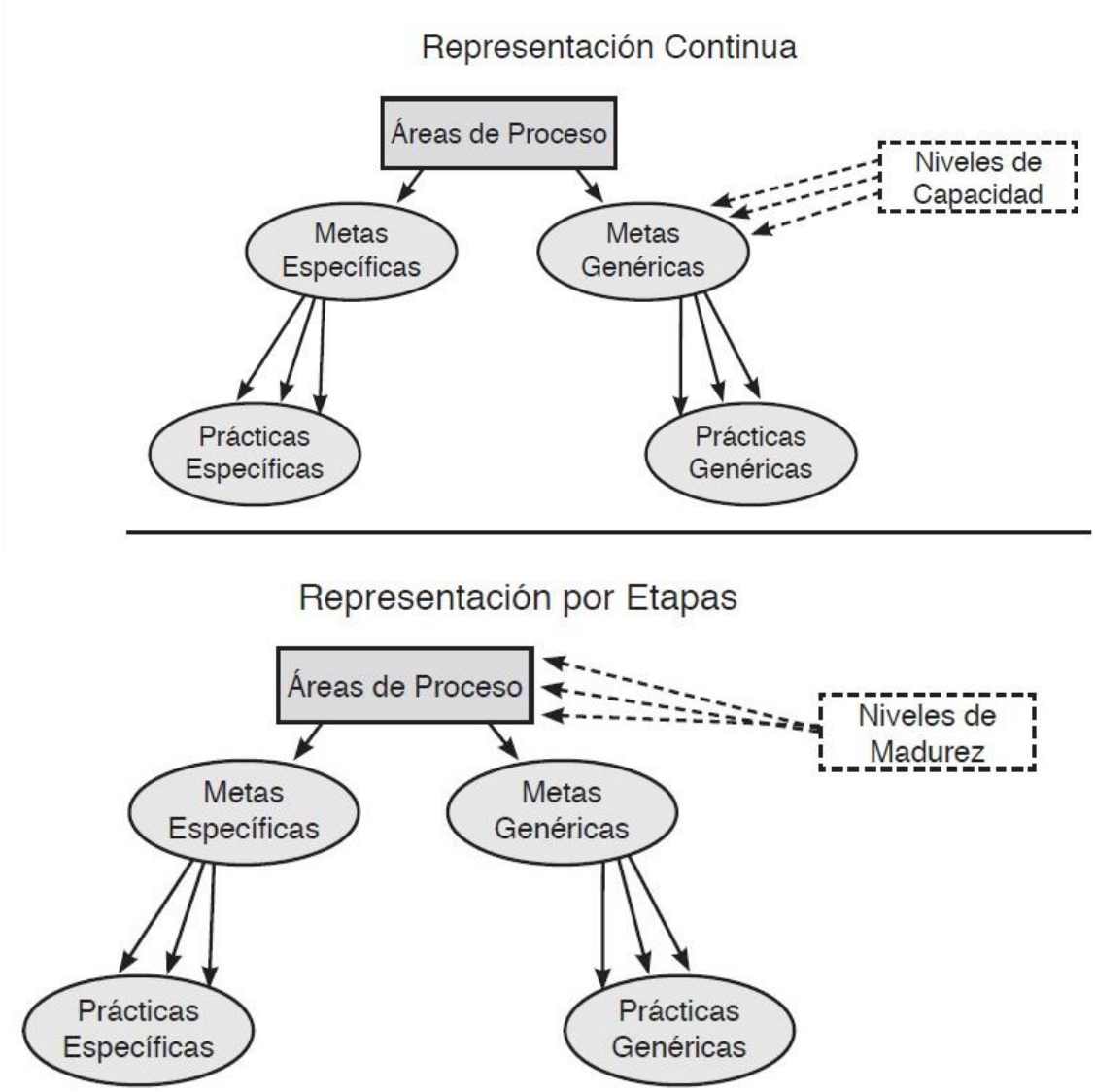


Figura 1. Representación continua y por etapas (SEI, 2010)

El mapeo de los niveles de madurez 2 y 3 de CMMI en el *Rational Unified Process* (RUP) encontrado en la literatura muestra que RUP no cubre las prácticas de las áreas de proceso planificación de proyectos (PP) y administración de requisitos (REQM). Aunque CMMI y RUP se enfocan en la calidad y en la satisfacción de las necesidades de las partes interesadas relevantes, no se expresan en una teoría común, lo que implica hacer unificación de criterios

para ver la equivalencia de las prácticas de CMMI en RUP y luego poderlas mapear. Con todo esto, no se logra cubrir todas las áreas de procesos, lo que implica que no se mapeen en su totalidad (Monteiro, Machado, Kazman, Lima, Simões, & Ribeiro, 2013).

En la Tabla 1 se muestran los resultados del mapeo de las prácticas de las áreas de proceso de los niveles de madurez 2 y 3. Las clasificaciones son las siguientes: Cobertura Alta (H) se cubren completamente las prácticas CMMI con RUP; Cobertura Media-Alta (MH) se cubre más de la mitad de las prácticas CMMI en RUP; Cobertura media (M); se cubre la mitad de las prácticas CMMI en RUP; Sin cobertura (N): No se cumple ninguna práctica de las áreas de proceso de CMMI en RUP.

Tabla 1
Mapeo de RUP y los niveles 2 y 3 de CMMI (Monteiro *et al.,* 2013).

	Category	PA	Acronym		RUP Compliance
MATURITY LEVEL 2	Engineering	Requirements Management	{PA 1}	REQM	MH
	Project Management	Project Monitoring and Control	{PA 2}	PMC	H
	Project Management	Project Planning	{PA 3}	PP	MH
	Project Management	Supplier Agreement Management	{PA 4}	SAM	M
	Support	Measurement and Analysis	{PA 5}	MA	MH
	Support	Configuration Management	{PA 6}	CM	M
	Support	Process and Product Quality Assurance	{PA 7}	PPQA	H
MATURITY LEVEL 3	Engineering	Product Integration	{PA 8}	PI	H
	Engineering	Requirements Development	{PA 9}	RD	H
	Engineering	Technical Solution	{PA 10}	TS	M
	Engineering	Validation	{PA 11}	VAL	H
	Engineering	Verification	{PA 12}	VER	M
	Process Management	Organizational Process Definition	{PA 13}	OPD	N
	Process Management	Organizational Process Focus	{PA 14}	OPF	N
	Process Management	Organizational Training	{PA 15}	OT	N
	Project Management	Integrated Project Management	{PA 16}	IPM	M
	Project Management	Risk Management	{PA 17}	RSKM	MH
	Support	Decision Analysis and Resolution	{PA 18}	DAR	N

Łukasiewicz, & Miler,(2012) proponen un modelo de referencia para el mapeo de prácticas del nivel 2 y 3 de la representación escalonada de la versión 1.2 de CMMI en Scrum. El modelo cubre 123 prácticas de CMMI y se dividen en: completamente cubiertas, parcialmente cubiertas y no cubiertas por las prácticas de Scrum. Para las prácticas CMMI parcialmente cubiertas, en, el modelo se especifican unas extensiones modificando las prácticas de Scrum y agregando unas

nuevas. Para las prácticas CMMI no cubiertas por Scrum, en el modelo se definen nuevas prácticas. Estas prácticas, que ayudan a cubrir lo que no se puede lograr con las prácticas de Scrum, se seleccionan a partir del modelo de referencia con el algoritmo P-Sel, basado en respuestas a un cuestionario de 25 preguntas de una sola opción de respuesta.

Los ejemplos presentados en el modelo son buenos, pero no se alcanzan a cubrir todas las prácticas de CMMI. Además, para desarrollos a gran escala, Scrum es inadecuado (Jacobson *et al.,* 2014) y con frecuencia se utiliza en proyectos pequeños (Łukasiewicz, & Miler, 2012).

Bougroun *et al.*(2014) presentan un mapeo de las prácticas de las áreas de proceso del nivel 3 de CMMI en las metodologías agiles Scrum, XP y Kanban. En las Tablas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 se observa el mapeo de las prácticas de las áreas de proceso del nivel 3. En la Tabla 12 se observa el resultado del mapeo en porcentaje que logra cubrir cada metodología agil en cada área de proceso del nivel 3 de CMMI de forma individual y general. Como resultado general, se logra cubrir el 58% de las prácticas de CMMI.

Como los métodos son complementarios y tocan cada área, excepto la de entrenamiento, se demuestra que no se puede aplicar un mismo método de desarrollo a diferentes casos de software. No es necesariamente el caso que el mismo conjunto de prácticas ágiles se pueda aplicar universalmente en todos los programas y equipos. De hecho, en algunos esfuerzos, las técnicas o prácticas ágiles particulares pueden no ser posibles (Jacobson *et al.,* 2013).

Tabla 2

Mapeo de las prácticas del área desarrollo de requisitos en los métodos ágiles Scrum, XP y Kanban, (Bougroun, Bouchentouf, & Zeaaraoui, 2014).

RD	CMMI Practice	Agile practice
SP1.1	Elicit Needs	Scrum : Review of Product Backlog (requirements) with Product owner XP: daily cooperation between business people and developers
SP1.2	Develop the Customer Requirements	Scrum : Review of Product Backlog (requirements) with Product owner and team XP: daily cooperation between business people and developers
SP2.1	Establish Product and Product - Component Requirements	Scrum : Review of Product Backlog (requirements) with Product owner and team XP: daily cooperation between business people and developers
SP2.2	Allocate Product - Component Requirements	-
SP2.3	Identify Interface Requirements	-
SP3.1	Establish Operational Concepts and Scenarios	-
SP3.2	Establish a Definition of Required Functionality	Scrum : Review of Product Backlog with Product owner and team XP: daily cooperation between business people and developers
SP3.3	Analyze Requirements	Scrum : Review of Product Backlog (requirements) with Product owner and team XP: daily cooperation between business people and developers
SP3.4	Analyze Requirements to Achieve Balance	Scrum : Review of Product Backlog (requirements) with Product owner and team XP: daily cooperation between business people and developers
SP3.5	Validate Requirements	Scrum : Review of Product Backlog (requirements) with Product owner and team XP: daily cooperation between business people and developers

Tabla 3

Mapeo de las prácticas del área de proceso Soluciones tecnicas en los métodos agiles Scrum, XP y Kanban (Bougroun, Bouchentouf, & Zeaaraoui, 2014).

TS	CMMI Practice	Agile practice
SP1.1	Develop Alternative Solutions and Selection Criteria	-
SP2.2	Select Product Component Solutions	-
SP2.1	Design the Product or Product	XP: Simple design, Small
SP2.2	Establish a Technical Data Package	-
SP2.3	Design Interfaces Using Criteria	XP : Simple design
SP2.4	Perform Make, Buy, or Reuse Analysis	-
SP3.1	Implement the Design	XP : Pair programming
SP3.2	Develop Product Support Documentation	-

Tabla 4

Mapeo de las prácticas del área de proceso Verificación en los métodos ágiles Scrum, XP y Kanban (Bougroun, Bouchentouf, & Zeaaraoui, 2014).

VER	CMMI Practice	Agile practice
SP1.1	Select Work Products for Verification	XP : daily cooperation between business people and developers
SP1.2	Establish the Verification Environment	XP: test
SP1.3	Establish Verification Procedures and Criteria	XP: test
SP2.1	Prepare for Peer Reviews	XP : pair programming
SP2.2	Conduct Peer Reviews	-
SP2.3	Analyze Peer Review Data	-
SP3.1	Perform Verification	XP : daily cooperation between business people and developers
SP3.2	Analyze Verification Results	-

Tabla 5

Mapeo de las prácticas del área de proceso Integración del producto en los métodos ágiles Scrum, XP y Kanban (Bougroun, Bouchentouf, & Zeaaraoui, 2014)

PI	CMMI Practice	Agile practice
SP1.1	Determine Integration Sequence	Scrum : managed by the method (sprints) XP: Continuous integration, Small releases.
SP1.2	Establish the Product Integration Environment	Scrum : managed by the method (sprints) XP: Continuous integration, Small releases.
SP1.3	Establish Product Integration and Procedures Criteria	Scrum : managed by the method (sprints) XP: Continuous integration, Small releases.
SP2.1	Review Interface Descriptions for Completeness	Scrum : meeting of the of the sprint XP : daily cooperation between business people and developers
SP2.2	Manage Interfaces	XP : daily cooperation between business people and developers
SP3.1	Confirm Readiness of Product Components for Integration	-
SP3.2	Assemble Product Components	Scrum & XP : Principe of the sprint
SP3.3	Evaluate Assembled Product Components	Scrum : meeting of the end of the sprint XP : daily cooperation between business people and developers
SP3.4	Package and Deliver the Product or Product Component	Scrum : managed by the method (sprint) XP : daily cooperation between business people and developers

Tabla 6

Mapeo de las prácticas del área de proceso Enfoque de procesos Organizacionales en los métodos ágiles Scrum, XP y Kanban (Bougroun, Bouchentouf, & Zeaaraoui, 2014).

OPF	CMMI Practice	Agile practice
SP1.1	Establish Organizational Process Needs	Scrum : the feedback of the sprint review
SP1.2	Appraise the Organization's Processes	Scrum : the feedback of the sprint review
SP1.3	Identify the Organization's Process Improvements	Scrum : the feedback of the sprint review
SP2.1	Establish Process Action Plans	-
SP2.2	Implement Process Action Plans	-
SP3.1	Deploy Organizational Process Assets	Scrum : manage by the method
SP3.2	Deploy Standard Processes	Scrum : manage by the method
SP3.3	Monitor Implementation	Scrum : manage by the method
SP3.4	Incorporate Process-Related Experiences into the Organizational Process Assets	Scrum : the feedback of the sprint review

Tabla 7

Mapeo de las prácticas del área de proceso Definición de procesos organizacionales en los métodos ágiles Scrum, XP y Kanban (Bougroun, Bouchentouf, & Zeaaraoui, 2014).

OPD	CMMI Practice	Agile practice
SP1.1	Establish Standard Processes	Ensure by the method XP and Scrum
SP1.2	Establish Life-Cycle Model Descriptions	Ensure by the method XP and Scrum
SP1.3	Establish Tailoring Criteria and Guidelines	Ensure by the method XP and Scrum
SP1.4	Establish the Organization's Measurement Repository	Ensure by the method XP and Scrum
SP1.5	Establish the Organization's Process Asset Library	Ensure by the method XP and Scrum
SP1.6	Establish standard work environments	-
SP1.7	Establish Rules and Guidelines for Teams	-

Tabla 8
Mapeo de las prácticas del área de proceso Capacitación organizacional en los métodos ágiles Scrum, XP y Kanban (Bougroun, Bouchentouf, & Zeaaraoui, 2014).

OT	CMMI Practice	Agile practice
SP1.1	Establish the Strategic Training Needs	-
SP1.2	Determine Which Training Needs Are the Responsibility of the Organization	-
SP1.3	Establish an Organizational Training Tactical Plan	-
SP1.4	Establish Training Capability	-
SP2.1	Deliver Training	-
SP2.2	Establish Training Records	-
SP2.3	Assess Training Effectiveness	-

Tabla 9
Mapeo de las prácticas del área de proceso Administración integrada de proyectos en los métodos ágiles Scrum, XP y Kanban (Bougroun, Bouchentouf, & Zeaaraoui, 2014).

IPM	CMMI Practice	Agile practice
SP1.1	Establish the Project's Defined Process	Scrum & XP : Ensure by the method
SP1.2	Use Organizational Process Assets for Planning Project Activities	Scrum & XP : Ensure by the method of the sprints
SP1.3	Establish the Project's Work Environment	-
SP1.4	Integrate Plans	-
SP1.5	Manage the Project Using the Integrated Plans	-
SP1.6	Establish Teams	-
SP1.7	Contribute to the Organizational Process Assets	-
SP2.1	Manage Stakeholder Involvement	Scrum : Review of Product Backlog (requirements) with Product owner Meeting of the end of sprint with product owner Sprint planning meeting. XP : daily cooperation between business people and developers
SP2.2	Manage Dependencies	Scrum : Meeting of the end of sprint with product owner XP: Sprint planning meeting.
SP2.3	Resolve Coordination Issues	Scrum : Meeting of the end of sprint with product owner Sprint planning meeting. XP : daily cooperation between business people and developers

Tabla10

Mapeo de las prácticas del área de proceso Administración de riesgos en los métodos ágiles Scrum, XP y Kanban (Bougroun, Bouchentouf, & Zeaaraoui, 2014).

RSKM	CMMI Practice	Agile practice
SP1.1	Determine Risk Sources and Categories	-
SP1.2	Define Risk Parameters	-
SP1.3	Establish a Risk Management Strategy	-
SP2.1	Identify Risks	Scrum : Meeting of the end of sprint XP : daily cooperation between business people and developers Kanban : Visualize the workflow
SP2.2	Evaluate, Categorize, and Prioritize Risks	Scrum : Meeting of the end of sprint XP :daily cooperation between business people and developers Kanban : Visualize the workflow
SP3.1	Develop Risk Mitigation Plans	-
SP3.2	Implement Risk Mitigation Plans	-

Tabla 11

Mapeo de las prácticas del área de proceso Análisis decisión y resolución en los métodos ágiles Scrum, XP y Kanban (Bougroun, Bouchentouf, & Zeaaraoui, 2014).

DAR	CMMI Practice	Agile practice
SP1.1	Establish Guidelines for Decision Analysis	Kanban : Visualize the workflow, Limit WIP (work in progress),
SP1.2	Establish Evaluation Criteria	Kanban : Limit WIP (work in progress),
SP1.3	Identify Alternative Solutions	-
SP1.4	Select Evaluation Methods	Kanban : Limit WIP (work in progress)
SP1.5	Evaluate Alternatives	-

Tabla 12
Resultado del mapeo (Bougroun, Bouchentouf, & Zeaaraoui, 2014).

	RD	TS	PI	VER	VAL	OPF	OPD	OT	IPM	RSKM	DAR	Some
Number of process of the process area	10	8	9	8	5	9	7	7	10	7	6	86
Number of process covered by Scrum	7	0	7	0	5	7	5	0	5	2	0	38
Percentage	70%	0%	77%	0%	100%	78%	71%	0%	50%	28%	0%	44%
Number of process covered by XP	7	3	8	5	4	0	5	0	5	2	0	39
Percentage	70%	37%	88%	62%	80%	0%	71%	0%	50%	28%	0%	45%
Number of process covered by Kanban	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5
Percentage	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	28%	50%	6%
Percentage of the merger of the three methods	70%	37%	88%	62%	100%	78%	71%	0%	50%	28%	50%	**58%**

Las metodologías ágiles han venido evolucionado y se han incorporado rápidamente a la industria de software (Ortiz,Trujillo, Oktaba, & Hernandez, 2016). CMMI-DEV y las metodologías agiles pueden trabajar juntos, especialmente para pequeñas y medianas empresas[ingles]. La metodología agile como Scrum se recomienda para organizaciones con equipos de trabajo pequeños y sin procesos definidos. La mayoría de las prácticas del nivel 2 de madures se cubren con Scrum de manera total o parcial sin comprometer la agilidad que necesitan estas organizaciones. Sin embargo, las organizaciones que buscan niveles de madurez 3 o superior no cuentan con el soporte completo de las prácticas de Scrum. Se necesitan otras prácticas para complementar las áreas de proceso de CMMI-DEV (Lina & Dan, 2012).

1.2 Problema

CMMI-DEV es una constelación de CMMI y tiene buenas prácticas que tratan las actividades de desarrollo aplicadas a productos y servicios. CMMI-DEV ofrece una alternativa de solución para establecer los requisitos mediante sus áreas de proceso Gestión de requisitos y Desarrollo de requisitos, dado que los requisitos son vitales en el proceso y un factor de éxito en el proyecto de software (SEI, 2010). Sin embargo, las representaciones existentes del modelo CMMI-DEV se basan en lo general y subespecifican componentes como prácticas, subprácticas, ejemplos

de productos de trabajo y la relación entre estos elementos, los cuales proporcionan orientación para la implementación de las prácticas propuestas. Además, no se indica cómo aplicar las prácticas en el modelo CMMI-DEV (Zapata *et al.*, 2015). Algunas representaciones son mapas conceptuales en los cuales se resume la estructura de todos sus elementos, en tanto que otras son mapeos de prácticas CMMI en otros estándares, pero no alcanzan a cubrir las prácticas del modelo CMMI.

De acuerdo con lo anterior, se presenta la necesidad de realizar una representación de las prácticas del área de proceso desarrollo de requisitos en el núcleo de *Semat,* con el objetivo de expresar las prácticas en un terreno común y, de esta forma, bajarle la complejidad y hacerlo más fácil de comprender, entender y manipular para las personas que desarrollan software, permitiendo un balance entre la densidad de la información, la legibilidad y la aplicación (Zapata *et al.*, 2015).

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Aplicar el núcleo de *Semat* para representar las prácticas correspondientes al objetivo específico desarrollo de los requisitos del cliente, que pertenece a CMMI.

1.3.2 Específicos

- Analizar la práctica genérica desarrollo de los requisitos del cliente de CMMI para explorar los elementos que son susceptibles de representación mediante el núcleo de *Semat*.
- Con los elementos del objetivo anterior, definir las equivalencias en el núcleo de *Semat* que mejor los representan.
- Definir la representación de la práctica en el lenguaje gráfico de *Semat*.
- Validar la propuesta de representación con un caso de laboratorio.

2. Marco Teórico

2.1 Marco referencial

2.1.1 CMMI

El desarrollo de software es complejo y es importante que las organizaciones utilicen sistemas de calidad que les ayuden a mejorar sus procesos y que, de igual forma, las hagan más competitivas en el mercado. Por este motivo, muchas organizaciones utilizan métodos o modelos que les ayuden en este proceso. CMMI contiene las mejores prácticas que ayudan a las organizaciones a desarrollar sus productos y servicios.

CMMI surgió en el 2002 y es una evolución de CMM. CMMI cuenta con tres constelaciones que son CMMI para servicio (CMMI-SVC), CMMI para la adquisición CMMI-ACQ y CMMI para desarrollo (CMMI-DEV). En la Figura 2 se observa la historia de CMMI (SEI, 2010).

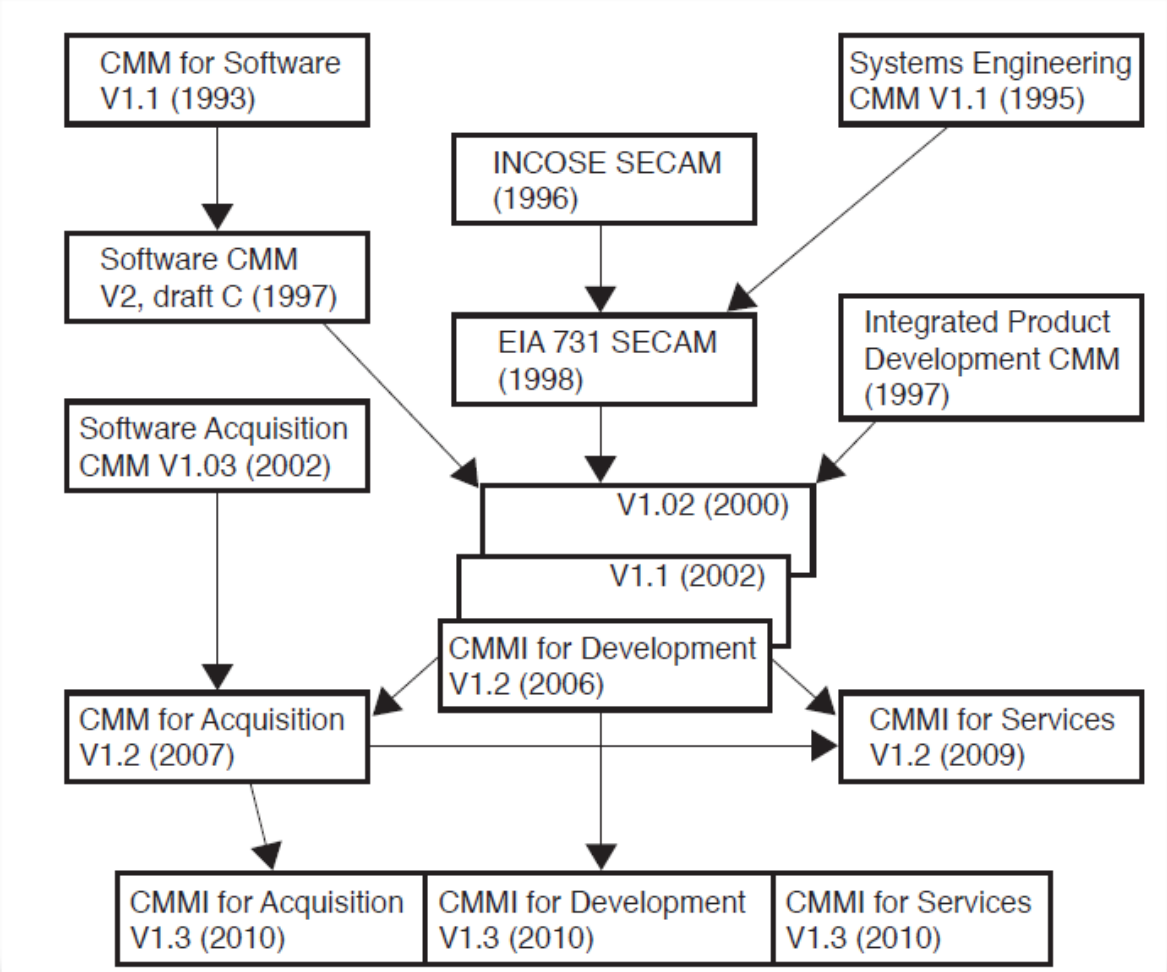


Figura 2. Historia de CMMI (SEI, 2010).

El modelo CMMI-ACQ sirve para gestionar el proceso de adquisición de productos suministrando una guía para la aplicación de las mejores prácticas CMMI en una organización compradora (SEI, 2010). El modelo CMMI-SVC se dirige a los proveedores de servicio, ofreciendo las mejores prácticas para una organización proveedora de servicios (SEI, 2010). El modelo CMMI-DEV ofrece orientación para la aplicación de las mejores prácticas de CMMI en una organización de desarrollo. Las mejores prácticas en el modelo se centran en las actividades para el desarrollo de productos y servicios de calidad, satisfaciendo las necesidades de las partes interesadas relevantes. El modelo CMMI-DEV (véase la Figura 3) contiene un conjunto de elementos como áreas de procesos metas específicas y genéricas y prácticas específicas y genéricas que se deben cumplir para lograr la mejora de procesos en una organización.

Área de proceso

Un área de proceso contiene una serie de prácticas que, cuando se satisfacen, hacen que el área cumpla con lo requerido para mejorar los procesos de las compañías (SEI, 2010).

Metas

Las metas se agrupan de dos formas: metas específicas, las cuales describen las características únicas que se deben considerar para satisfacer un área de proceso en particular, y metas genéricas, que aplican para múltiples áreas de proceso. Para lograr una meta específica, se deben lograr las metas genéricas que la componen (SEI, 2010).

Prácticas

Las prácticas también se dividen en específicas y genéricas, con el fin de cumplir las respectivas metas. Las prácticas se componen de subprácticas y ejemplos de productos de trabajo, que proporcionan el detalle para interpretar e implementar una práctica específica o genérica (SEI, 2010).

Figura 3. Componentes del modelo CMMI-DEV (SEI, 2010)

Niveles de madurez

Los niveles de madurez se componen de prácticas específicas y genéricas relacionadas para un conjunto de áreas de proceso que mejoran el rendimiento general de la organización. Así, se toman los procesos de la organización en conjunto. Los niveles de madurez se denominan con los números del 1 al 5 (Véase la Tabla 13; SEI 2010).

Niveles de Capacidad

Para la representación continua, los niveles de capacidad se enumeran del 0 al 3 (Véase la Tabla 13). Se alcanza un nivel de capacidad para un área de proceso cuando se satisfacen todas las metas genéricas hasta ese nivel (SEI 2010).

Tabla 13
Niveles de capacidad y madurez (SEI, 2010).

Niveles de CMMI	Niveles de capacidad	Niveles de madurez
0	Incompleto	
1	Realizado	Inicial
2	Gestionado	Gestionado
3	Definido	Definido
4		Gestionado cuantitativamente
5		En optimización

2.1.2 DESARROLLO DE REQUISITOS

El desarrollo de requisitos es un área de procesos de la categoría ingeniería de CMMI que tiene como propósito analizar y establecer los requisitos de cliente, del producto y de componente de producto. El área de procesos desarrollo de requisitos cuenta con tres objetivos específicos y 10 prácticas específicas, como se observa en la Tabla 14 (SEI 2010).

Tabla 14
Objetivos específicos y prácticas específicas del área de proceso desarrollo de requisitos (SEI, 2010).

Objetivos específicos	Prácticas especificas
SG 1 Desarrollo de requisitos de cliente.	SP 1.1 Educir las necesidades.
	SP 1.2 Trasformar las necesidades de los interesados en requisitos de cliente.
SG 2 Desarrollo los requisitos de producto.	SP 2.1 Establecer los requisitos de producto y de componente de producto.
	SP 2.2 Asignar los requisitos de componente de producto.
	SP 2.3 Identificar los requisitos de interfaz.
SG 3 Analizar y validar los requisitos.	SP 3.1 Establecer los conceptos y los escenarios de operación.
	SP 3.2 Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos.
	SP 3.3 Analizar los requisitos.
	SP 3.4 Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio.
	SP 3.5 Validar los requisitos.

Los objetivos específicos del área de proceso desarrollo de requisitos son: desarrollo de requisitos del cliente, desarrollo de requisitos de producto y análisis y validación de los requisitos (SEI, 2010).

Desarrollo de Requisitos de Cliente

Define un conjunto de requisitos de cliente para utilizarlo en el desarrollo de los requisitos de producto (SEI, 2010).

Desarrollo de Requisitos de Producto

Define un conjunto de requisitos de producto o de componente de producto para utilizarlo en el diseño de productos y de componentes de producto (SEI, 2010).

Análisis y validación de los requisitos

Define el análisis de los requisitos de cliente, de producto y de componente de producto para definir, inferir y comprender los requisitos (SEI, 2010). Una vez se tienen los requisitos del cliente, estos se "procesan", es decir se traducen a lenguaje técnico donde se especifican los requisitos de interfaz (comunicaciones entre componentes), que permiten modelar las soluciones a nivel técnico (SEI, 2010). Los requisitos se identifican y se refinan durante todas las fases del ciclo de vida del producto. Las decisiones de diseño, las acciones correctivas subsiguientes y la realimentación durante cada fase del ciclo de vida del producto se analizan para determinar el impacto sobre los requisitos derivados y asignados (SEI, 2010).

2.1.3 *Semat*

Ivar Jacobson, Bertrand Meyer y Richard Soley fundaron *Semat* en septiembre de 2009, porque sintieron que la forma como se desarrolla software no es la adecuada. Además el desarrollo de aplicaciones se liga con los métodos de moda, cada uno con su propia forma de trabajo. De igual

forma, la industria y la academia van en direcciones contrarias respecto del desarrollo de software. Por estas razones, ellos sintieron que era el momento de cambiar la forma como las personas trabajaban en desarrollo de software. *Semat* propone un terreno común donde los métodos y prácticas se puedan describir utilizando un lenguaje sencillo (Jacobson *et al*., 2013).

El núcleo de *Semat* se organiza en tres áreas de interés que son **Cliente** (verde), **Solución** (amarillo) y **Esfuerzo** (azul), cada área de interés se enfoca en una visión específica del desarrollo de software (Véase la Figura 4).

Cliente: Agrupa todo lo que se hace con el uso actual y explotación del sistema de software que se produce.

Solución: Agrupa todo aquello que se relaciona con la especificación y el desarrollo del sistema de software.

Esfuerzo: Agrupa todo lo que se relaciona con el equipo de desarrollo y la manera en que hacen su trabajo.

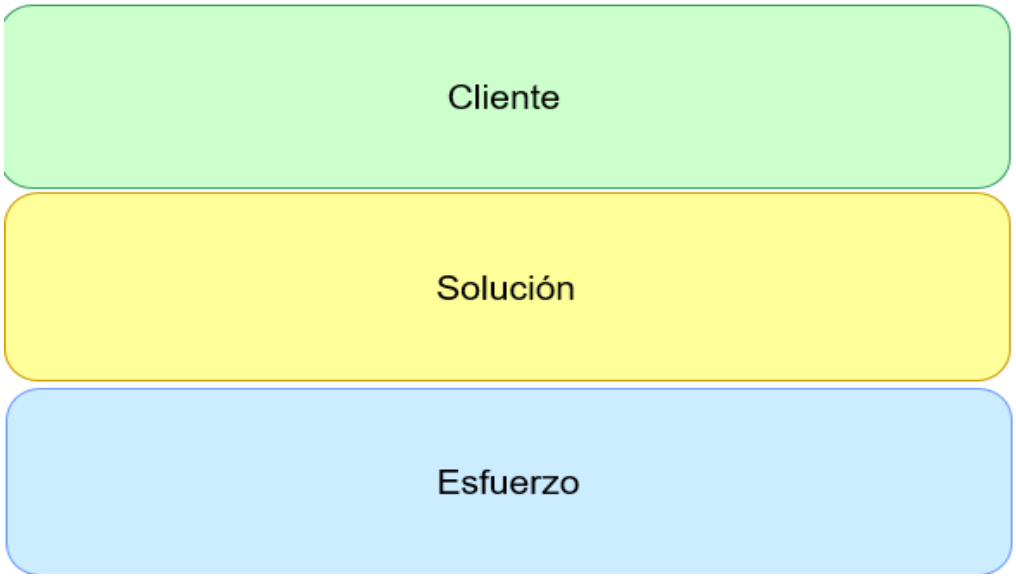


Figura 4. Áreas de interés de *Semat,* Traducida de (Jacobson *et al*., 2013).

Semat cuenta con elementos que son universales a todos los esfuerzos de desarrollo de software. Estos elementos se conocen como las cosas con las que siempre se trabaja (véase la

Figura 5) y las cosas que siempre se hacen en cualquier esfuerzo de ingeniería de software (véase la Figura 6).

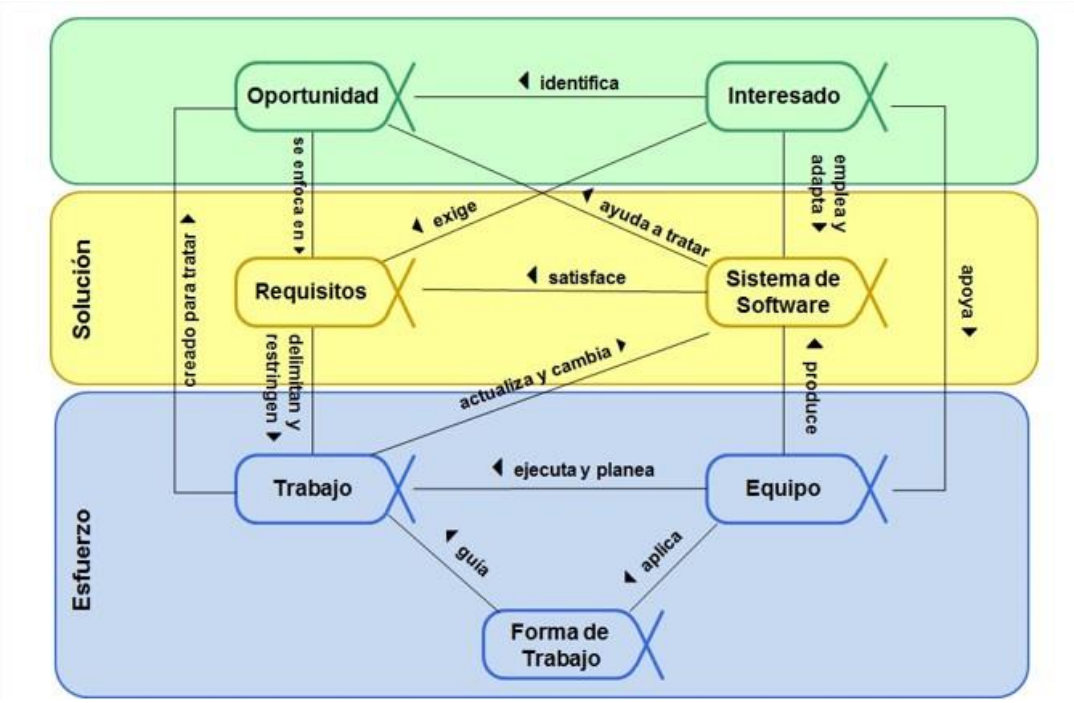


Figura 5. Alfas "cosas con las que siempre se trabaja" (Jacobson *et al.,* 2013).

Los alfas son elementos que representan el progreso y salud de un esfuerzo de ingeniería de software y cuentan con unos estados que, a su vez, tienen unas listas de chequeo las cuales detallan lo que hay que cumplir para obtener un progreso y alcanzar el estado (Jacobson *et al*., 2013).

Alfa Oportunidad*:* "Es el conjunto de circunstancias que hacen apropiado crear o cambiar un sistema de software" (Jacobson *et al*., 2013).

Alfa Interesados*:* "Las personas, u organizaciones que afectan o se afectan con un sistema de software. Los interesados proporcionan la oportunidad y son la fuente de los requisitos y la financiación para el sistema de software" (Jacobson *et al*., 2013).

Alfa Requisitos: "Es lo que debe hacer el sistema, transforma las necesidades de los interesados en el sistema" (Jacobson *et al*., 2013).

Alfa Sistema de software: “Un sistema se compone de software, hardware y los datos que proporciona el valor primario de la ejecución del software” (Jacobson *et al*., 2013).

Alfa Trabajo: “Actividad que implica un esfuerzo mental o físico realizado con el fin de lograr un resultado. En ingeniería de software, el trabajo es todo lo que realiza el equipo para cumplir con las metas de producción de un sistema de software que coincida con los requisitos” (Jacobson *et al*., 2013).

Alfa Equipo: “Un grupo de personas que participa activamente en el desarrollo, mantenimiento o entrega de un sistema de software” (Jacobson *et al*., 2013).

Alfa Forma de trabajo: “El conjunto adaptado de prácticas y herramientas que utiliza un equipo de orientar y apoyar su trabajo” (Jacobson *et al*., 2013).

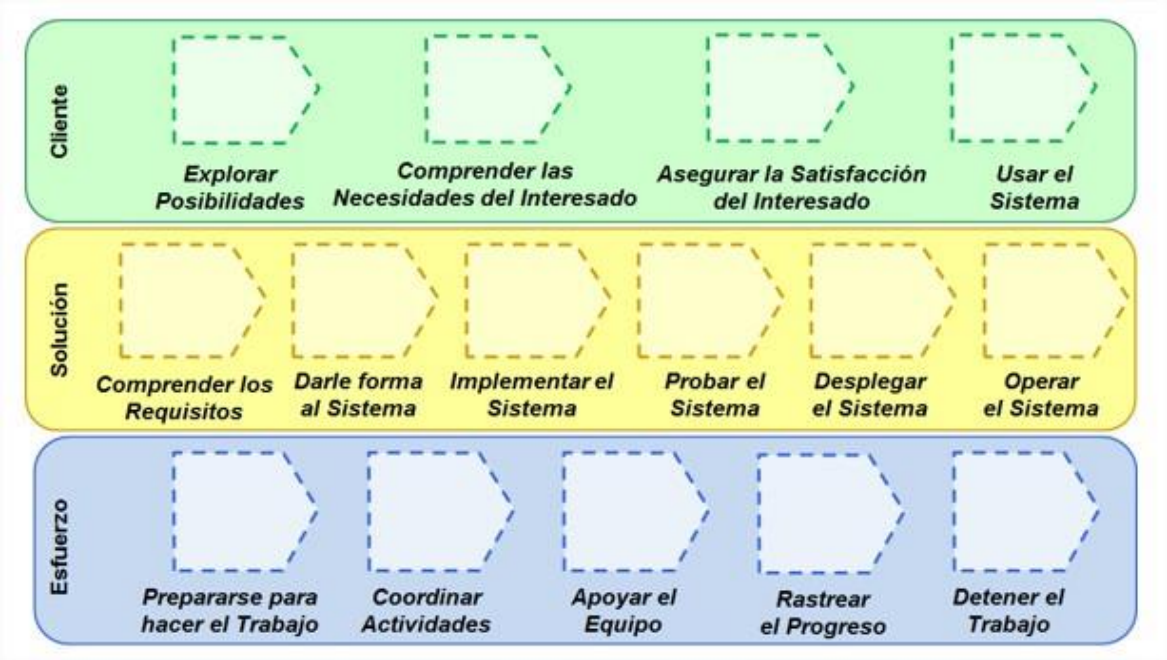


Figura 6. Espacios de actividad “cosas que siempre se hacen” (Jacobson *et al.,* 2013).

Los espacios de actividad son las “cosas que siempre se hacen” en ingeniería de software. Agrupan conjuntos de actividades y desafíos que enfrenta un equipo de desarrollo (Jacobson *et al.,* 2013).

***Explorar las posibilidades*:** “explorar las posibilidades que presenta la creación de un nuevo o mejorado sistema de software. Esto incluye el análisis de la oportunidad y la identificación de los interesados” (Jacobson *et al.,* 2013).

Comprender las necesidades de los interesados: “trabajar con los interesados para conocer sus necesidades y garantizar que se cumplan. Además, incluir un representante del interesado para que ayude a resolver los conflictos que se puedan presentar y que la oportunidad progrese (Jacobson *et al.,* 2013).

Utilizar el sistema: “Observar el uso del sistema en un entorno real y beneficiar a los interesados” (Jacobson *et al.,* 2013).

En el área de interés solución, el equipo tiene debe desarrollar una solución apropiada para aprovechar la oportunidad y satisfacer las necesidades y expectativas de los interesados.

Comprender los requisitos: “percibir todo lo que debe hacer el sistema” (Jacobson *et al.,* 2013).

Darle forma al sistema: “darle forma al sistema de modo que sea fácil de desarrollar, modificar y mantener. Esto incluye el diseño general” (Jacobson *et al.,* 2013).

Implementar el Sistema: “construir un sistema mediante la implementación, pruebas e integración de uno o más elementos del sistema. Esto incluye la corrección de errores y pruebas unitarias” (Jacobson *et al.,* 2013).

Probar el sistema: “verificar que el sistema producido cumple con los requisitos de los interesados” (Jacobson *et al.,* 2013).

Desplegar el sistema: “tomar el sistema probado y hacer que esté disponible para su uso fuera del equipo de desarrollo” (Jacobson *et al.,* 2013).

Operar el sistema: “Apoyar el uso del sistema de software en el entorno de producción” (Jacobson *et al.,* 2013).

En el área de conocimiento esfuerzo, se tiene que formar el equipo y avanzar el trabajo de acuerdo con la forma de trabajo:

Prepararse para hacer el trabajo: “establecer el equipo y su entorno de trabajo. Entender y comprometerse a completar el trabajo” (Jacobson *et al.,* 2013).

Coordinar actividades: “dirigir el trabajo del equipo. Esto incluye la planificación del trabajo y reconfiguración del equipo” (Jacobson *et al.,* 2013).

Apoyar el equipo: “ayudar a los miembros del equipo para ayudarse a sí mismos, colaborar y mejorar su forma de trabajo” (Jacobson *et al.,* 2013).

Rastrear el progreso: “medir y evaluar el progreso que realiza el equipo” (Jacobson *et al.,* 2013).

Finalizar el trabajo: “finalizar el esfuerzo de ingeniería de software” (Jacobson *et al.,* 2013).

El núcleo de *Semat* permite estandarizar la ingeniería de software, incluyendo un conjunto de elementos comunes que sirven de referencia para relacionar y diferenciar métodos de desarrollo de software. Estos elementos se denominan alfas, espacios de actividad, actividades, prácticas, métodos, patrones y productos de trabajo (Jacobson *et al*., 2013; véase la Tabla 15).

Tabla 15 Parte (1/2)
Elementos del núcleo de *Semat* (Jacobson *et al*., 2013).

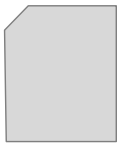
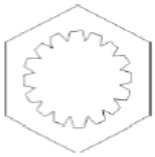
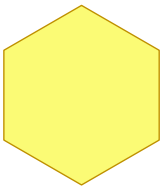
Elementos	**Símbolo**	**Descripción**
Producto de trabajo		Es un artefacto de valor y relevancia para un esfuerzo de ingeniería de software. Un producto de trabajo puede ser un documento, una parte de software, una prueba de software o la preparación de un curso.
Método		Es un conjunto de elementos utilizados para formar una base común que describe un esfuerzo de ingeniería de software.
Práctica		Es un grupo de elementos necesarios del núcleo de Semat para expresar la guía de trabajo con un objetivo específico.

Tabla 15 Parte (2/2)
Elementos del núcleo de *Semat* (Jacobson *et a*l, 2012).

Elementos	Símbolo	Descripción
Alfa		Los alfas son elementos que representan el progreso y salud de un esfuerzo de ingeniería de software. Los alfas cuentan con unos estados que, a su vez, tienen unas listas de chequeo, las cuales detallan lo que hay que cumplir para obtener un progreso y alcanzar el estado (véase la Figura 5; Jacobson *et al.*, 2012).
Espacio de actividad		Los espacios de actividad agrupan un conjunto de actividades y desafíos que enfrenta un equipo de desarrollo (véase la Figura 6; Jacobson *et al.*, 2012).
Actividad		Una actividad define uno o más tipos de producto de trabajo y uno o más tipos de tarea, además de dar orientación sobre cómo utilizarlos en el contexto de una práctica.
Competencias		Una competencia incluye las habilidades, capacidades, realizaciones, conocimiento y destrezas necesarias para hacer una cierta clase de trabajo.

Competencias

Las competencias son las habilidades que deben tener los miembros del equipo para desarrollar tareas específicas que se requieren para el desarrollo de software (Véase la Figura 7; Jacobson *et al.*, 2013).

En el área de interés cliente, el equipo tiene que ser capaz de demostrar una clara comprensión del negocio y de algunos aspectos técnicos de su dominio.

Representación del interesado: "esta competencia agrupa la capacidad de comunicar, interpretar las necesidades de las partes interesadas y, con precisión, representar sus puntos de vista" (Jacobson *et al.*, 2013).

En el área de interés solución, el equipo tiene que ser capaz de capturar y analizar las necesidades, de construir y operar un sistema de software que cumpla con los requisitos.

***Análisis*:** "esta competencia agrupa la capacidad de entender las oportunidades, las necesidades de sus interesados y transformarlas en un conjunto de requisitos consistente" (Jacobson *et al.*, 2013).

***Desarrollo*:** "esta competencia agrupa la habilidad de diseñar y programar sistemas de software de forma eficaz y eficiente, siguiendo las directrices y normas que acuerda el equipo" (Jacobson *et al.*, 2012).

***Pruebas*:** "esta competencia agrupa la posibilidad de probar un sistema, verificando que es usable y que cumple las necesidades y expectativas del interesado" (Jacobson *et al.*, 2013).

En el área de interés esfuerzo, el equipo tiene que ser capaz de organizarse y gestionar su carga de trabajo.

***Liderazgo*:** "esta competencia permite a una persona inspirar y motivar a un grupo de personas para lograr éxito en su trabajo y cumplir sus objetivos" (Jacobson *et al.*, 2013).

Gestión: "esta competencia agrupa la capacidad de coordinar, planificar y realizar un seguimiento del trabajo que realiza un equipo" (Jacobson *et al.*, 2013).

Figura 7. Competencias por áreas de interés de *Semat* traducida de (Jacobson *et al.*, 2013).

3. Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de *Semat*

Objetivos específicos, prácticas específicas, productos de trabajo y subprácticas son los elementos identificados que son susceptibles de representación en el núcleo de *Semat* del área de proceso desarrollo de requisitos (Zapata, Valderrama & Jiménez, 2015), de la meta especifica SG 1 Desarrollar los requisitos de cliente.

3.1 SP 1.1 Educir las necesidades

Producto de trabajo

Resultados de las actividades de educción de requisitos.

Subprácticas

Comprometer a las partes interesadas relevantes usando métodos para educir las necesidades, las expectativas, las restricciones y las interfaces externas.

3.1.2 SP 1.2 Trasformación de las necesidades de las partes interesadas en requisitos de cliente.

Productos de trabajo

1. Requisitos de cliente priorizados.

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

2. Restricciones de cliente para llevar a cabo la verificación.

3. Restricciones de cliente para llevar a cabo la validación.

Subprácticas

1. Traducir las necesidades, las expectativas, las restricciones y las interfaces de las partes interesadas en requisitos documentados del cliente.

2. Establecer y mantener una priorización de los requisitos funcionales de cliente y de los atributos de calidad.

3. Definir las restricciones para la verificación y la validación.

3.1.3 SG 2 Desarrollar los requisitos de producto.

3.1.3.1 SP 2.1 Establecer los requisitos de producto y de componente de producto.

Productos de trabajo

1. Requisitos derivados.

2. Requisitos de producto.

3. Requisitos de componente de producto.

4. Requisitos de arquitectura, que especifican o restringen las relaciones entre componentes de producto.

Subprácticas

1. Desarrollar los requisitos en los términos técnicos necesarios para el diseño del producto y de los componentes de producto.

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

2. Inferir los requisitos resultantes de las decisiones de diseño.

3. Desarrollar los requisitos de arquitectura capturando los atributos críticos de calidad y las medidas de atributos de calidad necesarios para establecer la arquitectura y el diseño del producto.

4. Establecer y mantener las relaciones entre los requisitos para su consideración durante la gestión del cambio y la asignación de los requisitos.

3.1.3.2 SP 2.2 Asignar los requisitos de componente de producto.

Productos de trabajo.

1. Hojas de asignación de requisitos.

2. Asignaciones provisionales de requisitos.

3. Restricciones de diseño.

4. Requisitos inferidos.

5. Relaciones entre requisitos inferidos.

Subprácticas

1. Asignar los requisitos a las funciones.

2. Asignar los requisitos a los componentes de producto y a la arquitectura.

3. Asignar las restricciones de diseño a componentes de producto y a la arquitectura.

4. Asignar requisitos a las entregas incrementales.

5. Documentar las relaciones entre requisitos asignados.

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

3.1.3.3 SP 2.3 Identificar los requisitos de interfaz.

Producto de trabajo

Requisitos de interfaz.

Subprácticas

1. Identificar las interfaces tanto externas como internas al producto.

2. Desarrollar los requisitos para las interfaces identificadas.

3.1.4 SG 3 Analizar y validar los requisitos.

3.1.4.1 SP 3.1 Establecer los conceptos y los escenarios de operación.

Productos de trabajo

1. Concepto operacional.

2. Desarrollo, instalación, operación, mantenimiento y conceptos de soporte del producto o componente de producto.

3. Conceptos de retirada.

4. Casos de uso.

5. Escenarios de cronología.

6. Nuevos requisitos.

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

Subprácticas

1. Desarrollar los conceptos y los escenarios de operación que incluyan operaciones, instalación, desarrollo, mantenimiento, soporte y retirada según sea apropiado.

2. Definir el entorno en el que funcionará el producto o componente de producto, incluyendo los límites y las restricciones.

3. Revisar los conceptos y los escenarios de operación para refinar y descubrir requisitos.

4. Desarrollar un concepto de operación detallado, a medida que se seleccionan los productos y los componentes de producto, que define la interacción del producto, del usuario final y del entorno, y que satisfaga las necesidades operativas, de mantenimiento, de soporte y de retirada.

3.1.4.2 SP 3.2 Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos.

Productos de trabajo

1. Definición de funcionalidad y de atributos de calidad requeridos.

2. Arquitectura funcional.

3. Diagramas de actividad y casos de uso.

4. Análisis orientado a objetos con servicios o métodos identificados.

5. Requisitos de los atributos de calidad significativos para la arquitectura.

Subprácticas

1. Determinar la misión clave y los factores de negocio.

2. Identificar la funcionalidad y los atributos de calidad deseados.

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

3. Determinar los atributos de calidad significativos para la arquitectura con base en la misión clave y los factores del negocio.

4. Analizar y cuantificar la funcionalidad que requieren los usuarios finales.

5. Analizar los requisitos para identificar las particiones lógicas o funcionales.

6. Dividir los requisitos en grupos, con base en los criterios establecidos (p. ej., funcionalidad similar, requisitos similares de atributos de calidad, acoplamiento) para facilitar y enfocar el análisis de requisitos.

7. Asignar los requisitos de cliente a las particiones funcionales, objetos, personal o elementos de soporte para dar apoyo a la síntesis de las soluciones.

8. Asignar los requisitos a las funciones y a las subfunciones (u otras entidades lógicas).

3.1.4.3 SP 3.3 Analizar los requisitos.

Productos de trabajo

1. Informes de defectos de los requisitos.

2. Cambios propuestos a los requisitos para resolver defectos.

3. Requisitos clave.

4. Medidas de rendimiento técnico.

Subpácticas

1. Analizar las necesidades, las expectativas, las restricciones y las interfaces externas de las partes interesadas para organizarlas en temas relacionados y eliminar conflictos.

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

2. Analizar los requisitos para determinar si satisfacen los objetivos de los requisitos de nivel más alto.

3. Analizar los requisitos para asegurarse que son completos, factibles, realizables y verificables.

4. Identificar los requisitos clave que tienen una fuerte influencia en el costo, el calendario, el rendimiento o el riesgo.

5. Identificar las medidas técnicas de rendimiento que se seguirán durante el esfuerzo de desarrollo.

6. Analizar los conceptos y los escenarios de operación para refinar las necesidades, las restricciones y las interfaces del cliente y para Inferir nuevos requisitos.

3.1.4.4 SP 3.4 Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio.

Productos de trabajo

1. Evaluación de los riesgos relativos a los requisitos.

Subprácticas.

1. Usar modelos, simulaciones y prototipos probados para analizar el equilibrio entre las necesidades y las restricciones de las partes interesadas.

2. Realizar una evaluación de riesgos sobre los requisitos y la definición de funcionalidad y atributos de calidad requeridos.

3. Examinar los conceptos del ciclo de vida del producto en cuanto a los impactos de los requisitos en los riesgos.

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

4. Evaluar el impacto de los requisitos de los atributos de calidad significativos para la arquitectura en el producto y en los costos y riesgos del desarrollo del producto.

3.1.4.5 SP 3.5 Validar los requisitos.

Productos de trabajo

1. Registro de los métodos y resultados del análisis.

Subpráctica.

1. Analizar los requisitos para determinar el riesgo de que el producto resultante no funcione apropiadamente en el entorno de uso previsto.

2. Explorar la adecuación y la completitud de los requisitos, desarrollando representaciones del producto (p. ej., prototipos, simulaciones, modelos, escenarios, guiones gráficos) y obteniendo realimentación sobre ellos de las partes interesadas relevantes.

3. Evaluar el diseño a medida que madure en el contexto del entorno de validación de los requisitos para identificar las cuestiones de validación, y para exponer necesidades y requisitos de cliente sin especificar.

3.2. Refinamiento y equivalencias de los elementos de las prácticas desarrollo de requisitos de CMMI en el núcleo de *Semat*.

Debido a la extensión de los nombres de los productos de trabajo y las actividades en CMMI se realiza un refinamiento, dado que esos elementos revelan mucha más información que la que aparece. Es posible extraer muchos niveles de detalle de la información de los productos de trabajo y las actividades, el refinamiento de las prácticas del área de proceso desarrollo de requisitos se observa en las Tablas 16, 17, 18, 19, 20 parte(1/2), 20 parte (2/2), 21 parte (1/3),

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

21 parte (2/3), 21 parte (3/3), 22 parte (1/3), 22 parte (2/3), 22 parte (3/3), 23 parte (1/3), 23 parte (2/3), 23 parte (3/3), 24 parte (1/2), 24 parte (2/2), 25.

Tabla 16
Equivalencia y refinamiento de la práctica Educir las necesidades en el núcleo de *Semat.* Elaboración propia del autor.

Fase	Práctica	Espacio de Actividad	Actividad	Producto de trabajo	Alfa
Inicio	Educir las necesidades	comprender las necesidades de los interesados	Establecer requisitos no explicados por el cliente	Estudio de mercado	Interesados
				Políticas del negocio	
			Usar métodos para establecer requisitos acoplados al ciclo de vida del software	Entrevistas	
				Análisis de caso de negocio	
				Encuestas de satisfacción del cliente	Oportunidad
			Comprometer a los interesados mediante técnicas de edición de necesidades	Resultado de las actividades de educción de requisitos	
				Casos de uso	Requisitos
				Historias de usuarios	

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

Tabla 17
Equivalencia y refinamiento de los elementos de la práctica transformar las necesidades de las partes interesadas en requisitos de cliente en el núcleo de *Semat*. Elaboración propia del autor.

Fase	Práctica	Espacio de Actividad	Actividad	Producto de trabajo	Alfa
Inicio	Transforma las necesidades de los interesados en requisitos de cliente	Comprender los requisitos	Consolidar las distintas entradas provenientes de los interesados	Requisitos de clientes priorizados	Requisitos
			Definir los requisitos fundamentales para el proyecto y documentarlos	Atributos de calidad priorizados	
			Usar método de priorización de requisitos para enfocarse en los requisitos fundamentales	Plantilla de verificación de requisitos	
			Agregar criterios de aceptación de requisitos para garantizar que cumpla con lo solicitado		
				Plantillade validación de requisitos	

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

Tabla 18 parte (1/2)

Equivalencia y refinamiento de elementos de la práctica establecer los requisitos de producto y de componente de producto en el núcleo de *Semat.* Elaboración propia del autor.

Fase	**Práctica**	**Espacio de Actividad**	**Actividad**	**Producto de trabajo**	**Alfa**
Inicio	Establecer los requisitos de producto y de componente de producto	Comprender los requisitos	Refinar los requisitos de cliente en elementos técnicos que van a componer el producto	Requisitos derivados de la solución de diseño	Requisitos
			Definir el diseño del producto	Requisitos derivados del patrón de arquitectura	
			Definir los requisitos derivados de las soluciones de diseño y atributos de calidad	Plantilla de verificación de requisitos	
			Seleccionar los patrones de arquitectura que den soporte a los requisitos funcionales y a los atributos de calidad	Plantilla de validación de requisitos	

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

Tabla 18 parte (2/2)

Equivalencia y refinamiento de elementos de la práctica establecer los requisitos de producto y de componente de producto en el núcleo de Semat. Elaboración propia del autor.

Fase	**Práctica**	**Espacio de Actividad**	**Actividad**	**Producto de trabajo**	**Alfa**
Inicio	Establecer los requisitos de producto y de componente de producto	Comprender los requisitos	Definir la arquitectura para cumplir con las medidas de atributos de calidad	Requisitos de producto	Requisitos
				Requisitos de componente de producto	
			Mantener la trazabilidad de los requisitos garantizando la documentación de los de más bajo nivel	Matriz de trazabilidad de los requisitos	

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

Tabla 19
Equivalencia y refinamiento de elementos de la práctica Asignar los requisitos de componente de producto en el núcleo de *Semat*. Elaboración propia del autor

Fase	**Práctica**	**Espacio de Actividad**	**Actividad**	**Producto de trabajo**	**Alfa**
Inicio	Asignar los requisitos de componente de producto	Comprender los requisitos	Asignar los requisitos a las funciones	Hojas de asignación de requisitos	Requisitos
			Documentar las relaciones entre requisitos	Asignaciones provisionales de requisitos	
			Asignar los requisitos a los componentes de producto y a la arquitectura	Restricciones de diseño	
			Asignar las restricciones de diseño a componentes de producto y a la arquitectura	Requisitos inferidos	
				Relaciones entre requisitos inferidos	
			Asignar requisitos a la estrategia incremental		

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

Tabla 20 parte (1/2*)*
Equivalencia y refinamiento de elementos de la práctica Identificar los requisitos de interfaz en el núcleo de *Semat.* Elaboración propia del autor.

Fase	**Práctica**	**Espacio de Actividad**	**Actividad**	**Producto de trabajo**	**Alfa**
Inicio	Identificar los requisitos de interfaz	Comprender los requisitos	Identificar las interfaces tanto internas como externas al producto	Requisitos de interfaz de producto	Requisitos
			Definición de nuevas interfaces entre los componentes de producto y los componentes externos al producto	Requisito de interfaz de componente de producto	
				Requisitos de interfaces internas	
			Identificar interfaces con los procesos del ciclo de vida relativos al producto	Requisito de interfaz entre entidades lógicas	

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

Tabla 20 parte (2/2)
Equivalencia y refinamiento de elementos de la práctica Identificar los requisitos de interfaz en el núcleo de *Semat*. Elaboración propia del autor.

Fase	**Práctica**	**Espacio de Actividad**	**Actividad**	**Producto de trabajo**	**Alfa**
Inicio	Identificar los requisitos de interfaz	Comprender los requisitos	Desarrollar los requisitos para las interfaces identificadas	Requisitos de interfaces externas	Requisitos
			Definición de requisitos de interfaz en términos de origen, destino, características de software características de hardware		

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

Tabla 21 parte (1/3)

Equivalencia y refinamiento de elementos de la práctica establecer los conceptos y los escenarios de operación en el núcleo de *Semat.* Elaboración propia del autor.

Fase	**Práctica**	**Espacio de Actividad**	**Actividad**	**Producto de trabajo**	**Alfa**
Inicio	Establecer los conceptos y los escenarios de operación	Darle forma al sistema	Desarrollar los escenarios consistentes con las necesidades y expectativas de los interesados	Concepto operacional	Requisitos
				Casos de uso	
			Desarrollar los conceptos de operación a medida que se establecen las soluciones de diseño y se forma el escenario	Escenarios de cronología	

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

Tabla 21 parte (2/3)
Equivalencia y refinamiento de elementos de la práctica establecer los conceptos y los escenarios de operación en el núcleo de *Semat.* Elaboración propia del autor.

Fase	Práctica	Espacio de Actividad	Actividad	Producto de trabajo	Alfa
Inicio	Establecer los conceptos y los escenarios de operación	Darle forma al sistema	Definir el entorno en el que funcionará el producto o componente de producto, incluyendo los límites y las restricciones	Revisión *walkthrough* para validar el diseño	Requisitos
				Documentación de nuevos requisitos	
			Revisar y validar los conceptos y los escenarios de operación para refinar y descubrir requisitos	Conceptos de retirada	

Tabla 21 parte (3/3)
Equivalencia y refinamiento de elementos de la práctica establecer los conceptos y los escenarios de operación en el núcleo de *Semat.* Elaboración propia del autor.

Fase	Práctica	Espacio de Actividad	Actividad	Producto de trabajo	Alfa
Inicio	Establecer los conceptos y los escenarios de operación	Darle forma al sistema	Realizar un proceso iterativo donde se validen los elementos que conforman el producto para satisfacer todas las necesidades	Métodos iterativos de pruebas en el ciclo de vida del producto.	Requisitos
				Documentar operaciones	

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

Tabla 22 parte (1/3)

Equivalencia y refinamiento de los elementos de la práctica Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos en el núcleo de *Semat.* Elaboración propia del autor.

Fase	**Práctica**	**Espacio de Actividad**	**Actividad**	**Producto de trabajo**	**Alfa**
Inicio	Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos	Darle forma al sistema	Determinar la misión clave y los factores de negocio	Definición de funcionalidad y atributos de calidad requeridos	Requisitos
			Analizar los escenarios con las partes interesadas relevantes para definir funcionalidad y atributos de calidad	Arquitectura funcional	
				Diagramas de actividades y casos de uso	
			Definir los atributos de calidad vitales para la arquitectura, basados en la misión clave y factores del negocio	Requisitos de los atributos de calidad significativos para la arquitectura	

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

Tabla 22 parte (2/3)
Equivalencia y refinamiento de los elementos de la práctica Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos en el núcleo de *Semat.* Elaboración propia del autor.

Fase	**Práctica**	**Espacio de Actividad**	**Actividad**	**Producto de trabajo**	**Alfa**
Inicio	Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos	Probar el sistema	Analizar y cuantificar la funcionalidad requerida por los usuarios finales	Realizar pruebas de la funcionalidad requerida por los usuarios finales	Sistema de software
			Analizar los requisitos para identificar las particiones lógicas o funcionales	Análisis orientado a objetos con métodos identificados	
				Realizar pruebas de la funcionalidad requerida por los usuarios finales	
			Dividir los requisitos en grupos comunes, con funcionalidad similar		

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

Tabla 22 parte (3/3)
Equivalencia y refinamiento de los elementos de la práctica Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos en el núcleo de *Semat.* Elaboración propia del autor.

Fase	Práctica	Espacio de Actividad	Actividad	Producto de trabajo	Alfa
Inicio	Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos	Probar el sistema	Asignar los requisitos a las funciones y a las subfunciones	Realizar pruebas de la funcionalidad requerida por los usuarios finales	Sistema de software
			Asignar los requisitos a las particiones funcionales		

Tabla 23. Parte (1/3)
Equivalencia y refinamiento de los elementos de la práctica Analizar los requisitos en el núcleo de *Semat*. Elaboración propia del autor.

Fase	Práctica	Espacio de Actividad	Actividad	Producto de trabajo	Alfa
Inicio	Analizar los requisitos	Comprender los requisitos	Analizar las necesidades y las interfaces de las partes interesadas para eliminar conflictos	Informe de defecto de los requisitos	Requisitos
			Analizar los requisitos para determinar si cumplen con los objetivos de nivel más alto	Requisitos clave	
			Determinar que´ requisitos afectan a la viabilidad		

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

Tabla 23 Parte (2/3)
Equivalencia y refinamiento de los elementos de la práctica Analizar los requisitos en el núcleo de *Semat*. Elaboración propia del autor.

Fase	**Práctica**	**Espacio de Actividad**	**Actividad**	**Producto de trabajo**	**Alfa**
Inicio	Analizar los requisitos	Comprender los requisitos	Analizar los requisitos para determinar que son factibles, realizables y verificables	Cambios propuestos a los requisitos para resolver defectos	Requisitos
			Identificar los requisitos clave que tienen una fuerte influencia en el costo, calendario, rendimiento y riesgos		
			Identificar las medidas técnicas de rendimiento que serán seguidas durante el esfuerzo de desarrollo		

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

Tabla 23 Parte (3/3)
Equivalencia y refinamiento de los elementos de la práctica Analizar los requisitos en el núcleo de *Semat*. Elaboración propia del autor.

Fase	Práctica	Espacio de Actividad	Actividad	Producto de trabajo	Alfa
Inicio	Analizar los requisitos	Comprender los requisitos	Refinar las necesidades del cliente analizando los conceptos y los escenarios de operación	Medidas de rendimiento técnico	Requisitos
			inferir nuevos requisitos		

Tabla 24 parte (1/2)
Equivalencia de los eleméntenos de la práctica Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio, en el núcleo de *Semat.* Elaboración propia del autor.

Fase	Práctica	Espacio de Actividad	Actividad	Producto de trabajo	Alfa
Inicio	Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio	Comprender los requisitos	Realizar una evaluación del riesgo sobre los atributos de calidad, requisitos y funcionalidad requerida	Evaluar los riesgos relativos a los requisitos	Requisitos
			Examinar los conceptos del ciclo de vida del producto en cuanto a los impactos de los requisitos en los riesgos	Diagramas de actividades y casos de uso	

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

Tabla 24 parte (2/2)
Equivalencia y refinamiento de los eleméntenos de la práctica Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio, en el núcleo de *Semat.* Elaboración propia del autor.

Fase	**Práctica**	**Espacio de Actividad**	**Actividad**	**Producto de trabajo**	**Alfa**
Inicio	Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio	Comprender los requisitos	Analizar el equilibrio entre las necesidades y las restricciones	Modelos, prototipos y simulaciones para la evaluación de requisitos	Requisitos
			Evaluar el impacto de los requisitos y de los atributos de calidad		
			Determinar cambios necesarios de acuerdo al impacto de los requisitos, en costos y riesgos		

Equivalencia de los elementos de la meta especifica desarrollo de los requisitos del cliente en el núcleo de Semat

Tabla *25*
Equivalencia de los eleméntenos de la práctica Validar los requisitos, en el núcleo de *Semat.*
Elaboración propia del autor.

Fase	**Práctica**	**Espacio de Actividad**	**Actividad**	**Producto de trabajo**	**Alfa**
Inicio	Validar los requisitos	Comprender los requisitos	Validar los requisitos para determinar el riesgo de que el producto resultante no funcione	Evaluar los requisitos	Requisitos
			Validar los productos y componentes de productos con prototipos y simulaciones		
			Evaluar el diseño, para exponer las necesidades de cliente sin especificar	Uso de prototipos para validar el producto	

4. Representación de las prácticas del área de proceso desarrollo de requisitos en el núcleo de *Semat*.

En la Figura 8 se presenta la representación de la práctica Educir las necesidades en el núcleo de *Semat,* con los elementos identificados en la Tabla 16.

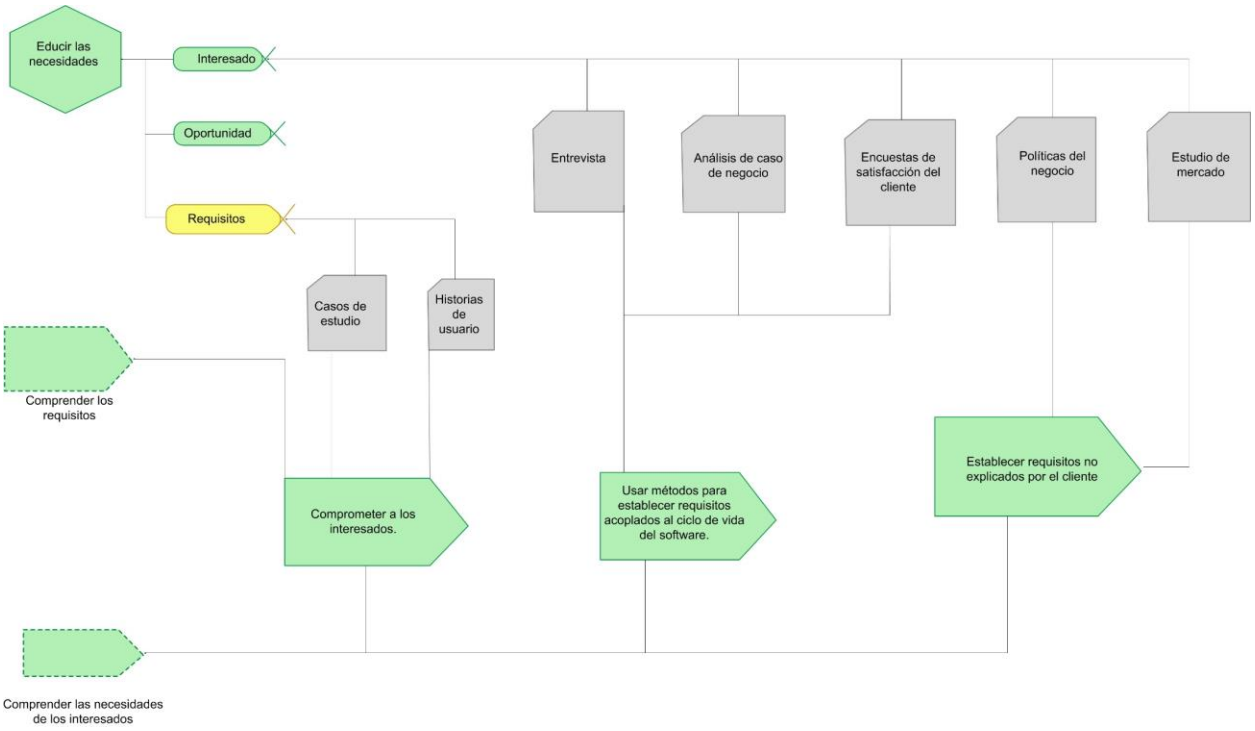


Figura 8. Representación de la práctica educir las necesidades en el núcleo de *Semat.*

En la Figura 9 se presenta la representación de la práctica Transformar las necesidades de los interesados en requisitos de cliente en el núcleo de *Semat,* con los elementos identificados en la Tabla 17.

Representación de las practicas del área de proceso desarrollo de requisitos en el núcleo Semat

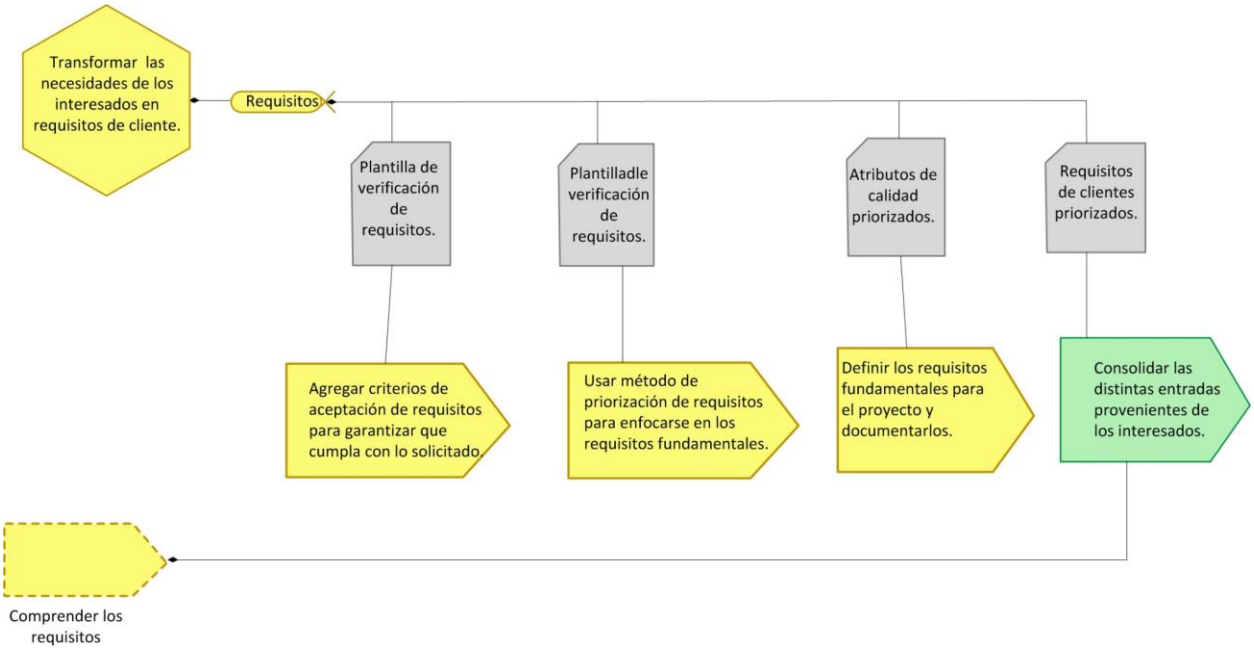


Figura 9. Representación de la práctica establecer los requisitos de producto y de componente de producto.

En la Figura 10 se presenta la representación de la práctica Establecer los requisitos de producto y de componente de producto en el núcleo de *Semat*, con los elementos identificados en la Tabla 18.

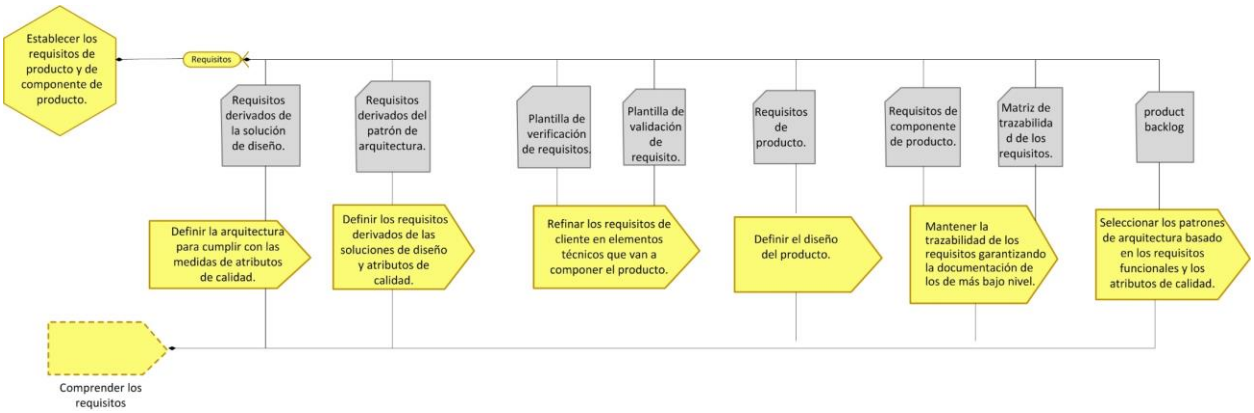


Figura 10. Establecer los requisitos de producto y de componente de producto.

En la Figura 11 se presenta la representación de la práctica Asignar los requisitos de componente de producto en el núcleo de *Semat*, con los elementos identificados en la Tabla 19.

Representación de las practicas del área de proceso desarrollo de requisitos en el núcleo Semat

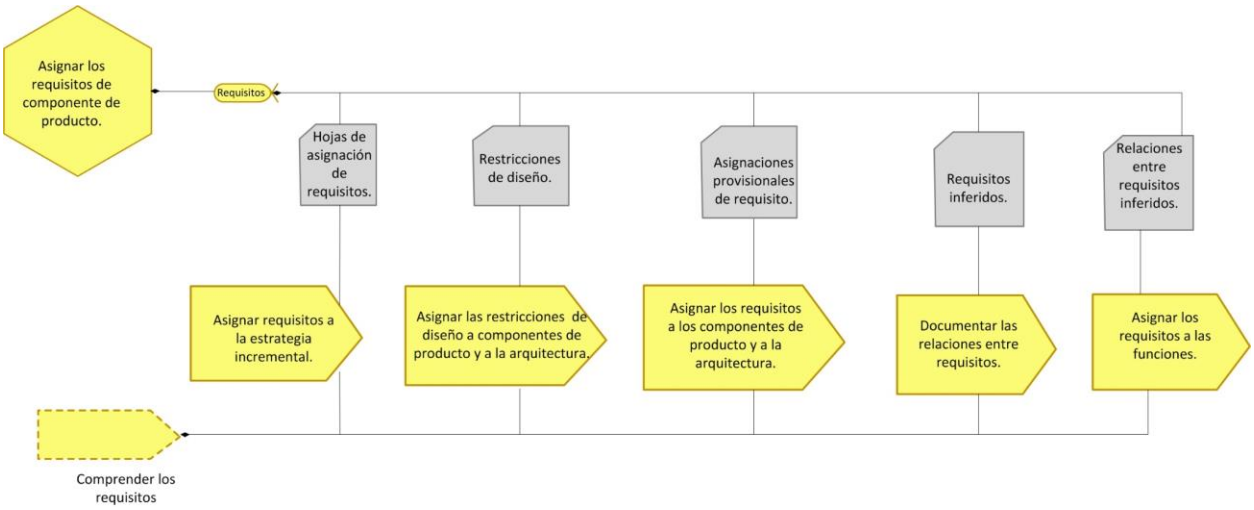


Figura 11. Asignación de los requisitos de componentes de producto.

En la Figura 12 se presenta la representación de la práctica Identificar los requisitos de interfaz en el núcleo de *Semat*, con los elementos identificados en la Tabla 20.

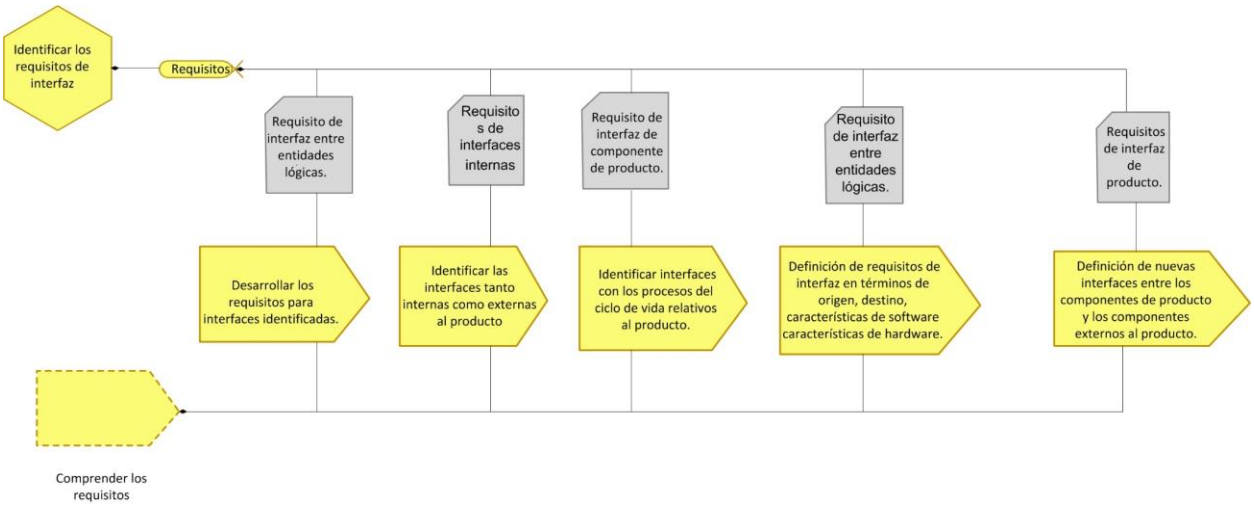


Figura 12. Representación de la práctica identificar los requisitos de interfaz.

En la Figura 13 se presenta la representación de la práctica Establecer los conceptos y los escenarios de operación en el núcleo de *Semat*, con los elementos identificados en la Tabla 21.

Representación de las practicas del área de proceso desarrollo de requisitos en el núcleo Semat

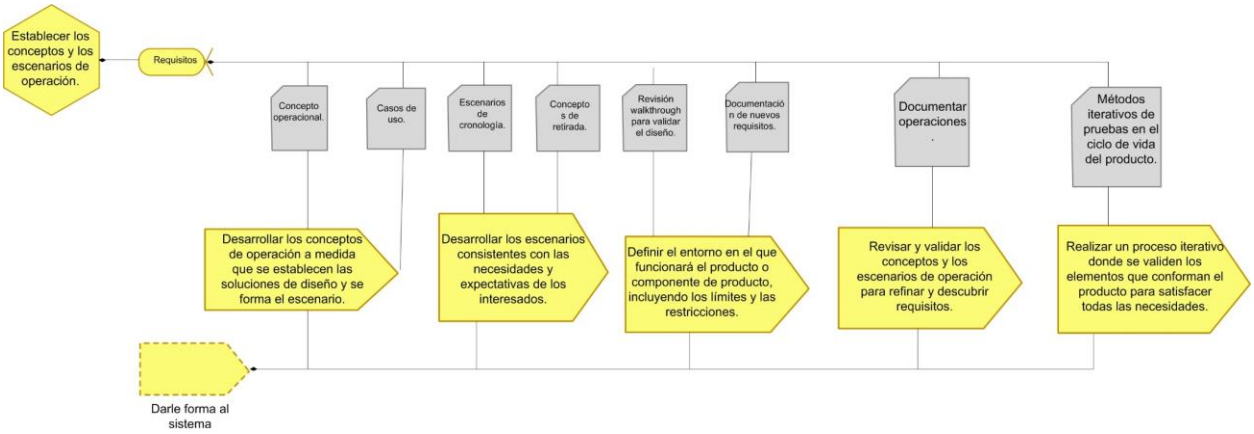


Figura 13. Representación de la práctica establecer los conceptos y los escenarios de operación

En la Figura 14 se presenta la representación de la práctica Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos en el núcleo de *Semat*, con los elementos identificados en la Tabla 22.

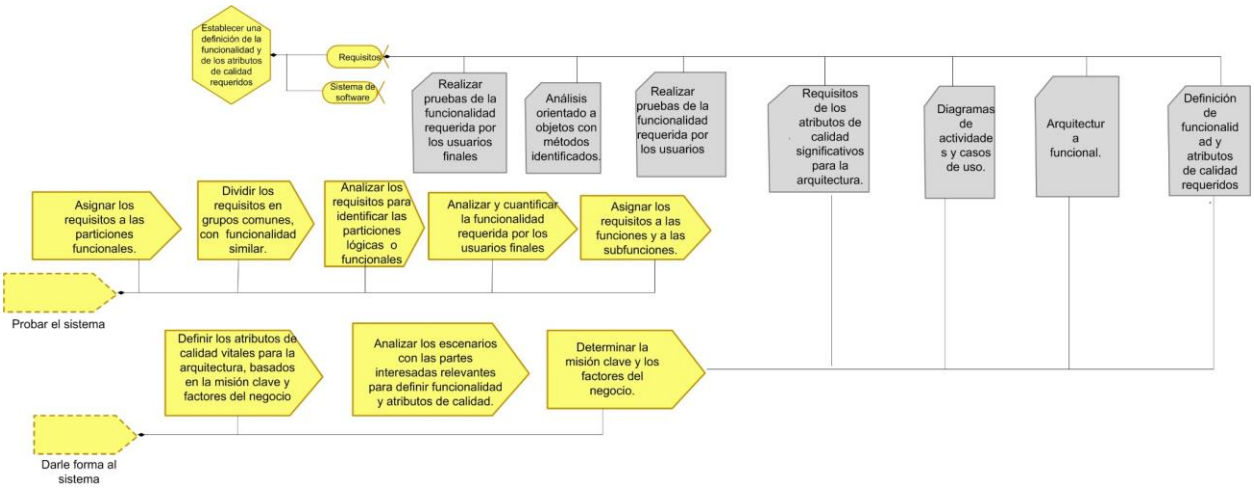
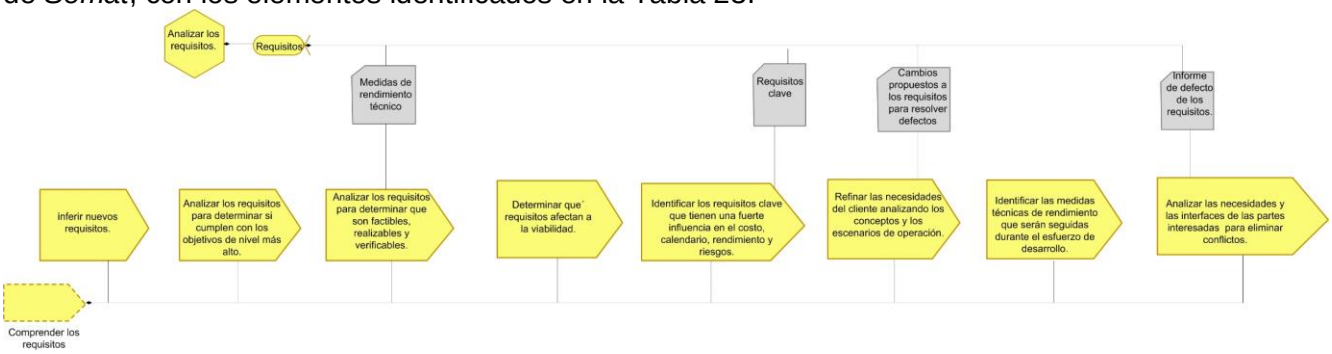


Figura 14. Representación de la práctica establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos.

En la Figura 15 se presenta la representación de la práctica Analizar los requisitos en el núcleo de *Semat*, con los elementos identificados en la Tabla 23.



Representación de las practicas del área de proceso desarrollo de requisitos en el núcleo Semat

Figura 15. Representación de la práctica Analizar los requisitos.

En la Figura 16 se presenta la representación de la práctica Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio en el núcleo de *Semat*, con los elementos identificados en la Tabla 24.

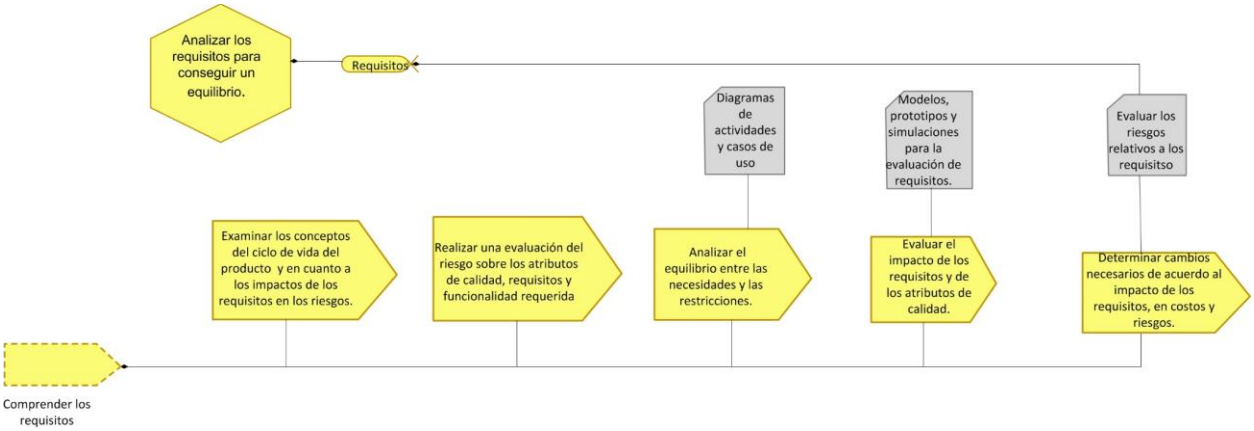


Figura 16. *Representación de la práctica Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio.*

En la Figura 17 se presenta la representación de la práctica Validar los requisitos en el núcleo de *Semat*, con los elementos identificados en la Tabla 25.

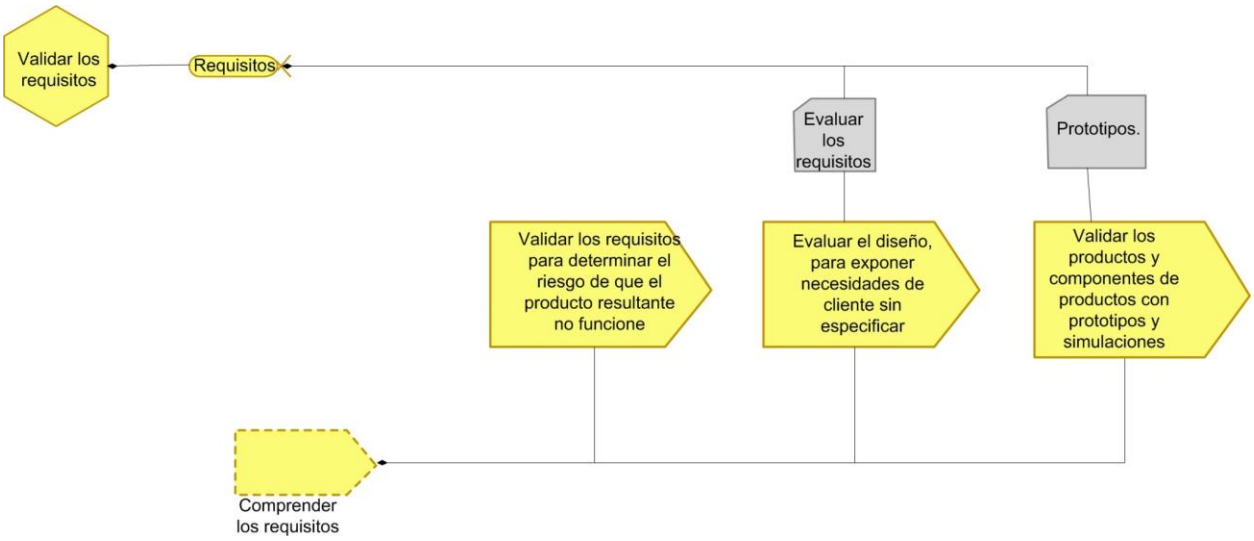


Figura 17. *Representación de la práctica Validar los requisitos.*

5. Casos de laboratorio

Para realizar la validación de las representaciones, se propone un caso de laboratorio, para lo cual se realiza un seguimiento de las prácticas del área de proceso desarrollo de requisitos en la tesis "*A CMMI-compliant Requirements Management and Development Process*." Se toma el texto de explicación de cada práctica y como la realizan en la empresa que se tomó para aplicar el caso "Altran Portugal empresa de consultoría" y luego se representa en el núcleo de *Semat.*

La obtención de las necesidades de la práctica SP 1.1 se lleva a cabo en la actividad *Elicit Customer's needs an*por los *Business and Practice Managers*, quienes son libres de elegir la técnica de obtención que se debe utilizar. Esto se hace generalmente mediante entrevistas y una lluvia de ideas con el cliente durante el desarrollo de la propuesta (véase la figura 18). Si es necesario, el equipo del proyecto también puede reunirse con diferentes partes interesadas durante otras actividades del proceso de requisitos para resolver posibles ambigüedades. Estas necesidades, expectativas y limitaciones obtenidas se registran en las actas de la reunión (Ramos, 2014).

La representación de la práctica educir las necesidades de Altran Portugal cumple con los parametros de CMMI ya que tiene productos de trabajo y subprácticas que ayudan a la identificación de requisitos, pero son pocos los productos de trabajo utilizados para educir las necesidades. Además con los productos de trabajo entrevistas y lluvias de ideas es muy dificil identificar requisitos adicionales no explícitamente proporcionados por los clientes. Con relacion

a las actividades, es muy poco porque, debido a la extension de los nombres de las subpracticas de CMMI-DEV, es posible extraer muchos niveles de detalle de la información de los productos de trabajo y las actividades. Esto no se realiza en La representacion de *Altran* figura(18), algo que si se hace en la representacion de esta tesis figura (8).

Los elementos comunes que están en la representación de CMMI figura (8) y del caso de laboratorio figur (18), son producto de trabajo Entrevista, alfas interesados y oportunidad, pero otros elementos se pueden reemplazar por los que están en la figura (8) como lluvia de ideas por análisis de caso del negocio y la actividad de la figura (18) por la actividad Usar métodos para establecer requisitos acoplados al ciclo de vida del software.

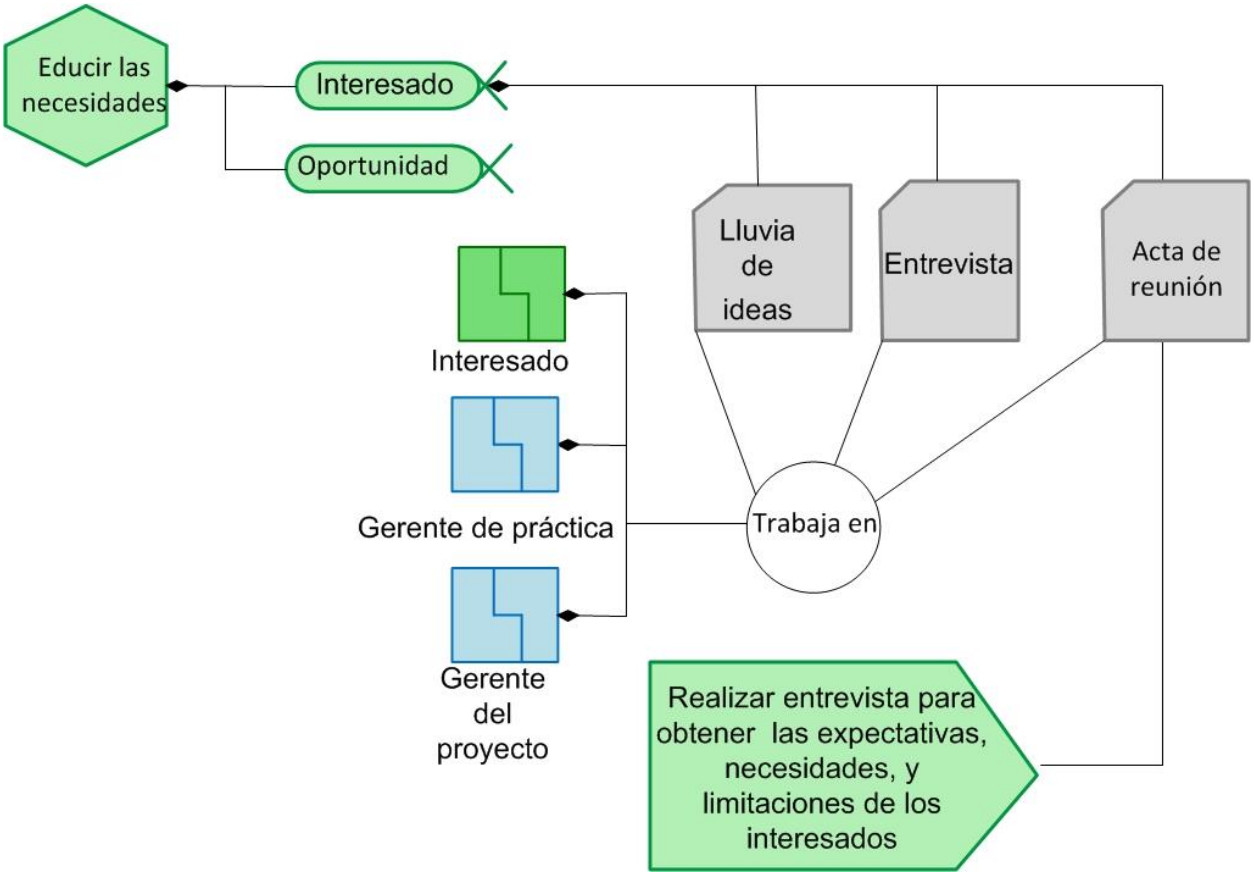


Figura 18. Representación de la práctica educir las necesidades en *Altran*.

Casos de Laboratorio

La práctica SP 1.2 se lleva a cabo en la actividad "Definir y priorizar los requisitos de los clientes", cuando la información recopilada de las partes interesadas se documenta formalmente en el documento de requisitos del proyecto y en el *Project Management Plan* (PMP), mediante el formato de historias de usuarios. Estas historias de usuario se priorizan por medio del método *"Must", "Should", "Could",* "Wont (MoSCoW), deacuerdo a la importancia de cada historia de usuario para el cliente (véase la figura 19)). Las limitaciones de la subpráctica 3 se establecen bajo los supuestos y limitaciones del PMP (Ramos, 2014).

La práctica 1.2 no se alcanza a cubrir al 100% con la representación de *Altran*. Además, falta consolidar las distintas entradas provenientes de los interesados y luego dividirlos según su priorización. La representación carece de refinamiento, las subprácticas cubren mucha información lo que hace muy difícil lograr cubrir la cantidad de información si no se divide.

En la representación realizada para el caso de laboratorio Figura 19 se identifican elementos comunes con respecto de la representación de CMMI figura 9. Entre los elementos comunes se observa producto de trabajo como "priorizar requisitos de clientes" y alfa "requisitos". Las actividades se pueden reemplazar por las de la representación de CMMI dado que se buscan los mismos resultados, además las de la figura (19) están incompletas yaqué no se realiza la subpráctica 2.

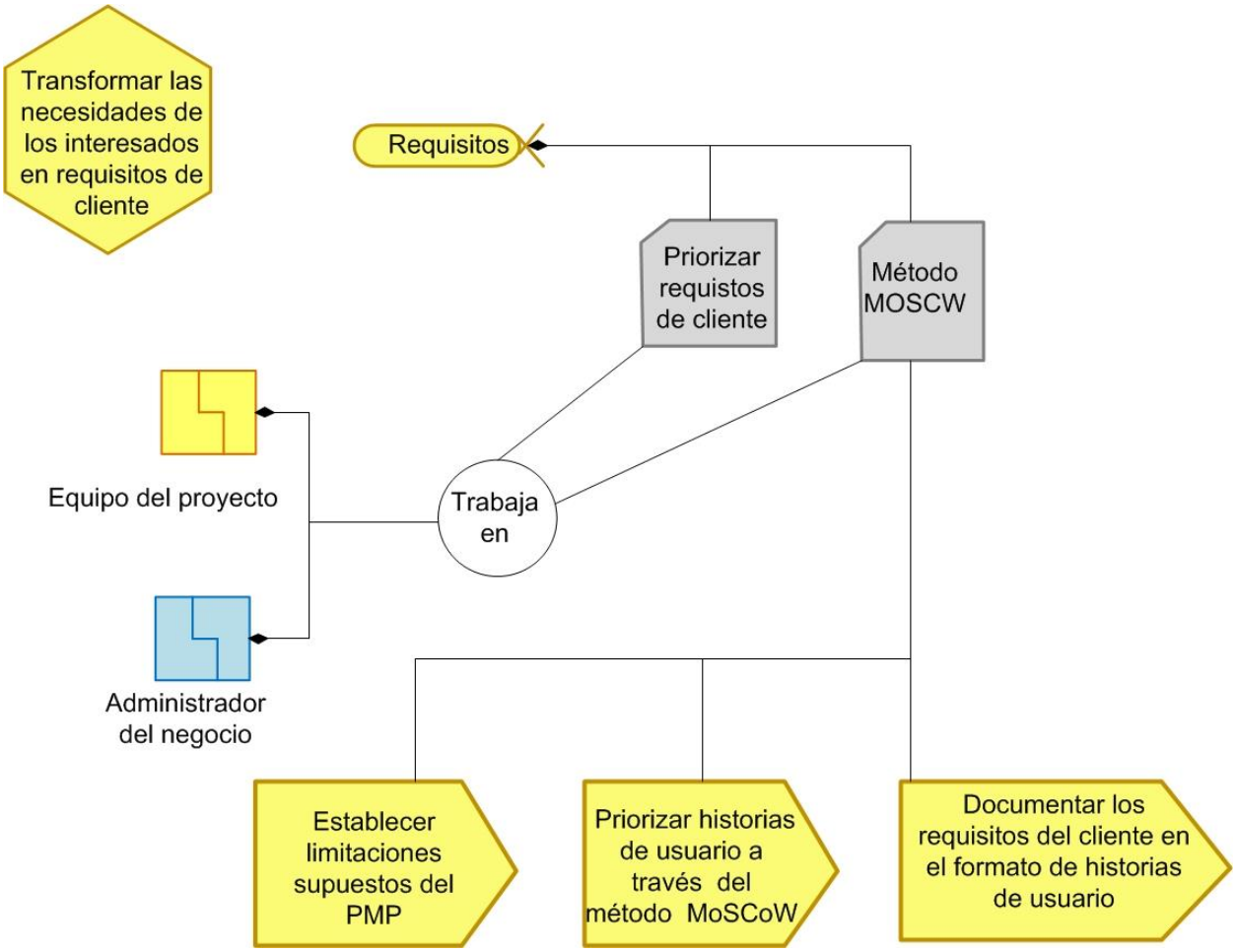


Figura 19. Representación de la práctica transformar las necesidades en requisitos de cliente de acuerdo a lo que se utiliza en *Altran*.

La práctica 2.1 se realiza en la actividad "Especificar necesidades de solución y casos de prueba". Los requisitos del cliente se analizan y detallan en términos técnicos en el documento especificación de requisitos del proyecto. Esto incluye los requisitos de arquitectura mencionados en la subpráctica 3, en particular atributos de calidad y requisitos técnicos. La subpráctica 2 también se cumple, ya que la actividad de análisis funcional, realizada en paralelo con la especificación de requisitos de solución, podría derivar nuevos requisitos documentados de manera similar. Tanto la solución como los requisitos del cliente tienen una identificación adecuada y se almacenan en *Testlink* para poder generar una matriz de trazabilidad. (vease la Figura 20; Ramos, 2014).

Casos de Laboratorio

La práctica 2.1 del área de proceso desarrollo de requisitos no logra cubrir la subpráctica 2 completamente dado que los requisitos derivados de la arquitectura tales como patrones de diseño conllevan requisitos inferidos adicionales para los componentes de producto. Hay que definir cómo se integra todo el producto después de las soluciones de arquitectura seleccionadas. Los elementos comunes con la representación de CMMI Figura 10 son: Alfa requisitos, los productos de trabajo Requisitos derivados, Requisitos de producto y matriz de trazabilidad. Las actividades Mantener la trazabilidad, atributos de calidad y los requisitos derivados, las demás actividades no se realizan en el caso de laboratorio Figura 20

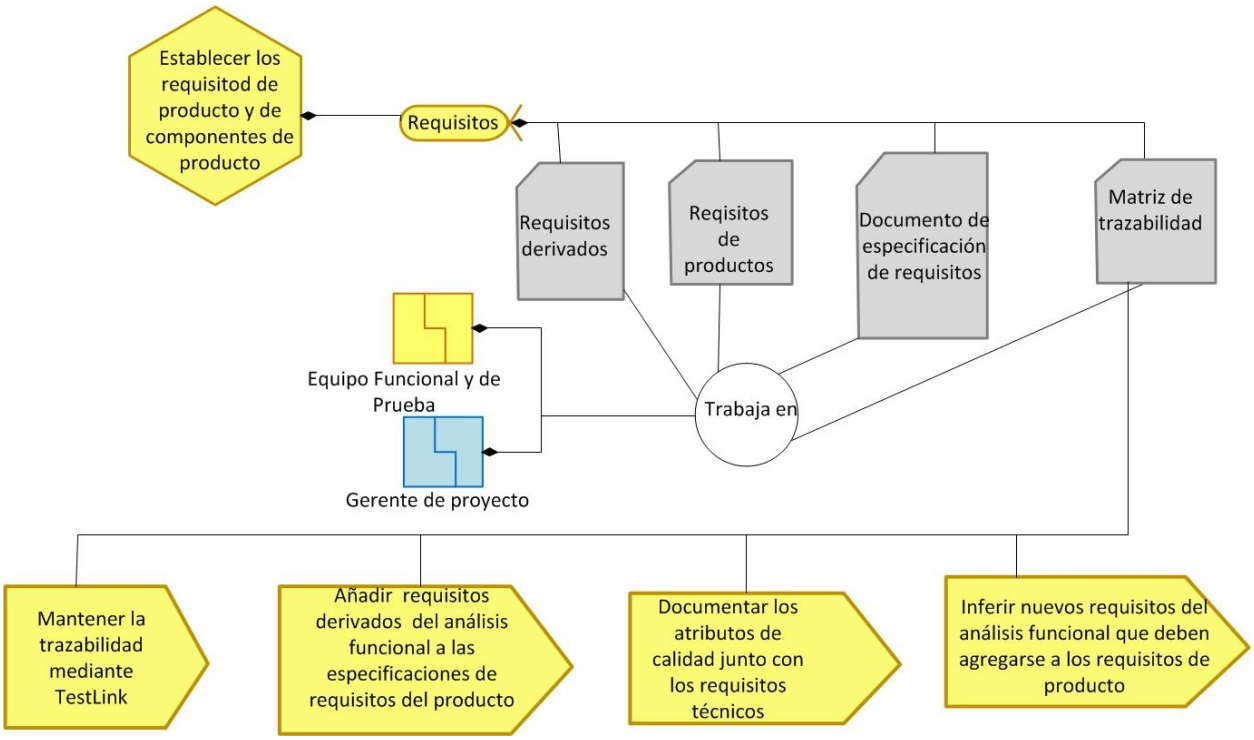


Figura 20: Representación de la práctica Establecer los requisitos de producto y componente de producto de acuerdo con lo que se utiliza en *Altran.*

La Práctica SP 2.2 se realiza en la actividad "Especificar Requerimientos de Solución y Casos de Prueba".

La práctica 2.2 no se logra cubrir en su totalidad porque la subpráctica 1 se cumple parcialmente pues los requisitos no se asignan a las subfunciones, no hay claridad sobre cómo se relacionan

los requisitos que se comparten entre diferentes funciones. Además, faltan más productos de trabajo.

Los productos de trabajo comunes en la representación de CMMI Figura y la representación del caso de laboratorio son: Hoja de asignación de requisitos, Restricciones de diseño y requisitos inferidos. La actividad es: Asignar las restricciones de diseño a los componentes de producto. Las otras subpráctica no se cubren en la representación Figura 21

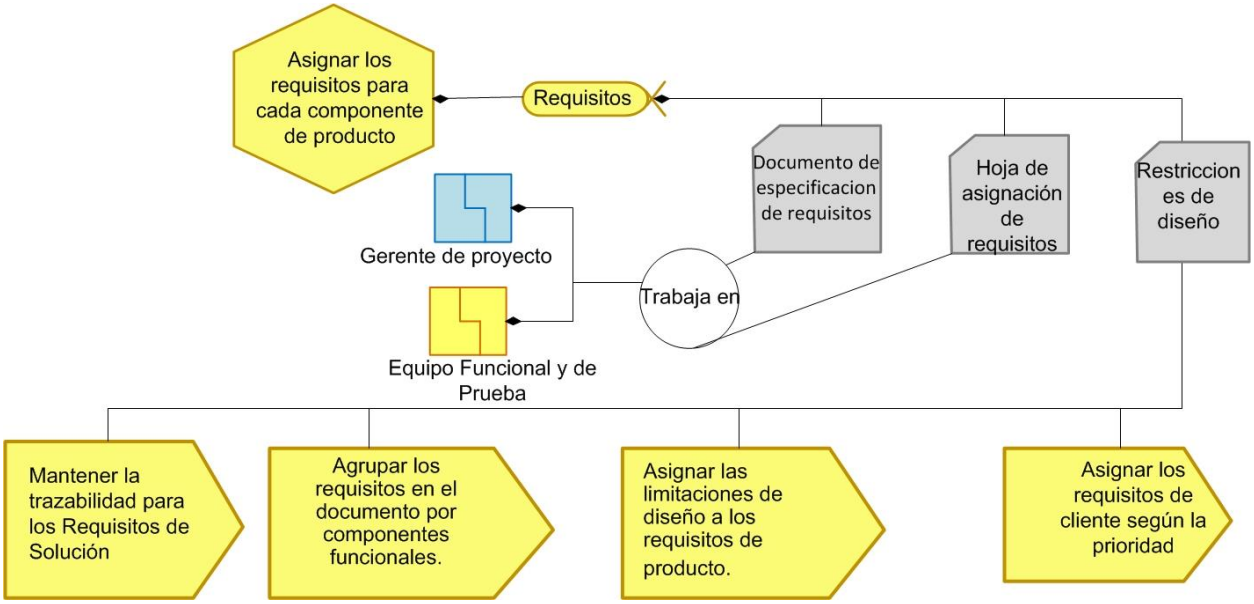


Figura 21. Representación de la práctica Asignar los requisitos de componente de producto, de acuerdo a lo que se utiliza en *Altran.* Elaboración propia

Los requisitos de interfaz de la Práctica SP 2.3 también se establecen en la actividad "especificar requerimientos de solución y casos de prueba" se tiene una sección para los requisitos de Interfaz. Para apoyar esta práctica (Ramos, 2014).

La práctica 2.3 no se cumple en su totalidad por la representación del caso de laboratorio Figura 22. Hace falta especificar los productos de trabajo de interfaz como: requisitos de interfaces de producto, requisitos de interfaces de entidades lógicas, requisitos de interfaz de componente de

producto, requisitos de interfaces internas, dado que no se representan en el caso de laboratorio. Las actividades también están incompletas.

Los productos de trabajo comunes entre las representaciones del caso de laboratorio Figura 22 son: Requisitos de interfaces. Las actividades se pueden reemplazar por las de la Figura 12 dado que cubre todas las subprácticas de CMMI.

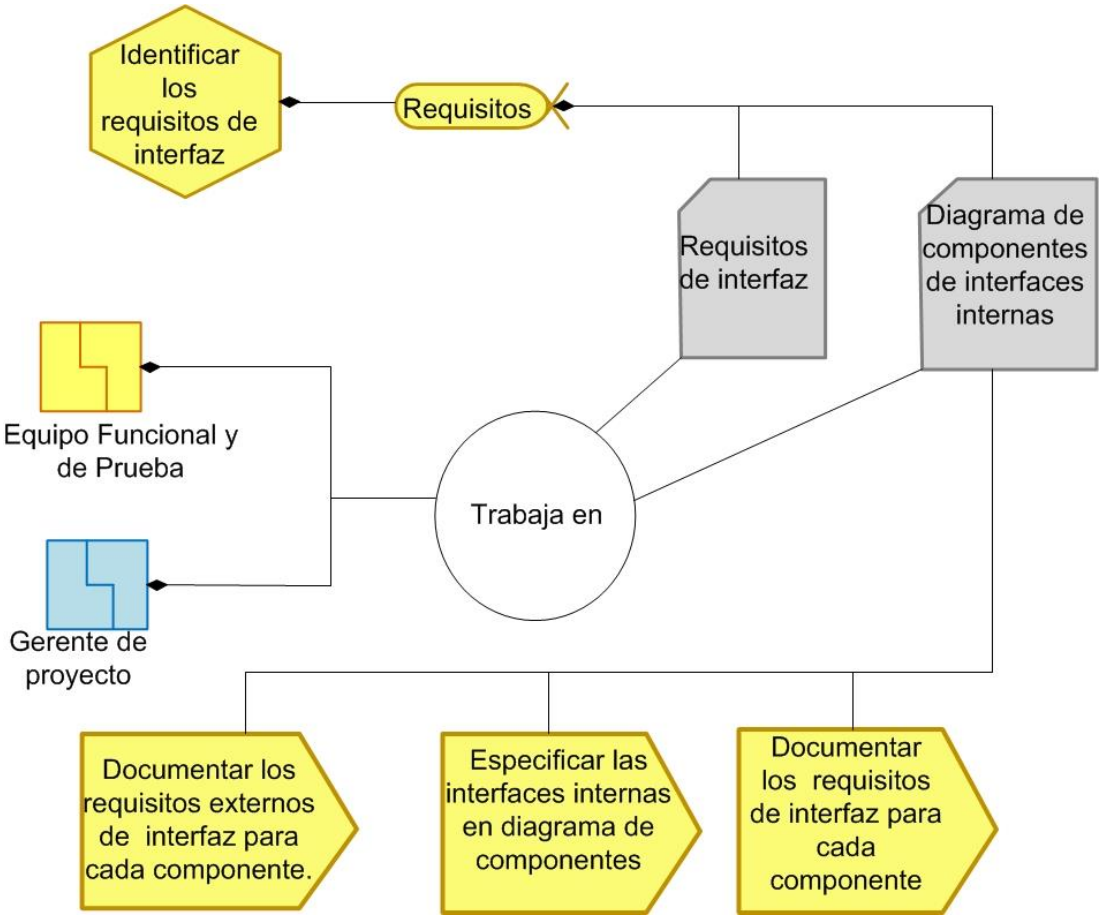


Figura 22. Representación de la práctica Identificar los requisitos, de acuerdo a lo que se utiliza en *Altran.* Elaboración propia

La práctica SP 3.1 se lleva a cabo en la actividad "Análisis funcional", en la que los escenarios y conceptos operativos se especifican en el capítulo análisis funcional de la plantilla de requisitos de proyecto (subpráctica 1)) (Ramos, 2014).

Casos de Laboratorio

La representación de la práctica carece de profundización en los productos de trabajo y las subprácticas, puesto que de la extensión de sus nombres se pueden extraer más elementos que se pueden representar y son necesarios para la organización.

Los elementos comunes entre la representación del caso de laboratorio Figura 23 y la de CMMI Figura 13 son los productos de trabajo Plantilla de casos de uso, Concepto operacional, Documentación de nuevos requisitos. Las actividades comunes son Desarrollo de los escenarios consistentes con las necesidades y expectativas de los interesados y Revisión y validación de los conceptos y escenarios de operación.

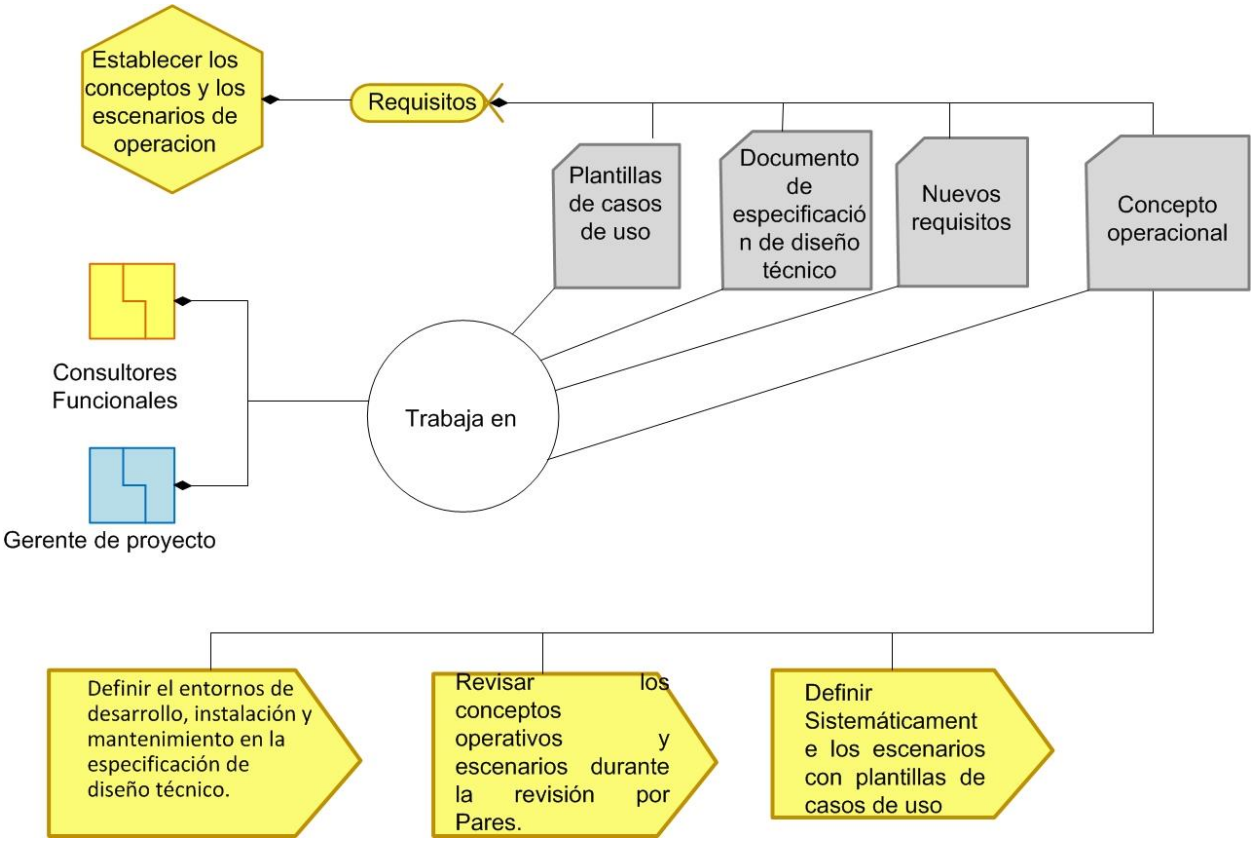


Figura 23. Representación de la práctica Establecer los conceptos y los escenarios de operación, de acuerdo a lo que se utiliza en *Altran.* Elaboración propia

La práctica SP 3.2 se realiza durante la actividad "Análisis Funcional". Cada escenario identificado debe ser analizado y asociado a un diagrama de actividad. Los diagramas de

actividad se pueden apoyar en la descripción de cada entrada y salida de actividad. En relación con los atributos de calidad, se describen con una plantilla en el capítulo requisitos de solución y como escenarios de atributos de calidad en el capítulo análisis funcional. Por lo tanto, las subprácticas 2 y 4 se cumplen. Además, el análisis de *trade-off* incluido en la sección de arquitectura funcional refleja la influencia que los atributos de calidad tienen en las decisiones de diseño arquitectónico (subpráctica 3). Como se mencionó anteriormente, las subprácticas 5, 6 y 8 se llevan a cabo ya que los requisitos se agrupan de acuerdo con sus componentes lógicos. La Práctica 7 se cumple parcialmente ya que los requisitos de cliente no se asignan directamente. Sin embargo, es posible mediante la trazabilidad. Los principales impulsores de negocio de la subpráctica 1 son identificados por el gerente de negocios durante la propuesta (Ramos, 2014).

La representación de la práctica 3.2 no se cumple en su totalidad. La subpráctica 7 se cubre parcialmente falta refinar los elementos de la práctica para obtener nuevos y de esa forma cumplir con el total de la práctica.

Los elementos comunes en las representaciones son productos de trabajo Diagrama de actividades, Arquitectura funcional y plantilla de descripción de atributos de calidad

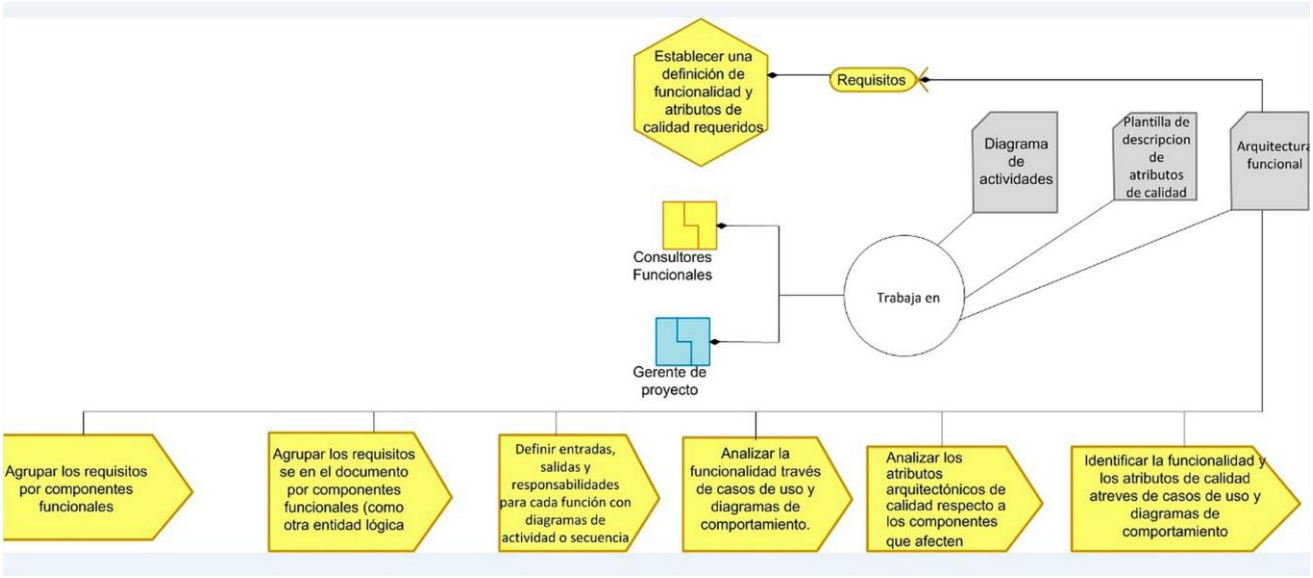


Figura 24: Representación de la práctica Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos, de acuerdo con lo que se utiliza en *Altran.*

La práctica SP 3.3 se lleva a cabo en la actividad "*Peer Review*". La subpráctica 1 se cumple ya que los requisitos del cliente se asignan a sus componentes funcionales. Las medidas técnicas mencionadas en la subpráctica 5 se especifican en los escenarios de atributos de calidad definidos en la documentación (Ramos, 2014).

La representación de la práctica no cubre todos los elementos como productos de trabajo y subprácticas. La subpráctica 4 no se cubre en su totalidad, porque no hay claridad sobre los requisitos que pueden tener una fuerte influencia en el calendario y en el costo del proyecto y que pueden hacer que resulten inviables para la organización.

Los elementos comunes en la representación son los productos de trabajo Requisitos claves, Medidas de rendimiento técnico y Cambios propuestos a los requisitos para corregir errores.

Las actividades se pueden reemplazar por las de la Figura 15

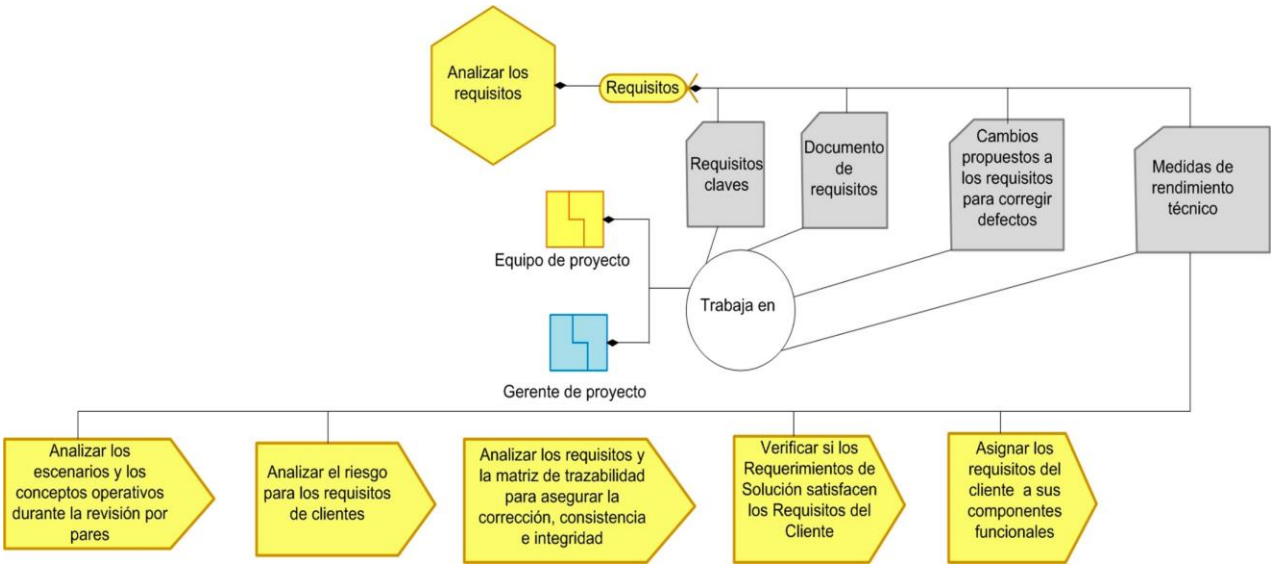


Figura 25. Representación de la práctica Analizar los requisitos, de acuerdo a lo que se utiliza en *Altran.*

Casos de Laboratorio

La práctica SP 3.4 se realiza durante todo el proceso. Los riesgos de los requisitos del Cliente se acceden inicialmente durante la actividad "priorización de los requisitos del cliente" (subpráctica 2). Los prototipos de interfaz creados durante el "Análisis funcional" se analizan para equilibrar las necesidades y las limitaciones que proporcionan las partes interesadas (subpráctica 1). El análisis de los atributos de calidad se revisa durante la revisión por pares (subpráctica 4) y se vuelve a acceder a los riesgos relacionados con todos los requisitos funcionales y no funcionales (subpráctica 2 y 3). Se debe usar una hoja de cálculo de riesgos requeridos para registrar todos los riesgos encontrados, sus monitores y acciones para mitigarlos. (Ramos, 2014).

La representación de la práctica 3.4 está incompleta puesto que la subpráctica 3 no se cumple de ninguna forma. Además, falta refinar los elementos de la práctica para simplificar los elementos y llegar a un nivel de detalle superior en la representación.

Los elementos comunes entre las representaciones son los productos de trabajo Con la evaluación de los riesgos y las actividades se pueden reemplazar por las de la Figura 16

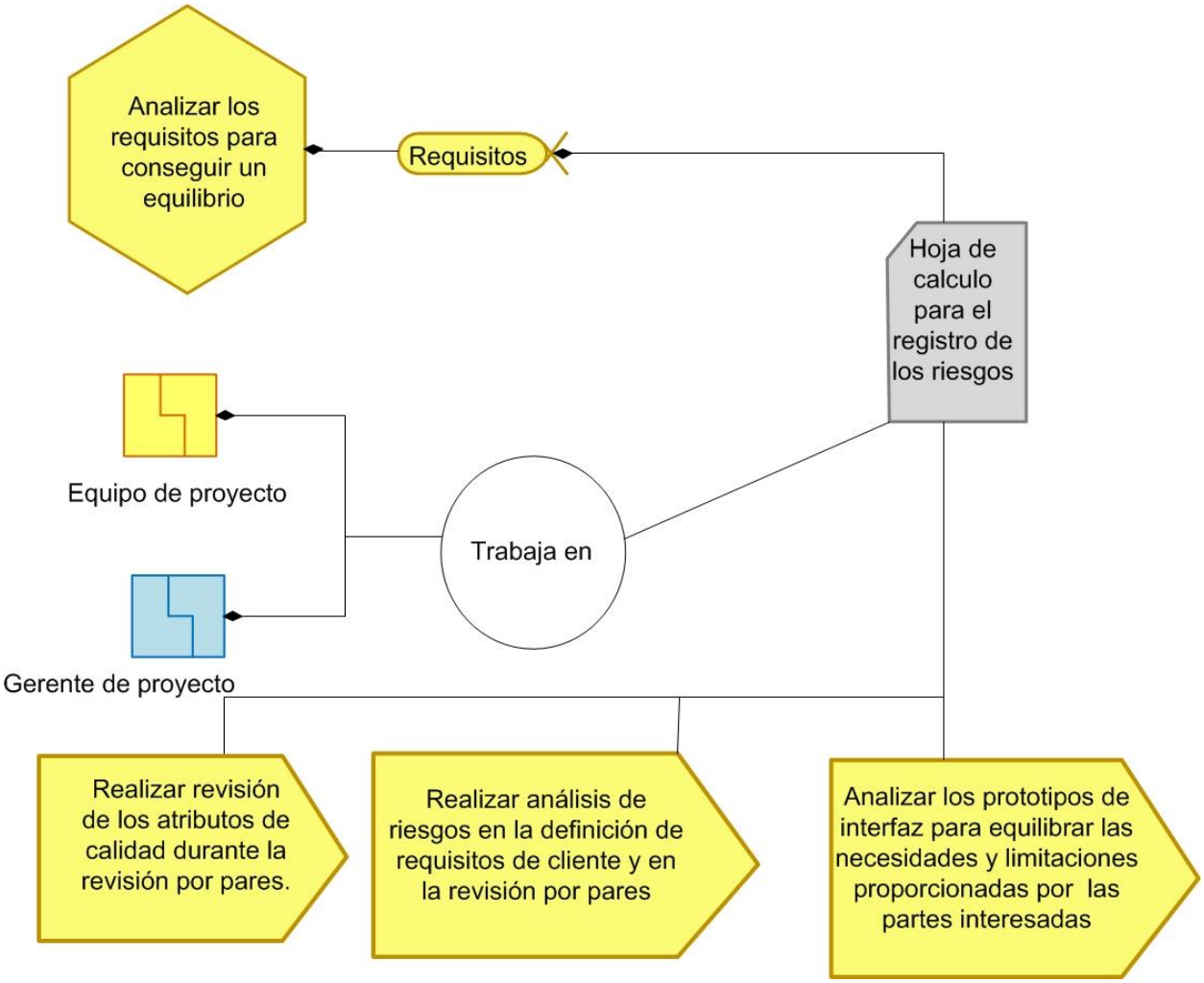


Figura 26. Representación de la práctica Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio, de acuerdo a lo que se utiliza en *Altran.*

La práctica SP 3.5 se realiza en la última actividad de decisión "Aprobación del cliente". La validación con el cliente incluye la presentación de prototipos que pueden ser simples maquetas de interfaz u otros prototipos más sofisticados dependiendo del cliente y criticidad del proyecto. La subpráctica 3 se cumple parcialmente ya que la madurez del diseño se evalúa en la revisión por pares y durante el desarrollo del proyecto, ya que el PM es responsable de validar todos los artefactos que crea el equipo. Sin embargo, los posibles problemas de validación identificados no se analizan ni documentan. La Subpráctica 1se satisface parcialmente con la Gestión de Riesgos y Requisitos en la actividad de Revisión por Pares (Ramos, 2014).

La representación de la práctica 3.5 se cumple parcialmente dado que las subprácticas 2 y 3 no están completas.

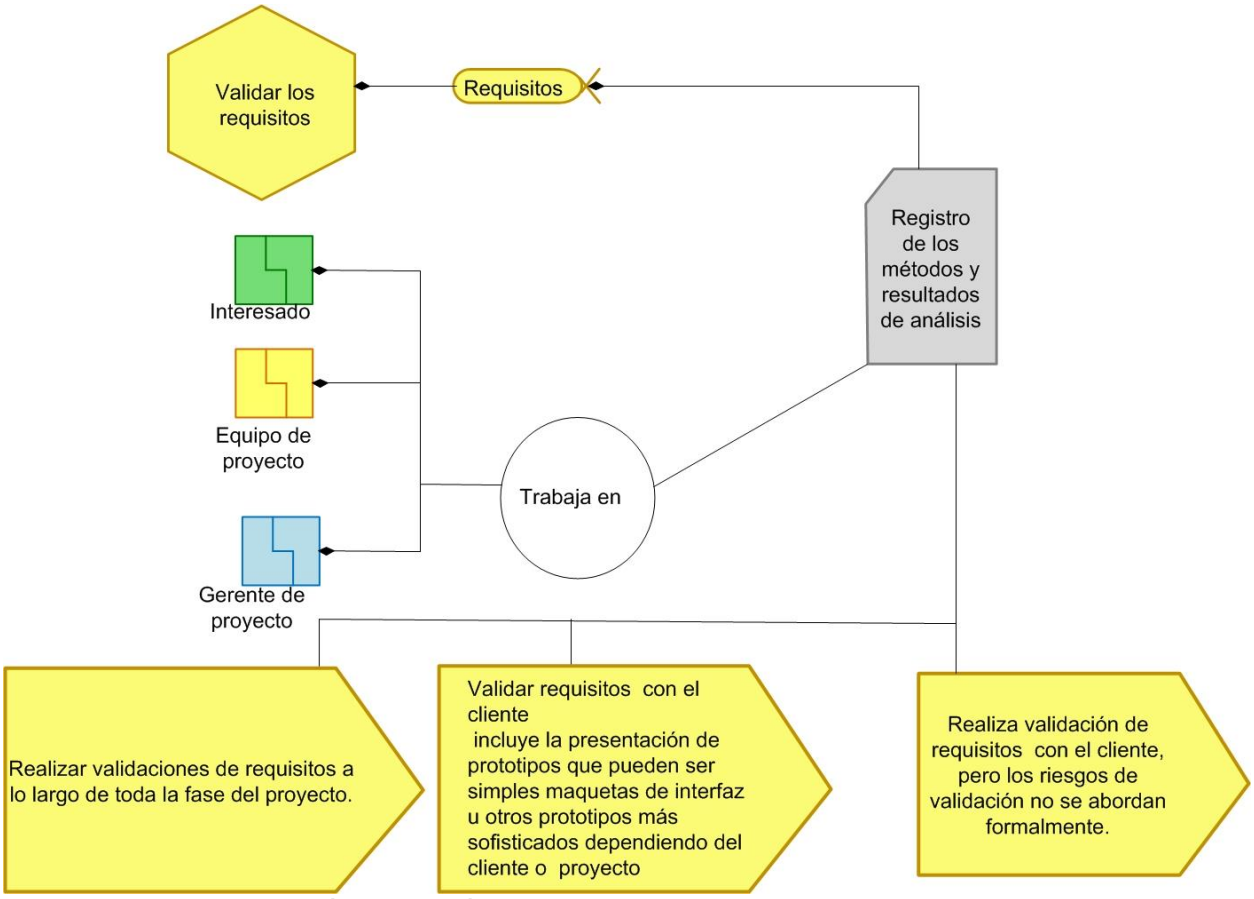


Figura 27. Representación de la práctica Validar los requisitos, de acuerdo a lo que se utiliza en *Altran.*

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

Las representaciones reducen la complejidad de los elementos de CMMI y ayuda a que se entienda de mejor manera los elementos del área de procesos, además muestra una jerarquía de elementos como prácticas subprácticas y productos de trabajos asociados

Los elementos que más se encuentran en la representación propuesta y el caso de laboratorio son productos de trabajo las actividades se pueden remplazar por las de la representación de CMMI dado que en el caso de laboratorio no se logran cubrir.

Las representaciones planteadas en CMMI son más completas debido al refinamiento de los elementos del área de proceso yaqué de esta forma se llega al detalle de cada elemento, se va a lo particular de cada práctica, subpráctica y producto de trabajo.

El desarrollo de software es un trabajo complejo y las organizaciones buscan mejorar sus procesos y hacer más con menos esfuerzos. Por este motivo, investigan métodos y modelos de desarrollo que les ayude a mejorar sus procesos y realizar un mejor trabajo. En este entorno, se encuentran con una proliferación de métodos de desarrollo y no existe uno que se adapte a todas las iniciativas de software. Además, no existe una teoría de la ingeniería de software, las prácticas están inmaduras debido a esto surge *Semat* que tiene un núcleo de elementos ampliamente

aceptados y una base teórica sólida. Además, en el núcleo se pueden representar todos los métodos y prácticas de software.

No existe un método universal en el cual se apliquen los esfuerzos de software, dado que se utilizaron varios métodos de desarrollo, para realizar el mapeo de prácticas de CMMI y ningún ejemplo cubrió el 100 % de las prácticas. Además, cuando se integran equipos con experiencias en distintos métodos de desarrollo, deben hacer una homologación de conceptos y prácticas, dado que las cosas se manejan de forma distinta y son difíciles de reutilizar fuera del contexto para el que se crearon. En el caso de laboratorio se evidencia que aún hay prácticas que no se cumplen en los procesos de la compañía *Altran*. Estas prácticas se cubren con *Semat* ya que el núcleo es extensible y permite realizar representaciones de prácticas existentes o nuevas.

Semat permite que personas con experiencias en métodos diferentes puedan trabajar juntos sin perder tiempo, dado que se parte de un terreno común de la ingeniería de software. Además, el núcleo se adapta perfectamente a métodos agiles o modelos como CMMI.

Con las representaciones de las prácticas del área de proceso desarrollo de requisitos en el núcleo de *Semat* las personas podrán conocer los elementos, entenderlos y saber cómo utilizarlos sin ser expertos en CMMI.

Se mapearon elementos de CMMI en otros estándares o métodos, pero ninguno alcanza a cumplir con lo que requiere CMMI dado que no existe un método universal que reúna todos los esfuerzos de la ingeniería de software. De ahí la importancia de *Semat* en cuyo núcleo se pueden expresar cualquier método o práctica.

Como trabajo futuro se realizará la representación del área de proceso gestión de requisitos.

7. Referencias

Arboleda, H., Paz, A., & Casallas, R. (2013). Metodología para implantar el Modelo Integrado de Capacidad de Madurez en grupos pequeños y emergentes. Estudios Gerenciales, 29(127), 177-188.

Bougroun, Z., Zeaaraoui, A., & Bouchentouf, T. The projection of the specific practices of the third level of CMMI model in agile methods: Scrum, XP and Kanbann. In Information Science and Technology (CIST), 2014 Third IEEE International Colloquium in (pp. 174-179). IEEE. Tetouan, Morocco

Durango-Vanegas, C. E., & Zapata-Jaramillo, C. M. (2015). Una representación basada en Semat y RUP para el Método de Desarrollo SIG del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Ingenierías USBmed, 6(1), 24-37.

Jacobson, I., Spence, I., & Ng, P. W. (2013). Agile and SEMAT: perfect partners. Communications of the ACM, 56(11), 53-59.

Jacobson, I., Ng, P. W., McMahon, P. E., & Zapata-Jaramillo, C. M. (2013). La esencia de la ingeniería de software: El núcleo de Semat. Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software, 1(3), 71-78.

Jiménez Pinzón, L. D. Representación en el núcleo de Semat de prácticas de métodos de desarrollo basados en planes. Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia–Sede Medellín.

Łukasiewicz, K., & Miler, J. (2012). Improving agility and discipline of software development with the Scrum and CMMI. IET software, 6(5), 416-422.

Lina, Z., & Dan, S. (2012, March). Research on combining scrum with CMMI in small and medium organizations. In Computer science and electronics engineering (iccsee), 2012 international conference on (Vol. 1, pp. 554-557). IEEE.

Ortiz, G. A., Trujillo, M. E. M., Oktaba, H., & Hernandez, E. R. (2016). Integrating agile methods into a level 5 CMMI-DEV organization: A case study. IEEE Latin America Transactions, 14(3), 1440-1446.

Ramos, V. S. S. D. A. (2014). A CMMI-compliant requirements management and development process. Tesis de maestria, Universidad de Nova, Lisboa, Portugal.

Referencias

SEI Administrative Agent, “CMMI-DEV: Improving processes for developing better products and services”. V 1.3, 2010.

Silva, F. S., Soares, F. S. F., Peres, A. L., de Azevedo, I. M., Vasconcelos, A. P. L., Kamei, F. K., & de Lemos Meira, S. R. (2015). Using CMMI together with agile software development: A systematic review. Information and Software Technology, 58, 20-43.

Sutherland, J., Jakobsen, C. R., & Johnson, K. (2008, January). Scrum and cmmi level 5: The magic potion for code warriors. In Hawaii International Conference on System Sciences, Proceedings of the 41st Annual (pp. 466-466). IEEE. Hawaii, USA.

von Wangenheim, C. G., da Silva, D. A., Buglione, L., Scheidt, R., & Prikladnicki, R. (2010). Best practice fusion of CMMI-DEV v1. 2 (PP, PMC, SAM) and PMBOK 2008. Information and software technology, 52(7), 749-757.

Zapata-Jaramillo, C. M., Valderrama-Betancur, J., & Jiménez-Pinzon, L. D. (2015). Representation of CMMI-DEV practices in the Semat kernel. IEEE Latin America Transactions, 13(10), 3476-3481.