

UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Representación de las prácticas de ISO/IEC 29110 en el núcleo de *Semat*

Nelys Yoshira Aguirre Mass

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

2017

Representación de las prácticas de ISO/IEC 29110 en el núcleo de *Semat*

Nelys Yoshira Aguirre Mass

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ingeniería—Ingeniería de Sistemas

Director:

Ph.D. Carlos Mario Zapata Jaramillo

Línea de Investigación:

Ingeniería de Software

Grupo de Investigación:

Lenguajes Computacionales

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas, Departamento de Ciencias de la Computación y de la Decisión

Medellín, Colombia

2017

A Leo mi amigo y compañero de vida.

Agradecimientos

Al profesor Carlos Mario Zapata por su dedicación, pasión y constante apoyo en este proceso de aprendizaje. Le agradezco a Dios por cumplir mis sueños. Les agradezco a las personas que me ayudaron con la validación de esta Tesis. Les agradezco a mi familia y a mis amigos por el amor, apoyo y ánimo que me dan en cada proyecto que emprendo. En especial a Leonardo Cadavid, a mi madre Julia Mass, a Ángela, a mis hermanos Clara, Juan David, Amaury, Mario y Ketty; a mis amigos Maira, Alina, Mónica, Gladys, Maryori, Judith, Juan Ricardo y James.

Resumen

La mayoría de las empresas de tecnologías de la información y de la comunicación a nivel mundial son pequeñas organizaciones, las cuales se caracterizan por tener pocos recursos económicos. La norma ISO/IEC 29110 *Software Engineering—Lifecycle Profiles for Very Small Entities (VSE)* se desarrolló para mejorar la calidad de productos y/o servicios y el desempeño de los procesos para este tipo de organizaciones. Esta norma incluye una guía que proporciona los procesos de gestión de proyectos e implementación de software.

Semat (Software Engineering Method and Theory) es un estándar que tiene un núcleo de elementos esenciales que son universales a todos los esfuerzos de desarrollo de software y un lenguaje sencillo para describir métodos y prácticas.

Actualmente, las representaciones existentes de la norma ISO/IEC 29110 son descripciones de lo que se debe hacer y no tienen una terminología común de los elementos esenciales de la ingeniería de software, lo que dificulta a las pequeñas organizaciones la implementación de la norma y, consecuentemente, la mejora de su forma de trabajo.

En esta Tesis de Maestría se propone la representación de las prácticas de la norma ISO/IEC 29110 en el núcleo de *Semat*, con el fin de representarlas en un terreno común para que se puedan implementar en las pequeñas organizaciones. De esta manera, se posibilita a las pequeñas organizaciones el uso de las prácticas de acuerdo con sus necesidades. Así, es posible evaluar la calidad de sus procesos y de los proveedores de sus aplicaciones. Se definen para las prácticas de la norma fases, actividades, roles y productos de trabajo mediante alfas, espacios de actividad y competencias.

Palabras clave: ISO/IEC 29110, *Semat*, representación, pequeñas organizaciones.

Abstract

Most of the information and communication technology companies in the world are very small entities. Such companies are characterized by having few economic resources. The international standard ISO/IEC 29110 *Software Engineering - Lifecycle Profiles for Very Small Entities (VSE)* was developed for improving product and service quality and process performance of this type of organizations. This standard includes a guide for project management and software implementation process.

Semat (Software Engineering Method and Theory) is a standard which comprises a kernel of essential elements universal to all software development endeavors and a simple language for describing methods and practices.

The existing representations of the standard ISO/IEC 29110 are mostly descriptions of what to do and they lack a common terminology for software engineering essential terms, so the standard implementation is difficult for very small entities and therefore they are unable to improve their way of working.

In this Master Thesis we propose the representation of the ISO/IEC 29110 practices in the Semat kernel, with the purpose of having a common representation small organizations can implement. In this way, very small entities can implement the practices according to their needs and therefore they can evaluate their process and software providers. Phases, activities, roles and work products for the practices are defined with alphas, activity spaces, and competences.

Keywords: ISO/IEC 29110, *Semat*, representations, very small entities (VSE).

Contenido

	Pág.
Resumen	V
Lista de figuras	8
Lista de tablas.....	10
Lista de Símbolos y abreviaturas	12
1. Introducción.....	13
1.1 Justificación.....	13
1.2 Planteamiento del problema	14
1.3 Objetivo general	14
1.3.1 Objetivos específicos	14
1.4 Estructura de la tesis.....	15
2. Marco teórico	16
2.1 ISO/IEC 29110 (<i>Software Engineering—Lifecycle Profiles for Very Small Entities VSE</i>) ¹⁶	
2.2 <i>Semat (Software Engineering Method and Theory)</i>	16
3. Antecedentes	20
4. Propuesta de solución	25
4.1 Representación de la práctica: evaluación de la capacidad de los procesos. .25	
4.1.1 Fase: Planificación	27
4.1.2 Fase: Recolección de información	33
4.1.3 Fase: Validación de la información.....	40
4.1.4 Fase: Calificación de atributos del proceso	42
4.1.5 Fase: Generación de informes	47
4.2 Representación de la práctica: evaluación de la capacidad del proveedor.	49
4.2.1 Fase: Preparación.....	51
4.2.2 Fase: Planificación	56
4.2.3 Fase: Generación de informes	60
5. Validación.....	63
6. Conclusiones	73
Bibliografía.....	75
Anexos.....	77

Lista de figuras

	Pág.
Figura 2-1: Cosas con las que siempre se trabaja [3].....	17
Figura 2-2: Cosas que siempre se hacen [3].....	18
Figura 3-1: Estructura de la guía del perfil básico de ISO/IEC 29110.	20
Figura 3-2: Diagrama de procesos del perfil básico de ISO/IEC 29110 [6].	21
Figura 3-3: CT de objetivo 01 del proceso gestión del proyecto de ISO/IEC 29110.	22
Figura 3-4: CT de planificación del proyecto de ISO/IEC 12207.....	22
Figura 3-5: Comparison Composition Tree.....	23
Figura 4-1: Representación de las prácticas de la norma ISO/IEC 29110 en el núcleo de <i>Semat</i> . Elaboración propia del autor.	25
Figura 4-2: Definición de la práctica <i>Evaluación de la capacidad de los procesos</i> mediante los alfas. Elaboración propia del autor.....	26
Figura 4-3: Definición de la práctica <i>Evaluación de la capacidad de los procesos</i> mediante espacios de actividad. Elaboración propia del autor.....	26
Figura 4-4: Fases de la práctica <i>Evaluación de la capacidad de los procesos</i> . Elaboración propia del autor.	27
Figura 4-5: Representación de espacios de actividad y actividades de la práctica <i>Evaluación de la capacidad de los procesos</i> , fase <i>Planificación</i> . Elaboración propia del autor.....	31
Figura 4-6: Representación de alfas, productos de trabajo y roles de la fase <i>Planificación</i> de la práctica <i>Evaluación de la capacidad de los procesos</i> . Elaboración propia del autor.	32
Figura 4-7: Representación de espacios de actividad y actividades de la práctica <i>Evaluación de la capacidad de los procesos</i> , fase <i>Recolección de información</i> . Elaboración propia del autor.	37
Figura 4-8: Representación de alfas, productos de trabajo y roles de la fase <i>Recolección de información</i> de la práctica <i>Evaluación de la capacidad de los procesos</i> . Elaboración propia del autor.	38
Figura 4-9: Representación de alfas, productos de trabajo y roles de la fase <i>Recolección de información</i> de la práctica <i>Evaluación de la capacidad de los procesos</i> . Elaboración propia del autor.	39
Figura 4-10: Representación de espacios de actividad y actividades de la práctica <i>Evaluación de la capacidad de los procesos</i> , fase <i>Validación de la información</i> . Elaboración propia del autor.	41
Figura 4-11: Representación de alfas, productos de trabajo y roles de la fase <i>Validación de la información</i> de la práctica <i>Evaluación de la capacidad de los procesos</i> . Elaboración propia del autor.	42

Figura 4-12: Representación de espacios de actividad y actividades de la práctica <i>Evaluación de la capacidad de los procesos</i> , fase <i>Calificación de la información</i> . Elaboración propia del autor.	45
Figura 4-13: Representación de alfas, productos de trabajo y roles de la fase <i>Calificación de atributos del proceso</i> de la práctica <i>Evaluación de la capacidad de los procesos</i> . Elaboración propia del autor.	46
Figura 4-14: Representación de espacios de actividad y actividades de la práctica <i>Evaluación de la capacidad de los procesos</i> , fase <i>Generación de informes</i> . Elaboración propia del autor.	48
Figura 4-15: Representación de alfas, productos de trabajo y roles de la fase <i>Generación de informes</i> de la práctica <i>Evaluación de la capacidad de los procesos</i> . Elaboración propia del autor.	49
Figura 4-16: Definición de la práctica <i>Evaluación de la capacidad del proveedor</i> mediante los alfas. Elaboración propia del autor.	50
Figura 4-17: Definición de la práctica <i>Evaluación de la capacidad del proveedor</i> mediante espacios de actividad. Elaboración propia del autor.	50
Figura 4-18: Fases de la práctica <i>Evaluación de la capacidad del proveedor</i> . Elaboración propia del autor.	51
Figura 4-19: Representación de espacios de actividad y actividades de la práctica <i>Evaluación de la capacidad del proveedor</i> , fase <i>Preparación</i> . Elaboración propia del autor.	54
Figura 4-20: Representación de alfas, productos de trabajo y roles de la fase <i>Preparación</i> de la práctica <i>Evaluación de la capacidad del proveedor</i> . Elaboración propia del autor.	55
Figura 4-21: Representación de espacios de actividad y actividades de la práctica <i>Evaluación de la capacidad del proveedor</i> , fase <i>Planificación</i> . Elaboración propia del autor.	58
Figura 4-22: Representación de alfas, productos de trabajo y roles de la fase <i>Planificación</i> de la práctica <i>Evaluación de la capacidad del proveedor</i> . Elaboración propia del autor.	59
Figura 4-23: Representación de espacios de actividad y actividades de la práctica <i>Evaluación de la capacidad del proveedor</i> , fase <i>Generación de informes</i> . Elaboración propia del autor.	61
Figura 4-24: Representación de alfas, productos de trabajo y roles de la fase <i>Generación de informes</i> de la práctica <i>Evaluación de la capacidad del proveedor</i> . Elaboración propia del autor.	62
Figura 5-1: Resultados de la pregunta 1 de la encuesta. Elaboración propia del autor.	65
Figura 5-2: Resultados de la pregunta 2 de la encuesta. Elaboración propia del autor.	66
Figura 5-3: Resultados de la pregunta 3 de la encuesta. Elaboración propia del autor.	67
Figura 5-4: Resultados de la pregunta 1 de la encuesta. Elaboración propia del autor.	69
Figura 5-5: Resultados de la pregunta 2 de la encuesta. Elaboración propia del autor.	70
Figura 5-6: Resultados de la pregunta 3 de la encuesta. Elaboración propia del autor.	71

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 2-1: Elementos del núcleo de <i>Semat</i> . Adaptación de [4].	19
Tabla 3-1: Mapeo de términos.	23
Tabla 4-1: Descripción de principales actividades de la fase <i>Planificación</i> . Elaboración propia del autor.	28
Tabla 4-2: Descripción de los principales entregables de la fase <i>Planificación</i> . Elaboración propia del autor.	29
Tabla 4-3: Espacios de actividad, alfas, productos de trabajo, actividad y roles en la fase <i>Planificación</i> . Elaboración propia del autor.	30
Tabla 4-4: Descripción de principales actividades de la fase <i>Recolección de información</i> . Elaboración propia del autor.	33
Tabla 4-5: Descripción de principales entregables de la fase <i>Recolección de información</i> . Elaboración propia del autor.	34
Tabla 4-6: Espacios de actividad, alfas, productos de trabajo, actividad y roles en la fase <i>Recolección de información</i> . Parte 1/2. Elaboración propia del autor.	36
Tabla 4-7: Descripción de principales actividades de la fase <i>Validación de la información</i> . Elaboración propia del autor.	40
Tabla 4-8: Descripción de principales entregables de la fase <i>Validación de la información</i> . Elaboración propia del autor.	40
Tabla 4-9: Espacios de actividad, alfas, productos de trabajo, actividad y roles en la fase <i>Validación de la información</i> . Elaboración propia del autor.	41
Tabla 4-10: Descripción de principales actividades de la fase <i>Calificación de atributos del proceso</i> . Parte 1/2. Elaboración propia del autor.	43
Tabla 4-11: Descripción de principales entregables de la fase <i>Calificación de atributos del proceso</i> . Elaboración propia del autor.	44
Tabla 4-12: Espacios de actividad, alfas, productos de trabajo, actividad y roles en la fase <i>Calificación de atributos del proceso</i> . Elaboración propia del autor.	45
Tabla 4-13: Descripción de principales actividades de la fase <i>Generación de informes</i> . Elaboración propia del autor.	47
Tabla 4-14: Descripción de principales entregables de la fase <i>Generación de informes</i> . Elaboración propia del autor.	47
Tabla 4-15: Espacios de actividad, alfas, productos de trabajo, actividad y roles en la fase <i>Generación de informes</i> . Elaboración propia del autor.	48
Tabla 4-16: Descripción de principales actividades de la fase <i>Preparación</i> . Elaboración propia del autor.	52
Tabla 4-17: Descripción de los principales entregables de la fase <i>Preparación</i> . Elaboración propia del autor.	52

Tabla 4-18: Espacios de actividad, alfas, productos de trabajo, actividad y roles en la fase <i>Preparación</i> . Elaboración propia del autor.	53
Tabla 4-19: Espacios de actividad, alfas, productos de trabajo, actividad y roles en la fase <i>Planificación</i> . Elaboración propia del autor.....	56
Tabla 4-20: Espacios de actividad, alfas, productos de trabajo, actividad y roles en la fase <i>Generación de informes</i> . Elaboración propia del autor.....	60
Tabla 5-1: Escolaridad de los ingenieros de sistemas. Elaboración propia del autor.	68
Tabla 5-2: Experiencia laboral de los ingenieros de sistemas. Elaboración propia del autor.....	68
Tabla 5-3: Conocimientos en <i>Semat</i> de los ingenieros de sistemas. Elaboración propia del autor.	68

Lista de Símbolos y abreviaturas

Abreviaturas

Abreviatura	Término
PO	Pequeña Organización
GP	Gestión del Proyecto
IS	Implementación del Software
MEP	Modelo de Evaluación del Proceso
MRP	Modelo de Referencia del Proceso

1. Introducción

1.1 Justificación

Al desarrollar aplicaciones de software, las pequeñas organizaciones (PO) se esfuerzan en cumplir los objetivos del proyecto en cuanto a costos, calendarios, productividad y calidad, con lo cual pueden incrementar el nivel de competitividad en el mercado. Dado que muchas veces no logran reconocimiento como empresas desarrolladoras de software de buena calidad [2], algunas optan por mejorar sus procesos de desarrollo de software basándose en modelos y marcos de trabajo existentes [8].

Al momento de mejorar los procesos de software, las empresas deben escoger, entre la gran cantidad de métodos que existe, el que más se ajuste a sus necesidades específicas. Es común que decidan con base en los métodos más populares que están en el mercado y adopten soluciones inapropiadas, ya que, actualmente, no existen teorías y fundamentos sólidos en la ingeniería del software [3, 10] que permitan ser base para decidir sobre la mejor forma de trabajo.

Por otra parte, a las PO, al mejorar sus procesos de desarrollo de software, les resulta difícil la implementación de normas internacionales, ya que, en su gran mayoría, éstas no atienden las necesidades de las PO. Además, la mayor parte de las PO no cuentan con recursos para costear la implementación de estas normas. Es por esto que se creó la norma ISO/IEC 29110 *Software Engineering—Lifecycle Profiles for Very Small Entities (VSE)*, con el fin de mejorar la calidad de los productos y servicios y la ejecución y funcionamiento de los procesos de este tipo de empresas [11].

El cambio en la forma en que se trabaja con métodos de desarrollo de software, motivó en 2009 la creación de *Semat (Software Engineering Method and Theory)*, que busca redefinir la ingeniería de software. *Semat* es un estándar que tiene un núcleo de elementos esenciales que son universales a todos los esfuerzos de desarrollo de software y un lenguaje sencillo para describir métodos y prácticas [3]. El núcleo de *Semat* ayuda a representar las prácticas y mejorar

la forma de trabajo para asegurar que todos los elementos esenciales de la ingeniería de software se consideran en los esfuerzos de ingeniería de software. Este núcleo permite combinar las mejores prácticas de la ingeniería de software con los lineamientos que se realizan en esta norma, facilitar su enseñanza y aplicación industrial.

1.2 Planteamiento del problema

En la literatura existen diferentes representaciones de la norma ISO/IEC 29110 [5, 6, 7, 8, 9]. Desafortunadamente, estas representaciones son descripciones de lo que se debe hacer, no tienen una terminología común de los elementos esenciales de la ingeniería de software y sus prácticas no se representan en un terreno común que permita compararlas con métodos de desarrollo de software u otros modelos de calidad.

En esta Tesis de Maestría se busca resolver el siguiente interrogante ¿Cómo se pueden representar las prácticas de la norma ISO/IEC 29110 en un terreno común de la ingeniería de software?

1.3 Objetivo general

Proponer una representación de las prácticas de la norma ISO/IEC 29110 en el núcleo de *Semat*, que contiene los elementos esenciales de la ingeniería de software, en términos de estos elementos.

1.3.1 Objetivos específicos

1. Establecer las prácticas de la norma ISO/IEC 29110 que caracterizan la norma.
2. Desagregar las prácticas en los diferentes elementos que las constituyen.
3. Representar las prácticas de la norma ISO/IEC 29110 empleando los elementos del núcleo de la Esencia de *Semat*.
4. Proponer un mecanismo para validar la representación de los elementos de la norma ISO/IEC 29110 en el núcleo de *Semat*.
5. Validar la representación propuesta con el mecanismo seleccionado.

1.4 Estructura de la tesis

Esta Tesis de Maestría se estructura de la siguiente manera: en el Capítulo 2 se presenta el marco teórico sobre la norma ISO/IEC 29110 y el núcleo de *Semat* y sus elementos; en el Capítulo 3 se presentan diferentes representaciones existentes en la literatura de las prácticas de la norma ISO/IEC 29110; en el Capítulo 4 se propone la representación de las prácticas de la norma ISO/IEC 29110 en el núcleo de *Semat*; en el Capítulo 5 se presenta la validación de la representación propuesta. Finalmente en el Capítulo 6 se discuten las conclusiones y el trabajo futuro que se presente a partir de esta Tesis.

2. Marco teórico

2.1 ISO/IEC 29110 (*Software Engineering—Lifecycle Profiles for Very Small Entities VSE*)

La norma ISO/IEC 29110 se desarrolló para apoyar a las pequeñas organizaciones; una pequeña organización es una entidad (empresa, organización, departamento o proyecto) que integran hasta 25 personas. Esta norma se compone de perfiles y reportes técnicos (TR). Contiene dos guías o reportes técnicos: guía de evaluación (TR 29110-3) y guía de gestión e ingeniería (TR 29110-5) [2].

La guía ISO/IEC TR 29110-3 de evaluación describe el proceso a seguir para realizar una evaluación que determine las capacidades de proceso y la madurez organizativa. La guía ISO/IEC TR 29110-5-1-2 proporciona los procesos de gestión de proyecto e implementación de software [2].

El proceso de gestión del proyecto tiene como propósito establecer y llevar a cabo de manera sistemática las tareas del proyecto de implementación de software, las cuales permiten cumplir con los objetivos del proyecto en calidad, tiempo y costo esperados. El proceso de implementación de software tiene como propósito la realización sistemática de las actividades de análisis, diseño, construcción, integración y pruebas para productos de software nuevos o modificados de acuerdo con los requisitos especificados. Para apoyar la implementación de las prácticas de esta norma existen varios paquetes de despliegue, en los cuales se describe a qué elementos de la norma corresponden y los diferentes productos de trabajo resultantes [2].

2.2 *Semat (Software Engineering Method and Theory)*

Semat busca redefinir la ingeniería de software y se enfoca en dos objetivos principales: encontrar un núcleo de elementos ampliamente aceptados y definir una base teórica sólida para

la ingeniería de software. Busca tener método y teoría de la ingeniería de software que permitan tener un núcleo común estable para no ser una ingeniería sin fundamentos, que cambia dependiendo de las tendencias o nuevos métodos que aparecen en el mercado [3].

Semat es un estándar que tiene un núcleo de elementos esenciales que son universales a todos los esfuerzos de desarrollo de software; estos elementos son las “cosas con las que siempre se trabaja” (véase la Figura 2-1) y las “cosas que siempre se hacen” (véase la Figura 2-2). Además, tiene un lenguaje sencillo para representar cualquier método o práctica [3].

Figura 2-1: Cosas con las que siempre se trabaja [3].

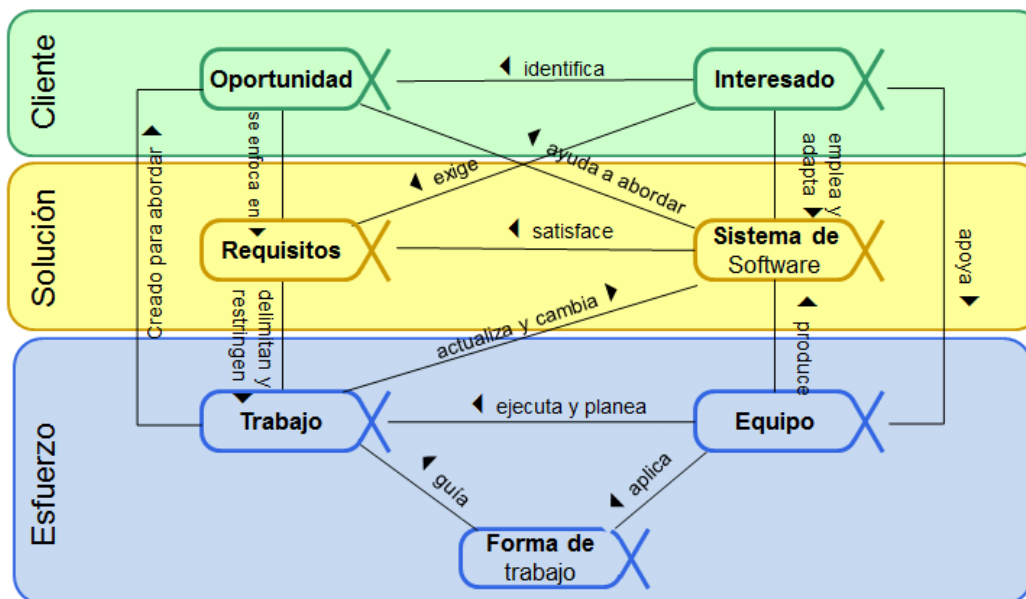
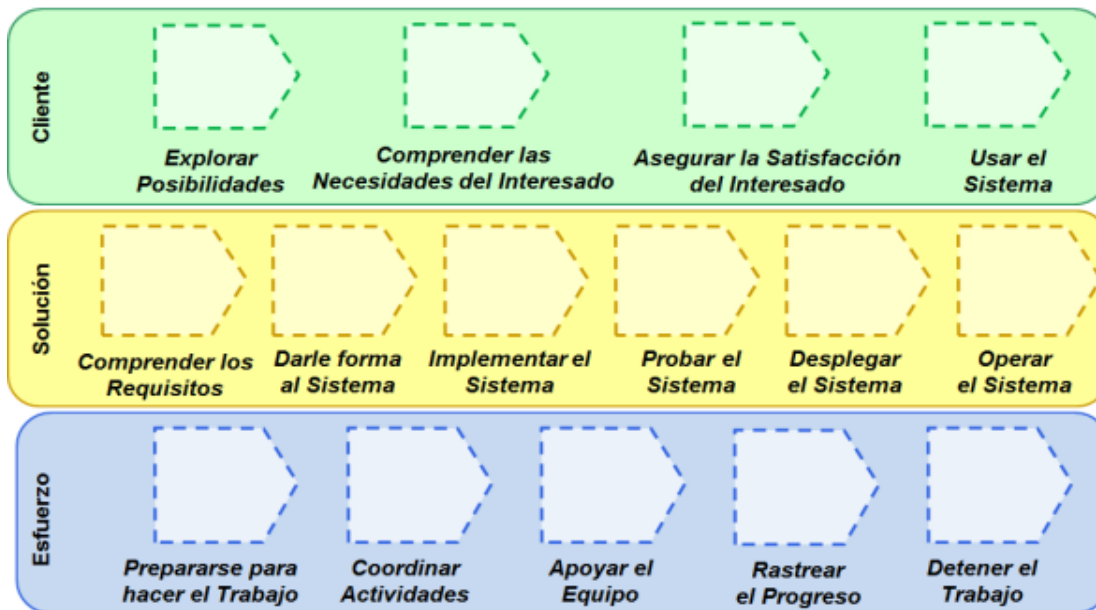


Figura 2-2: Cosas que siempre se hacen [3].


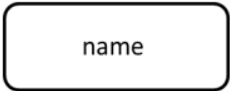
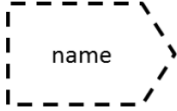




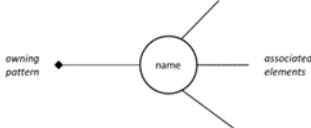
El núcleo contiene tres grupos de elementos [4]: núcleo, método y práctica. El núcleo de *Semat* contiene los siguientes elementos que ayudan a representar las prácticas [4] (véase la descripción en la Tabla 2-1):

- Alfa
- Estado
- Espacios de actividad
- Competencia

Los elementos de las prácticas son los siguientes: [4]:

- Productos de trabajo
- Actividad
- Patrón
- Asociación de patrón

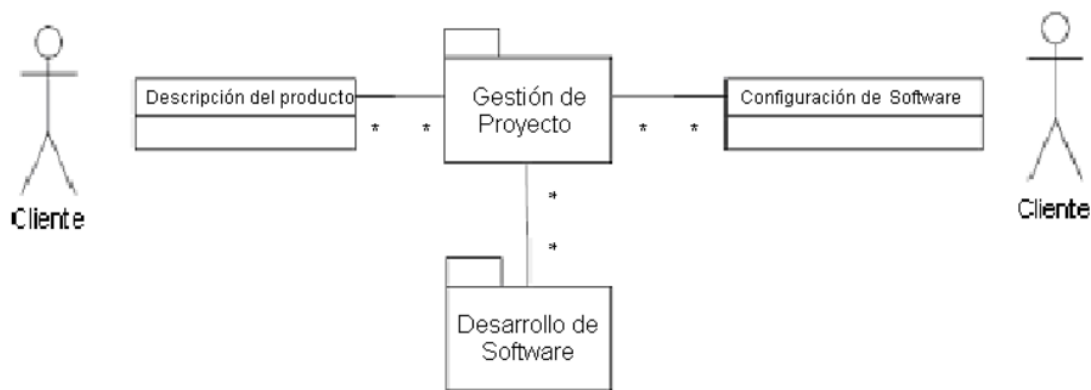
Tabla 2-1: Elementos del núcleo de *Semat*. Adaptación de [4].

Elemento	Descripción	Símbolo
Alfa	Son elementos que representan el progreso y salud de un esfuerzo de ingeniería de software. Alfa es un acrónimo de un <i>Abstract-Level Progress Health Attribute</i>	
Estado	Expresa una situación en la que se cumple alguna condición. Los alfas tienen cada uno un pequeño conjunto de estados predefinidos que se utilizan para evaluar el progreso y la salud. Asociado con cada estado hay un conjunto de listas de verificación predefinidas.	
Espacios de actividad	Las cosas que siempre se hacen. Los espacios de actividad complementan a los alfas para proporcionar una vista basada en actividades de ingeniería de software.	
Competencia	Abarca las capacidades, logros, conocimiento y habilidades necesarias para realizar un cierto tipo de trabajo.	
Productos de trabajo	Son artefactos de valor y relevancia para un esfuerzo de ingeniería de software. Un producto de trabajo puede ser un documento o una pieza de software.	
Actividad	Define uno o más tipos de partes de trabajo y guía como se deben realizar.	
Patrón	Es una descripción de una estructura en una práctica.	
Asociación de patrón	Se utiliza para conectar el patrón con sus elementos asociados. Se visualiza como una línea sólida con un diamante en la punta en la cual se conecta el patrón. La línea tiene origen en un círculo en el que se pone el nombre de la asociación y del que se conectan los elementos asociados al patrón con una línea sólida por cada elemento.	

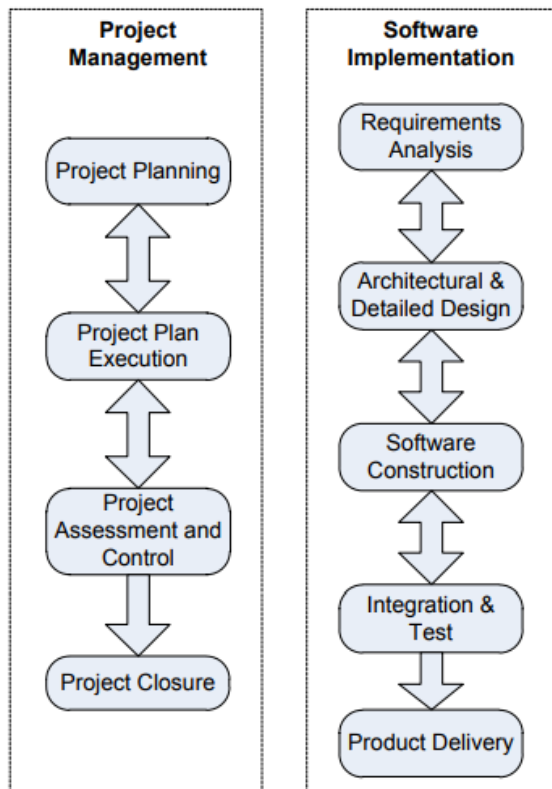
3. Antecedentes

En la Figura 3-1 se muestra la representación de la estructura de la guía del perfil básico. En ésta “el cliente proporciona una descripción del producto como una entrada y recibe una configuración de software como un resultado de la ejecución del proceso de implementación de software, el cual se controla con el proceso de gestión de proyectos” [5].

Figura 3-1: Estructura de la guía del perfil básico de ISO/IEC 29110.



En la Figura 3-2 se muestran los procesos de gestión de proyecto e implementación de software de ISO/IEC 29110 [6]. Estas representaciones no son suficientes al momento de aplicar la norma, ya que sólo muestran a nivel general los procesos de desarrollo que controla la norma y no presentan los productos de trabajo, actividades y demás elementos esenciales que hacen parte de las prácticas específicas de la norma.

Figura 3-2: Diagrama de procesos del perfil básico de ISO/IEC 29110 [6].

Como resultado de un proyecto piloto [7], se identifican deficiencias en la norma y se propone una nueva área de proceso llamada “Infraestructura y soporte”, para lo cual es necesario comparar las prácticas de ISO/IEC 29110 con las de ISO/IEC 12207. Como resultado de esta comparación, las actividades de apoyo de 29110 se clasifican en tres categorías:

- Actividades difíciles de aplicar.
- Actividades que no cubre la norma, pero que debería cubrir.
- Actividades y tareas de apoyo que existen, pero no se identifican, definen, mantienen ni mejoran.

Mas y Mesquida [8] presentan un análisis de las relaciones existentes entre la norma ISO/IEC 29110-5-1-2, la norma ISO/IEC 12207 y PMBOK; el objetivo principal de este análisis es facilitar la incorporación de los procesos de gestión de proyectos en las pequeñas organizaciones. Para esto se realiza una comparación de cada una de las prácticas de estos procesos con el fin de encontrar las relaciones existentes entre éstas, sus similitudes y diferencias. En la Figura 3-3 se

muestra la representación del objetivo No. 01 del proceso de gestión de proyectos de la norma ISO/IEC TR 29110-5-1 [9], el cual se compara con el proceso de planificación de proyectos de la norma ISO/IEC 12207 representado en la Figura 3-4. Cada proceso se modela en un *Composition Tree* (CT). El resultado de esta comparación es el *Comparison Composition Tree* (CCT) que muestra las similitudes y diferencias de los procesos comparados, la representación se muestra en la Figura 3-5. La norma ISO/IEC 12207 es la contraparte de la norma ISO/IEC 29110 y contiene 43 procesos. Para realizar la comparación se realiza un mapeo de términos que se muestra en la Tabla 3-1.

Figura 3-3: CT de objetivo 01 del proceso gestión del proyecto de ISO/IEC 29110.

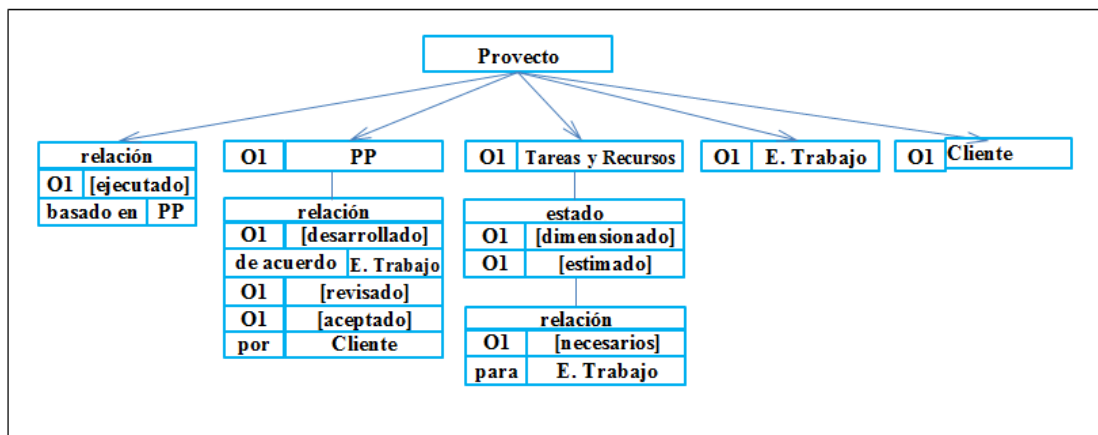


Figura 3-4: CT de planificación del proyecto de ISO/IEC 12207.

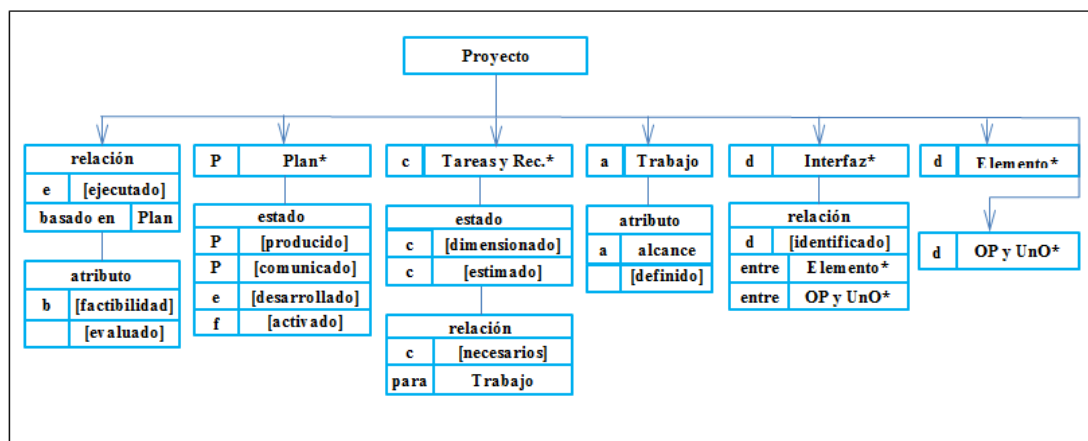


Figura 3-5: Comparison Composition Tree

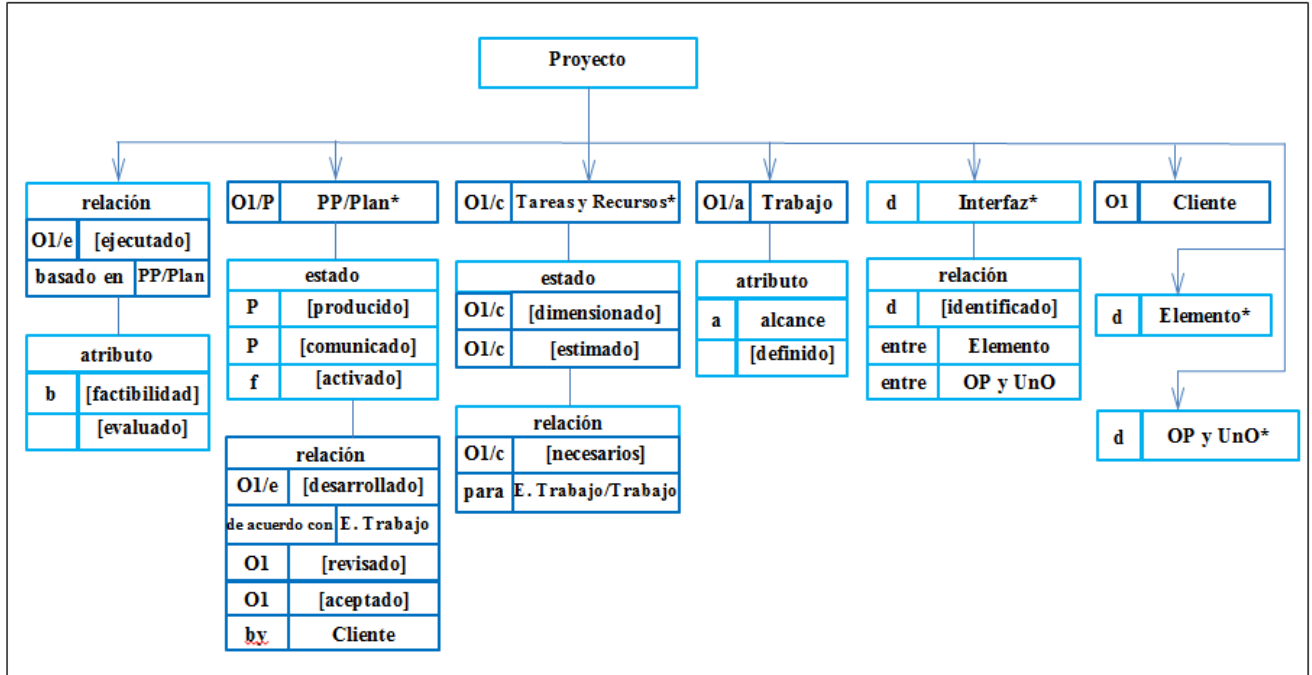


Tabla 3-1: Mapeo de términos

#	GP. O1	Proceso de Planificación del Proyecto	Comentarios
1	Plan del proyecto	Plan	Para un perfil de entrada en VSE, un plan de proyecto simple es suficiente; mientras que para un proyecto más general, se requieren múltiples planes.
2	Enunciado de Trabajo	Trabajo	Para un perfil de entrada, el trabajo se materializa como una declaración de trabajo.

Estas representaciones muestran lo difícil que resulta comparar las prácticas de esta norma con las de otros métodos, ya que se debe comparar cada una de las prácticas e identificar a qué práctica corresponde el método comparado; esto se produce porque las representaciones no cuentan con una terminología común, lo que dificulta que los equipos logren mejorar sus procesos e incluyan o quiten nuevas prácticas según lo consideren necesario. Además, las

prácticas que se analizan en este trabajo se refieren a procesos de gestión y desarrollo de software, que no constituyen el foco de la norma ISO/IEC 29110.

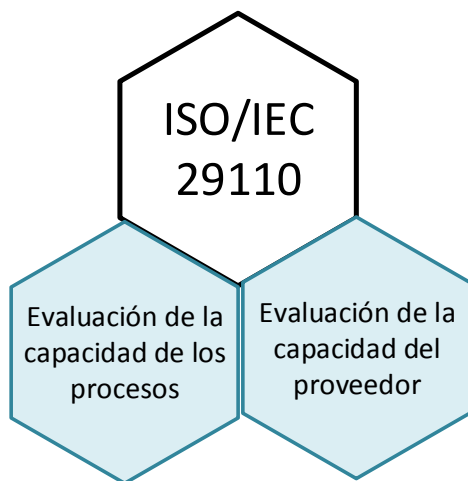
4. Propuesta de solución

En esta Sección, se representan las prácticas de la norma ISO/IEC 29110 en el núcleo de *Semat*. Las prácticas representadas se refieren al proceso a seguir para realizar una evaluación que determine las capacidades del proceso y la madurez organizativa de una pequeña organización.

A continuación, se definen las prácticas de la norma ISO/IEC 29110:

- Evaluación de la capacidad de los procesos.
- Evaluación de la capacidad del proveedor.

Figura 4-1: Representación de las prácticas de la norma ISO/IEC 29110 en el núcleo de *Semat*. Elaboración propia del autor.



4.1 Representación de la práctica: evaluación de la capacidad de los procesos.

Esta práctica se realiza cuando una organización desea ejecutar una evaluación para obtener un perfil de procesos de los procesos implementados [11]. En las Figuras 4-2 y 4-3 para la práctica *evaluación de la capacidad de los procesos* se presenta la definición de la práctica mediante los

alfas y mediante los espacios de actividad, en la Figura 4-4 se presentan las fases. Además, para cada fase se presentan las actividades, roles que realizan las actividades y los productos de trabajo. Adicionalmente, se propone la representación utilizando los elementos del núcleo de *Semat*.

Figura 4-2: Definición de la práctica *Evaluación de la capacidad de los procesos* mediante los alfas. Elaboración propia del autor.

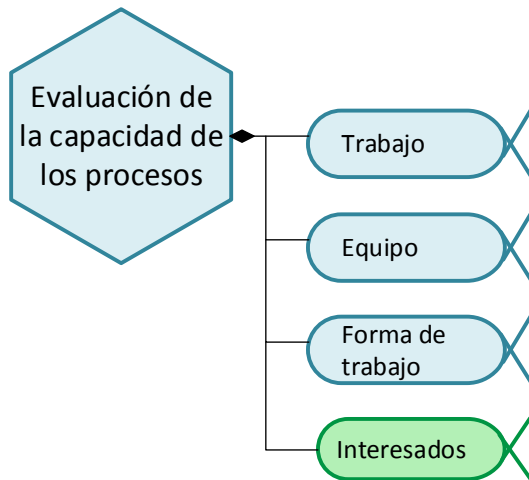


Figura 4-3: Definición de la práctica *Evaluación de la capacidad de los procesos* mediante espacios de actividad. Elaboración propia del autor.

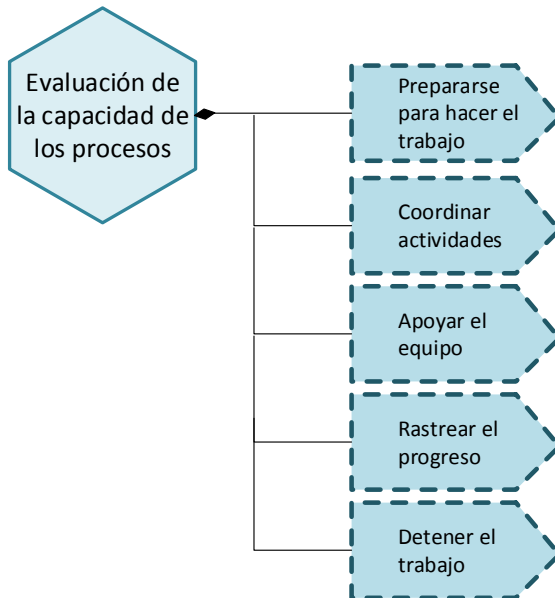
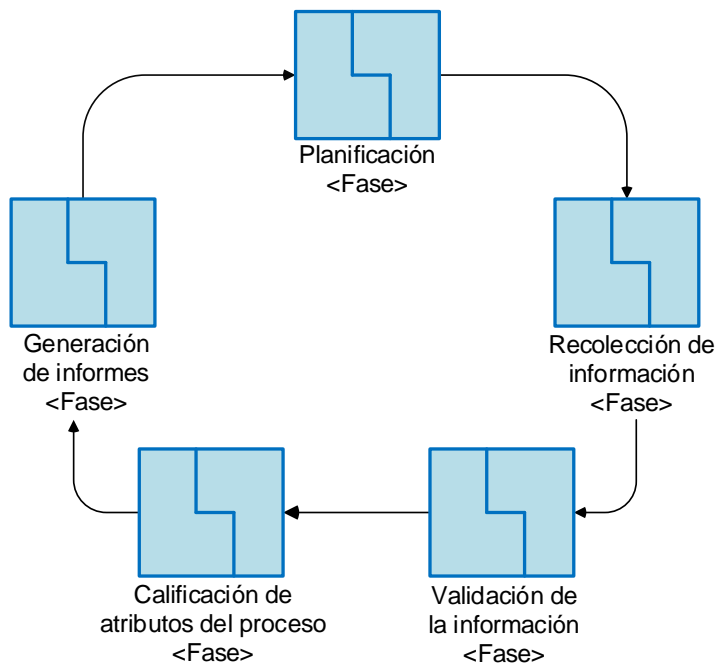


Figura 4-4: Fases de la práctica *Evaluación de la capacidad de los procesos*. Elaboración propia del autor.



4.1.1 Fase: Planificación

En las Tablas 4-1, 4-2 y 4-3 se presentan para la fase *Planificación* las principales actividades, los productos de trabajo y los espacios de actividad, alfas, actividad y roles que se proponen en *Semat*. En las Figuras 4-5 y 4-6 se presentan para la fase *Planificación* la representación de espacios de actividad y actividades y la representación de alfas, productos de trabajo y roles.

Tabla 4-1: Descripción de principales actividades de la fase *Planificación*. Elaboración propia del autor.

Actividad	Descripción
Establecer el plan del proceso de la evaluación	El plan del proceso de la evaluación es un proceso documentado con el cual se lleva a cabo una evaluación de procesos. Se define el propósito, actividades, objetivos, indicadores, responsabilidades, entradas y salidas del proceso de evaluación.
Establecer las entradas para el proceso de la evaluación	Se definen los requisitos para realizar la evaluación, el modelo de evaluación de proceso, el alcance del proceso de la evaluación, el alcance organizacional, el contexto y restricciones de la evaluación.
Definir los roles y responsabilidades para el proceso de la evaluación	Por lo general, el equipo de evaluación para el proceso de evaluación de la PO consta de, al menos, un evaluador competente o un evaluador competente junto con otros evaluadores. Es importante que el equipo evaluador se familiarice con las características de la PO.
Definir guías para el proceso de evaluación	Se definen guías para la planificación, recolección de información, validación de información, calificación de los atributos del proceso e informes de los resultados de la evaluación.
Establecer los recursos de la evaluación	Se especifican los recursos necesarios para realizar la evaluación. Estos recursos se refieren a las capacidades que tiene la PO.
Establecer el calendario de la evaluación	Se define el calendario durante el cual se efectúa la evaluación. Se establece el calendario para preparar al equipo de la evaluación, recolectar y validar la información, calificar los atributos del proceso, entregar resultados, etc.
Establecer estrategia y procedimientos para la recolección de información	Se definen la estrategia y los procedimientos que se van a utilizar para realizar la recolección de información. Los procedimientos pueden ser entrevistas, observaciones, cuestionarios, etc.
Establecer indicadores de implementación o rendimiento	Los indicadores de implementación o rendimiento sirven de patrón para medir, evaluar o mostrar el logro de los atributos de un proceso.
Establecer el plan de la evaluación	El plan de evaluación se debe determinar de acuerdo con los recursos de la pequeña organización. Se especifica el conjunto de instrucciones para conducir la evaluación, riesgos, acuerdos con el patrocinador de la evaluación, acuerdo de confidencialidad con el equipo de la evaluación, procedimiento de control de cambios para realizar cambios en las entradas de la evaluación. El plan de evaluación contiene los roles y responsabilidades, los recursos, el calendario, la estrategia y procedimientos para la recolección de información y los indicadores de implementación o rendimiento. Este plan debe garantizar que cumple con el propósito y los objetivos del proceso de evaluación.

Tabla 4-2: Descripción de los principales entregables de la fase *Planificación*. Elaboración propia del autor.

Producto de trabajo	Descripción
Plan del proceso de evaluación	Define el proceso de la evaluación, incluye propósito, objetivos, actividades, etc.
Modelo de evaluación de proceso	Un proceso de evaluación se debe realizar con base en un Modelo de Evaluación de Proceso (MEP); el MEP se compone de un Modelo de Referencia del Proceso (MRP) y un marco de medición del proceso. El MRP se refiere a los procesos definidos en cada Perfil PO. La norma establece el MRP en ISO/IEC 29110-4-1. El marco de medición comprende los niveles de calidad del proceso, sus atributos de proceso asociados y la escala de calificación.
Alcance del proceso de la evaluación	Define el alcance del proceso de la evaluación, el cual se determina con el Perfil PO especificado para la evaluación.
Alcance organizacional de la evaluación	Define el alcance organizacional. Puede ser toda la PO, pero dependiendo de las características de la PO, el alcance se puede limitar a algunos proyectos representativos para la evaluación.
Contexto de la evaluación	Define el contexto de negocio y de ingeniería de la PO.
Restricciones de la evaluación	Restricciones identificadas para realizar la evaluación.
Definición de roles y responsabilidades	Roles y responsabilidades que se tendrán dentro de la evaluación
Guías de la evaluación	Guías necesarias para realizar la evaluación, por ejemplo, en la definición y uso de los indicadores de evaluación, guías para la recolección de la información.
Recursos para realizar la evaluación	Recursos necesarios para realizar la evaluación.
Calendario de la evaluación	Define el calendario de la evaluación.
Estrategia y procedimientos (cuestionarios) para la recolección de información	Estrategia y procedimientos para la recolección de evidencia objetiva, como cuestionarios, entrevistas, etc.
Indicadores de implementación (artefactos directos, artefactos indirectos y/o afirmaciones/entrevistas)	Los indicadores de implementación o de rendimiento del proceso se refieren a actividades, recursos o resultados asociados con el logro de los atributos de un proceso. Estos indicadores de implementación del proceso se definen con base en el Modelo de Referencia de Procesos. Los indicadores de implementación del proceso son: práctica base, actividad que direcciona el propósito y los resultados de un proceso.
Plan de la evaluación	Plan que contiene cómo se implementará la evaluación, incluyendo el calendario para la evaluación y los recursos clave, dependiendo de los recursos disponibles de una PO.

Tabla 4-3: Espacios de actividad, alfas, productos de trabajo, actividad y roles en la fase *Planificación*. Elaboración propia del autor.

Espacio de actividad	Alfa	Producto de trabajo	Actividad	Rol
Prepararse para hacer el trabajo	Forma de trabajo	Plan del proceso de evaluación	Establecer el plan del proceso de la evaluación	Evaluador competente Patrocinador de la evaluación
		Modelo de evaluación de proceso	Establecer las entradas para el proceso de la evaluación	Evaluador competente
		Alcance del proceso de la evaluación		Evaluador competente Patrocinador de la evaluación
		Alcance organizacional de la evaluación		
		Contexto de la evaluación		
		Restricciones de la evaluación		
		Definición de roles y responsabilidades	Definir los roles y responsabilidades para el proceso de la evaluación	Evaluador competente Patrocinador de la evaluación
		Guías de la evaluación	Definir guías para el proceso de evaluación	
		Recursos para realizar la evaluación	Establecer los recursos de la evaluación	Evaluador competente
		Calendario de la evaluación	Establecer el calendario de la evaluación	Patrocinador de la evaluación
		Estrategia y procedimientos (cuestionarios) para la recolección de información	Establecer estrategia y procedimientos para la recolección de información	Evaluador competente
		Indicadores de implementación	Establecer indicadores de implementación o rendimiento	Evaluador competente
		Plan de la evaluación	Establecer el plan de la evaluación	Evaluador competente Patrocinador de la evaluación Equipo

Figura 4-5: Representación de espacios de actividad y actividades de la práctica *Evaluación de la capacidad de los procesos*, fase *Planificación*. Elaboración propia del autor.

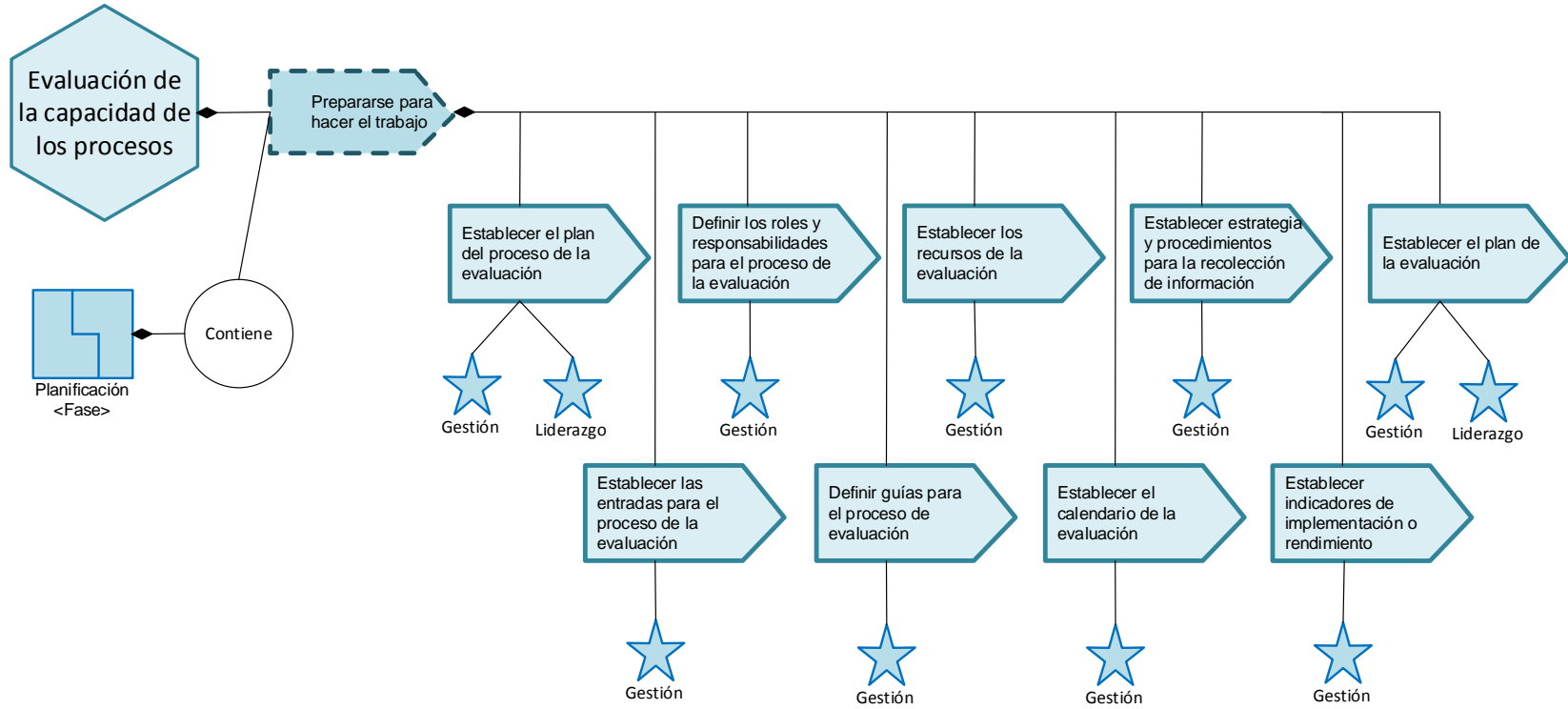
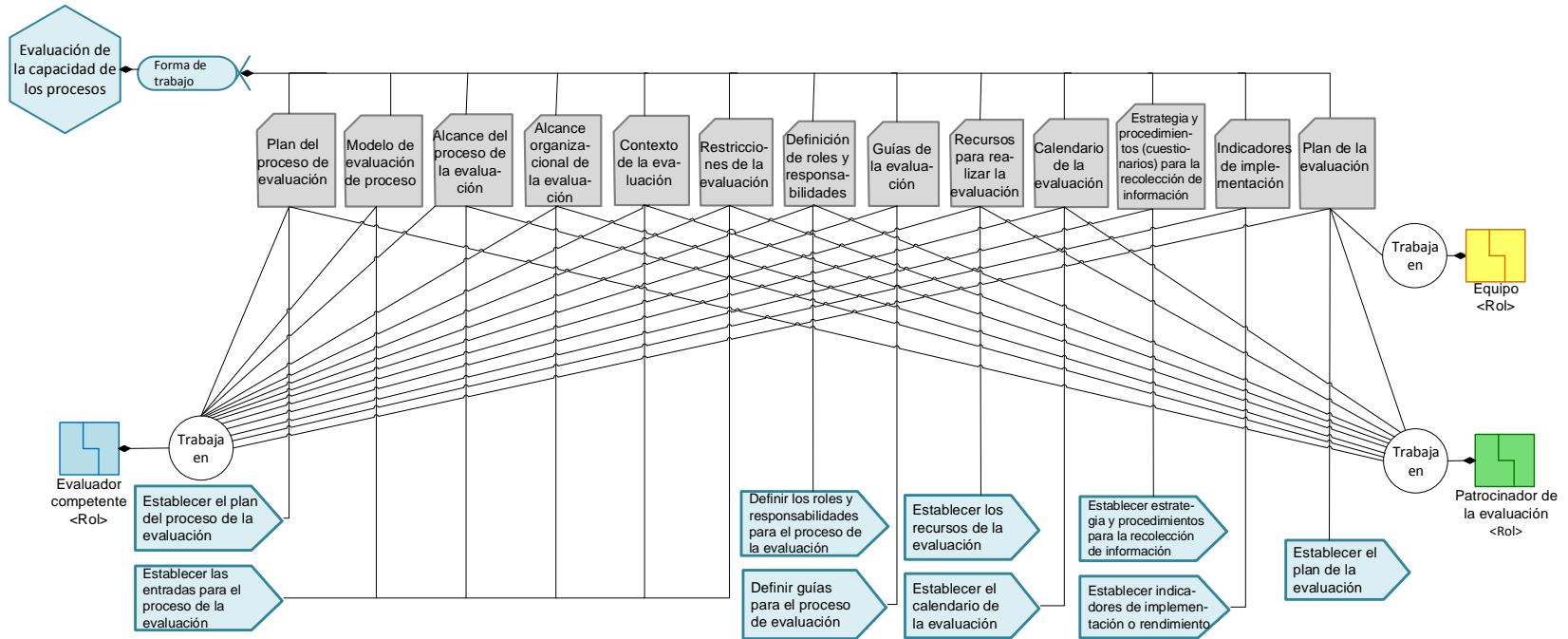


Figura 4-6: Representación de alfas, productos de trabajo y roles de la fase *Planificación* de la práctica *Evaluación de la capacidad de los procesos*. Elaboración propia del autor.



4.1.2 Fase: Recolección de información

En las Tablas 4-4, 4-5 y 4-6 se presentan para la fase *Recolección de información* las principales actividades, los productos de trabajo y los espacios de actividad, alfas, actividad y roles que se proponen en *Semat*. En las Figuras 4-7, 4-8 y 4-9 se presentan para la fase *Planificación* la representación de espacios de actividad y actividades y la representación de alfas, productos de trabajo y roles.

Tabla 4-4: Descripción de principales actividades de la fase *Recolección de información*.
Elaboración propia del autor.

Actividad	Descripción
Planificar actividades de la recolección de información	Con base en la estrategia de la recolección de la información, el calendario de la evaluación y los recursos de la PO se planifican las actividades en el tiempo para la recolección de la información.
Asignar responsabilidades	Con base en la planificación de la evaluación, se asignan recursos y responsabilidades a las personas de la pequeña organización para realizar la evaluación.
Preparar al equipo de la evaluación	En esta actividad, se capacita al equipo de la evaluación en el método de evaluación. Además, se presenta a los participantes el proceso de evaluación y el calendario en que se requiere la participación.
Recolectar la información: <ul style="list-style-type: none"> - Evidencia objetiva del proceso GP (Gestión del Proyecto) - Evidencia objetiva del proceso IS (Implementación del software) 	Con base a la planificación, se realiza la recolección de la información (evidencias objetivas). Las evidencias objetivas constituyen documentos que describen el proceso, evidencias del resultado de la aplicación del proceso y otros soportes como los testimonios de las personas que participan en la realización del proceso (se obtienen mediante entrevistas), actas y planes del proyecto, entre otros. En esta actividad, se lleva a cabo la recolección de los datos y la documentación o registro de la evidencia recolectada con el fin de dejar trazabilidad. Los productos de trabajo que se obtienen en esta actividad son los productos de trabajo obligatorios que define la norma.

Tabla 4-5: Descripción de principales entregables de la fase *Recolección de información*.
Elaboración propia del autor.

Producto de trabajo	Descripción
Agenda de la evaluación	Permite identificar las fechas y horarios en que se realizará cada una de las actividades de la recolección de información.
Lista de roles y responsabilidades	Lista detallada del equipo de la evaluación y sus responsabilidades.
Registro del entrenamiento al equipo	Registro de las actividades y capacitaciones que se realizan para preparar al equipo y a los participantes para la evaluación; si es necesario, se puede realizar una prueba piloto.
Registro de aceptación	Documenta la aceptación de los entregables del proyecto por parte del cliente.
Solicitudes de cambio	Identifica un problema o mejora deseada del software o de la documentación y solicita las modificaciones.
Registro de corrección	Identifica las actividades establecidas para corregir una desviación o problema relacionado con la realización de un plan.
Documentación de mantenimiento	Describe la configuración del software y el entorno utilizado para el desarrollo y las pruebas (compiladores, herramientas de diseño, construcción y pruebas).
Registro de reuniones	Registra los acuerdos establecidos con el cliente o el equipo de trabajo.
Instrucciones de entrega	Incluye elementos necesarios para la liberación del producto identificado (es decir, hardware, software, documentación, etc.), requisitos de entrega y orden secuencial de tareas a realizar, entre otros.
Registro del estado del progreso	Compara el proyecto y el plan de proyecto.
Plan del proyecto	Muestra cómo se ejecutarán los procesos y actividades del proyecto para asegurar que el proyecto se completa exitosamente y asegurar la calidad de los productos entregados.
Repositorio del proyecto	Contenedor electrónico para almacenar entregables y productos de trabajo del proyecto.
Copia de seguridad del repositorio del proyecto	Repositorio utilizado para hacer una copia de seguridad del repositorio del proyecto y, si es necesario, para recuperar la información.
Especificación de requisitos	Identifica los requisitos del software.

Tabla 4-5: Descripción de principales entregables de la fase *Recolección de información*.
Elaboración propia del autor.

Producto de trabajo	Descripción
Software	Código fuente y código ejecutable del software para un cliente, constituidos por un conjunto de los componentes de software integrados.
Componentes de software	Un conjunto de unidades de código relacionadas.
Configuración del software	Un conjunto de productos de software identificados de manera única y consistente que incluye: especificación de requisitos y software.
Diseño del software	Información textual y gráfica sobre la estructura del software.
Estrategia de control de versiones	Incluye herramientas o mecanismo de repositorio de productos identificados, mecanismos de ubicación y acceso para el repositorio especificado, identificación y control de la versión, entre otros.
Declaración de trabajo	Descripción del trabajo a realizar relativo al desarrollo del software.
Casos de pruebas y procedimientos de pruebas	Elementos necesarios para probar el código.
Informe de prueba	Documenta la ejecución de las pruebas.
Registro de trazabilidad	Documenta la relación entre los requisitos incluidos en la especificación de requisitos, elementos de diseño de software, componentes de software, casos de prueba y procedimientos de prueba.
Resultados de verificación	Documenta la ejecución de la verificación.
Resultados de validación	Documenta la ejecución de la validación.
Registro de evidencias objetivas	Se crean registros que documenten la implementación de los procesos, las fortalezas y debilidades encontradas.

Tabla 4-6: Espacios de actividad, alfas, productos de trabajo, actividad y roles en la fase *Recolección de información*. Parte 1/2. Elaboración propia del autor.

Espacio de actividad	Alfa	Producto de trabajo	Actividad	Rol
Prepararse para hacer el trabajo	Forma de trabajo	Agenda de la evaluación	Planificar actividades de la recolección de información	Evaluador competente
		Lista de roles y responsabilidades	Asignar responsabilidades	Evaluador competente
Apoyar el equipo	Forma de trabajo, trabajo	Registro del entrenamiento al equipo	Preparar al equipo de la evaluación	Evaluador competente Equipo
Coordinar actividades	Trabajo	Registro de aceptación	Recolectar la información, evidencia objetiva del proceso GP (Gestión del Proyecto)	Equipo
		Solicitudes de cambio		
		Registro de corrección		
		Documentación de mantenimiento		
		Registro de reuniones		
		Instrucciones de entrega		
		Registro del estado del progreso		
		Plan del proyecto		
		Repositorio del proyecto		
		Copia de seguridad del repositorio del proyecto		
		Registro de evidencias objetivas	Evaluador competente Equipo	
		Especificación de requisitos Software	Recolectar la información, evidencia objetiva del proceso IS (Implementación del software)	Equipo
		Componentes de software		
		Configuración del software		
		Diseño del software		
		Estrategia de control de versiones		
		Declaración de trabajo		
		Casos de pruebas y procedimientos de pruebas		
		Informe de prueba		
Registro de trazabilidad				

Tabla 4-6: Espacios de actividad, alfas, productos de trabajo, actividad y roles en la fase *Recolección de información*. Parte 2/2. Elaboración propia del autor.

Espacio de actividad	Alfa	Producto de trabajo	Actividad	Rol
Coordinar actividades	Trabajo	Resultados de verificación	Recolectar la información, evidencia objetiva del proceso IS (Implementación del software)	Equipo
		Resultados de validación		Evaluador competente
		Registro de evidencias objetivas		Equipo

Figura 4-7: Representación de espacios de actividad y actividades de la práctica *Evaluación de la capacidad de los procesos*, fase *Recolección de información*. Elaboración propia del autor.

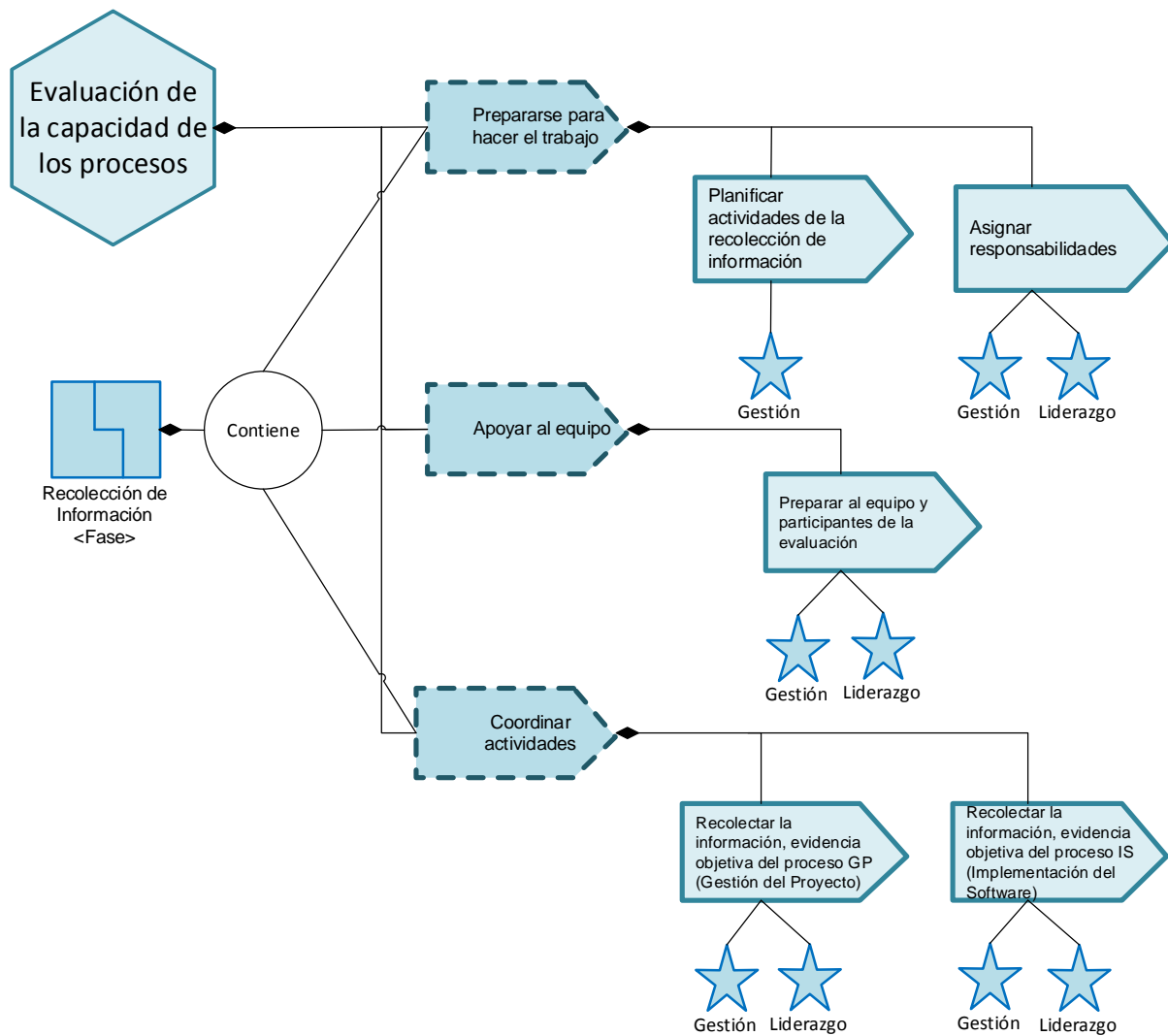


Figura 4-8: Representación de alfas, productos de trabajo y roles de la fase *Recolección de información* de la práctica *Evaluación de la capacidad de los procesos*. Elaboración propia del autor.

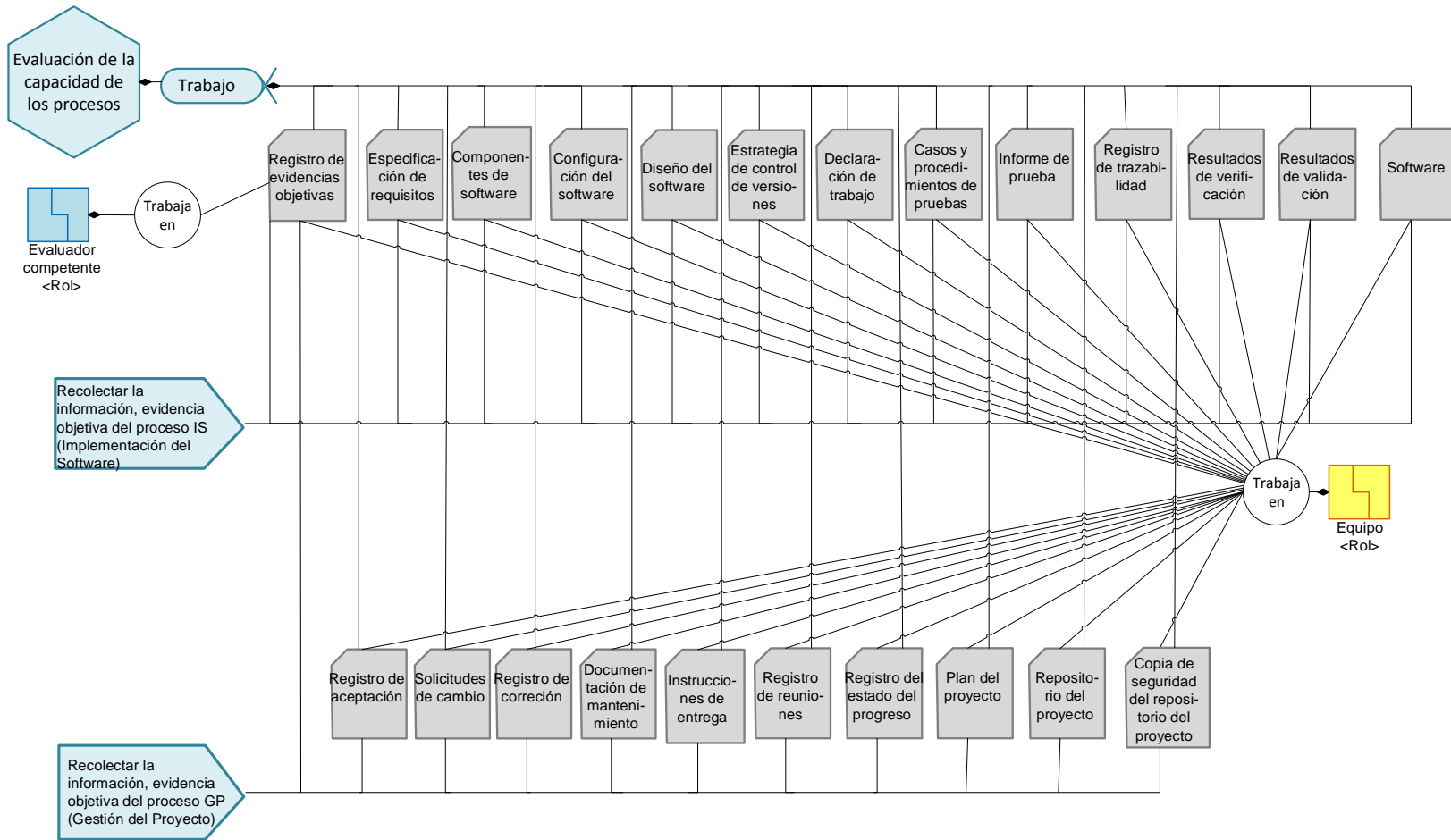
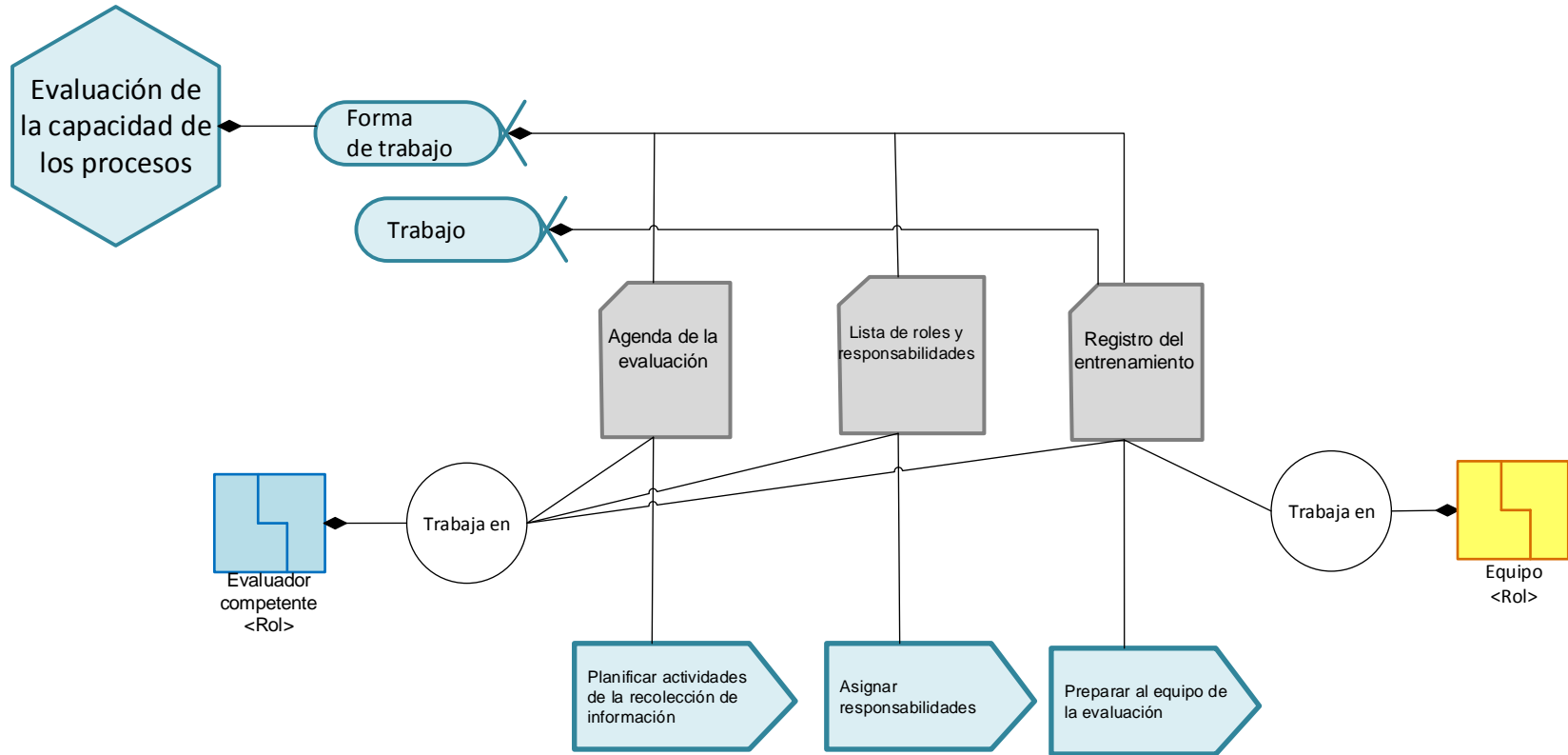


Figura 4-9: Representación de alfas, productos de trabajo y roles de la fase *Recolección de información* de la práctica *Evaluación de la capacidad de los procesos*. Elaboración propia del autor.



4.1.3 Fase: Validación de la información

En las Tablas 4-7, 4-8 y 4-9 se presentan para la fase *Validación de la información* las principales actividades, los productos de trabajo y los espacios de actividad, alfas, actividad y roles que se proponen en *Semat*. En las Figuras 4-10 y 4-11 se presentan para la fase *Planificación* la representación de espacios de actividad y actividades y la representación de alfas, productos de trabajo y roles.

Tabla 4-7: Descripción de principales actividades de la fase *Validación de la información*.
Elaboración propia del autor.

Actividad	Descripción
Procesar la información recolectada	Con el fin de obtener conclusiones válidas, la información recolectada se debe procesar, es decir, se debe ordenar, clasificar y agrupar de acuerdo con los objetivos de la evaluación. En esta actividad se busca validar que la evidencia recolectada es objetiva, los datos están completos y son consistentes.
Validar si la información recolectada es representativa	Asegurar que las evidencias objetivas recolectadas son suficientes y representativas de la operativa normal de la PO.
Recolectar información	Con base en la validación de la información, en caso de ser necesario, se recolecta evidencia objetiva adicional. En tal caso, se tienen algunos productos de trabajo de la fase de recolección de información.

Tabla 4-8: Descripción de principales entregables de la fase *Validación de la información*.
Elaboración propia del autor.

Producto de trabajo	Descripción
Registro de la validación de la información	Matriz de doble entrada, requisitos y evidencia. Documento donde se valida si la información recolectada es representativa a la operativa de la pequeña organización. Este documento compara el estado actual de la pequeña organización con base en la evidencia recolectada.
Registro de evidencias objetivas.	Se crean registros que documenten la implementación de los procesos, las fortalezas y debilidades encontradas.

Tabla 4-9: Espacios de actividad, alfas, productos de trabajo, actividad y roles en la fase *Validación de la información*. Elaboración propia del autor.

Espacio de actividad	Alfa	Producto de trabajo	Actividad	Rol
Coordinar actividades	Trabajo	Registro de la validación de la información	Procesar la información recolectada	Evaluador competente
			Validar si la información recolectada es representativa	
		Registro de evidencias objetivas	Recolectar información	Evaluador competente Equipo

Figura 4-10: Representación de espacios de actividad y actividades de la práctica *Evaluación de la capacidad de los procesos*, fase *Validación de la información*. Elaboración propia del autor.

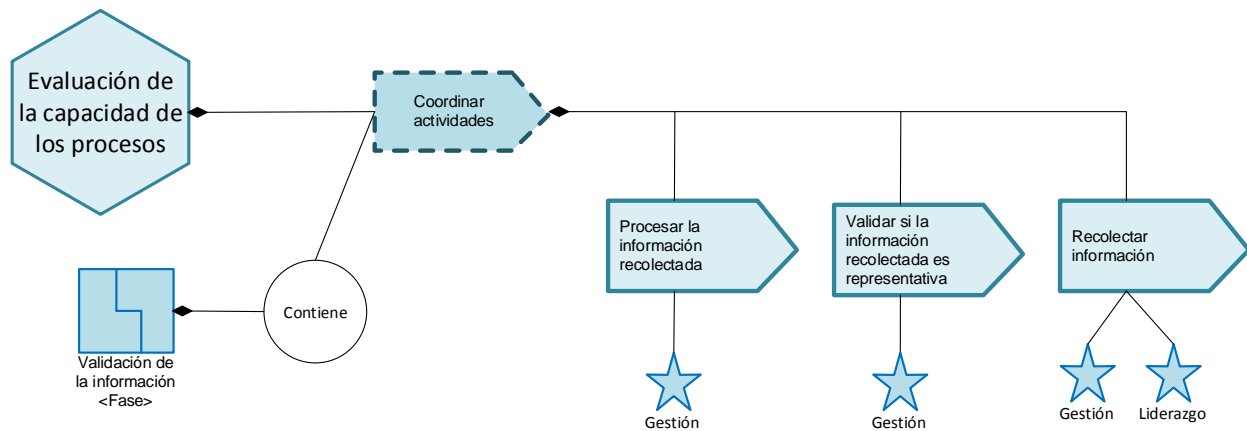
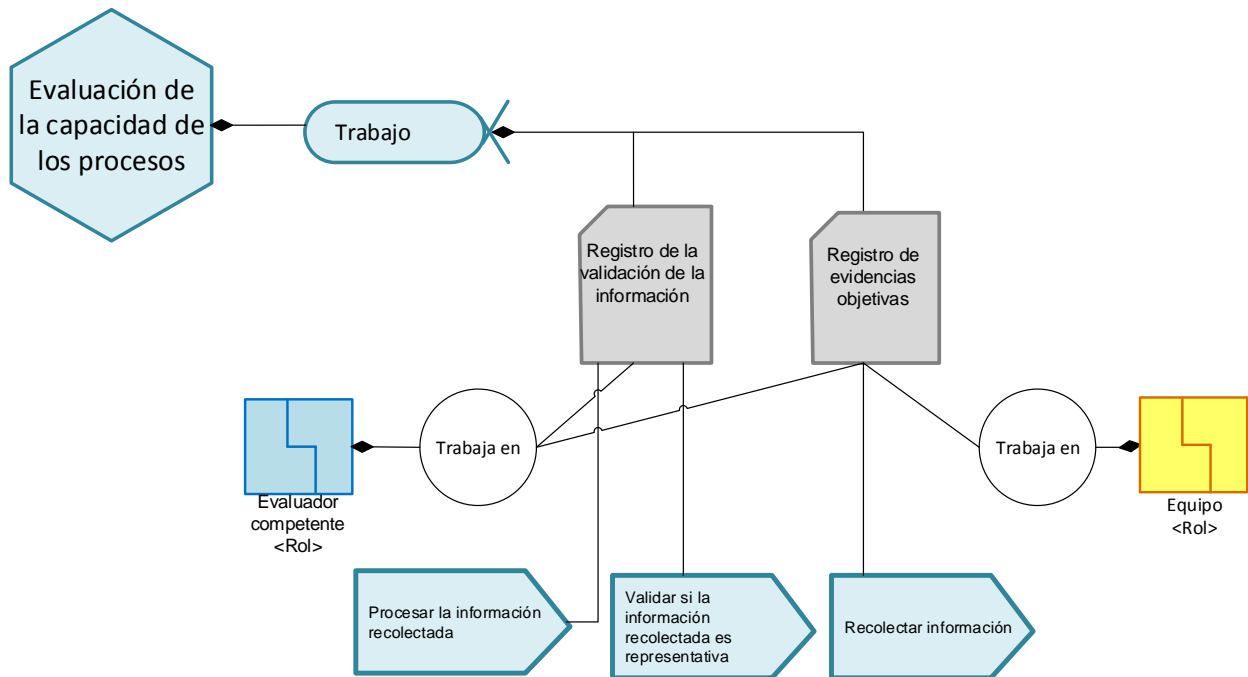


Figura 4-11: Representación de alfas, productos de trabajo y roles de la fase *Validación de la información* de la práctica *Evaluación de la capacidad de los procesos*. Elaboración propia del autor.



4.1.4 Fase: Calificación de atributos del proceso

En las Tablas 4-10, 4-11 y 4-12 se presentan para la fase *Calificación de atributos del proceso* las principales actividades, los productos de trabajo y los espacios de actividad, alfas, actividad y roles que se proponen en *Semat*. En las Figuras 4-12 y 4-13 se presentan para la fase *Calificación de atributos del proceso* la representación de espacios de actividad y actividades y la representación de alfas, productos de trabajo y roles.

Tabla 4-10: Descripción de principales actividades de la fase *Calificación de atributos del proceso*. Parte 1/2. Elaboración propia del autor.

Actividad	Descripción
<p>Calificar los atributos del proceso</p>	<p>Con base en los indicadores de implementación del proceso y en el marco de medición se califican los atributos del proceso. Se busca determinar el grado en que la evidencia obtenida aborda los procesos y los atributos de los procesos que se están calificando.</p> <p>La norma en el Anexo A de la ISO/IEC TR 29110-3-1:2015 define el siguiente marco de medición para una PO:</p> <p>Niveles de la capacidad del proceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nivel 0: Proceso incompleto El proceso no se implementa o no logra su propósito. En este nivel, hay poca o ninguna evidencia de algún logro sistemático del propósito del proceso. - Nivel ALPHA: Proceso Realizado El proceso implementado logra su propósito. El siguiente atributo de proceso demuestra el logro de este nivel: PA 1 Atributo de rendimiento del proceso Es una medida del grado en el cual el propósito del proceso se logra. Como resultado del logro completo de este atributo: a) El proceso logra sus resultados definidos. <p>Escala de calificación del atributo del proceso: Una calificación de atributo de proceso es un juicio del grado del logro del atributo de proceso en el proceso evaluado.</p> <p>Un atributo de proceso se mide usando una escala ordinal como se define a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - N – No logrado. Va de 0% a \leq 15%: Hay poca o no hay evidencia del logro del atributo definido en el proceso evaluado. - P – Parcialmente logrado. Va de >15% a \leq 50%: Existe evidencia y algún logro del atributo definido en el proceso evaluado. - L – Ampliamente logrado. Va de >50% a \leq 90%: Existe evidencia de un enfoque sistemático y un logro significativo del atributo definido en el proceso evaluado. - F – Totalmente logrado. Va de >90% a \leq 100%: Existe evidencia de un enfoque completo y sistemático para el logro del atributo de proceso definido en el proceso evaluado. No existen debilidades significativas relacionadas con este atributo de proceso en el proceso evaluado.

Tabla 4-10: Descripción de principales actividades de la fase *Calificación de atributos del proceso*. Parte 2/2. Elaboración propia del autor.

Actividad	Descripción
Calificar el perfil organizacional	<p>El perfil organizacional o nivel de madurez se califica con base en la capacidad de los procesos obtenida al calificar los atributos del proceso.</p> <p>Para una PO, en la norma en el Anexo A de la ISO/IEC TR 29110-3-1:2015 se define para un perfil organizacional la siguiente escala:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nivel 0 Organización – Inmaduro La organización no demuestra la implementación efectiva de sus procesos que son fundamentales para apoyar las actividades principales de la organización. Al menos un proceso en el conjunto de procesos básicos es evaluado en el nivel de Capacidad 0. - Perfil organizacional básico La organización demuestra el logro del propósito de los procesos que son fundamentales para apoyar las actividades principales de la organización. Todos los procesos identificados como pertenecientes al perfil básico están evaluados en el nivel ALPHA.

Tabla 4-11: Descripción de principales entregables de la fase *Calificación de atributos del proceso*. Elaboración propia del autor.

Producto de trabajo	Descripción
Registro de trazabilidad de la calificación	Los resultados de una evaluación deben ser comparables, confiables y repetibles, por lo cual se debe dejar trazabilidad entre lo calificado y la evidencia empleada para obtener la calificación de la capacidad de los procesos y el perfil organizacional.
Reporte del nivel de capacidad de los proceso	Reporte del nivel de capacidad obtenido en cada proceso evaluado.
Reporte del Perfil de la PO	Reporte del Perfil obtenido por la PO con base en la capacidad de los procesos evaluados.
Reporte de hallazgos	Reportes de los hallazgos detectados para cada proceso y encontrados en el proceso de evaluación.

Tabla 4-12: Espacios de actividad, alfas, productos de trabajo, actividad y roles en la fase *Calificación de atributos del proceso*. Elaboración propia del autor.

Espacio de actividad	Alfa	Producto de trabajo	Actividad	Rol
Rastrear el progreso	Trabajo	Registro de trazabilidad de la calificación	Calificar los atributos del proceso	Evaluador competente
			Calificar el perfil organizacional	
		Reporte del nivel de capacidad de los proceso	Calificar los atributos del proceso	Evaluador competente
		Reporte del Perfil de la PO	Calificar el perfil organizacional	Evaluador competente
		Reporte de hallazgos	Calificar los atributos del proceso	Evaluador competente
			Calificar el perfil organizacional	

Figura 4-12: Representación de espacios de actividad y actividades de la práctica *Evaluación de la capacidad de los procesos*, fase *Calificación de la información*. Elaboración propia del autor.

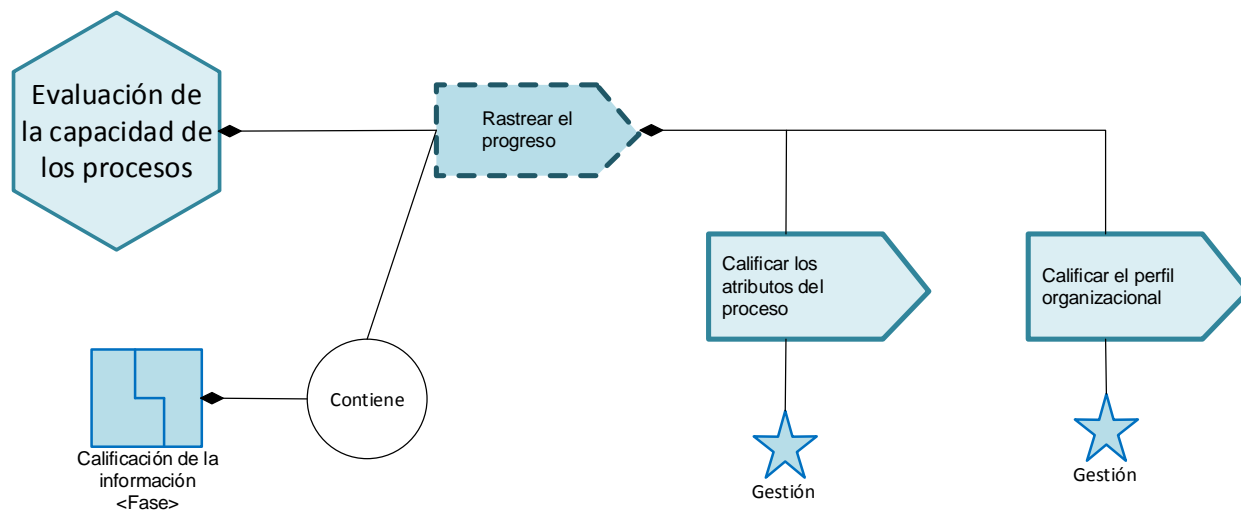
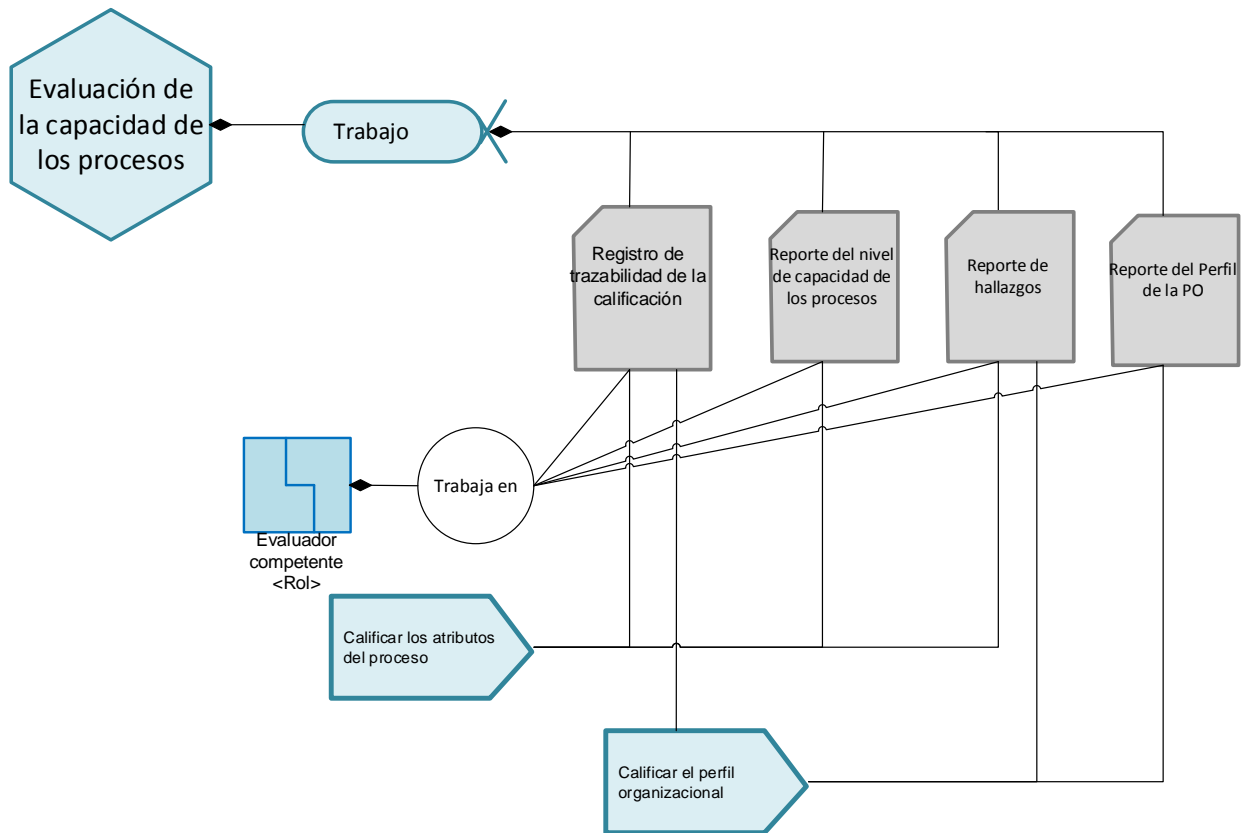


Figura 4-13: Representación de alfas, productos de trabajo y roles de la fase *Calificación de atributos del proceso* de la práctica *Evaluación de la capacidad de los procesos*. Elaboración propia del autor.



4.1.5 Fase: Generación de informes

En las Tablas 4-13, 4-14 y 4-15 se presentan para la fase *Generación de informes* las principales actividades, los productos de trabajo y los espacios de actividad, alfas, actividad y roles que se proponen en *Semat*. En las Figuras 4-14 y 4-15 se presentan para la fase *Generación de informes* la representación de espacios de actividad y actividades y la representación de alfas, productos de trabajo y roles.

Tabla 4-13: Descripción de principales actividades de la fase *Generación de informes*.
Elaboración propia del autor.

Actividad	Descripción
Generar reporte de resultados	Se generan los reportes de los resultados de la evaluación. Los reportes incluyen los hallazgos encontrados, el nivel que obtiene la organización y el plan de acciones correctivas, entre otros.
Documentar lecciones aprendidas	Se documentan las lecciones aprendidas durante el proceso de evaluación.
Entregar los resultados de la evaluación	Se entregan los resultados a los involucrados en el proceso de evaluación. Se almacena o preservan de manera apropiada los productos generados durante la evaluación.

Tabla 4-14: Descripción de principales entregables de la fase *Generación de informes*.
Elaboración propia del autor.

Producto de trabajo	Descripción
Reporte de resultados	Reporte de resultados de la evaluación que se entregan al patrocinador y a los participantes de la evaluación.
Registro de lecciones aprendidas	Registro de las lecciones aprendidas durante el proceso de evaluación.
Registro de entrega de resultados	Los registros de la entrega de resultados pueden ser actas de reuniones donde se presentan los resultados de la evaluación y actas de cierre de evaluación donde se entregan los productos generados durante la evaluación.

Tabla 4-15: Espacios de actividad, alfas, productos de trabajo, actividad y roles en la fase *Generación de informes*. Elaboración propia del autor.

Espacio de actividad	Alfa	Producto de trabajo	Actividad	Rol
Rastrear el progreso	Trabajo	Reporte de resultados	Generar reporte de resultados	Evaluador competente
		Registro de lecciones aprendidas	Documentar lecciones aprendidas	Evaluador competente
Detener el trabajo	Trabajo, Interesados	Registro de entrega de resultados	Entregar los resultados de la evaluación	Evaluador competente Equipo Patrocinador de la evaluación

Figura 4-14: Representación de espacios de actividad y actividades de la práctica *Evaluación de la capacidad de los procesos*, fase *Generación de informes*. Elaboración propia del autor.

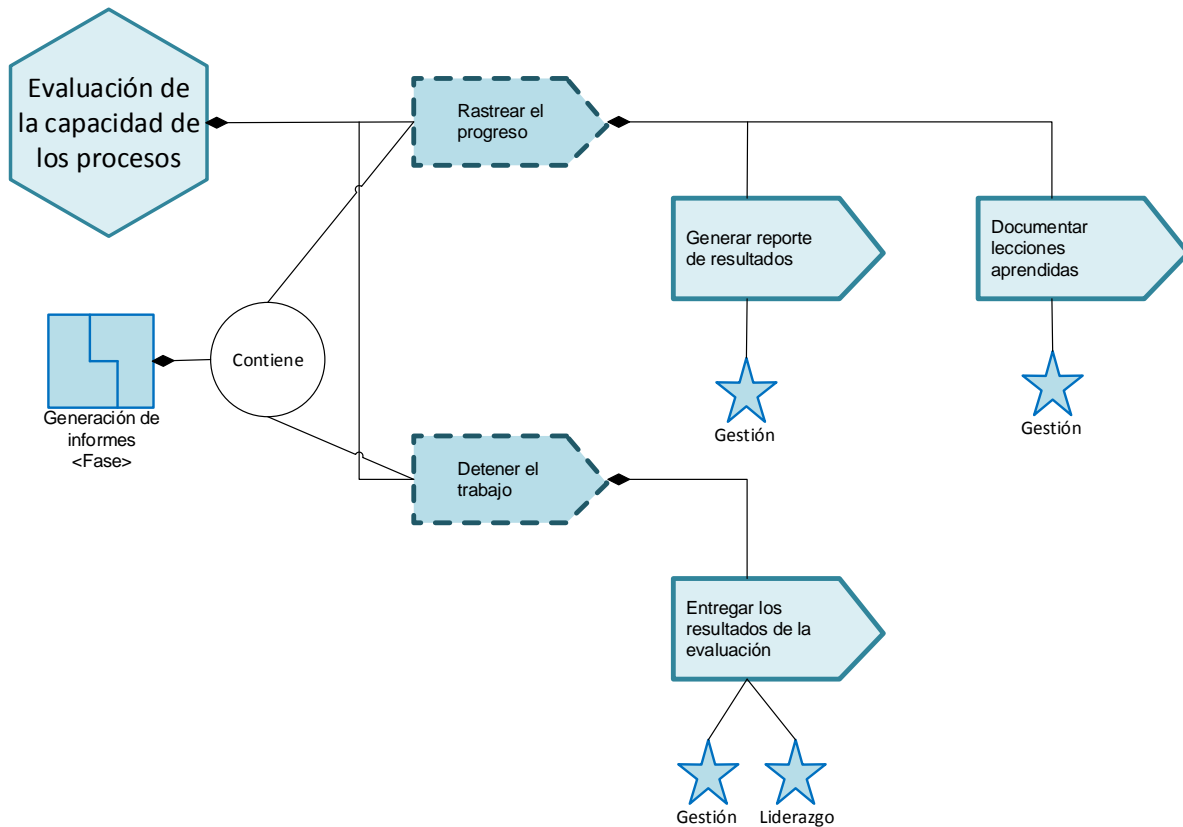
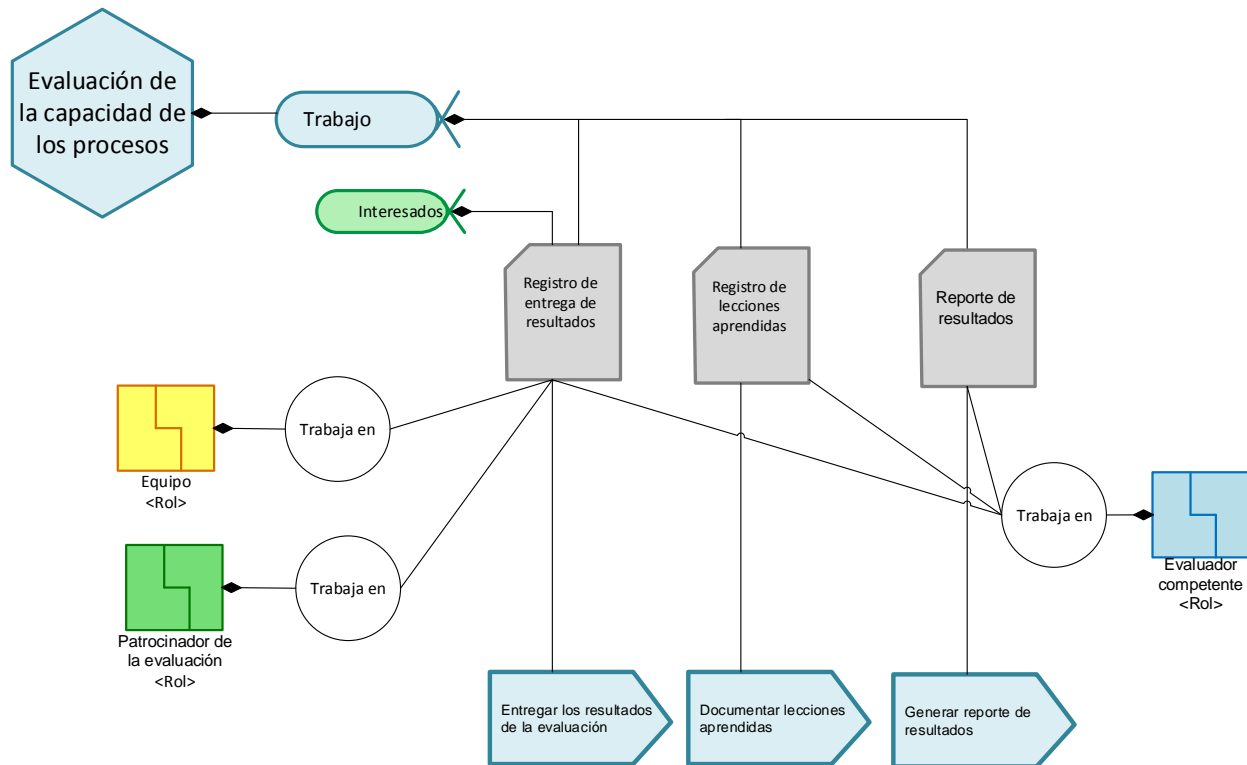


Figura 4-15: Representación de alfas, productos de trabajo y roles de la fase *Generación de informes* de la práctica *Evaluación de la capacidad de los procesos*. Elaboración propia del autor.



4.2 Representación de la práctica: evaluación de la capacidad del proveedor.

Esta práctica se realiza cuando un cliente solicita una evaluación a una tercera parte para obtener un perfil de proceso del proceso implementado por el proveedor de desarrollo y mantenimiento del software [11]. En las Figuras 4-16 y 4-17 para la práctica *evaluación de la capacidad del proveedor* se presenta la definición de la práctica mediante los alfas y mediante los espacios de actividad. Además, para las fases se presentan las actividades, roles que realizan las actividades y los productos de trabajo. Adicionalmente, se propone la representación utilizando los elementos del núcleo de *Semat*.

Figura 4-16: Definición de la práctica *Evaluación de la capacidad del proveedor* mediante los alfas. Elaboración propia del autor

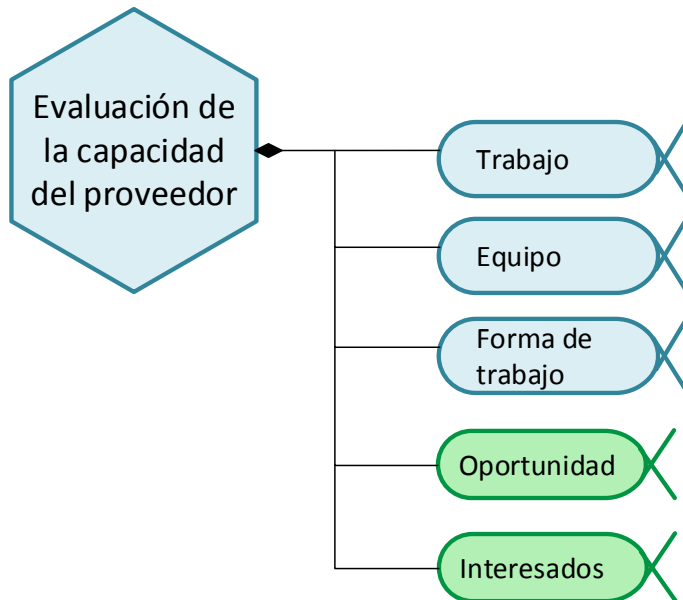


Figura 4-17: Definición de la práctica *Evaluación de la capacidad del proveedor* mediante espacios de actividad. Elaboración propia del autor.

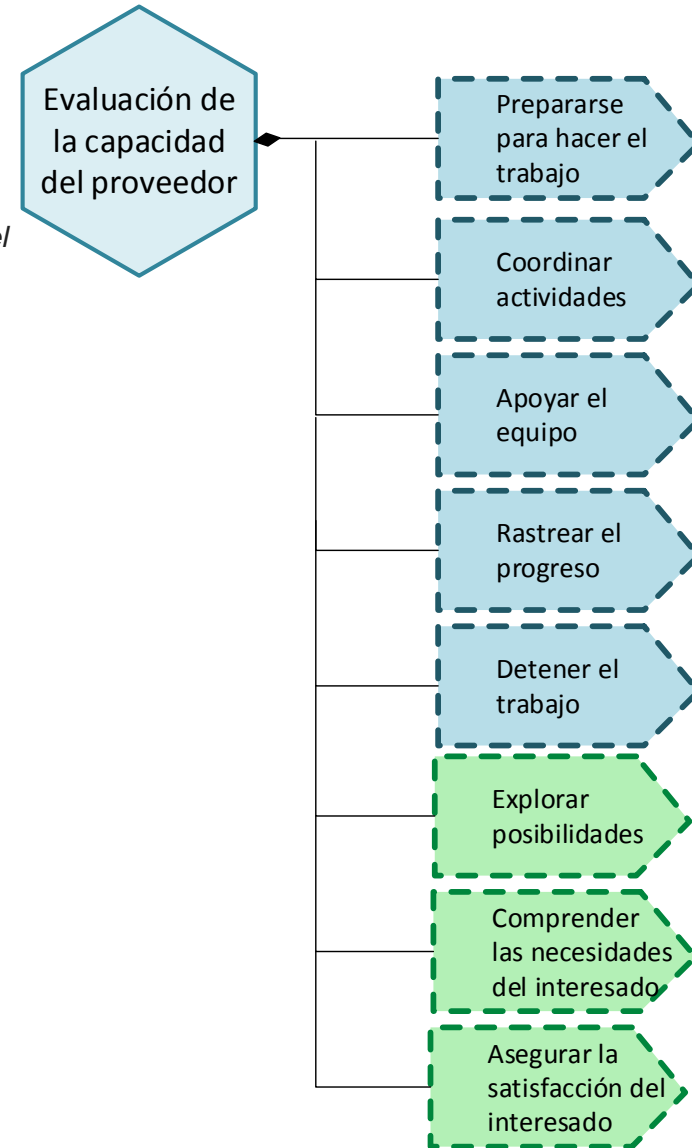
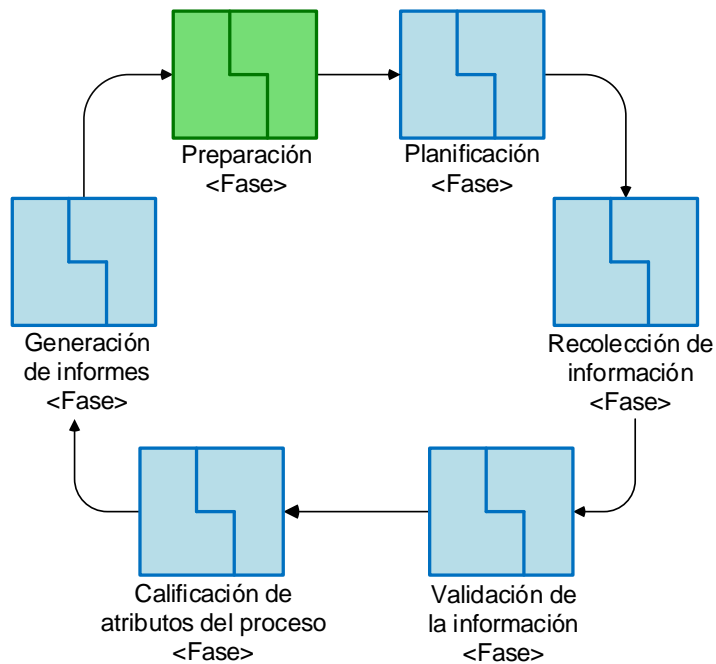


Figura 4-18: Fases de la práctica *Evaluación de la capacidad del proveedor*. Elaboración propia del autor.



En esta práctica se realizan las mismas fases de la práctica *Evaluación de la capacidad de los procesos*, con la diferencia que se cuenta con una nueva fase inicial que se llama Preparación. A continuación, se presentan las fases Preparación, Planificación y Generación de informes. Las fases Planificación y Generación de informes tienen la participación del rol *Representante de la PO*. Las demás fases se definen de forma similar a la práctica *Evaluación de la capacidad de los procesos*.

4.2.1 Fase: Preparación

En las Tablas 4-16, 4-17 y 4-18 se presentan para la fase *Preparación* las principales actividades, los productos de trabajo y los espacios de actividad, alfas, actividades y roles que se proponen en *Semat*. En las Figuras 4-19 y 4-20 se presentan para la fase *Preparación* la representación de espacios de actividad y actividades y la representación de alfas, productos de trabajo y roles.

Tabla 4-16: Descripción de principales actividades de la fase *Preparación*. Elaboración propia del autor.

Actividad	Descripción
Seleccionar evaluador para realizar el proceso de evaluación	El cliente o patrocinador de la evaluación selecciona a una tercera parte o evaluador competente para que realice el proceso de evaluación en la PO. En esta actividad se define el perfil que debe cumplir el evaluador competente y se selecciona al evaluador competente con base en el perfil definido.
Realizar acuerdo con el evaluador competente	El patrocinador de la evaluación y el evaluador competente acuerdan la evaluación a realizar. Este acuerdo incluye el propósito de la evaluación, duración de la evaluación, acuerdo de confidencialidad y restricciones identificadas, entre otros.
Seleccionar los procesos a evaluar	El patrocinador de la evaluación escoge los procesos a evaluar. Esto se hace con base en los servicios a contratar.
Asegurar disponibilidad de recursos para realizar la evaluación	El patrocinador de la evaluación asegura que los recursos de la evaluación incluyendo el representante de la PO están disponibles.

Tabla 4-17: Descripción de los principales entregables de la fase *Preparación*. Elaboración propia del autor.

Producto de trabajo	Descripción
Perfil del evaluador competente	Define los requisitos que debe cumplir el evaluador competente. Estos requisitos los define el patrocinador de la evaluación.
Datos del evaluador competente	Datos del evaluador competente seleccionado por el patrocinador de la evaluación.
Acuerdo de evaluación	Este acuerdo incluye propósito, alcance, duración y restricciones del proceso de la evaluación. Se realiza entre el patrocinador de la evaluación y el evaluador competente.
Procesos a evaluar	Selección de procesos a evaluar en el proceso de evaluación.
Recursos para la evaluación	Asignación de recursos para realizar el proceso de la evaluación.

Tabla 4-18: Espacios de actividad, alfas, productos de trabajo, actividad y roles en la fase *Preparación*. Elaboración propia del autor.

Espacio de actividad	Alfa	Producto de trabajo	Actividad	Rol
Explorar posibilidades	Interesados	Perfil del evaluador competente	Seleccionar evaluador para realizar el proceso de evaluación	Patrocinador de la evaluación
		Datos del evaluador competente		Patrocinador de la evaluación
Comprender las necesidades del interesado	Oportunidad, Interesados	Acuerdo de evaluación	Realizar acuerdo con el evaluador competente	Evaluador competente
Explorar posibilidades	Oportunidad	Procesos a evaluar	Seleccionar los procesos a evaluar	Evaluador competente
Prepararse para hacer el trabajo	Forma de trabajo	Recursos para la evaluación	Asegurar disponibilidad de recursos para realizar la evaluación	Patrocinador de la evaluación
				Evaluador competente
				Representante de la PO

Figura 4-19: Representación de espacios de actividad y actividades de la práctica *Evaluación de la capacidad del proveedor*, fase *Preparación*. Elaboración propia del autor.

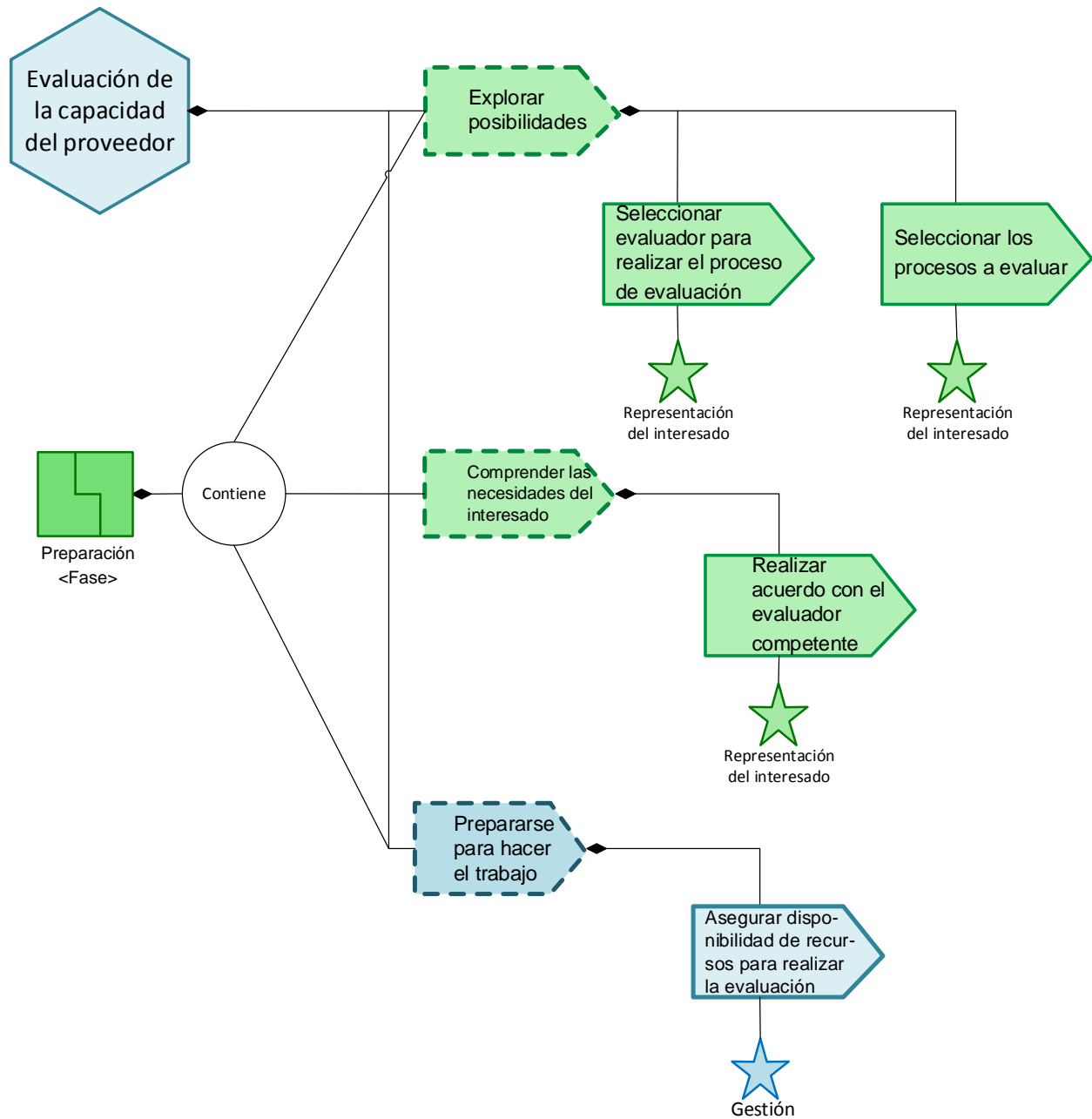
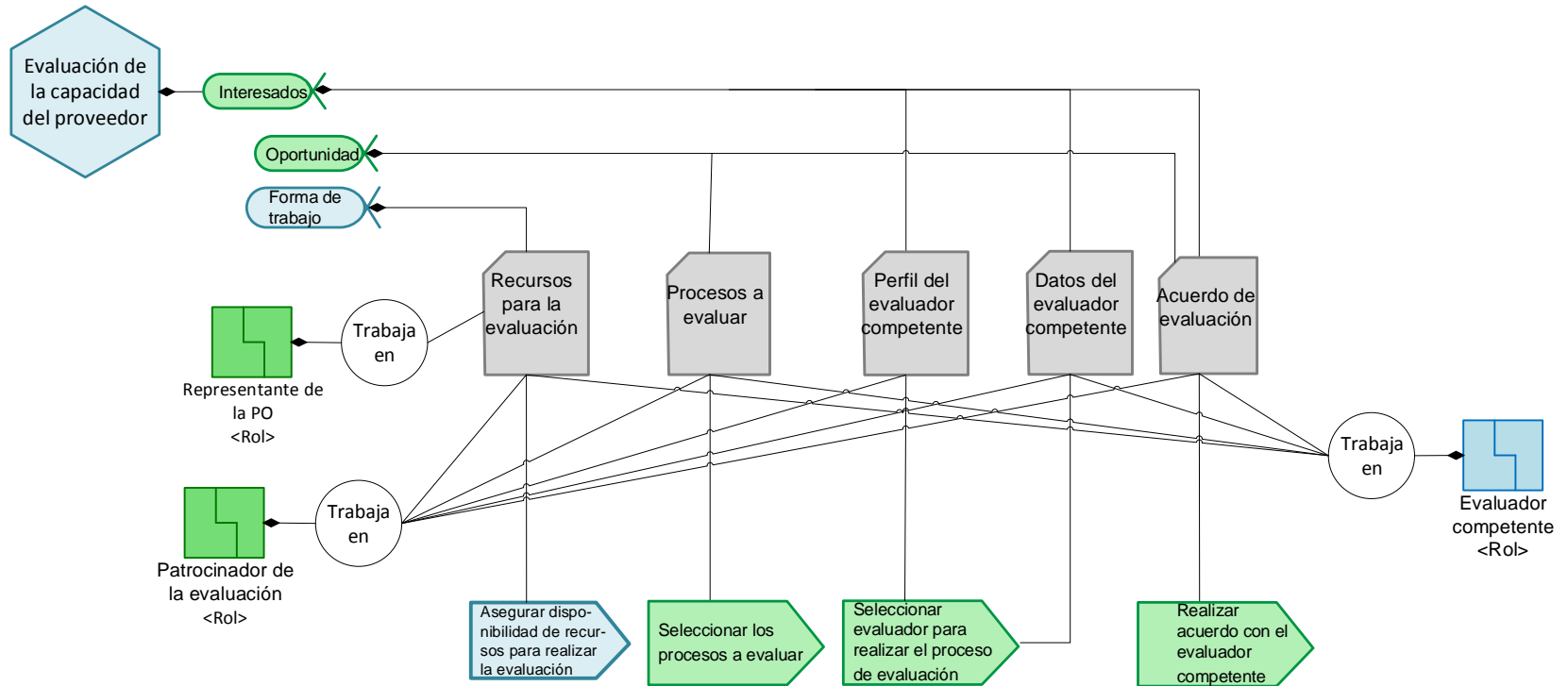


Figura 4-20: Representación de alfas, productos de trabajo y roles de la fase *Preparación* de la práctica *Evaluación de la capacidad del proveedor*. Elaboración propia del autor.



4.2.2 Fase: Planificación

En las Tablas 4-1, 4-2 y 4-19 se presentan para la fase *Planificación* las principales actividades, los productos de trabajo y los espacios de actividad, alfas, actividad y roles que se proponen en *Semat*. Las Tablas 4-1 y 4-2 se encuentran definidas en la práctica *Evaluación de la capacidad de los procesos*. En las Figuras 4-21 y 4-22 se presentan para la fase *Planificación* la representación de espacios de actividad y actividades y la representación de alfas, productos de trabajo y roles.

Tabla 4-19: Espacios de actividad, alfas, productos de trabajo, actividad y roles en la fase *Planificación*. Elaboración propia del autor.

Espacio de actividad	Alfa	Producto de trabajo	Actividad	Rol
Prepararse para hacer el trabajo	Forma de trabajo	Plan del proceso de evaluación	Establecer el plan del proceso de la evaluación	Evaluador competente Representante de la PO
		Modelo de evaluación de proceso	Establecer las entradas para el proceso de la evaluación	Evaluador competente
		Alcance del proceso de la evaluación		Evaluador competente Representante de la PO
		Alcance organizacional de la evaluación		
		Contexto de la evaluación		
		Restricciones de la evaluación		
		Definición de roles y responsabilidades	Definir los roles y responsabilidades para el proceso de la evaluación	Evaluador competente
		Guías de la evaluación	Definir guías para el proceso de evaluación	

Tabla 4-19: Espacios de actividad, alfas, productos de trabajo, actividad y roles en la fase *Planificación*. Elaboración propia del autor.

Espacio de actividad	Alfa	Producto de trabajo	Actividad	Rol
		Recursos para realizar la evaluación	Establecer los recursos de la evaluación	Evaluador competente
		Calendario de la evaluación	Establecer el calendario de la evaluación	Representante de la PO
		Estrategia y procedimientos (cuestionarios) para la recolección de información	Establecer estrategia y procedimientos para la recolección de información	Evaluador competente
		Indicadores de implementación	Establecer indicadores de implementación o rendimiento	Evaluador competente
		Plan de la evaluación	Establecer el plan de la evaluación	Evaluador competente Representante de la PO Equipo

Figura 4-21: Representación de espacios de actividad y actividades de la práctica *Evaluación de la capacidad del proveedor*, fase *Planificación*. Elaboración propia del autor.

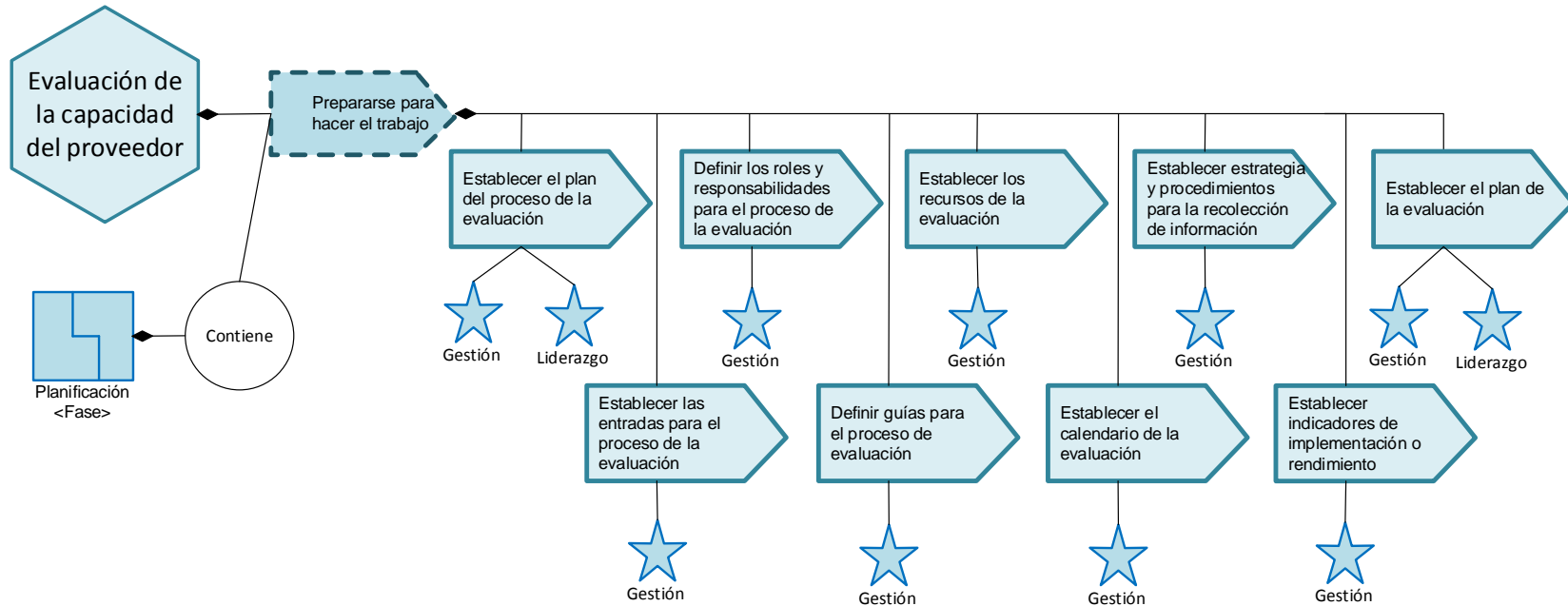
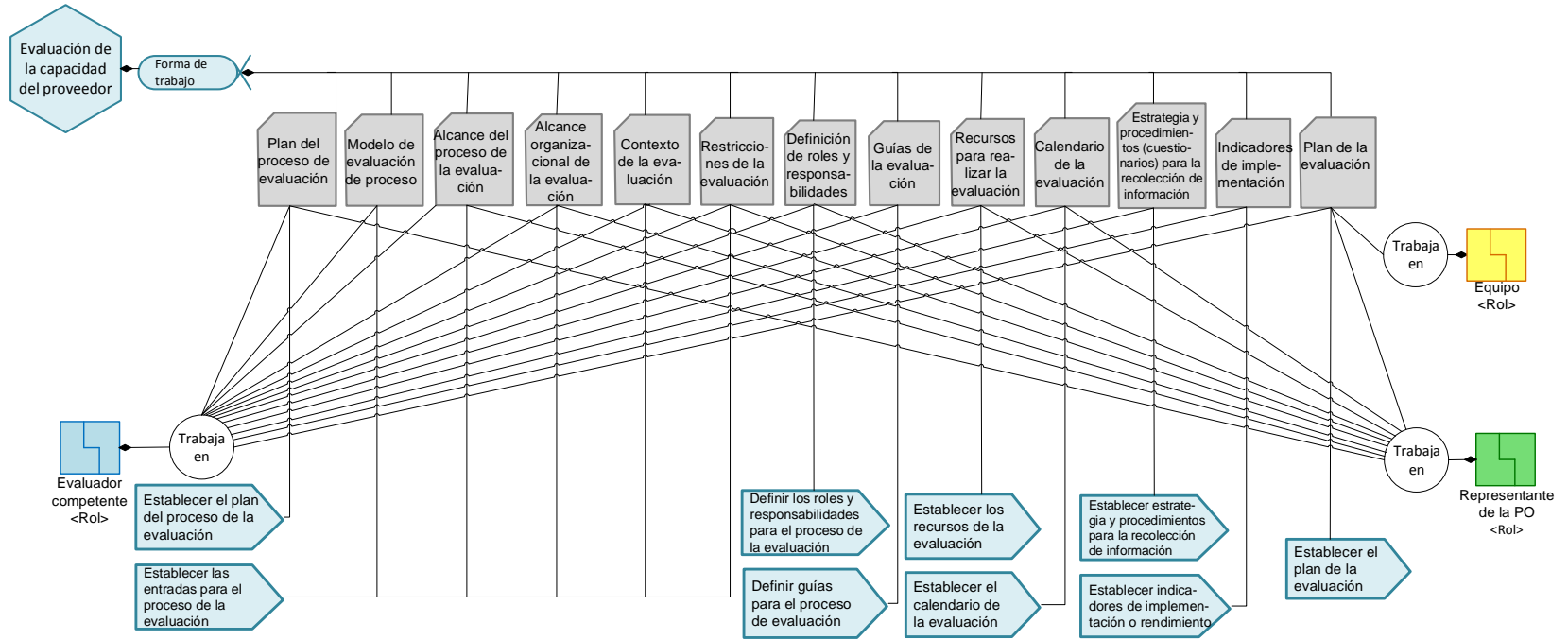


Figura 4-22: Representación de alfas, productos de trabajo y roles de la fase *Planificación* de la práctica *Evaluación de la capacidad del proveedor*. Elaboración propia del autor.



4.2.3 Fase: Generación de informes

En las Tablas 4-13, 4-14 y 4-20 se presentan para la fase *Generación de informes* las principales actividades, los productos de trabajo y los espacios de actividad, alfas, actividad y roles que se proponen en *Semat*. Las Tablas 4-13 y 4-14 se encuentran definidas en la práctica *Evaluación de la capacidad de los procesos*. En las Figuras 4-23 y 4-24 se presentan para la fase *Generación de informes* la representación de espacios de actividad y actividades y la representación de alfas, productos de trabajo y roles.

Tabla 4-20: Espacios de actividad, alfas, productos de trabajo, actividad y roles en la fase *Generación de informes*. Elaboración propia del autor.

Espacio de actividad	Alfa	Producto de trabajo	Actividad	Rol
Rastrear el progreso	Trabajo	Reporte de resultados	Generar reporte de resultados	Evaluador competente
		Registro de lecciones aprendidas	Documentar lecciones aprendidas	Evaluador competente
Detener el trabajo	Trabajo, Interesados	Registro de entrega de resultados	Entregar los resultados de la evaluación	Evaluador competente Patrocinador de la evaluación Representante de la PO Equipo

Figura 4-23: Representación de espacios de actividad y actividades de la práctica *Evaluación de la capacidad del proveedor*, fase *Generación de informes*. Elaboración propia del autor.

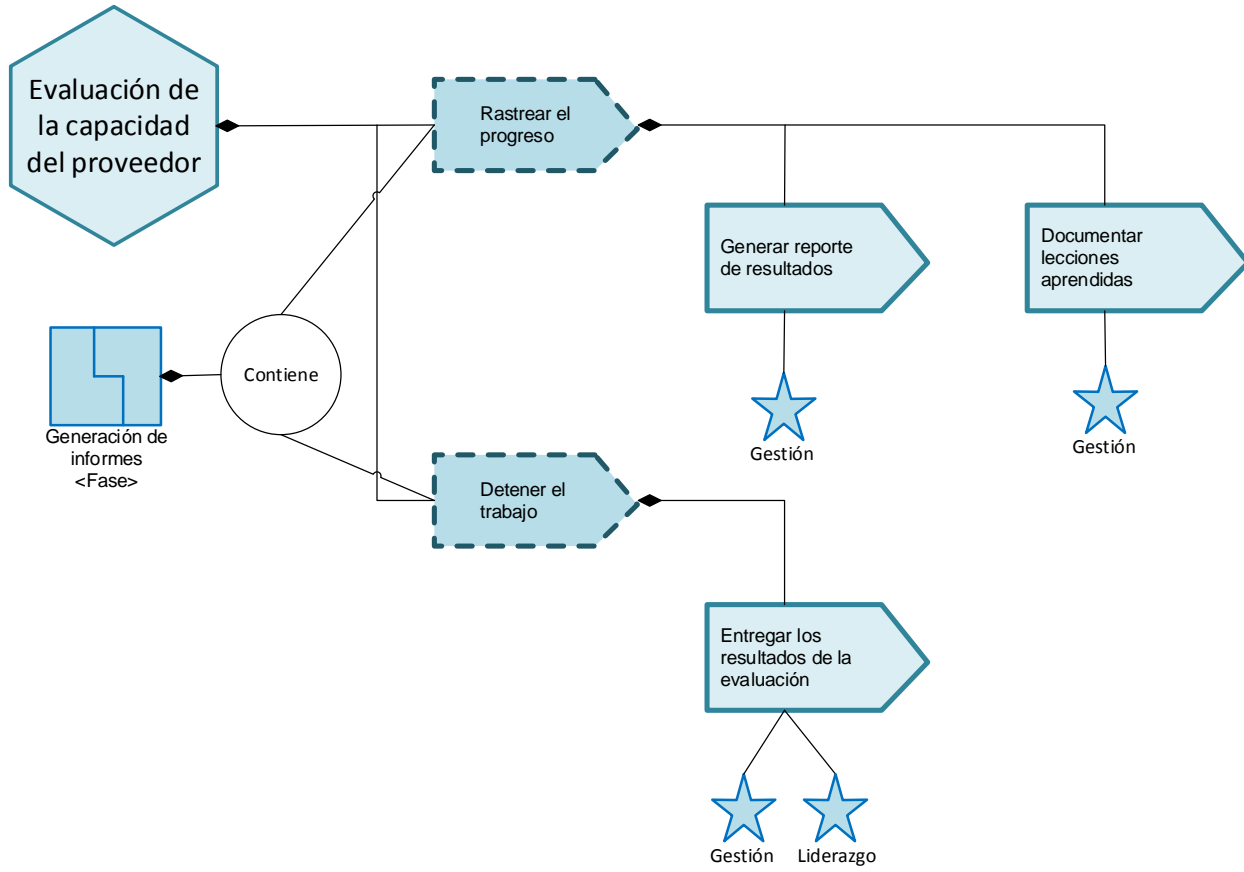
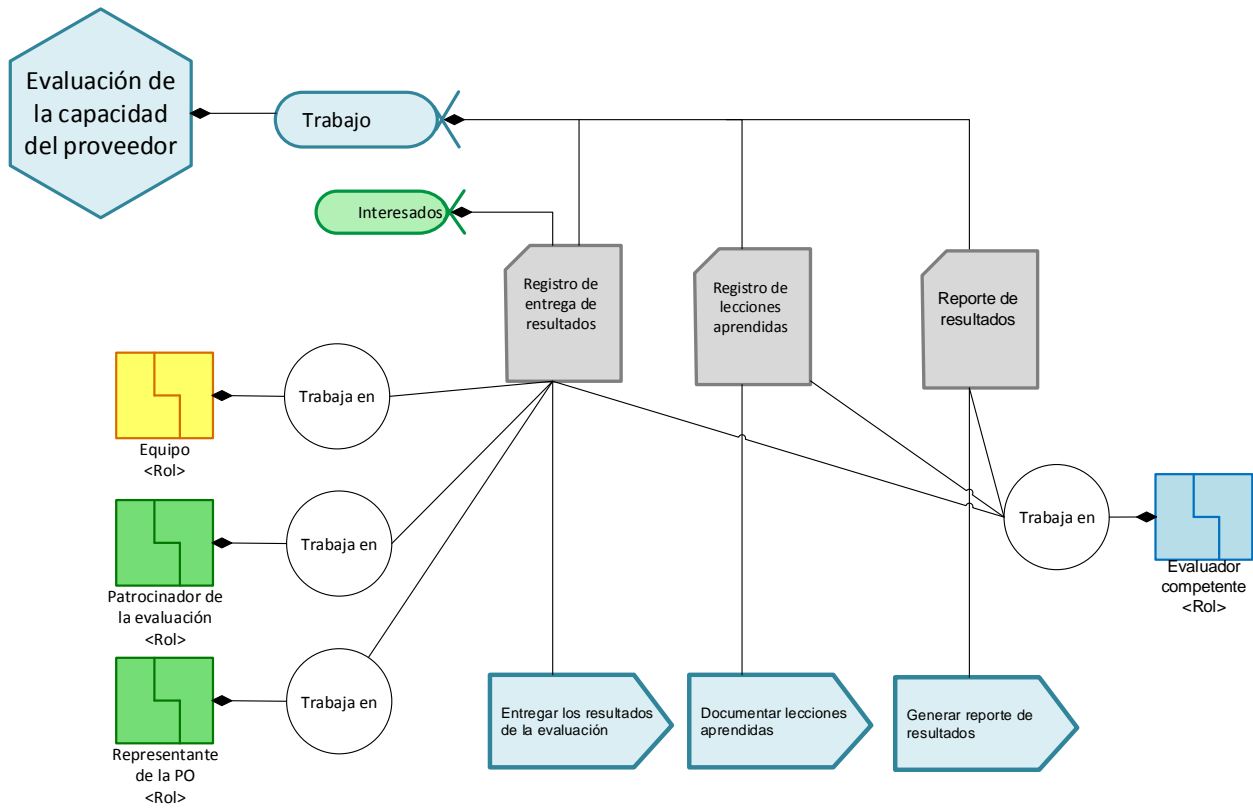


Figura 4-24: Representación de alfas, productos de trabajo y roles de la fase *Generación de informes* de la práctica *Evaluación de la capacidad del proveedor*. Elaboración propia del autor.



5. Validación

Para realizar la validación de esta Tesis de Maestría existen varios mecanismos como experimentos, casos de estudio, casos de laboratorio, juicio de expertos, entre otros. Con los experimentos se obtienen resultados basados en el análisis de las consecuencias de ciertas variables que se manipulan [12]; los casos de estudio, para este caso, permiten estudiar en una pequeña organización la implementación de la evaluación de procesos con el fin de identificar, en un entorno real, mejoras para la representación de la norma [13]; un caso de laboratorio es de fácil estudio, el cual permite la maduración de lo analizado, por lo cual, luego puede aplicarse en entornos más complejos [14]; el juicio de expertos se define como “una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones” [15].

El objetivo de la validación de esta Tesis de Maestría es validar qué tanto se entiende la norma por medio de la representación en el núcleo de *Semat* e identificar mejoras para aplicar a la representación de la norma. Se busca asegurar que la representación propuesta es clara y sus elementos se logran comprender para que una pequeña organización realice una evaluación de sus procesos basada en la representación de la norma. Es por esto que se decide realizar un caso de laboratorio, en el cual se realizaron encuestas a estudiantes de pregrado de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia y a Ingenieros de Sistemas que tienen experiencia laboral.

Para realizar la encuesta, inicialmente, se realizó una actividad en la cual se presentaron varios productos de trabajo y la representación de las fases Planificación y Recolección de Información para la práctica *Evaluación de la capacidad de los procesos* (véanse los productos de trabajo utilizados con los estudiantes de Ingeniería de Sistemas en el Anexo 1 y los productos de trabajo utilizados con los Ingenieros de Sistemas en el Anexo 2). Los participantes debían identificar para cada producto de trabajo los siguientes elementos:

1. ¿Cuál es la práctica?

2. ¿Cuál es el producto de trabajo?
3. ¿En qué fase se realiza?
4. ¿Qué rol lo elabora?
5. ¿Qué competencia requiere la actividad?

Después de realizar la actividad anterior, se realizó la siguiente encuesta:

**Encuesta sobre la Representación de las prácticas de ISO/IEC 29110 en el núcleo de
*Semat***

1. En relación con la representación de la norma ISO/IEC 29110, mencione:
 - Una práctica
 - Un alfa
 - Un rol
 - Un producto de trabajo
 - Un espacio de actividad
 - Una actividad
 - Una competencia
 - Una fase

2. ¿Qué tan clara le pareció la representación de la norma ISO/IEC 29110?
 - 5 - Muy Clara
 - 4 - Clara
 - 3 - Neutral
 - 2 - Poco Clara
 - 1 - Muy Poco Clara

3. ¿Qué tanto comprendió los elementos de la representación de la norma ISO/IEC 29110?
 - 5 - Mucho
 - 4 - Bastante
 - 3 - Algo
 - 2 - Poco
 - 1 - Nada

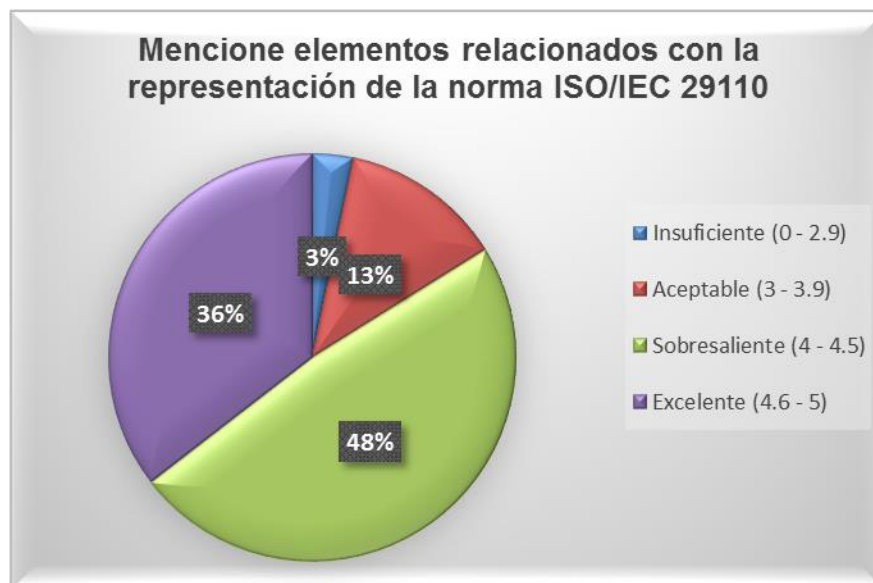
4. ¿Qué le mejoraría a la representación de la norma ISO/IEC 29110?

La actividad se realizó inicialmente con un grupo de 31 estudiantes de pregrado de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia, se obtuvieron los siguientes resultados:

• **Pregunta 1:**

En la Figura 5-1 se observa la respuesta de los estudiantes de pregrado a la pregunta 1, donde se les pide que mencionen: una práctica, un alfa, un rol, un producto de trabajo, un espacio de actividad, una actividad, una competencia y una fase. Para tabular los datos se califica según el estándar de calificación nacional y cada uno de los ocho elementos que se pide que mencionen se califica sobre una calificación de cinco, con base en lo anterior, los estudiantes respondieron de la siguiente forma:

Figura 5-1: Resultados de la pregunta 1 de la encuesta. Elaboración propia del autor.

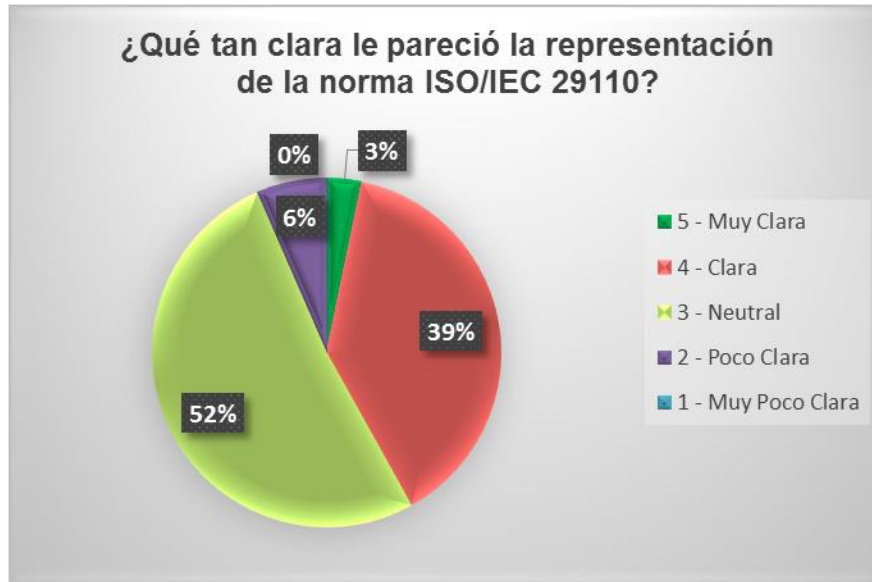


Tal como se muestra en la gráfica anterior, solo el 3% de los estudiantes no lograron responder o recordar de manera adecuada algunos elementos que se utilizaron en la representación de la norma ISO/IEC 29110 en el núcleo de *Semat*.

- **Pregunta 2:**

En la Figura 5-2 se observa la respuesta de los estudiantes de pregrado a la pregunta ¿Qué tan clara le pareció la representación de la norma ISO/IEC 29110?, los estudiantes respondieron:

Figura 5-2: Resultados de la pregunta 2 de la encuesta. Elaboración propia del autor.

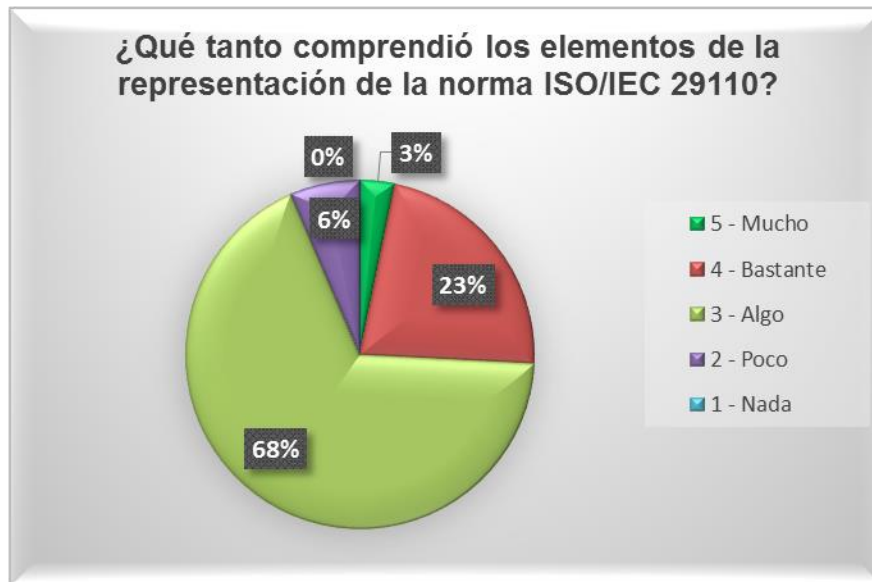


Tal como se muestra en la gráfica anterior, solo el 6% de los estudiantes respondieron que la representación era poco clara.

- **Pregunta 3:**

En la Figura 5-3 se observa la respuesta de los estudiantes de pregrado a la pregunta ¿Qué tanto comprendió los elementos de la representación de la norma ISO/IEC 29110?, los estudiantes respondieron:

Figura 5-3: Resultados de la pregunta 3 de la encuesta. Elaboración propia del autor.



Tal como se muestra en la gráfica anterior, solo el 6% de los estudiantes respondieron que comprendieron poco los elementos de la representación.

• **Pregunta 4:**

La respuesta de los estudiantes de pregrado a la pregunta ¿Qué le mejoraría a la representación de la norma ISO/IEC 29110? los estudiantes respondieron lo siguiente:

- Establecer más roles.
- Mejorar los productos de trabajo presentados en la actividad, algunos productos de trabajo son ambiguos.
- Nada.
- Mejorar las líneas de la representación.
- Muchos productos de trabajo encapsulados en un solo producto de trabajo.

Con respecto a las mejoras propuestas, se realizaron los ajustes a las líneas de cada representación, ya que para algunas representaciones no era claro que se relacionaba, además, se desagregaron algunos productos de trabajo que se presentaban encapsulando muchos productos de trabajo. Por otro lado, para realizar la siguiente actividad con los Ingenieros de

Sistemas se mejoraron los productos de trabajo con el fin de evitar que confundieran las preguntas de la encuesta con la forma como se realizó la actividad.

Después de ajustar los productos de trabajo, se realiza nuevamente la actividad, esta vez con 17 ingenieros de sistemas que trabajan en empresas que desarrollan software, en su gran mayoría, trabajan en pequeños grupos o células de trabajo de hasta 10 personas. En las Tablas 5-1, 5-2 y 5-3 se presenta el perfil de los ingenieros de sistemas que participaron en la actividad.

Tabla 5-1: Escolaridad de los ingenieros de sistemas. Elaboración propia del autor.

Escolaridad/Ingenieros de Sistemas	Maestría	Especialización	Certificación	Pregrado
Número Ingenieros	3	7	1	6

Tabla 5-2: Experiencia laboral de los ingenieros de sistemas. Elaboración propia del autor.

Experiencia laboral/Ingenieros de Sistemas	25 años	17 años	Catorce años	Diez años	Ocho años	Siete años	Seis años	Tres años
Número de Ingenieros	1	3	1	2	2	3	3	2

Tabla 5-3: Conocimientos en *Semat* de los ingenieros de sistemas. Elaboración propia del autor.

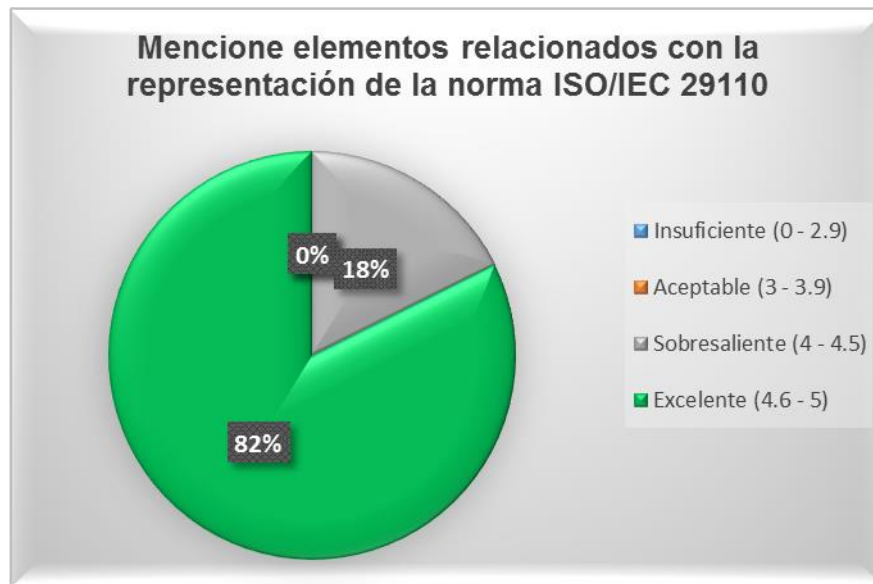
Conocimientos en <i>Semat</i> /Ingenieros de Sistemas	Tienen	No tienen
Número de Ingenieros	2	15

De la actividad se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Pregunta 1:**

En la Figura 5-4 se observa la respuesta de los ingenieros de sistemas a la pregunta 1, donde se les pide que mencionen: una práctica, un alfa, un rol, un producto de trabajo, un espacio de actividad, una actividad, una competencia y una fase. Para tabular los datos se califica según el estándar de calificación nacional y cada uno de los ocho elementos que se pide que mencionen se califica sobre una calificación de cinco, con base en lo anterior, los ingenieros respondieron de la siguiente forma:

Figura 5-4: Resultados de la pregunta 1 de la encuesta. Elaboración propia del autor.

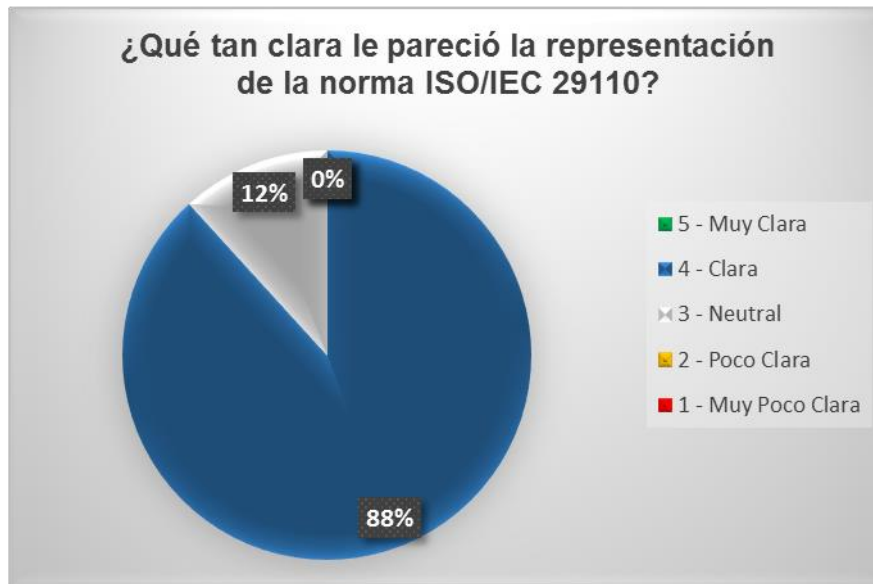


Tal como se muestra en la gráfica anterior, el 100% de los ingenieros respondieron de manera adecuada (sobresaliente y excelente) algunos elementos que se utilizaron en la representación de la norma ISO/IEC 29110 en el núcleo de *Semat*.

- **Pregunta 2:**

En la Figura 5-5 se observa la respuesta de los ingenieros de sistemas a la pregunta ¿Qué tan clara le pareció la representación de la norma ISO/IEC 29110?, los ingenieros respondieron:

Figura 5-5: Resultados de la pregunta 2 de la encuesta. Elaboración propia del autor.

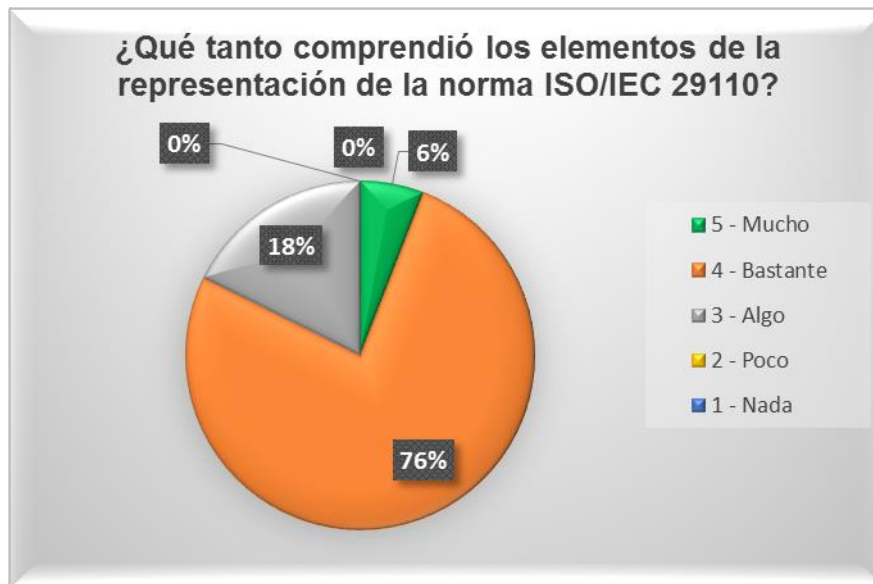


Tal como se muestra en la gráfica anterior, el 88% de los ingenieros de sistemas respondieron que la representación era clara.

- **Pregunta 3:**

En la Figura 5-6 se observa la respuesta de los ingenieros de sistemas a la pregunta ¿Qué tanto comprendió los elementos de la representación de la norma ISO/IEC 29110?, los ingenieros respondieron:

Figura 5-6: Resultados de la pregunta 3 de la encuesta. Elaboración propia del autor.



Tal como se muestra en la gráfica anterior, el 82% de los ingenieros respondieron que comprendieron (bastante y mucho) los elementos de la representación.

• **Pregunta 4:**

La respuesta de los ingenieros de sistemas a la pregunta ¿Qué le mejoraría a la representación de la norma ISO/IEC 29110? los ingenieros respondieron lo siguiente:

- Mejorar las líneas de la representación, ya que, cuando hay muchos productos de trabajo, se dificulta realizar la trazabilidad.
- Presentar secuencia de cómo se debe realizar cada actividad.
- Nada.

Con respecto a las mejoras propuestas, se revisó nuevamente la representación y se realizaron ajustes a las líneas de cada representación; aunque ya estaban mejor, en algunas se dificultaba realizar trazabilidad entre los productos de trabajo, actividades y roles.

Con base en los resultados obtenidos al realizar la encuesta en las dos actividades llevadas a cabo, primero con los estudiantes de pregrado y luego con ingenieros de sistemas que tienen experiencia laboral y conocen los procesos de software, se puede concluir que la representación de la norma ISO/IEC 29110 en el núcleo de *Semat* es clara y los elementos de la representación se logran comprender, los participantes lograron identificar los elementos que define *Semat* y

comprendieron cómo se debe llevar a cabo, en un alto nivel, el proceso de evaluación de procesos de software. Adicionalmente, a la gran mayoría le resultó interesante el estándar que se define en *Semat*, aunque algunos consideran que se debe tener un buen acercamiento a *Semat* para representar los métodos que existen actualmente.

6. Conclusiones

El núcleo de *Semat* permite representar los productos de trabajo, actividades y demás elementos esenciales que intervienen en el proceso de evaluación de procesos definidos en la norma ISO/IEC 29110. Además, permite comparar las prácticas con las de otros métodos existentes y agregar o remover prácticas cuando sea necesario. Las pequeñas organizaciones se caracterizan por contar con pocos recursos económicos para implementar procesos que le permitan tener software de alta calidad y competir con las grandes empresas, es por esto que se creó la ISO/IEC 29110. Su objetivo principal es que las pequeñas organizaciones puedan mejorar sus procesos apoyadas en una norma creada de acuerdo con las características propias de una pequeña organización. Esta Tesis de Maestría se enfocó en investigar cómo se debe realizar un proceso de evaluación de procesos en una pequeña organización según la norma ISO/IEC 29110 y representarlos con los elementos del núcleo de *Semat*.

La representación de la norma ISO/IEC 29110 en el núcleo de *Semat* tiene como objetivo ayudar a las pequeñas organizaciones a implementar la evaluación de procesos. La norma ISO/IEC 29110 presenta un primer acercamiento sobre qué actividades se deben realizar al momento de una evaluación, pero no resultan suficientes las actividades presentadas ya que se describen en un lenguaje de alto nivel. En esta Tesis se presentan, con base en las actividades definidas en la norma, más actividades, incluyendo la descripción de las mismas y la de los productos de trabajo que permiten realizar las actividades. Adicionalmente, se presenta la representación de las prácticas de la norma en el núcleo de *Semat*.

En la actividad realizada con los estudiantes de pregrado y los ingenieros de sistemas, se observó que los participantes, aunque no tuvieran conocimientos en *Semat*, comprendieron los elementos que se definen en *Semat* y la representación de la norma propuesta en esta Tesis. Por ello, se puede concluir que la representación es clara y sus elementos se logran comprender, lo que facilita que una pequeña organización realice la implementación de una evaluación de procesos y de proveedores basado en la representación propuesta en esta Tesis.

Los resultados de una evaluación de procesos se pueden utilizar para [11]:

- Evaluar las capacidades del proceso de una organización.
- Determinar las oportunidades de mejora. Las conclusiones se pueden usar como base para realizar el plan de mejora.
- Comparar las capacidades del proceso con otras organizaciones del mercado.
- Seleccionar un proveedor basado en la evaluación de la capacidad del proveedor.

Se recomienda como trabajo futuro lo siguiente:

- Implementar en una pequeña organización la evaluación de procesos y de proveedores basado en la representación de la norma ISO/IEC 29110 planteada en esta Tesis, con el fin de determinar oportunidades de mejora.
- Combinar de las prácticas de esta Tesis con prácticas de otros métodos.
- Explorar de otras normas (por ejemplo: ISO/IEC 25000) y su representación en *Semat* para combinación futura con ISO/IEC 29110.

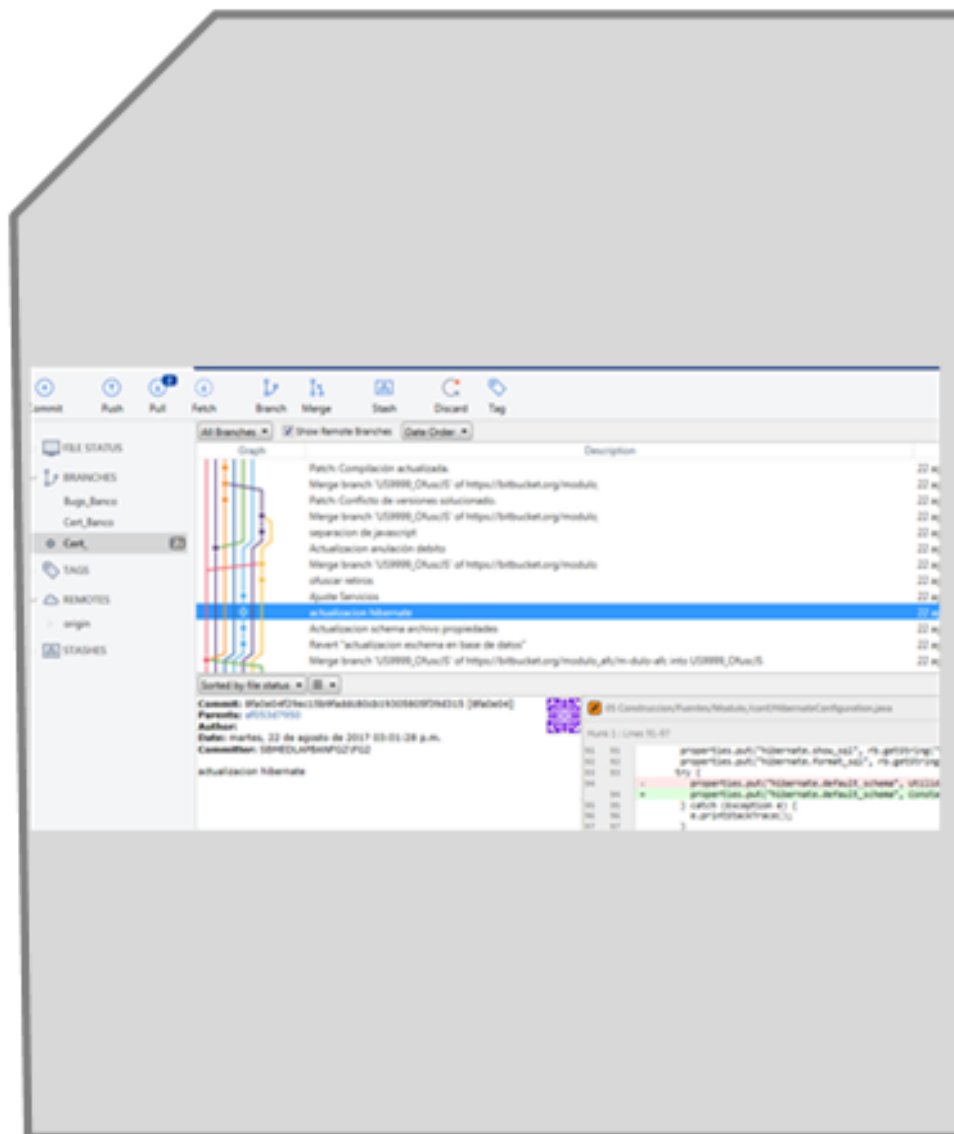
Bibliografía

- [1] M. Piattini, F. García, I. García, y F. Pino, *Calidad de Sistemas de Información*. México: 2nd ed, Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., 2011.
- [2] ISO/IEC TR 29110-5-1-2:2011, Software Engineering -- Lifecycle profiles for Very Small Entities (VSEs) -- Part 5-1-2: Management and engineering guide: Generic profile group: Basic profile, Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization (ISO), 2011.
- [3] I. Jacobson, P. P. W. Ng, P. E. McMahon, I. Spence, S. Lidman, y C. M. Zapata (traductor), "La Esencia de la Ingeniería de Software: El Núcleo de Semat", *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, vol. 3, pp. 71-78, 2013.
- [4] Essence – *Kernel and Language for Software Engineering Methods*. Versión 1.1, 2015.
- [5] M. Piattini, J. A. Calvo-Manzano, J. Garzás, J. Salillas, J. Sánchez, y F. J. Pino, "Perfiles del ciclo de vida del software para pequeñas empresas: los informes técnicos ISO/IEC 29110", *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, vol. 4, No. 2, pp. 96-108, 2008.
- [6] R. V. O'Connor y C. Y. Laporte, "Software Project Management in Very Small Entities with ISO/IEC 29110". *Systems, Software and Services Process Improvement*, vol. 301, Springer Berlin Heidelberg pp. 330–341, 2012.
- [7] V. Ribaud, P. Saliou, R. V. O'Connor, y C. Y. Laporte, "Software Engineering Support Activities for Very Small Entities". *Systems, Software and Services Process Improvement, CCIS*, vol. 99, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 165-176, 2010.

- [8] A. Mas, y A. L. Mesquida, "Software project management in small and very small entities". *2013 8th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. pp. 1–6, New York, Estados Unidos, 2013.
- [9] L. Wen, y T. Rout, "Using Composition Trees to Validate an Entry Profile of Software Engineering Lifecycle Profiles for Very Small Entities (VSEs)". *Software Process Improvement and Capability Determination*, vol. 290, Springer Berlin Heidelberg, pp. 38–50, 2012.
- [10] M. Morales, y H. Oktaba, "Identificación y Formalización de un Núcleo de Conceptos Comunes para Proyectos de Desarrollo de Software". *Proc. Doctoral Simposium ClbSE, 12*, Buenos Aires, Argentina 2012.
- [11] ISO/IEC TR 29110-3-1:2015. Systems and software engineering -- Lifecycle profiles for Very Small Entities (VSEs) -- Part 3-1: Assessment guide, Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization (ISO), 2015.
- [12] H. Hagopian, "Experimentos en una ciencia no experimental", *Investigación económica*, vol. 75, No. 295, pp. 31-91, 2016.
- [13] E. Luna, y L. Rodríguez, "Pautas para la elaboración de Estudios de Caso", *Sector Conocimiento y Aprendizaje-BID-Vicepresidencia de Sectores y Conocimiento*, vol. 10, pp. 1-10, 2011.
- [14] C. Allones, "Lenguaje y sociedad: Estudio de un caso de laboratorio". *RIPS. Revista de Investigaciones Políticas y Sociológicas*, vol. 1, No. 1, pp. 133-136, 1999.
- [15] L. Galicia, J. Balderrama, y R. Edel, "Validez de contenido por juicio de expertos: propuesta de una herramienta virtual". *Apertura*, vol. 9, No. 2, pp. 42-53, 2017.

Anexos

Anexo 1: Productos de trabajos utilizados en la actividad realizada con los estudiantes de pregrado de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia.



Producto de trabajo 1

Proyecto	SYSDOC – Sistema de Gestión Documental
Fecha	01/11/2012
Fuentes	<ul style="list-style-type: none"> • Paula Valencia – Secretaria del director • Ramiro Meneses – Auxiliar de contador
Autores	<ul style="list-style-type: none"> • Julio Ramirez – Director General
Descripción	El cambio solicitado consiste en: cambiar el formato en que se exporta la información comercial de las áreas de la empresa de pdf a Excel.
Impacto directo	<p>Los elementos directamente afectados por el cambio son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Archivo generado a partir de la información comercial por área de la empresa.
Justificación	El cambio solicitado se considera necesario por: el área contable requiere que el formato de entrega de la información comercial se realice en Excel para facilitar las labores de cálculos y tabulación de la información.
[Alternativas]	<p>Otras posibles alternativas para abordar la situación descrita son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ninguna.
[Consecuencias del rechazo]	<p>En caso de rechazar el cambio, las posibles consecuencias son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retrabajo para el área contable.
[Plazo de resolución]	15/11/2017
[Comentarios]	Solicitamos premura en la aprobación ya que el cambio no genera un impacto en las reglas de negocio.

Producto de trabajo 2

Número Caso CSI:	86885
Objetivo:	Migración del aplicativo de SYSDOC Web en producción, del servidor ANTWAP17 al servidor ANTWAP44.
Meta:	Migrar el aplicativo a un servidor de mejores características técnicas.
Descripción:	Debido al crecimiento de usuarios y funcionalidades en el sistema SYSDOC, es necesario migrar el aplicativo a un servidor más actualizado y con mejores características técnicas que soporte el uso.
Indicadores:	Se prevén los siguientes indicadores: <ol style="list-style-type: none"> 1. Migrar el aplicativo del servidor ANTWAP17 (10.0.4.61) al servidor ANTWAP44 y realizar las configuraciones correspondientes. 2. Presentar las unidades del repositorio de imágenes de SYSDOC al servidor ANTWAP44. 3. Cambiar el enrutamiento de las imágenes de SYSDOC a la nueva dirección. 4. Asignar los permisos necesarios al servidor ANTWAP44 para la conexión a los servidores de bases de datos de producción. 5. Asignar la dirección pública del ambiente de producción al servidor ANTWAP44.
Recursos Requeridos:	Recurso Humano: <ul style="list-style-type: none"> • Administrador del sitio Web de SYSDOC – Juan Cadavid. • Administrador de los servidores de BD – Pedro Vásquez. • Administrador de la Infraestructura física – Fernando Díaz. • Administrador del direccionamiento DNS externo – Luis Arias. • Ingeniero ABAP SAP – Fernando Díaz.

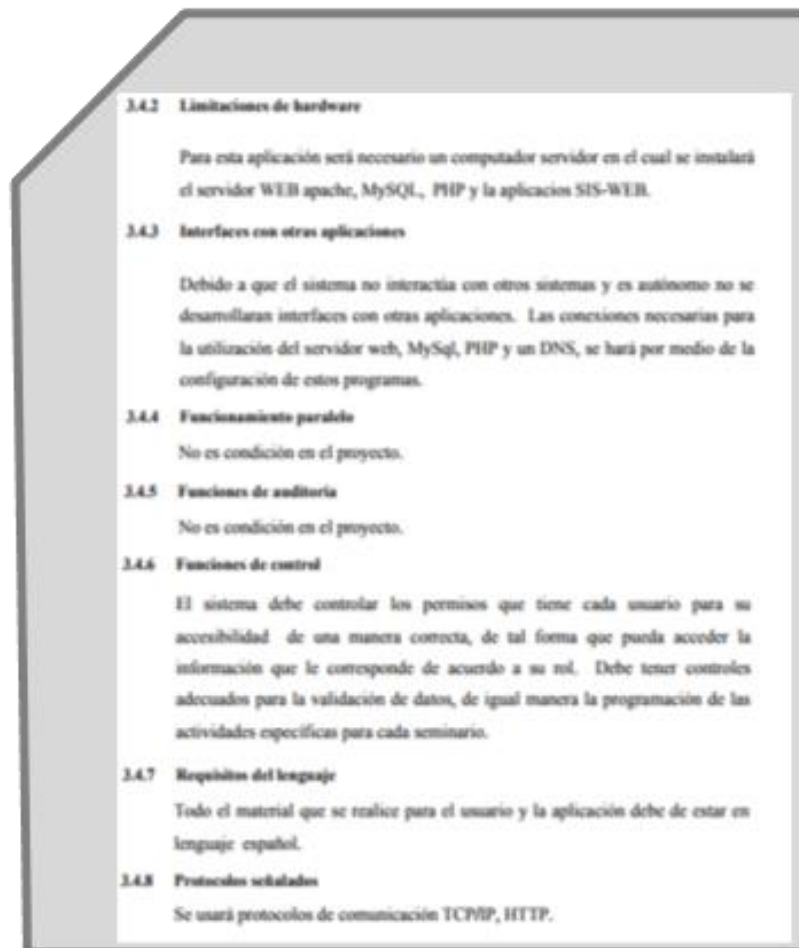
2. Cronograma de Actividades:

Número Actividad	Descripción Actividad	Responsable(s)	Fecha Ejecución	Observación
1	Generar el caso CSI	Juan Cadavid	17 de marzo de 2014	Realizado
2	Diligenciar el formato "Plan de Trabajo" – FO-M7-PS-030	Juan Cadavid	17 de marzo de 2014	Realizado
3	Migración y configuración del aplicativo en el servidor	Juan Cadavid	17 de marzo de 2014	Realizado

Producto de trabajo 3

1. Introducción	4
1.1 <i>Propósito</i>	<i>4</i>
1.2 <i>Alcance</i>	<i>4</i>
2. Vista General del Proyecto	5
2.1 <i>Propósito, Alcance y Objetivos</i>	<i>5</i>
2.2 <i>Suposiciones y Restricciones</i>	<i>6</i>
2.3 <i>Requisitos para realizar la evaluación.....</i>	<i>7</i>
2.4 <i>Modelo de evaluación.....</i>	<i>9</i>
3. Organización del Proyecto.....	9
3.1 <i>Participantes en el Proyecto.....</i>	<i>9</i>
3.3 <i>Roles y Responsabilidades.....</i>	<i>10</i>
4. Gestión del Proceso.....	10
4.1 <i>Estimaciones del Proyecto.....</i>	<i>10</i>
4.2 <i>Plan del Proyecto</i>	<i>10</i>
4.2.1 <i>Recursos para realizar la evaluación</i>	<i>11</i>
4.2.2 <i>Calendario del Proyecto.....</i>	<i>12</i>
4.3 <i>Seguimiento y Control del Proyecto.....</i>	<i>15</i>
5. Referencias	16

Producto de trabajo 5



Producto de trabajo 7

Número total de Casos de Prueba Diseñados:	6
Número de Casos de Prueba ejecutados:	6
Número de Casos de Prueba ejecutados EXITOSOS	6
Número de Casos de Prueba ejecutados FALLIDOS:	0
Número de Casos de prueba CANCELADOS	0
Número de Casos de prueba que FALTA EJECUTAR:	0
Número de casos de prueba INCUMPLIDOS:	0
Porcentaje de Ejecución (Ejecutados/Total)	100%
Porcentaje de Avance Real (Ejecutados O.K./Total)	100%

ID	Caso de Prueba	#	Estado de Prueba	Descripción del caso prueba	Estado de Resultado Esperado
TC-Req-IP-proceso-1	Mensaje válido	1	Requerimiento	Para la generación del escenario de prueba se debe construir un mensaje correctamente formado tanto en estructura como en contenido, utilizando la estructura de Prueba y Solo. La construcción del mensaje de prueba podrá contener todos los campos obligatorios, o todos los campos obligatorios más los opcionales. Es necesario tener en cuenta todos los datos de los campos de Prueba y Solo.	Éxito, cumplido
TC-Req-IP-proceso-2	Mensaje inválido	2	Requerimiento	Para la generación del escenario de prueba se debe construir un mensaje que no sea de tipo SOI como contenga los campos obligatorios. La construcción del mensaje de prueba podrá contener algunos los campos obligatorios.	Fallo, cumplido
TC-Req-IP-proceso-3	Mensaje mal formado	3	Requerimiento	Para la generación del escenario de prueba se puede construir un mensaje que contenga una modificación controlada para generar un error al formarse, obteniendo de un tag de cierre o apertura, adición de un carácter.	

Producto de trabajo 8

Anexo 2: Productos de trabajos utilizados en la actividad realizada con los Ingenieros de Sistemas.

Cómo operar la sucursal virtual de empresas?

Para disponer del servicio, a través del navegador de internet debe ubicar el home page o pagina principal del Banco y dirigirse a la sección de Empresas cuya dirección es <http://www.bancolombia.com/empresas>, donde se debe de direccionar al campo de "Transacciones" y dar clic. Esta operación lo lleva a la pantalla de "Inicio de sección", donde debe de ingresar el NIT de la empresa, su número de cédula y su clave personal, luego presione Aceptar.



Bancolombia Empresas

Conoce el segmento Personal Personal Plus Preferencial Privilegiado Emprendedor Pyme **Empresas** Gobierno

Hacer Grupo Bancolombia Banca Bancolombia Información corporativa

Productos y Servicios Relación con intermediarios Asesoría tributaria Investigación Económica & Estrategia Apoyo Institucional La Banca del Inmobiliario Servicio al cliente Aprenda sobre seguridad

Llegó el momento de crecer

Transacciones

¡Inicio - Sucursal Virtual Empresas

Por favor digite el NIT de la empresa:

Por favor digite la identificación del Usuario:

Por favor digite su Clave:
 Aceptar

© 2008 Bancolombia S.A. Todos los derechos reservados. Bancolombia S.A. es una entidad de crédito autorizada por la Superintendencia Financiera de Colombia. El presente sitio es un servicio de Internet que requiere de una conexión a Internet. El uso de este sitio es a través de un navegador de Internet. El uso de este sitio es a través de un navegador de Internet. El uso de este sitio es a través de un navegador de Internet.

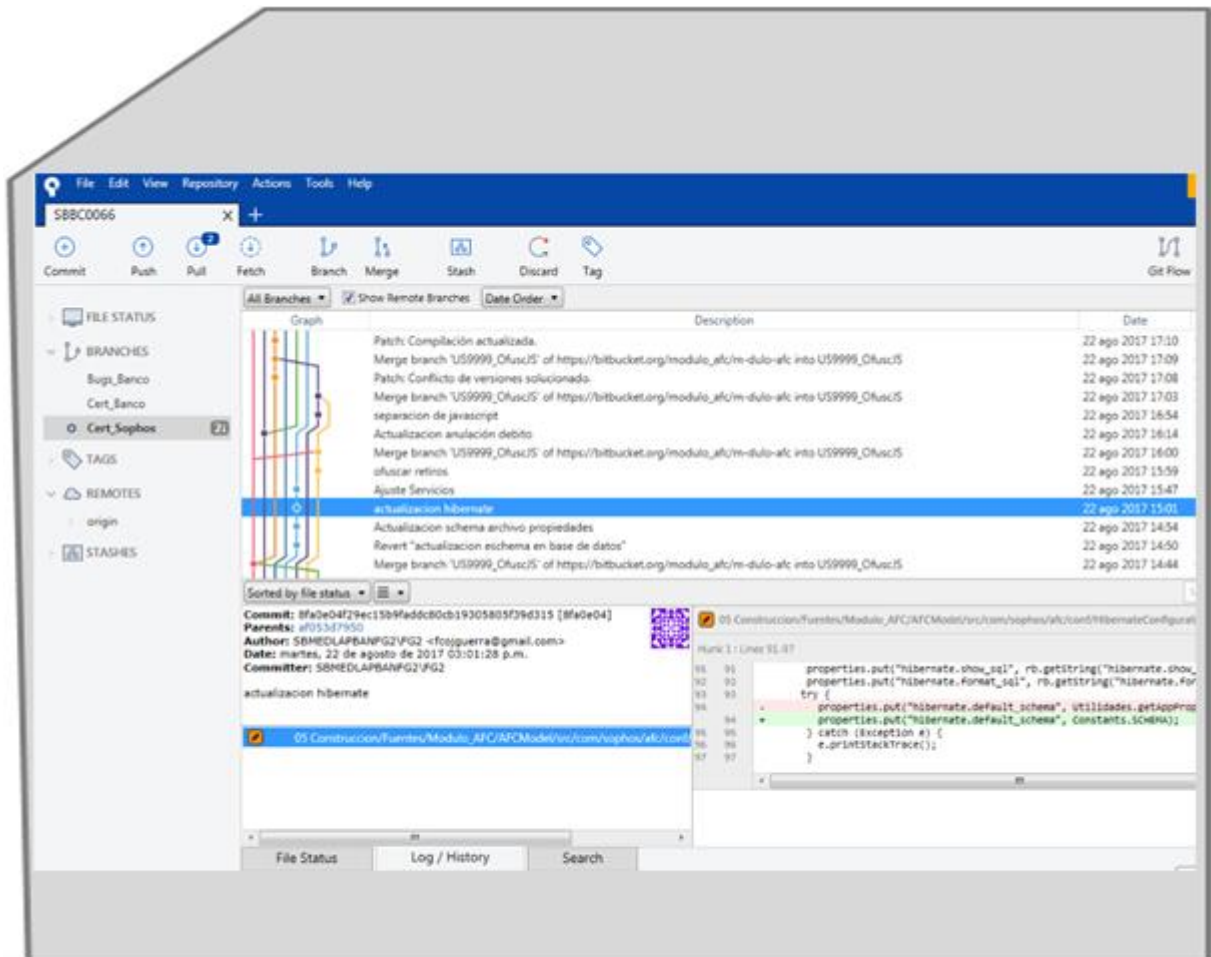
Producto de trabajo 1

IS4. Construcción de Software
1. ¿Existen estándares de codificación?
2. ¿Existen estándares para el desarrollo de componentes de base de datos? Ejemplo: creación de tablas, creación de procedimientos almacenados, creación de índices, etc.
3. ¿Existen conjuntos de Componentes de Software reutilizables por proyectos? Ejemplo: Componentes Web basados en Ajax, componentes para aplicaciones móviles, etc.
4. ¿En qué orden se desarrollan los Componentes de Software? Ejemplo: creación de prototipos visuales, creación de interfaces, creación de entidades, creación de componentes de lógica de negocio, etc.
5. ¿Qué políticas se siguen para el versionamiento de los Componentes de Software?
6. ¿En qué momento se diseñan las pruebas unitarias?
7. ¿En qué momento se codifican y ejecutan las pruebas unitarias?
8. ¿Existen métricas para la cobertura de código? ¿El equipo de desarrollo conoce y verifica el cumplimiento de ellas?

Producto de trabajo 2

ID 999	Cambio de formato en generación de archivo
Proyecto	SYSDOC – Sistema de Gestión Documental
Fecha	01/11/2017
Fuentes	<ul style="list-style-type: none"> • Esther Valencia – Secretaria del director • Ramiro Meneses – Auxiliar de contador
Autores	<ul style="list-style-type: none"> • Julio Ramirez – Director General
Descripción	El cambio solicitado consiste en: cambiar el formato en que se exporta la información comercial de las áreas de la empresa de pdf a Excel.
Impacto directo	<p>Los elementos directamente afectados por el cambio son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Archivo generado a partir de la información comercial por área de la empresa.
Justificación	El cambio solicitado se considera necesario por: el área contable requiere que el formato de entrega de la información comercial se realice en Excel para facilitar las labores de cálculos y tabulación de la información.
[Alternativas]	<p>Otras posibles alternativas para abordar la situación descrita son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ninguna.
[Consecuencias del rechazo]	<p>En caso de rechazar el cambio, las posibles consecuencias son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retrabajo para el área contable.
[Plazo de resolución]	15/11/2017
[Comentarios]	Solicitamos premura en la aprobación ya que el cambio no genera un impacto en las reglas de negocio.

Producto de trabajo 3



Producto de trabajo 4

This is an alphabetical list of the roles, abbreviations and list of competencies as defined in Part 5.

	<i>Role</i>	<i>Abbreviation</i>	<i>Competency</i>
1.	Project Manager	PM	Leadership capability with experience making decisions, planning, personnel management, delegation and supervision, finances and software development.
2.	Technical Leader	TL	Knowledge and experience in the software development and maintenance.
3.	Work Team	WT	Knowledge and experience according to their roles on the project: AN, DES, and/or PR.
4.	Internal Assessor	IA	Knowledge in software development and maintenance processes of the VSE and in the assessment method.

Producto de trabajo 5

1. Introducción	4
1.1 <i>Propósito</i>	4
1.2 <i>Alcance</i>	4
1.3 <i>Resumen</i>	5
2. Vista General del Proyecto	5
2.1 <i>Propósito, Alcance y Objetivos</i>	5
2.2 <i>Suposiciones y Restricciones</i>	6
2.3 <i>Entregables del proyecto</i>	7
2.4 <i>Evolución del Plan de Desarrollo del Software</i>	9
3. Organización del Proyecto	9
3.1 <i>Participantes en el Proyecto</i>	9
3.2 <i>Interfaces Externas</i>	10
3.3 <i>Roles y Responsabilidades</i>	10
4. Gestión del Proceso.....	11
4.1 <i>Estimaciones del Proyecto</i>	11
4.2 <i>Plan del Proyecto</i>	11
4.2.1 <i>Plan de las Fases</i>	11
4.2.2 <i>Calendario del Proyecto</i>	12
4.3 <i>Seguimiento y Control del Proyecto</i>	15
5. Referencias	15

Producto de trabajo 6

Purpose:	VSE performs a self-assessment to analyze how well its processes correspond to the selected process model (e.g. a VSE Profile).
Benefits:	Understanding of the current situation, readiness for formal assessment, a feasible plan for improvement, objective feedback to personnel
Inputs:	A process reference model (e.g. 29110-5.1 Basic VSE Profile) Process assessment method description (to document how the assessment is performed)
Roles:	PM TL IA
Outputs:	Assessment report, Improvement plan
Artefacts:	Not /Applicable
Tasks:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Select an appropriate scope for the assessment based on the business needs and the reference model. 2. Plan the assessment, including selection of process instances, participants, required material and time. 3. Interview appropriate personnel using the process assessment checklists <ul style="list-style-type: none"> • make a note of all improvement opportunities 4. Validate the data by comparing it with the existing documentation 5. Rate process indicators and consolidate the result 6. Compare achievement with the target profile 7. Record and report the results

Producto de trabajo 7

Calificar la respuesta de una consulta legal		
Author:	admin	
Summary:	El cliente debe calificar la respuesta provista por el asesor legal a una consulta legal que ha registrado.	
Preconditions:	<p>El cliente debe haber iniciado sesión en el sistema.</p> <p>El cliente debe haber registrado una consulta legal.</p> <p>Un asesor legal debe haber registrado una respuesta a la consulta legal registrada.</p>	
#:	Step actions:	Expected Results:
1	El Cliente selecciona la opción Mis Preguntas.	Se muestran las consultas legales realizadas por el Cliente.
2	El Cliente selecciona el Detalle de la última pregunta finalizada.	Se muestran los detalles de la pregunta.
3	El Cliente selecciona una respuesta.	Se muestra la respuesta brindada por el Asesor Legal. Se muestra la opción Calificar Respuesta.
4	El Cliente selecciona la opción Calificar Respuesta.	Se muestra una ventana solicitando la calificación del 1 al 10 usando una barra deslizable.
5	El Cliente selecciona la calificación para la respuesta. El Cliente selecciona la opción Registrar Calificación.	El sistema muestra una notificación si la calificación es correcta y que no se podrá modificar.
6	El Cliente acepta la notificación.	Se muestra un mensaje indicando que la respuesta se ha calificado. Se muestra el detalle de la respuesta con la calificación brindada por el Cliente.
Execution type:	Manual	
Estimated exec. duration (min):		
Priority:	Low	
Last Result:	Passed	
Execution duration (min):	4.00	
Build	Test Build	
Tester	marco.bruggmann	
Requirements	None	

Producto de trabajo 8

3.4.2 Limitaciones de hardware

Para esta aplicación será necesario un computador servidor en el cual se instalará el servidor WEB apache, MySQL, PHP y la aplicacios SIS-WEB.

3.4.3 Interfaces con otras aplicaciones

Debido a que el sistema no interactúa con otros sistemas y es autónomo no se desarrollaran interfaces con otras aplicaciones. Las conexiones necesarias para la utilización del servidor web, MySql, PHP y un DNS, se hará por medio de la configuración de estos programas.

3.4.4 Funcionamiento paralelo

No es condición en el proyecto.

3.4.5 Funciones de auditoría

No es condición en el proyecto.

3.4.6 Funciones de control

El sistema debe controlar los permisos que tiene cada usuario para su accesibilidad de una manera correcta, de tal forma que pueda acceder la información que le corresponde de acuerdo a su rol. Debe tener controles adecuados para la validación de datos, de igual manera la programación de las actividades específicas para cada seminario.

3.4.7 Requisitos del lenguaje

Todo el material que se realice para el usuario y la aplicación debe de estar en lenguaje español.

3.4.8 Protocolos señalados

Se usará protocolos de comunicación TCP/IP, HTTP.

Producto de trabajo 10

A table in section 4 describes the overall principles in assigning NPLF-ratings (described below) to process attributes. Most of the findings should fall in P and L classes. N is used when there is practically no evidence of performing the activity. F is used when the activity is completely performed i.e. no problems are related to it. Often inexperienced assessors tend to be too critical in the assessment. The point in self-assessment is to find possibilities for improvement, not to blame individuals or projects.

For example, considering the first task of Software requirements analysis activity, rating could be based on the following findings:

- Tasks have not been assigned and roles are unclear -> N
- Some tasks are assigned, but not defined in the project plan -> P
- Most tasks are assigned according to roles, but the project plan is not updated -> L
- All tasks are assigned according to roles and project plan -> F

As an example, the result of rating this task could be:

Task	Input	Output	NPLF	Notes
SI.2.1 Assign tasks to the work team members in accordance with their role, based on the current <i>Project Plan</i> .	<i>Project Plan [reviewed]</i>		P	Project plan not updated (weakness); Define roles for project personnel (improvement).

Interpreting assessment results

The assessment results of tasks or activities can be aggregated simply by looking at the average of the rating. The assessor should also pay attention to the overall purpose of the assessed process or activity. Following examples present an aggregate of a set of ratings:

- P,F,F -> overall L
- F,L,F -> overall F
- N,P,P,L,L -> overall P
- L,L,N,N,P,L -> overall P
- F,L,P,P,P,P -> overall P or L (based on assessor's judgment)

Producto de trabajo 11

- 1 INTRODUCCIÓN**
 - 1.1 Propósito
 - 1.2 Alcance
 - 1.3 Definiciones
 - 1.4 Documentos de referencia

- 2 STAKEHOLDERS DE DISEÑO Y PREOCUPACIONES**
 - 2.1 Stakeholders de diseño y preocupaciones
 - 2.2 Vistas de diseño y relaciones para las preocupaciones de diseño

- 3 DESCRIPCIÓN DE LA ARQUITECTURA DE SOFTWARE**
 - 3.1 Resumen de la arquitectura de software
 - 3.2 Vista 1 de la arquitectura de software
 - 3.2.1 Resumen
 - 3.2.2 Restricciones de diseño que aplican a esta vista
 - 3.2.3 Preocupaciones de diseño y requerimientos atendidos por esta vista
 - 3.2.4 Descripción de elementos de la vista y sus interfaces
 - 3.2.5 Razón fundamental
 - 3.2.6 Otras vistas relevantes
 - 3.3 Vista 2 de la arquitectura de software
 - 3.3.1 ...
 - ...
 - 3.x Información arquitectónica relevante a múltiples vistas

- 4 DESCRIPCIÓN DE DISEÑO DETALLADO**
 - 4.1 Resumen del diseño detallado
 - 4.2 Diseño detallado del elemento 1
 - 4.2.1 Vistas estructurales
 - 4.2.2 Vistas de comportamiento
 - 4.2.3 Otras vistas relevantes
 - 4.2.4 Razón fundamental
 - 4.3 Diseño detallado del elemento 2
 - 4.3.1 ...
 - ...
 - 4.x Información de diseño detallado relevante a múltiples elementos

- 5 ANEXOS**