

RISKSE - ANÁLISIS DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA GESTIÓN DE  
RIESGOS UTILIZANDO EL NÚCLEO DE SEMAT



DIANA ESTEFANNY PAZ RIASCOS  
OSCAR ALVEIRO TARAPUEZ CUAICAL

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
SAN JUAN DE PASTO

2018

RISKSE - ANÁLISIS DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA GESTIÓN DE  
RIESGOS UTILIZANDO EL NÚCLEO DE SEMAT



DIANA ESTEFANNY PAZ RIASCOS  
OSCAR ALVEIRO TARAPUEZ CUAICAL

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero de Sistemas

Director: Mg. SANDRA MARLENI VALLEJO

Co-Director: Mg. ALEXANDER BARÓN SALAZAR

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
SAN JUAN DE PASTO

2018

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1ro del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma Del Presidente Del Jurado

---

Firma Del Jurado

---

Firma Del Jurado

San Juan de Pasto, Mayo del 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan su agradecimiento a:

Nuestra Familia, quienes han sido nuestra guía y apoyo en los diferentes pasos de nuestra vida y quienes nos han acompañado a cumplir nuestras metas.

Mg. Sandra Marleni Vallejo, directora del proyecto, quien con sus conocimientos y experiencia nos guió y acompañó en todo el proceso investigativo.

Mg. Alexander Barón, por sus conocimientos y colaboración en la realización de esta investigación

A todos nuestros docentes del programa de Ingeniería de sistemas por brindarnos todos sus conocimientos para nuestra formación profesional.

Dedicamos este proyecto a:

Principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres Irma Riascos y Fernando Paz, por ser los pilares más importantes y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

**Diana Estefanny Paz Riascos**

A Dios por darme la oportunidad de vivir y regalarme una gran familia; que me ayudo a enfrentar todos los problemas durante mis estudios.

A mis padres Yovana Cuaical y Silvio Ipial por infundir en mi la lucha y el deseo de superación; resaltando el apoyo en los momentos de duda, desesperación y felicidad, y a toda mi familia por su apoyo incondicional.

**Oscar Alveiro Tarapuez Cuaical**

## RESUMEN

Esta investigación fue enfocada a la identificación y caracterización de buenas prácticas que integró los estudios y análisis efectuados a métodos como PMBOK y CMMI-DEV, en torno a la gestión de riesgos de un proyecto de desarrollo software, representándolas bajo la estructura de una nueva iniciativa en los marcos de la Ingeniería de software como lo es Semat; pensando, en construir prácticas genéricas formuladas a través de un marco común que integren estos métodos en cuestión y que se puedan utilizar en cualquier proyecto de desarrollo software y en diversos contextos, apostándole a la transformación de métodos monolíticos como son los actuales, a métodos modulares.

**Palabras clave:** Buenas Prácticas, Riesgos, Gestión de Riesgos, Semat.

## **ABSTRACT**

This research was focused on the identification and characterization of good practices that integrate studies and analyses methods such as PMBOK and CMMI-DEV, relating to the software development project risk management and it can be represented in the structure of a new initiative in the Software Engineering's frameworks, such as Semat; thinking in the construction of generic practices formulated through a common framework that integrate these methods in question and that can be used in any software development project and in different contexts, betting on the transformation of monolithic methods such as current, to modular methods.

**KEYWORDS:** Good Practices, Risk, Risk Management, Semat.



## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION .....	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
Formulación del problema .....	18
Objetivos.....	18
Objetivo General .....	18
Objetivos Específicos .....	18
Justificación .....	18
Alcance y Delimitación.....	19
TÓPICOS DEL MARCO TEÓRICO .....	20
Antecedentes.....	20
Supuestos teóricos de la investigación.....	24
Riesgos .....	24
Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) .	25
Gestión del Riesgo .....	26
<i>CMMI-DEV o CMMI for Development - v1.3. Mejora de los procesos para el desarrollo de mejores productos y servicios:</i> .....	29
Software Engineering Method and Theory – <i>Semat</i> .....	32
METODOLOGÍA .....	43
enfoque de investigación .....	43
Tipo de investigación .....	44
1. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	45
Análisis comparativo.....	45
Selección de modelos o metodologías de estudio: .....	45
Selección de criterios de comparación: .....	47
Selección del modelo de referencia: .....	48
Análisis comparativo por criterios.....	48
Criterio de comparación - Nombre de la práctica: .....	48
Criterio de comparación - Objetivo de la práctica.....	51
Criterio de comparación - Productos de trabajo de la práctica.....	57

Caracterización de las prácticas utilizando el modelo para la Definición Unificada de la Práctica como Constructo Teórico en Ingeniería de Software .....	68
Representación de Prácticas según el Núcleo de Semat.....	70
Planeación Cuantitativa Del Riesgo .....	74
Verificación de las prácticas .....	92
CONCLUSIONES .....	94
RECOMENDACIONES.....	95
BIBLIOGRAFÍA.....	96
ANEXOS.....	98
anexo a. descripción productos de trabajo. práctica: planificación cuantitativa del riesgo.....	98
ANEXO B. DESCRIPCIÓN PRODUCTOS DE TRABAJO. PRÁCTICA: IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS ESPECÍFICO DEL RIESGO.....	103
ANEXO C. DESCRIPCIÓN PRODUCTOS DE TRABAJO. PRÁCTICA: PLANEACIÓN GENERAL DE RESPUESTA Y CONTROL DEL RIESGO. ....	106

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de los niveles de capacidad y madurez .....	29
Tabla 2. Categoría y Características de los modelos o estándares que gestionan el Riesgo.....	46
Tabla 3. Criterio de comparación: nombre de la práctica.....	49
Tabla 4. Criterio de comparación: Objetivo de la práctica.....	51
Tabla 5. Criterio de comparación: Productos de trabajo .....	58
Tabla 6. Resumen del análisis de los métodos de estudio .....	66
Tabla 7. Práctica: Planeación cuantitativa del riesgo.....	70
Tabla 8. Práctica: Identificación y análisis específico del riesgo.....	71
Tabla 9. Práctica: Planeación general de respuesta y control del riesgo .....	72
Tabla 10. Sintaxis gráfica de elementos del núcleo de Semat.....	73
Tabla 11. Práctica, alfa, espacio de actividad, productos de trabajo, estado del alfa y roles. En la práctica: Planeación cuantitativa del riesgo .....	74
Tabla 12. Práctica, alfa, espacio de actividad, productos de trabajo, estado del alfa y roles. En la práctica: Identificación y análisis específico del riesgo.....	81
Tabla 13. Práctica, alfa, espacio de actividad, productos de trabajo, estado del alfa y roles. En la práctica: Planeación general de respuesta y control del riesgo. ....	85
Tabla 14. Definición de escalas de impacto.....	102

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Descripción General de la Gestión de los Riesgos del Proyecto.....	28
Ilustración 2. Componentes del modelo CMMI .....	30
Ilustración 3. Cosas con las que siempre se trabaja.....	33
Ilustración 4. Cosas que siempre se hacen .....	33
Ilustración 5. Alfa Riesgo .....	34
Ilustración 6. Espacio de Actividad: Entender el riesgo. ....	35
Ilustración 7. Propuesta de Estados del Alfa Riesgo. ....	38
Ilustración 8. Competencias para el desarrollo de actividades. ....	40
Ilustración 9. Sintaxis gráfica de elementos del núcleo.....	42
Ilustración 10. Criterio de comparación: Nombre de la práctica.....	50
Ilustración 11. Criterio de comparación: Objetivo de la práctica – 1 /4 .....	55
Ilustración 12. Criterio de comparación: Objetivo de la práctica – 2/4 .....	55
Ilustración 13. Criterio de comparación: Objetivo de la práctica – 3/4 .....	56
Ilustración 14. Criterio de comparación: Objetivo de la práctica – 4/4 .....	57
Ilustración 15. Criterio de comparación: Producto de trabajo -1/4 .....	62
Ilustración 16. Criterio de comparación: Producto de trabajo – 2/4.....	63
Ilustración 17. Criterio de comparación: Producto de trabajo – 3/4.....	64
Ilustración 18. Criterio de comparación: Producto de trabajo – 4/4.....	65
Ilustración 19. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: planeación cuantitativa de la gestión del riesgo) 1/3.....	75
Ilustración 20. Representación Gráfica: Alfa – Producto De Trabajo – Roles – Competencias (Práctica: planeación cuantitativa de la gestión del riesgo) 1/3.....	76
Ilustración 21. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: planeación de la gestión del riesgo) 2/3 .....	77
Ilustración 22. Representación Gráfica: Alfa – Producto De Trabajo – Roles – Competencias (Práctica: planeación cuantitativa de la gestión del riesgo) 2/3.....	78
Ilustración 23. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: planeación cuantitativa de la gestión del riesgo) 3/3.....	79
Ilustración 24. Representación Gráfica: Alfa – Producto De Trabajo – Roles – Competencias (Práctica: planeación cuantitativa de la gestión del riesgo) 3/3.....	80
Ilustración 25. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: Identificación y análisis específico del riesgo) 1/3.....	82
Ilustración 26. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: Identificación y análisis específico del riesgo) 2/3.....	82

Ilustración 27. Representación Gráfica: Alfa – Producto De Trabajo – Roles – Competencias (Práctica: Identificación y análisis específico del riesgo) 1/2.....	83
Ilustración 28. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: Identificación y análisis específico del riesgo) 3/3 .....	83
Ilustración 29. Representación Gráfica: Alfa – Producto De Trabajo – Roles – Competencias (Práctica: Identificación y análisis específico del riesgo) 2/2.....	84
Ilustración 30. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: Planeación general de respuesta y control del riesgo) 1/4 .....	86
Ilustración 31. Representación Gráfica: Alfa – Producto De Trabajo – Roles – Competencias (Práctica: Planeación de respuesta y control de riesgo) 1/4 .....	87
Ilustración 32. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: Planeación general de respuesta y control del riesgo) 2/4 .....	88
Ilustración 33. Representación Gráfica: Alfa – Producto De Trabajo – Roles – Competencias (Práctica: Planeación de respuesta y control de riesgo) 2/4 .....	88
Ilustración 34. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: Planeación general de respuesta y control del riesgo) 3/4 .....	89
Ilustración 35. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: Planeación general de respuesta y control del riesgo) 4/4 .....	89
Ilustración 36. Representación Gráfica: Alfa – Producto De Trabajo – Roles – Competencias (Práctica: Planeación de respuesta y control de riesgo) 3/4 .....	90
Ilustración 37. Representación Gráfica: Alfa – Producto De Trabajo – Roles – Competencias (Práctica: Planeación de respuesta y control de riesgo) 4/4 .....	91
Ilustración 38. Fuentes típicas de riesgo.....	99
Ilustración 39. Factores que determinan las categorías de los riesgos.....	100
Ilustración 40. Umbrales del riesgo .....	101
Ilustración 41. Ejemplo de Diagrama con Forma de Tornado .....	104
Ilustración 42. Resultados de simulación de los riesgos relativos a los costos....	105
Ilustración 43. Opciones de tratamiento de los riesgos.....	106

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. DESCRIPCION PRODUCTOS DE TRABAJO. PRÁCTICA: PLANIFICACION CUANTITATIVA DEL RIESGO. ....	98
ANEXO B. DESCRIPCIÓN PRODUCTOS DE TRABAJO. PRÁCTICA: IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS ESPECÍFICO DEL RIESGO. ....	103
ANEXO C. DESCRIPCIÓN PRODUCTOS DE TRABAJO. PRÁCTICA: PLANEACIÓN GENERAL DE RESPUESTA Y CONTROL DEL RIESGO. ....	106

## INTRODUCCION

La innovación tecnológica de hoy en día ha permitido que el software crezca a pasos agigantados, haciendo que sea cada vez más difícil una detección temprana de los posibles riesgos a los que se puede ver enfrentado un proyecto software, los cuáles surgen por el afán de cumplir con las expectativas que el mundo tecnológico presenta a diario. Es por eso que la utilización de diferentes modelos, técnicas, métodos y metodologías para abordar la gestión de riesgos está tomando suma importancia en los últimos años.

Desde hace algún tiempo, se ha introducido el uso de buenas prácticas en la Ingeniería de Software para el desarrollo de aplicaciones, mejorando notablemente los resultados obtenidos. Existen muchos métodos documentados y probados que involucran buenas prácticas, los cuales asumen la gestión de riesgos desde diferentes perspectivas, sin embargo estos métodos son monolíticos, es decir, se usa todo el método o no se usa; lo que ha generado varias controversias en cuanto a qué método utilizar en el desarrollo de un proyecto software, pues un solo método no sirve para todo.

Sin embargo, la Ingeniería de software ha demostrado que se puede mezclar métodos, pero para que la integración de prácticas sea posible es necesario estandarizar y esto ha despertado el interés de muchos grupos de investigación como lo es SEMAT, una comunidad investigativa que busca mover la ingeniería de software desde los métodos hacia las prácticas y que se lanzó a la necesidad de combinar métodos y emparejar prácticas de diferentes métodos, permitiendo crear una propia forma de trabajo llamada Essence o Esencia que busca usar de cada método lo mejor.

Por lo tanto, se presentó un proyecto enfocado a generar prácticas basadas en la estructura de SEMAT que integren los estudios y análisis efectuados a métodos como PMBOK (Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos) y CMMI (Modelo de Madurez de la Capacidad Integrado), a los cuales de ahora en adelante nos referiremos como PMBOK y CMMI respectivamente; entorno a la gestión de riesgos de un proyecto de desarrollo; pensado, fundamentalmente, en construir prácticas genéricas formuladas a través de un marco común que integren estas metodologías o métodos en cuestión y que se puedan utilizar en cualquier proyecto de desarrollo software y en diversos contextos, dejando a un lado ambigüedades y controversias entre cada método.

De esta manera, en este trabajo de grado se planteó la propuesta de identificar buenas prácticas de gestión de riesgos a partir del estudio de similitudes entre PMBOK (5ta Edición) y CMMI V1.3 y partiendo de ciertos criterios se generaron prácticas que integran los métodos de estudio representadas a través de SEMAT.

El documento se estructura de manera que en la parte inicial se especifica el problema de investigación, objetivos, justificación y la delimitación del proyecto.

Como segunda parte se tiene la caracterización de los antecedentes sobre trabajos anteriormente realizados que llevan a la construcción de los conceptos teóricos que soportan la investigación, seguidamente se muestra la metodología a seguir.

Finalmente, en el documento se tienen los resultados de la investigación y las respectivas conclusiones, recomendaciones y soportes.



## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El software se ha convertido en una herramienta fundamental en el crecimiento tecnológico de la sociedad, ya que su aplicación en la vida diaria facilita el desarrollo de diferentes actividades del ser humano; y esto llevó a que el avance tecnológico tenga la necesidad de ser apoyado por software cada vez más sofisticado y avanzado que cumplan con las necesidades del hoy.

Sin embargo, muchos de los productos software no satisfacen las expectativas de los usuarios y no cumplen con los criterios de calidad, por lo que gran parte de los proyectos de software se ven fracasados a corto o largo plazo. Este fracaso se debe a diferentes factores entre los cuáles se tiene: riesgos no gestionados y el uso inadecuado de las prácticas de desarrollo. Por un lado, en la mayoría de los proyectos de desarrollo no se tiene en cuenta la importancia de evaluar y controlar los riesgos a los que el proyecto se puede ver enfrentado, ignorando las circunstancias en que se producen los riesgos, los factores o causas desencadenantes y los efectos producidos; afectando el proceso de cada etapa de desarrollo del software, obteniendo como resultado costos elevados, el incumplimiento de tiempos de entrega del producto y puede traer problemas relacionados con el alcance o incluso la pérdida total del proyecto.

Por otro lado, la ingeniería de software cuenta con muchos métodos y metodologías monolíticas, es decir que cuando utilizamos un método en concreto debemos usarlo todo o de lo contrario no usarlo. Pero hay que tener en cuenta que todos los proyectos de software son diferentes, ya que poseen características que varían de acuerdo al tipo de software a desarrollar, al ciclo de vida establecido y definido por la organización, y a las mismas necesidades del cliente. Por esta razón es necesario que estos métodos permitan utilizar prácticas que se ajusten a cada necesidad, es decir que se pueda integrar prácticas de diferentes modelos sin ninguna dificultad, pues cada método es fuerte en diferentes aspectos, por lo que un solo método no nos sirve para todo.

Es importante resaltar que existen iniciativas como la Esencia de Semat, que buscan por medio de una teoría lo suficientemente formal, la implementación de la Ingeniería de Software utilizando las mejores prácticas de la mayoría de los métodos existentes; razón por la cual, como se mencionó anteriormente, se hizo énfasis en la obtención de buenas prácticas de gestión de riesgos a partir de las

metodologías más principales y que se puedan plasmar a través de la Esencia de Semat.

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo generar buenas prácticas de gestión de riesgos utilizando el núcleo de Semat?

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Caracterizar buenas prácticas para la gestión de riesgos utilizando el núcleo de Semat

### **Objetivos Específicos**

- Identificar buenas prácticas de gestión de riesgos para proyectos software.
- Analizar similitudes y diferencias entre las prácticas para la gestión de riesgos en proyectos software.
- Representar buenas prácticas de gestión de riesgos en el núcleo de Semat
- Verificar que las prácticas obtenidas se ajusten a la estructura y normatividad de Semat.

## **JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad los proyectos software se llevan a cabo siguiendo distintos métodos, metodologías y procesos que si bien aportan a los cambios y evolución de los sistemas de información y tecnológicos; cada vez son más los resultados fallidos con respecto a la entrega de un proyecto software, ya sea por demora en los tiempos de entrega, baja calidad en el producto o incumplimiento de requerimientos. Se puede ver también, que muchos productos software quedan obsoletos en corto tiempo, lo que ha generado que en los últimos años el diseño de sistemas de información y productos software hayan sufrido grandes e importantes cambios con respecto al enfoque que se le da al diseño, análisis y desarrollo.

Por lo tanto, muchas de las técnicas, métodos y metodologías de la Ingeniería de software han variado significativamente en los últimos años en relación al enfoque inicial, y algunas otras han surgido para dar respuesta a muchos de los fracasos del software.

Como en el caso de metodologías como CMMI y PMBOK que con su continua aplicación en diferentes proyectos software, han hecho que estos se vayan perfeccionando en el tiempo, apareciendo nuevas versiones con aportes muy significativos.

Sin embargo, es necesario centrar la mirada en uno de los puntos críticos que merecen darles una mayor importancia como es el caso de la Gestión de riesgos, ya que en la elaboración y desarrollo de software se está restándole importancia a la identificación de riesgos durante el proceso de desarrollo y no se tiene en cuenta que este ítem es uno de los pilares fundamentales para evitar proyectos software fallidos.

De esta manera se hizo necesario establecer buenas prácticas para abordar la gestión de riesgos en el proceso de desarrollo de software, las cuales surgieron a partir de un análisis de prácticas que se manejan en metodologías como son CMMI y PMBOK, y a partir de ello se establecieron prácticas generales que se puedan aplicar a cualquier proyecto de desarrollo software y se pueda contribuir a partir de la colaboración en la construcción de Semat, el cuál apoya un proceso para redefinir la ingeniería de software, basado en una teoría sólida, principios probados y mejores prácticas.

## **ALCANCE Y DELIMITACIÓN**

El proyecto de investigación se enfocó en el análisis de buenas prácticas para la gestión de riesgos a partir de modelos como CMMI y PMBOK; identificando los aspectos comunes para presentar una práctica, para luego realizar la representación utilizando el núcleo de Semat.

## **TÓPICOS DEL MARCO TEÓRICO**

### **ANTECEDENTES**

Se realizó una revisión preliminar de investigaciones publicadas en el campo del conocimiento objeto de esta investigación. A continuación, se destacan las más importantes:

#### **Gestión de riesgos en proyecto de software a desarrollar en empresa privada**

“En este artículo se evidencia la gestión de riesgos para el desarrollo de un software para una entidad privada basada en la guía del PMBOK, donde se hace una identificación de los riesgos más importantes en cada una de las fases del desarrollo, de igual forma se hace un análisis cualitativo, por medio del cual se haya la probabilidad de ocurrencia y el impacto de cada uno de los riesgos identificados, seguidamente se hace una clasificación por el nivel del riesgo, para posteriormente proponer un plan de respuesta a los riesgos más críticos. Esta gestión debe cumplir con un adecuado control y seguimiento, el cual permitirá llevar a cabo una identificación de nuevos riesgos o actualización de los planes de respuesta existentes, con el objetivo de prever los posibles riesgos negativos que se puedan llegar a materializar durante el desarrollo del software”<sup>1</sup>.

Las prácticas que aporta son de gran importancia ya que se toman de PMBOK que es una guía elemental para el desarrollo de proyectos software, por lo cual el contenido del artículo ayudó a identificar de una mejor manera los riesgos que se presentan en las diferentes etapas de desarrollo y así poder obtener buenas prácticas que ayuden a su gestión.

#### **Metodologías para la gestión de riesgos en proyectos de software y su adaptación en STEFANINI**

“Los proyectos de software al igual que cualquier otro tipo de proyectos tienen riesgos que pueden ser materializados durante su ejecución. El desarrollo de software es una actividad muy compleja e impredecible. El Standish International en el 2013 indicaba que el 43% de los proyectos de software no se pudieron entregar a tiempo, dentro del presupuesto, y con las funciones requeridas,

---

<sup>1</sup> ARAQUE, María. Gestión de Riesgos en Proyecto de Software a desarrollar en empresa privada. Tesis de Especialización Bogotá D.C: Universidad Nueva Granada. 2015. p. 2.

mientras que el 18% de los proyectos de software fueron cancelados”<sup>2</sup>. “Las empresas invierten recursos sustanciales y esfuerzo en el desarrollo de software, en consecuencia, el control de los riesgos asociado a los proyectos es vital para garantizar resultados exitosos. La comprensión de la naturaleza de los distintos riesgos y su relación con el rendimiento del proyecto es cada vez más importante”<sup>3</sup>.

Esta tesis recopila las metodologías más conocidas para la gestión de riesgos, validando la existencia de métodos cuantitativos y cualitativos, estadísticos, matemáticos, sistemáticos que guíen todo este proceso y evaluándolos en función de la implementación del más acertado para una empresa de desarrollo de Software como Informática & Tecnología Stefanini, en donde sus gerentes de proyectos reconocen constantemente la necesidad de mejorar la manera de hacer dicha gestión, como parte de las lecciones aprendidas.

### **Métodos de gestión de riesgos en proyectos de software**

“La disciplina de Gestión de Riesgos ha crecido mucho en el área de tecnologías de la información en los últimos años, particularmente ha tenido un gran impulso en proyectos de desarrollo de software. Éste impulso se puede atribuir a las malas experiencias que se suscitan al intentar culminar un proyecto con éxito. Hoy en día es posible encontrar métodos formales para realizar una gestión de riesgos seria y que brinde resultados positivos al proyecto. Quizás el que más se destaque, ya sea por su probada eficiencia o por ser un estándar de hecho, sea el propuesto por el Instituto de Gestión de Proyecto (PMI por sus siglas en inglés). Sin embargo, no es el único, encontrándose en el mercado otras opciones valederas como lo es el denominado método RiskIt, el cual fue creado justamente en el entorno de proyectos de software”<sup>4</sup>.

Esta tesis introduce los conceptos básicos de la gestión de riesgos, presenta una reseña de los métodos disponibles, los compara entre sí y documenta la evaluación del método RiskIt al ser utilizado en un proyecto de desarrollo de software en su fase de análisis y diseño como aplicación práctica.

---

<sup>2</sup> THE STANDISH GROUP INTERNATIONAL. The CHAOS Manifesto 2012. p 3.

<sup>3</sup> FAJARDO, Ruth. Metodologías para la Gestión de Riesgos en Proyectos de Software y su adaptación en STEFANINI. Tesis de Especialización. Bogotá D.C: Universidad Nueva Granada. 2014. p. 2.

<sup>4</sup> JAURECHE, Santiago. Métodos de gestión de riesgos en proyectos de software. Tesis de Maestría en Computación. Uruguay: Universidad de la República Oriental del Uruguay. 2012. p. 3.

## **Guía para la integración de métodos formales de ingeniería de requerimientos en procesos de desarrollo ágil**

“Las Metodologías Ágiles se han convertido poco a poco en la principal elección por parte de Ingenieros de Software a la hora de llevar a cabo sus proyectos. Las necesidades actuales, y el constante cambio en los negocios, convierten a este tipo de metodologías en una excelente base para gestionar y desarrollar proyectos de software, sin embargo, al igual que con los métodos más tradicionales, la gestión de proyectos que implican muchos requerimientos, hacen que el trabajo se dificulte. Es por esto que se ha propuesto la adaptación de algunos métodos (normalmente utilizados en procesos formales) de la Ingeniería de Requerimientos, a través de una base teórica proporcionada por el Kernel de SEMAT”<sup>5</sup>.

Esta Guía que se desarrolló como modelo de trabajo de grado proporciona un conjunto de buenas prácticas, enmarcadas bajo una bandera común: El Kernel de SEMAT. Dicho Kernel dio a la Guía una base sólida, que en conjunto proporciona una posible buena solución a las problemáticas que allí se estudian en base a las metodologías ágiles y que a su vez permite ayudar a organizaciones de desarrollo ágil.

### **Representation of CMMI-DEV Practices in the Semat Kernel**

“El marco de modelo CMMI-DEV incluye un conjunto de prácticas para desarrollar productos y servicios. Las representaciones gráficas de CMMI-DEV exhiben una composición general de la estructura del modelo, la jerarquía de los componentes y, finalmente, la naturaleza obligatoria de los elementos del modelo. Sin embargo, las representaciones gráficas CMMI-DEV excluyen algunas de las prácticas, sub-prácticas y ejemplos de CMMI-DEV. El kernel de Semat (Métodos y teoría de la ingeniería de software) tiene elementos esenciales que son comunes en todos los métodos de ingeniería de software”<sup>6</sup>.

En este artículo se dió una representación aproximada para describir las prácticas utilizando el lenguaje universal provisto por el kernel de Semat para facilitar la manipulación del modelo y contribuir al marco de pensamiento utilizado para

---

<sup>5</sup> MURCIA, Juan Darío. Guía para la integración de métodos formales de ingeniería de requerimientos en procesos de desarrollo ágil. Tesis de Ingeniería de Sistemas. Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana. 2014. p. 10.

<sup>6</sup> ZAPATA, Carlos Mario; VALDERRAMA, Jorge y JIMÉNEZ, Leidy. Representation Of CMMI-DEV Practices In The Semat Kernel. IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS, VOL. 13, No. 10, Octubre 2015

evaluar el esfuerzo y la calidad. En este artículo se describe una representación de las prácticas CMMI-DEV propuestas y sus componentes mediante el uso del kernel Semat para contribuir al desarrollo y la consolidación de la teoría de la ingeniería de software.

### **Equipos de desarrollo de software: sus prácticas representadas en Semat**

“En este Trabajo Final de Maestría se analizan algunos factores críticos de éxito de los proyectos de desarrollo de software y las formas en que se busca mitigar el fracaso en dichos proyectos. Se propone una forma de trabajo, en métodos de desarrollo no ágiles, de las prácticas de los equipos autoadministrados de desarrollo de software, con el fin de reducir los factores de fracaso en los proyectos de software. La forma de reutilización de las prácticas consiste en emplear *Semat (Software Engineering Method and Theory)* para representar las prácticas dentro de su núcleo y aplicarlas en el método de desarrollo en cascada”<sup>7</sup>.

Este trabajo de grado se convierte en uno de los más grandes aportes al momento de representar diferentes prácticas dentro del núcleo de Semat, ya que su representación es entendible y clara, de manera que pueda ser leído gráficamente por cualquier público.

### **Representación en el núcleo de Semat de prácticas de métodos de desarrollo basados en planes**

“Esta Tesis de Maestría se propone la representación en el núcleo de Semat de las prácticas de tres métodos basados en planes: Rational Unified Process (RUP), Custom Development Method (CDM) y UNC-METHOD. Así, se definen las prácticas existentes y a ellas se les agregan las actividades, roles y productos de trabajo propios de cada método, mediante la definición de los alfas, espacios de actividad y competencias requeridas.”<sup>8</sup>

Este documento contiene un uso amplio de Semat, utilizando todo su núcleo para poder representar algunas prácticas de tres modelos; lo que lo convierte en una de

---

<sup>7</sup> MUÑOZ, Jorge. Equipos de desarrollo de software: sus prácticas representadas en Semat. Trabajo de investigación en Maestría. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. 2015. p. 7.

<sup>8</sup> JIMENEZ, Leidy. Representación en el núcleo de Semat de prácticas de métodos de desarrollo basados en planes. Trabajo de investigación en Maestría. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. 2016. p. 7.

las primeras iniciativas que se lanzan a aplicar el núcleo de SEMAT de una manera práctica y completa.

## SUPUESTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

**Riesgos:** El riesgo puede tener uno o más causas y, si se produce, uno o más impactos. Las condiciones del riesgo pueden incluir aspectos del entorno del proyecto o de la organización. Ponen en peligro al plan, realización del proyecto y calidad resultante. Si estos se cumplen, el proyecto requerirá mayor esfuerzo y dinero.

Según PMI<sup>9</sup>: El riesgo está compuesto de tres componentes esenciales:

- un evento definible
- probabilidad de ocurrencia
- consecuencia de la ocurrencia (impacto)

Para cuantificar el nivel de incertidumbre y el grado de pérdidas asociado con cada riesgo se consideran diferentes categorías de riesgos:

- Riesgos del proyecto: Afectan a la planificación temporal y al coste del proyecto. o Identifican problemas potenciales de presupuesto, calendario, personal, recursos.
- Riesgos técnicos: Amenazan la calidad y la planificación temporal del software que hay que producir. Identifican posibles problemas de diseño, implementación, interfaz, verificación y mantenimiento.
- Riesgos del negocio: o Amenazan la viabilidad del software.

Se puede hacer otra categorización de los riesgos en función de su facilidad de detección:

- Riesgos conocidos: son aquellos que se pueden predecir después de una evaluación del plan del proyecto, del entorno técnico y otras fuentes de información fiables.
- Riesgos predecibles: se extrapolan de la experiencia de proyectos anteriores.
- Riesgos impredecibles: pueden ocurrir, pero es extremadamente difícil identificarlos por adelantado.

Las organizaciones perciben los riesgos como el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos del proyecto y de la organización. Las organizaciones y los

---

<sup>9</sup> PMI (Project Management Institute). Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). 5ª Edición. Estados Unidos: PMI Publishing 2013. p. 310.



interesados están dispuestos a aceptar diferentes niveles de riesgo. Esto se conoce como tolerancia al riesgo.

Los riesgos que constituyen una amenaza para el proyecto pueden aceptarse si se encuentran dentro de los límites de tolerancia y si están en equilibrio con el beneficio que puede obtenerse al tomarlos.

**Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK):**

La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) o simplemente PMBOK, contiene el estándar, reconocido a nivel global y la guía para la profesión de la dirección de proyectos. “Por estándar se entiende un documento formal que describe normas, métodos, procesos y prácticas establecidas. Al igual que en otras profesiones el conocimiento contenido en este estándar evoluciona a partir de las buenas prácticas reconocidas de los profesionales dedicados a la dirección de proyectos que han contribuido a su desarrollo”<sup>10</sup>.

PMBOK hace una identificación en cuanto a un conjunto de fundamentos para la dirección del proyecto como son: los conocimientos, procesos, habilidades, herramientas y técnicas. Que por lo general son reconocidas como buenas prácticas, “Generalmente reconocido” significa que “los conocimientos y prácticas descritos son aplicables a la mayoría de los proyectos”<sup>11</sup>, esto quiere decir que una práctica o conocimiento descritos en PMBOK pueden ser adaptados a varios proyectos. También se habla de “las Buenas Prácticas” que “significa que se está de acuerdo, en general, en que la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas, y técnicas puede aumentar las posibilidades de éxito una amplia variedad de proyectos”.<sup>12</sup>, y una de las características que se destaca es que el termino buenas prácticas no quiere decir que estas se deban aplicar siempre y de la misma forma a todos los proyectos a desarrollar, ya que todo esto depende de la organización y/o el equipo de dirección del proyecto, son los encargados de analizar y determinar la manera adecuada de hacer uso de las buenas prácticas. Otro de los aspectos que propone PMBOK es la promoción de un vocabulario común para el uso y la aplicación de conceptos los cuales facilitan la comunicación de todos los involucrados en el desarrollo del proyecto.

Dentro de la Guía del PMBOK se habla también de que es un proyecto el cual es descrito como un esfuerzo temporal el cual tiene como finalidad crear un producto, servicio o resultado. Esto es importante ya que dentro de Semat se habla no de un

---

<sup>10</sup> PMI (Project Management Institute). Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). 5ª Edición. Estados Unidos: PMI Publishing 2013. p. 1.

<sup>11</sup> *Ibid.*, p. 2

<sup>12</sup> *Ibid.*, p. 2.

proyecto de software sino más bien de un esfuerzo de software el cual ayuda en la adaptación del modelo PMBOK a Semat.

Uno de los aspectos importantes en la guía del PMBOK está en la manera de cómo esta aborda la gestión de los riesgos del proyecto, por ello hay un capítulo dedicado a este apartado tan importante que puede definir el éxito o el fracaso de un producto.

**Gestión del Riesgo:** PMBOK identifica un riesgo de un proyecto como “un evento o condición incierta que, de producirse, tiene un efecto positivo o negativo en uno o más de los objetivos del proyecto, tales como el alcance, cronograma, el costo y la calidad”<sup>13</sup>, los riesgos se identifican a partir de varias causas como pueden ser un requisito especificado, una restricción, etc. que influyen en la posibilidad de crear oportunidades que beneficien o no al desarrollo.

El origen de los riesgos está en la incertidumbre que se encuentra presente en todos los proyectos. Aquí se definen riesgos que son conocidos ya que han sido identificados y analizados, lo cual permite hacer una planificación en respuesta a dichos riesgos. Los riesgos desconocidos implican que estos no puedan gestionarse de manera correcta, lo que puede ocasionar que un riesgo negativo se materialice lo que implica un problema.

Los riesgos no siempre son individuales es decir que influyan a un solo objetivo, meta, cronograma, presupuesto, también existen los riesgos que son globales que representan una incertidumbre en todo el proyecto, este riesgo es más que la suma de todos los riesgos individuales ya que este incluye todas las fuentes de incertidumbre y representa una implicación en el resultado que pueden ser positivas o negativas.

Otra de las características del riesgo es que este puede ser positivo o negativo, lo que se representa en oportunidades y amenazas. Esto influye directamente en el proyecto ya que este puede ser aceptado, dependiendo de que todo se encuentre bajo las tolerancias y equilibrio con el beneficio que se puede obtener.

Uno de los aspectos importantes para lograr el éxito, es el compromiso que se debe tener al momento de abordar los riesgos de una manera dinámica y consistente durante la vida del proyecto. Lo que implica una elección consiente que permita identificar activamente y realizar una gestión de riesgos eficaz.

Dentro del abordaje de la gestión de riesgos del proyecto es necesario incluir unos procesos importantes que son, la planificación de la gestión de riesgos, la identificación, análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos. Todo

---

<sup>13</sup> PMI (Project Management Institute). Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). 5ª Edición. Estados Unidos: PMI Publishing 2013. p. 310

esto con unos objetivos los cuales son “aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos”<sup>14</sup>.

Para el logro de estos objetivos se tiene en cuenta los siguientes ítems:

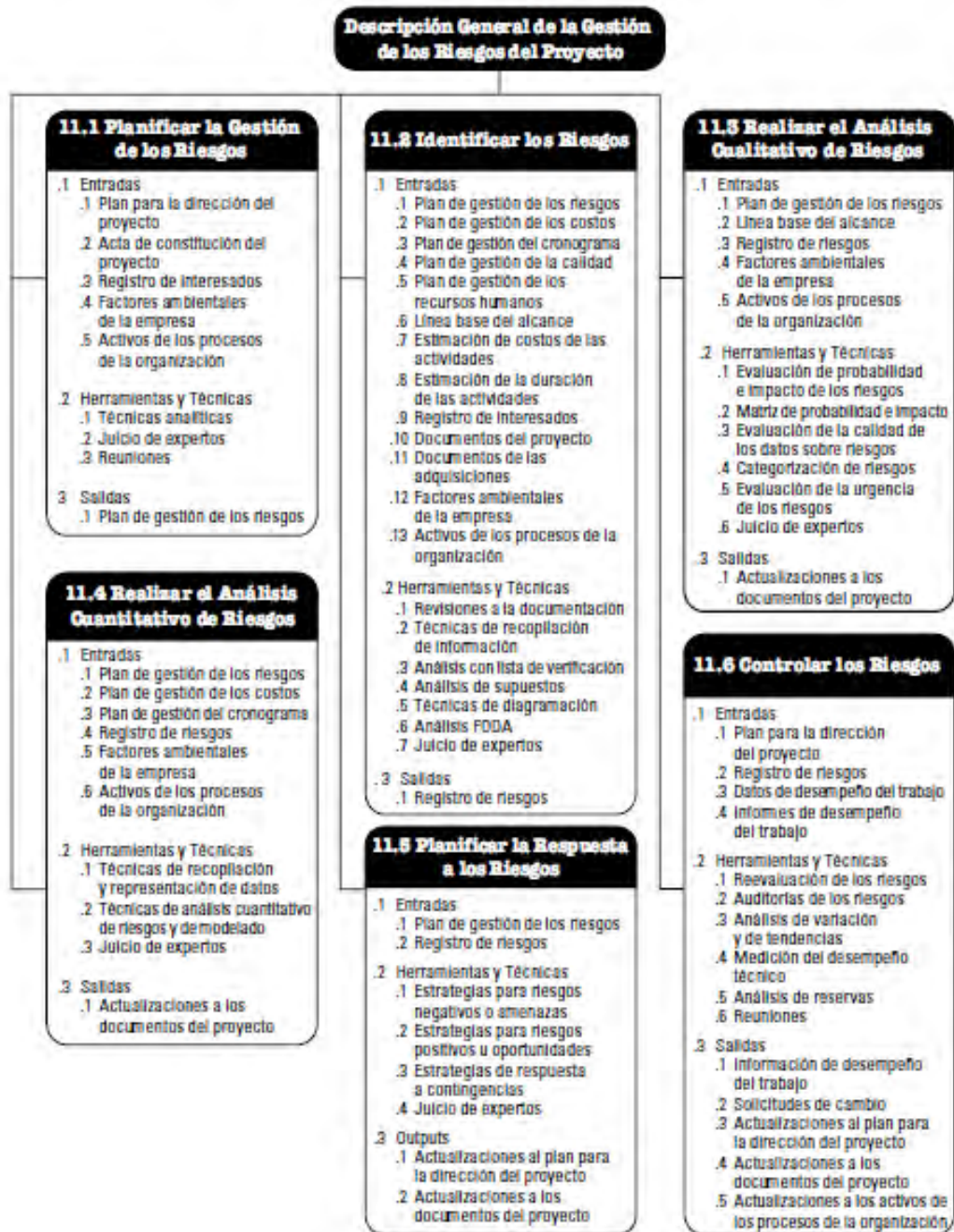
- *Planificar la Gestión de los Riesgos:* El proceso de definir como realizar las actividades de gestión de riesgos de un proyecto.
- *Identificar los Riesgos:* El proceso de determinar los riesgos que puedan afectar al proyecto y documentar sus características.
- *Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos:* El proceso de priorizar riesgos para análisis o acción posterior, evaluado y combinando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos.
- *Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos:* El proceso de analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto.
- *Planificar la Respuesta a los Riesgos:* El proceso de desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.
- *Controlar los Riesgos:* El proceso de implementar los planes de respuesta a los riesgos, dar seguimiento a los riesgos identificados, monitorear los riesgos residuales, identificar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a través del proyecto.

El siguiente grafico describe de manera general los procesos que se deben llevar a cabo para la gestión de riesgos:

---

<sup>14</sup> PMI (Project Management Institute). Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). 5ª Edición. Estados Unidos: PMI Publishing 2013. p. 346

Ilustración 1. Descripción General de la Gestión de los Riesgos del Proyecto.



Fuente: Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). 5ª Edición.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> PMI (Project Management Institute). Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). 5ª Edición. Estados Unidos: PMI Publishing 2013. p. 312

**CMMI-DEV o CMMI for Development - v1.3. Mejora de los procesos para el desarrollo de mejores productos y servicios:** “Los modelos CMMI (Capability Maturity Model Integration) son colecciones de buenas prácticas que ayudan a las organizaciones a mejorar sus procesos, implementando inicialmente los niveles que CMMI-DEV los utiliza para describir un camino evolutivo recomendado para una organización que quiera mejorar los procesos que utiliza para desarrollar productos o servicios”<sup>16</sup>.

El modelo CMMI-DEV define dos tipos de niveles: niveles de capacidad y niveles de madurez. Estos niveles corresponden a las dos aproximaciones de mejora de procesos denominadas Representaciones. Las dos representaciones se denominan: continua y por etapas. La representación continua se relaciona con el nivel de capacidad y la representación escalonada con el nivel de madurez. Ahora,

Los niveles de capacidad o representación continua se enfocan en la capacidad de un área de proceso individual, es decir, en mejorar los procesos de la organización vistos como áreas de proceso individuales. Los niveles de madurez o representación escalonada se refieren a la mejora de procesos de una organización vistos como un conjunto de áreas de proceso. CMMI Plantea un comparativo de los niveles de madurez y capacidad así:

**Tabla 1. Comparación de los niveles de capacidad y madurez**

<i>Nivel</i>	<i>Representación continua Niveles de capacidad</i>	<i>Representación por etapas Niveles de madurez</i>
Nivel 0	Incompleto	
Nivel 1	Realizado	Inicial
Nivel 2	Gestionado	Gestionado
Nivel 3	Definido	Definido
Nivel 4		Gestionado cuantitativamente
Nivel 5		En optimización

Fuente: CMMI for Development, Versión 1.3 <sup>17</sup>

Seguidamente, CMMI para Desarrollo (CMMI-DEV) consta de buenas prácticas que tratan las actividades de desarrollo aplicadas a productos y servicios. Aborda las prácticas que cubren el ciclo de vida del producto desde la concepción hasta la entrega y el mantenimiento. CMMI-DEV contiene 22 áreas de proceso. De esas

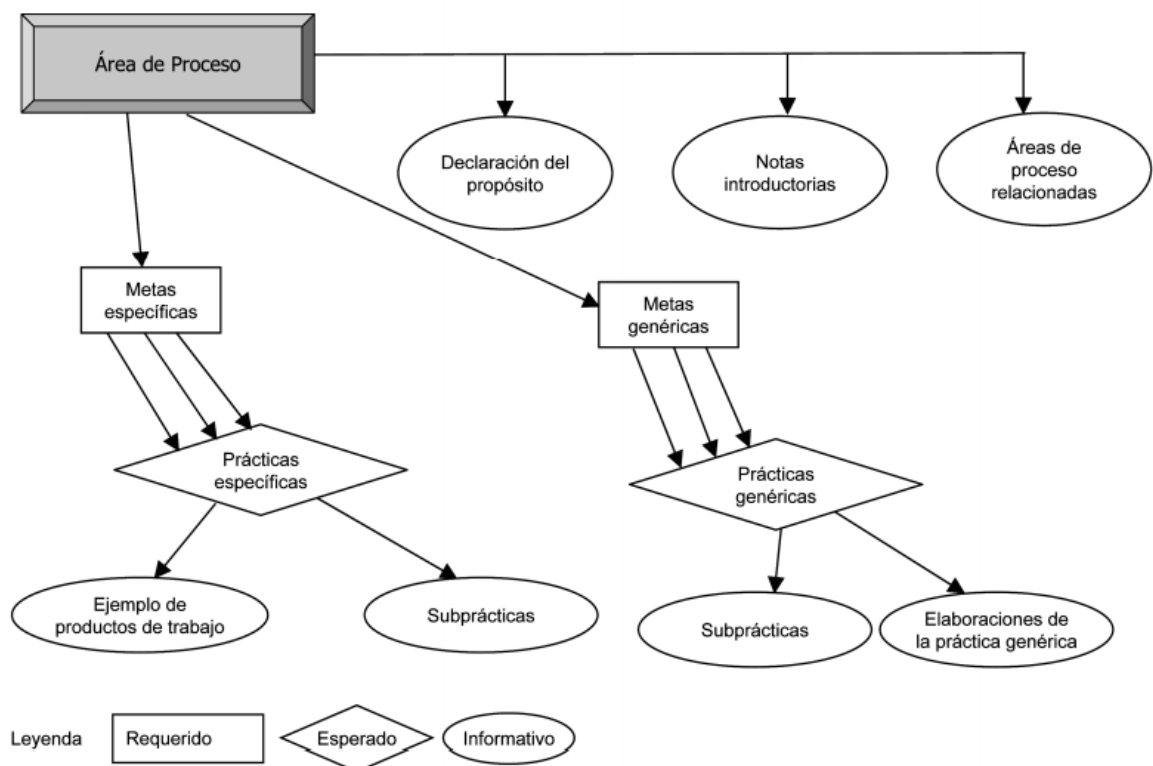
<sup>16</sup> SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE, CMMI for Development, Versión 1.3. Pittsburg: Carnegie Mellon, 2010. CMU/SEI-2010-TR-033

<sup>17</sup> Ibid., p. 34

áreas de proceso, 16 son áreas de proceso base, 1 es un área de proceso compartida y 5 son áreas de proceso específicas de desarrollo. Las buenas prácticas del modelo se centran en las actividades para desarrollar productos y servicios de calidad con el fin de cumplir las necesidades de clientes y usuarios finales.

En el modelo CMMI se encuentra las áreas de proceso que se definen como un grupo de prácticas relacionadas que, cuando se implementan conjuntamente, satisfacen un conjunto de metas que son fundamentales para mejorar los procesos. Por lo tanto, se utiliza un gráfico para su representación, así:

**Ilustración 2. Componentes del modelo CMMI**



Fuente: CMMI for Development, Versión 1.3<sup>18</sup>

Así, las 22 áreas de proceso que maneja el modelo son:

- Análisis Causal y Resolución (CAR).
- Gestión de Configuración (CM).
- Análisis de Decisiones y Resolución (DAR).
- Gestión Integrada del Proyecto (IPM).

<sup>18</sup> SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE, CMMI for Development, Versión 1.3. Pittsburg: Carnegie Mellon, 2010. CMU/SEI-2010-TR-033. p. 21

- Medición y Análisis (MA).
- Definición de Procesos de la Organización (OPD).
- Enfoque en Procesos de la Organización (OPF).
- Gestión del Rendimiento de la Organización (OPM).
- Rendimiento de Procesos de la Organización (OPP).
- Formación en la Organización (OT).
- Integración del Producto (PI).
- Monitorización y Control del Proyecto (PMC).
- Planificación del Proyecto (PP).
- Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto (PPQA).
- Gestión Cuantitativa del Proyecto (QPM).
- Desarrollo de Requisitos (RD).
- Gestión de Requisitos (REQM).
- Gestión de Riesgos (RSKM).
- Gestión de Acuerdos con Proveedores (SAM).
- Solución Técnica (TS).
- Validación (VAL).
- Verificación (VER).

De éste modo, CMMI también plantea las metas las cuales se agrupan de dos formas: metas específicas y metas genéricas. Las metas específicas describen las características únicas que se deben considerar para satisfacer un área de proceso en particular, y las metas genéricas se aplican para múltiples áreas de proceso.

Retomando las prácticas que maneja CMMI, se puede decir que estas se componen de subprácticas y productos trabajo que proporcionan el detalle para interpretar e implementar una práctica.

El modelo CMMI maneja la Gestión de riesgos dentro de un área de proceso de Gestión de Proyectos en el nivel de madurez 3. “El propósito de la Gestión de Riesgos (RSKM) con CMMI es identificar problemas potenciales antes de que ocurran, para que las actividades de tratamiento de riesgos puedan planificarse e invocarse según sea necesario a lo largo de la vida del producto o del proyecto para mitigar los impactos adversos sobre la consecución de objetivos”<sup>19</sup>.

Por lo tanto, la gestión de riesgos se puede dividir en las siguientes partes:

- Definir una estrategia de gestión de riesgos.
- Identificar y analizar los riesgos.
- Tratar los riesgos identificados, incluyendo la implementación de planes de mitigación de riesgos, según sea necesario.

---

<sup>19</sup> SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE, CMMI for Development, Versión 1.3. Pittsburg: Carnegie Mellon, 2010. CMU/SEI-2010-TR-033. p. 481.

El área de proceso Gestión de riesgos describe una evolución de las prácticas específicas para planificar, prevenir y mitigar los riesgos sistemáticamente a fin de minimizar proactivamente su impacto sobre el proyecto o sobre la organización. De este modo las prácticas y metas específicas del área de proceso Gestión de riesgos, se relacionan así:

- SG1. Preparar la Gestión de riesgos
  - SP 1.1 Determinar las fuentes y las categorías de riesgos.
  - SP 1.2 Definir los parámetros de riesgos.
  - SP 1.3 Establecer una estrategia de gestión de riesgos.
- SG2. Identificar y analizar los riesgos
  - SP 2.1 Identificar los riesgos
  - SP 2.2 Evaluar, clasificar y priorizar los riesgos.
- SG3. Mitigar los riesgos
  - SP 3.1 Desarrollar los planes de mitigación de riesgos.
  - SP 3.2 Implementar los planes de mitigación de riesgos.

**Software Engineering Method and Theory – Semat:** Semat es una comunidad de investigación iniciada por Ivar Jacobson, Bertrand Meyer y Richard Soley. Esta comunidad crea una iniciativa llamada essence o esencia, la cual es una forma de trabajo o marco de pensamiento que muestra que, a partir del análisis de todos los métodos desarrollo, y a partir de una combinación de métodos o emparejamiento de práctica de diferentes métodos, se pueden definir elementos comunes, es decir, se puede definir un núcleo con “las cosas con las que se trabaja” (ver ilustración 3) y “las cosas que siempre se hacen” (ver ilustración 4) en el desarrollo de software.

Semat tiene dos objetivos principales: encontrar un núcleo de elementos ampliamente aceptados y definir una base teórica sólida, con el propósito de redefinir la forma en que las personas trabajan con los métodos de desarrollo de software. Así, “se permite la definición de medidas que no dependan de las prácticas para evaluar la calidad del software y los métodos que se utilizan para producirlo, la composición y comparación de prácticas que se puedan definir y aplicar de manera independiente (así su origen sea diverso) que se ajusten a las necesidades ya sea de la organización, de un proyecto o equipo de trabajo”<sup>20</sup>. Es importante mencionar que en Semat un proyecto de desarrollo de software se denomina esfuerzo de desarrollo de software.

“Semat busca redefinir la ingeniería de software basándose en una teoría sólida, principios probados y las mejores prácticas de cada método aplicables a los

---

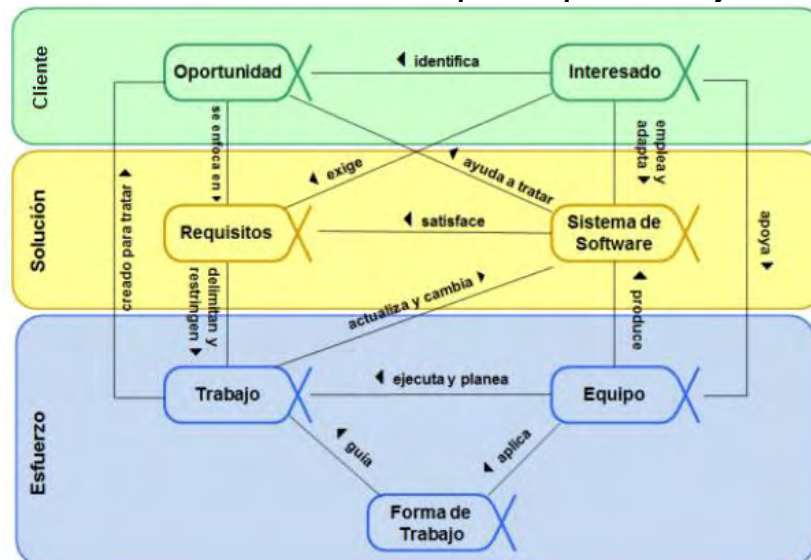
<sup>20</sup> JACOBSON, Ivar; et al. La Esencia de la Ingeniería de Software: El Núcleo de Semat. Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software. 2013, vol. 55, No. 12, p. 72. ISSN 2314-2642.



proyectos de software”<sup>21</sup> para lo cual se debe incluir un núcleo o Kernel de elementos ampliamente aceptados y permita extender su uso.

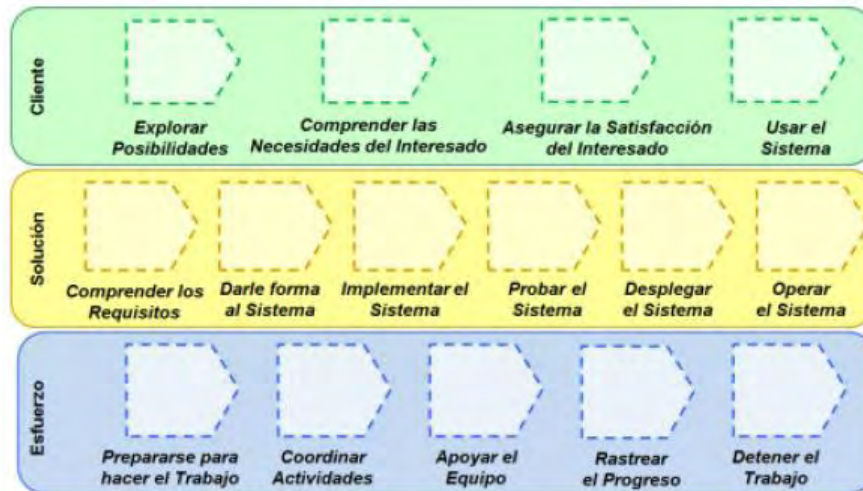
Para definir el Kernel es necesario identificar un terreno común que defina a la ingeniería de software, se debe determinar un conjunto de elementos esenciales que deben ser universales y un lenguaje sencillo para definir métodos y prácticas.

**Ilustración 3. Cosas con las que siempre se trabaja.**



Fuente: La Esencia de la Ingeniería de Software: El Núcleo de Semat. 2013<sup>22</sup>

**Ilustración 4. Cosas que siempre se hacen**



Fuente: La Esencia de la Ingeniería de Software: El Núcleo de Semat.2013<sup>23</sup>

<sup>21</sup> JACOBSON, Ivar; et al. La Esencia de la Ingeniería de Software: El Núcleo de Semat. Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software. 2013, vol. 55, No. 12, p. 71. ISSN 2314-2642.

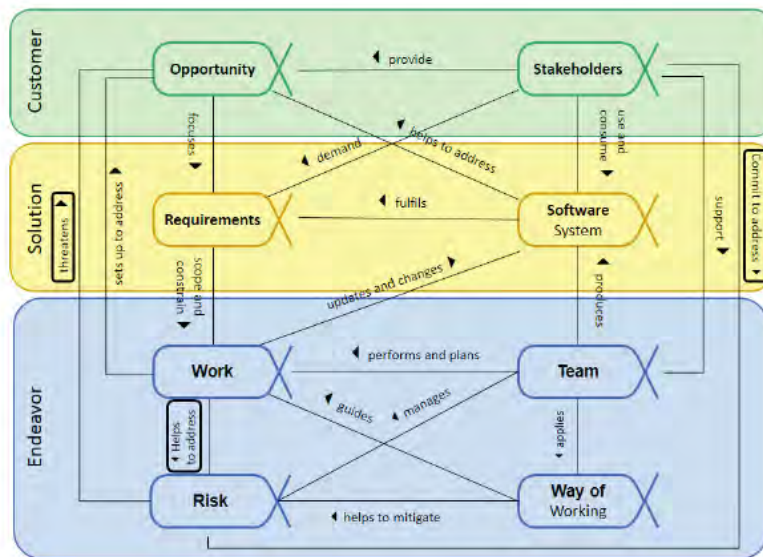
<sup>22</sup> *Ibid.*, p. 72

<sup>23</sup> *Ibid.*, p. 72

Pero, en el año 2017, surge un planteamiento en el que se afirma que “en el Núcleo de Semat se excluye el riesgo como alfa. Sin embargo, según Jacobson, el alfa de riesgo fue descuidado como alfa, ya que consideran que las listas de verificación en el kernel Essence ya abordan los riesgos que amenazan los esfuerzos de ingeniería del software, pero que excluir el riesgo alfa del kernel Essence pone en peligro la característica procesable del kernel”<sup>24</sup>. De este modo se propone incluir el alfa de riesgo en el núcleo de Semat, ya que así se permitirá a los equipos de ingeniería de software controlar y monitorizar los riesgos antes de que ocurran.

La introducción del riesgo alfa en el núcleo de Semat requiere definiciones de relación adicionales entre los elementos del núcleo de esencia (ver ilustración 5); por ejemplo, un nuevo espacio de actividad llamado “Entender el riesgo” (Ver ilustración 6) que proporciona soporte para realizar actividades para avanzar el riesgo alfa y los criterios de finalización para dicho espacio de actividad.

**Ilustración 5. Alfa Riesgo**

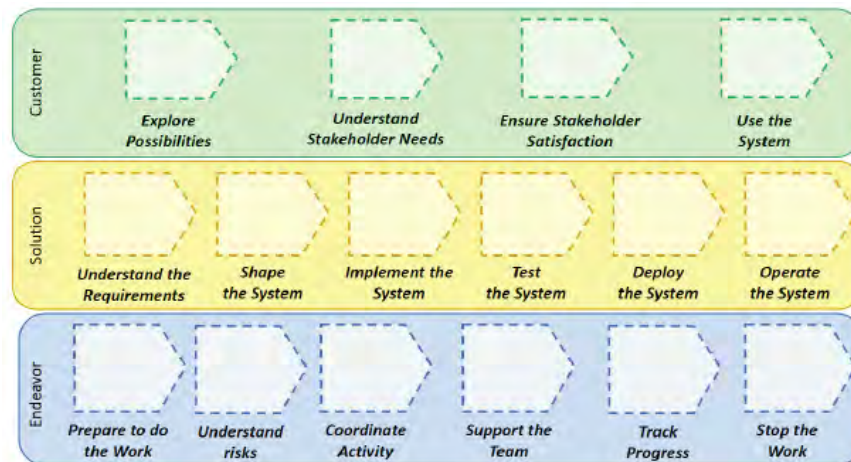


Fuente: Software engineering: methods, modeling, and teaching, vol. 4.<sup>25</sup>

<sup>24</sup> ZAPATA, Carlos Mario; et al. *Software engineering: methods, modeling, and teaching*, vol. 4. Bogotá: Universidad de San Buenaventura. p. 352.

<sup>25</sup> *Ibid.*, p. 360

### Ilustración 6. Espacio de Actividad: Entender el riesgo.



Fuente: Software engineering: methods, modeling, and teaching, vol. 4.<sup>26</sup>

*Alfas:* Los alfas según Semat se definen como las “cosas esenciales para trabajar” y describen la clase de cosas que un equipo debe gestionar, usar y producir en cualquier esfuerzo de desarrollo de software. “Un alfa representa un indicador importante para monitorear el progreso del proyecto. Cada alfa tiene un conjunto de estados, donde cada estado tiene una lista de chequeo que especifica los criterios necesarios para alcanzar un estado”<sup>27</sup>

Dentro del área de conocimiento *cliente* se encuentran las alfas de:

- *Oportunidad:* El Alfa Oportunidad se refiere al conjunto de circunstancias que hace que cambiar o desarrollar un sistema de software sea apropiado. “Representa el entendimiento de las necesidades que comparten los interesados del proyecto y ayuda a dar forma a los requerimientos del nuevo sistema de software, proporcionando una justificación para su desarrollo”<sup>28</sup>
- *Interesados:* proporcionan la Oportunidad, y son la fuente de los requerimientos. Ellos están involucrados a lo largo del proceso de Ingeniería de Software con el fin de apoyar al equipo y asegurar la aceptación del sistema de software. “Los interesados son fundamentales

<sup>26</sup> ZAPATA, Carlos Mario; et al. *Software engineering: methods, modeling, and teaching*, vol. 4. Bogotá: Universidad de San Buenaventura. p. 352.

<sup>27</sup> JACOBSON, Ivar; et al. La Esencia de la Ingeniería de Software: El Núcleo de Semat. Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software. 2013, vol. 55, No. 12, p. 72. ISSN 2314-2642.

<sup>28</sup> MURCIA, Juan Darío. Documento de análisis y especificación: Guía para la integración de métodos formales de ingeniería de requerimientos en procesos de desarrollo ágil. Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana. 2014. p. 29.

para el éxito del sistema y del trabajo realizado para producirlo. Sus comentarios y aportes en general, ayudan a dar forma a todo el sistema y al software resultante”.<sup>29</sup>

En el área de conocimiento *solución* se encuentran los siguientes alfas:

- *Requisitos*: son capturados como un conjunto de ítems. “Estos pueden ser comunicados y almacenados de varias formas y con distintos niveles de detalle. Así como es importante que los requisitos totales sean entendidos, es necesario que los ítems acá usados de manera individual también lo sean. Entre otras cosas esto ayudaría a determinar cuándo un sistema ya está terminado, e inclusive a determinar si un requisito está dentro del alcance”<sup>30</sup>
- *Sistema de software*: “se diferencia de otros sistemas ya que, a pesar de estar compuesto por una combinación de software, hardware y datos con el fin de cumplir a cabalidad con los requerimientos, este proporciona valor principalmente por medio de la ejecución de software. Dicho sistema puede ser parte de otro software, hardware, negocio o solución social más grande que la que este pretende abarcar”<sup>31</sup>.

En el área de conocimiento *esfuerzo* hay tres alfas que son:

- *Equipo*: El equipo corresponde a un grupo de personas que se encuentran activamente comprometidas al interior del proyecto, es decir, durante el desarrollo, mantenimiento, entrega o soporte del sistema de software. El proyecto puede estar constituido por uno o más equipos encargados de planear y ejecutar el trabajo necesario para crear, actualizar y/o cambiar el sistema de software. “Para tener un alto rendimiento, los equipos no solo deben trabajar bien en equipo, sino potenciar este trabajo cooperativo junto a metas bien definidas y entendidas. A pesar de que un equipo está compuesto por varias personas, cada una de las cuales, con habilidades distintas, la guía que proporcionan los Alfas sólo debe ser usada por una persona (líder), con el fin de evitar ambigüedades”<sup>32</sup>.
- *Trabajo*: “Cuando se habla de trabajo, no sólo se deben considerar las actividades que impliquen esfuerzo físico. Dentro de esta definición también

---

<sup>29</sup> MURCIA, Juan Darío. Documento de análisis y especificación: Guía para la integración de métodos formales de ingeniería de requerimientos en procesos de desarrollo ágil. Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana. 2014. p. 33.

<sup>30</sup> *Ibid.*, p. 37.

<sup>31</sup> *Ibid.*, p. 42.

<sup>32</sup> *Ibid.*, p. 46.

se debe incluir el esfuerzo mental, ya que el objetivo del trabajo siempre va a ser generar un resultado”<sup>33</sup>. Más aun, se podría definir el trabajo en este contexto como, cualquier cosa que se tenga que realizar por parte del equipo, para cumplir con los objetivos de producir un sistema de software, que cumpla con los requerimientos y que esté enfocada hacia la oportunidad presentada por los Stakeholders. La habilidad de los miembros para coordinar, organizar, estimar, completar y compartir su trabajo tiene un profundo efecto en el cumplimiento de los compromisos y entrega de valor a los Stakeholders. Los miembros del equipo deben entender cómo llevar a cabo su trabajo, y cómo reconocer cuándo el trabajo está bien hecho.

- *Forma de trabajo:* “se puede ver como el conjunto de prácticas y herramientas usadas por un equipo para guiar y soportar su trabajo. El equipo evoluciona su forma de trabajar a medida que entiende mejor su misión y su ambiente de trabajo. Esta forma de trabajo es adaptativa y va cambiando de acuerdo al contexto”<sup>34</sup>. El equipo debe entender que es un equipo, y que esto implica trabajo colaborativo, para lo que es necesario que entre los mismos miembros se hagan acuerdos de cooperación que los guíen durante el esfuerzo que implica cualquier proceso de Ingeniería de Software.

En la propuesta realizada en el 2017 se plantea el alfa riesgo que se describe así:

**Riesgo:** “Los equipos pueden rastrear y evaluar el progreso y el monitoreo de los riesgos del esfuerzo de ingeniería de software”<sup>35</sup>. Por lo tanto, la introducción del alfa riesgos en el núcleo de Semat debe ayudar a identificar qué dimensión de un esfuerzo de ingeniería de software está sufriendo el impacto de los riesgos, de manera que estos puedan ser monitoreados y controlados, llegando a unos niveles mínimos de aceptación. De esta manera se definen cinco estados del riesgo alfa (Ver ilustración 7) que son:

- incierto
- identificado
- entendido
- planeado
- bajo control

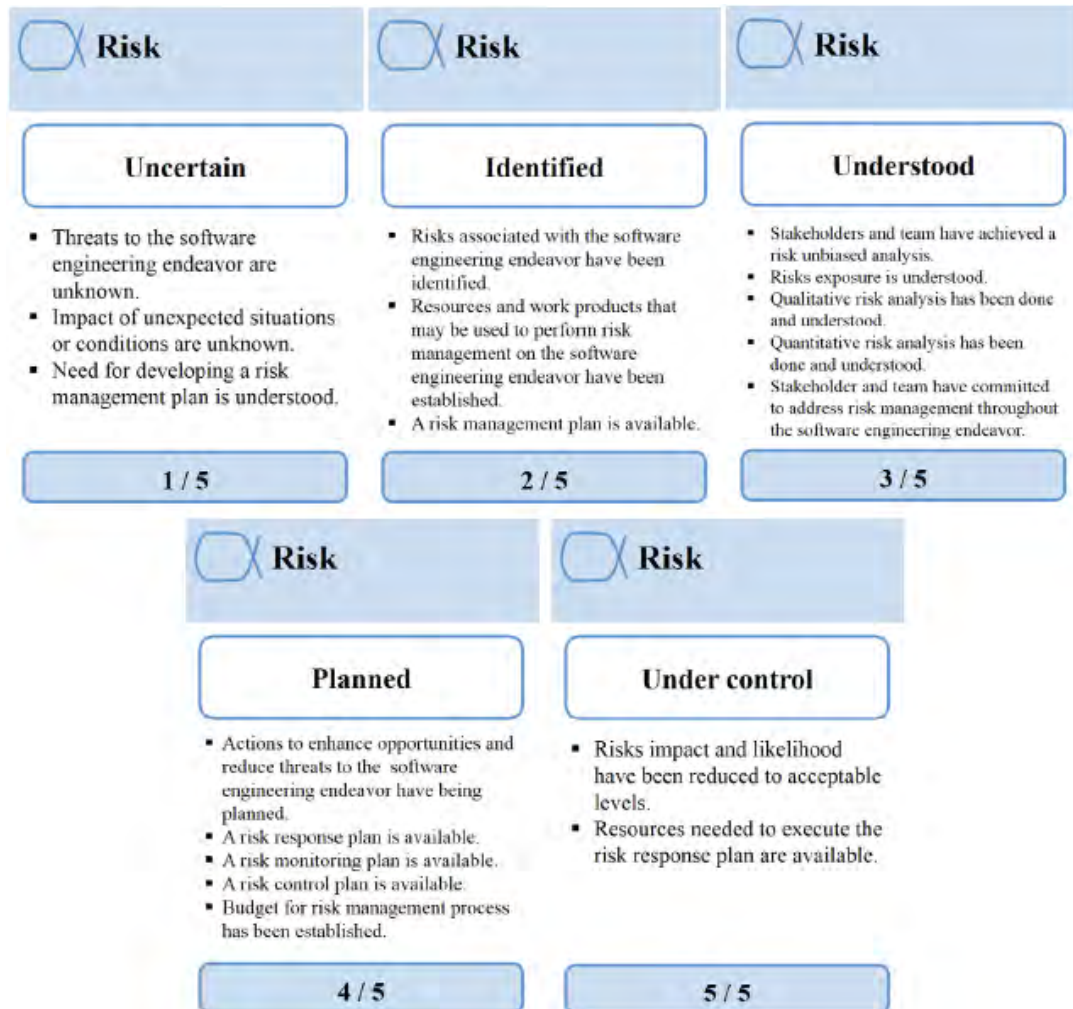
---

<sup>33</sup> MURCIA, Juan Darío. Documento de análisis y especificación: Guía para la integración de métodos formales de ingeniería de requerimientos en procesos de desarrollo ágil. Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana. 2014. p. 50.

<sup>34</sup> *Ibíd.*, p. 55.

<sup>35</sup> ZAPATA, Carlos Mario; et al. *Software engineering: methods, modeling, and teaching*, vol. 4. Bogotá: Universidad de San Buenaventura. p. 353.

**Ilustración 7. Propuesta de Estados del Alfa Riesgo.**



Fuente: Software engineering: methods, modeling, and teaching, vol. 4.<sup>36</sup>

*Espacios de actividad:* “Los *espacios de actividad* complementan los *alfas*, ya que proporcionan el conjunto de actividades esenciales que normalmente se hacen en ingeniería de software”<sup>37</sup>

Los espacios de actividad también se clasifican según el área del conocimiento, así:

<sup>36</sup> ZAPATA, Carlos Mario; et al. *Software engineering: methods, modeling, and teaching*, vol. 4. Bogotá: Universidad de San Buenaventura. p. 358.

<sup>37</sup> JIMENEZ, Leidy. Representación en el núcleo de Semat de prácticas de métodos de desarrollo basados en planes. Trabajo de investigación en Maestría. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. 2016. p. 12.



En el área de conocimiento *clientes*, se encuentran los siguientes espacios de actividad:

- *Explorar las posibilidades*: “explorar las posibilidades que presenta la creación de un nuevo o mejorado sistema de software. Esto incluye el análisis de la oportunidad por abordar y la identificación de los interesados”.
- *Comprender las necesidades de los interesados*: “colaborar con los interesados para conocer sus necesidades y garantizar los resultados. Esto incluye la identificación y el trabajo con los representantes de los interesados para avanzar en la oportunidad”.
- *Asegurar la satisfacción de los interesados*: “compartir los resultados de la labor de desarrollo con los interesados que pueden aportar su aceptación del sistema producido y verificar que la oportunidad se aborde con éxito”.
- *Utilizar el sistema*: “Observar el uso del sistema en un entorno real y beneficiar a los interesados”.

En el área de conocimiento *solución* se encuentran los siguientes espacios de actividad:

- *Comprender los requisitos*: “comprender lo que el sistema producido debe hacer”.
- *Darle forma al sistema*: “darle forma al sistema de modo que sea fácil de desarrollar, modificar y mantener. Esto incluye el diseño general”.
- *Implementar el Sistema*: “construir un sistema mediante la implementación, pruebas e integración de uno o más elementos del sistema. Esto incluye la corrección de errores y pruebas unitarias”.
- *Probar el sistema*: “verificar que el sistema producido cumple con los requisitos de los interesados”.
- *Desplegar el sistema*: “tomar el sistema probado y hacer que esté disponible para su uso fuera del equipo de desarrollo”.
- *Operar el sistema*: “Apoyar el uso del sistema de software en el entorno de producción”.

En el área de conocimiento *esfuerzo*, los espacios de actividad son:

- *Prepararse para hacer el trabajo:* establecer el equipo y su entorno de trabajo. Entender y comprometerse a completar el trabajo.
- *Coordinar actividades:* coordinar y dirigir el trabajo del equipo. Esto incluye la planificación del trabajo y reconfiguración del equipo.
- *Entender el riesgo:* “brinda soporte a todas las actividades realizadas por los equipos para comprender la exposición al riesgo de la ingeniería de software, comprender los riesgos para lograr un análisis de riesgos imparcial y comprometerse a abordar los riesgos a lo largo de todo el esfuerzo de ingeniería de software.”<sup>38</sup>
- *Apoyar el equipo:* ayudar a los miembros del equipo para ayudarse a sí mismos, colaborar y mejorar su forma de trabajar.
- *Seguimiento del progreso:* medir y evaluar los progresos realizados por el equipo.
- *Finalizar el trabajo:* finalizar el esfuerzo de ingeniería de software.

*Competencias:* “Las competencias representan las habilidades clave que se requieren para el desarrollo de software”<sup>39</sup>. Son necesarias para llevar a cabo una actividad dentro de un proceso de desarrollo de software. Las competencias se agrupan en los contextos esenciales de la ingeniería de software o áreas de interés, así:

**Ilustración 8. Competencias para el desarrollo de actividades.**



**Fuente: La Esencia de la Ingeniería de Software: El Núcleo de Semat.2013** <sup>40</sup>

<sup>38</sup> ZAPATA, Carlos Mario; et al. *Software engineering: methods, modeling, and teaching*, vol. 4. Bogotá: Universidad de San Buenaventura. p. 352.

<sup>39</sup> OBJECT MANAGEMENT GROUP (OMG). *Essence – Kernel and Language for Software Engineering Methods*. V 1.1. 2013. SMSC/15-12-02. p. 15.

<sup>40</sup> *Ibíd.*, p. 15.



En el área de conocimiento *cliente*, se tiene la siguiente competencia:

- *Representación del interesado*: esta competencia encapsula la capacidad de recopilar, comunicar y balancear las necesidades de otras partes interesadas y con precisión representar sus puntos de vista.

En el área de conocimiento *solución*, se encuentran las siguientes competencias:

- *Análisis*: esta competencia encapsula la capacidad de entender las oportunidades, las necesidades de sus interesados y transformarlas en un conjunto de requisitos consistente.
- *Desarrollo*: esta competencia encapsula la capacidad de diseñar y programar sistemas de software de forma eficaz, siguiendo las reglas y normas que acuerda el equipo.
- *Pruebas*: esta competencia encapsula la posibilidad de probar un sistema, verificando que es usable y que cumple los requisitos.

En el área de conocimiento *esfuerzo*, las competencias son:

- *Liderazgo*: esta competencia permite a una persona inspirar y motivar a un grupo de personas para lograr éxito en su trabajo y cumplir sus objetivos.
- *Gestión*: esta competencia encapsula la capacidad de coordinar, planificar y realizar un seguimiento del trabajo que realiza un equipo.


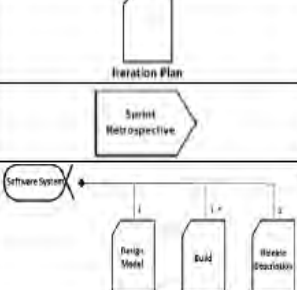

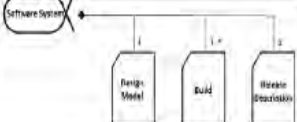

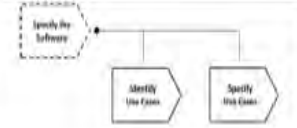

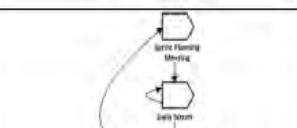

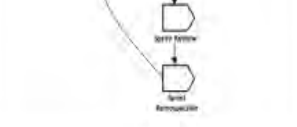
*Kernel o núcleo de Semat*: El núcleo de Semat está conformado por varios elementos que son necesarios para entender y representar una práctica dentro de la esencia así:

- *Producto de trabajo*: es un artefacto de valor y relevancia para un esfuerzo de la ingeniería de software. Es una concreta representación de un alfa como resultado de un esfuerzo y, en algunos casos, es necesario como entrada para un esfuerzo posterior. Puede ser de diferentes tipos como modelos, documentos, código, especificaciones, pruebas y ejecutables, entre otros.
- *Actividad*: define una o más clases de productos de trabajo y una o más clases de tareas, y brinda una guía sobre cómo se usan estos elementos cuando se utiliza una práctica.

- *Manifiesto de producto de trabajo*: Al realizar una representación gráfica se visualiza como una línea continua horizontal para conectar un alfa con un producto de trabajo con un diamante relleno en la punta hacia el lado del alfa. La línea puede tener uno o más segmentos, pero los productos de trabajo se deben ubicar al mismo nivel.
- *Asociación de actividad ("Parte de")*: En la representación gráfica se visualiza como una línea continua horizontal para conectar un espacio de actividad con una actividad con un diamante relleno en la punta hacia el lado del espacio de actividad. La línea puede tener uno o más segmentos, pero las actividades se deben ubicar al mismo nivel.
- *Asociación de actividad ("No parte de")*: En la representación gráfica se visualiza como una línea sólida (puede ser curva) con una punta triangular que conecta dos actividades y/o espacios de actividades. La línea puede tener uno o más segmentos conectados.

Por lo tanto la sintaxis grafica principal que se usa para la representación de las prácticas es:

**Ilustración 9. Sintaxis gráfica de elementos del núcleo.**

Elemento	Símbolo	Ejemplo
Producto de trabajo		
Actividad		
Manifiesto de producto de trabajo		
Asociación de actividad ("Parte de")		
Asociación de actividad ("No Parte de")		

Fuente: Essence – Kernel and Language for Software Engineering Methods. V 1.1. 2013

## **METODOLOGÍA**

Mediante este trabajo de investigación se pretendió realizar una propuesta de buenas prácticas para abordar la gestión de riesgos durante el proceso de desarrollo de software. En tal sentido, se describen los siguientes pasos metodológicos:

La primera etapa consistió en establecer una clasificación e identificación de las prácticas de gestión de riesgos existentes en relación al desarrollo del software con las que se va a trabajar; que para el caso se estudiaron y analizaron los métodos de PMBOK y CMMI, aquí se llevó a cabo una búsqueda documental sistemática que permita describir la importancia de la utilización de prácticas de gestión de riesgos en proyectos de desarrollo software.

En una segunda etapa y en base a la investigación documental, se mencionan las características de las prácticas de gestión de riesgos que establece cada metodología de estudio, identificando procesos, planificación, actividades, áreas de estudio y tareas asociadas a la Gestión de riesgos para Proyectos software.

En una etapa posterior, y a partir de las características analizadas, se establecieron similitudes y diferencias entre las prácticas de gestión de riesgos que manejan PMBOK y CMMI.

Finalmente y utilizando un marco de referencia que establece Semat y el análisis anteriormente establecido, se identifican y proponen prácticas genéricas para abordar la gestión de riesgos, contemplando los aspectos generales y detallados, cubriendo todas las etapas del ciclo de vida de los proyectos de software; de manera que las prácticas se representaron en el núcleo de Semat utilizando el modelo para la Definición Unificada de la Práctica como Constructo Teórico en Ingeniería de Software para la caracterización de las prácticas, para que puedan ser aplicables en cualquier proyecto de desarrollo software

## **ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN**

El enfoque de la investigación es el cualitativo, partiendo del estudio de métodos de recolección de datos de tipo descriptivo como una búsqueda bibliográfica amplia, teniendo en cuenta la delimitación y caracterización del problema de estudio y su contexto, los cuales hemos expuesto y descrito de forma detallada.

## **TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El proyecto de grado se basó en el tipo de investigación descriptivo, buscando profundizar en la investigación para obtener la mayor cantidad de datos posibles relacionados con la investigación y el objetivo de esta. En el caso de la presente investigación los datos que se obtuvieron pueden ser utilizados en futuras investigaciones.

## 1. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

### ANÁLISIS COMPARATIVO

La investigación se basó en el análisis comparativo de las prácticas manejadas por los principales métodos y metodologías que asuman la Gestión de riesgos y como resultado de este análisis, se obtienen las prácticas similares y que sean manejadas en todos los métodos de estudio para poder adaptarlas a la estructura de Semat.

El proceso comparativo se llevó a cabo teniendo en cuenta algunos pasos que se han establecido para poder determinar de manera correcta el análisis del proceso de Gestión de riesgos; los cuales se muestran a continuación:



**Selección de modelos o metodologías de estudio:** Después de realizar una revisión bibliográfica para identificar metodologías, estándares o modelos que manejen Gestión de riesgos en el proceso de desarrollo de software, se seleccionaron ciertos modelos para el estudio; para ello se tuvo en cuenta que estos debían ser ampliamente conocidos y utilizados por diferentes organizaciones de desarrollo de software; además fue necesario que el modelo sea propuesto por un organismo reconocido, de tal manera que la información del modelo se encuentre disponible y pueda ser accedida sin ningún inconveniente.

Dado que la investigación se enfocó en la necesidad de las organizaciones que desarrollan proyectos de software, de mejorar los procesos durante el desarrollo software; se tiene que estándares como CMMI-DEV V1.3 y PMBOK (5ta Edición) cumplieron con los criterios anteriormente establecidos para su selección, pues son modelos altamente reconocidos a nivel internacional y son utilizados a gran escala por las principales organizaciones de desarrollo software.

Ahora, se plantea un análisis de selección más profundo, basado en estos modelos como candidatos de estudio para la gestión de riesgos, así:

**Tabla 2. Categoría y Características de los modelos o estándares que gestionan el Riesgo**

<b>Modelo o Estándar</b>	<b>Organización que lo estudia</b>	<b>Categoría</b>	<b>Característica que estudia la gestión de riesgos</b>	<b>Teoría amplia para estudiar la gestión de riesgos a manera de prácticas</b>
PMBOK (Project Management Body of Knowledge)	PMI (Project Management Institute) - Estados Unidos	Gestión de un proyecto	Gestión de los Riesgos del Proyecto	<b>SI</b>
CMMI (Capability Maturity Model Integration)	SEI (Software Engineering Institute) - Estados Unidos	Gestión de Proyecto	RSKM- Gestión de Riesgos	<b>SI</b>

Fuente: Creación propia

Según Raúl Assaff- Docente de la facultad de ingeniería-UP "El PMBOK es de aplicación en el ámbito público y privado, organizaciones o agencias del Gobierno y en empresas en general.

Ámbitos como: Gobiernos y Áreas departamentales especialmente defensa, empresas de servicios financieros, industria, química, construcción, agricultura, petróleo, tecnología. Otro ámbito son las Universidades, donde adicionalmente se han implementado programas de educación del PMBOK con singular éxito en diversos países. Algunas organizaciones que adoptaron el modelo PMBOK para la gestión de Proyectos son:

- Bank of America
- BAE Systems
- Capital One
- IBM Corporation
- SAP
- British Petroleum
- OMPI
- U.S Department of Defence
- GlaxoSmithKline
- Avaya
- WSI INTERNET CONSULTING & EDUCATION
- U.S Department of Energy
- Sprint

- Vesta".<sup>41</sup>

De acuerdo al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia en el año 2014 se afirma que: "El Ministerio de las TIC ha invertido 13 mil millones de pesos para que más empresas colombianas implementen el modelo y obtengan la certificación CMMI (Capability Maturity Model o Integration). Se trata de un método que prueba la gestión y el rendimiento al interior de las empresas por lo cual cada día en el mundo crece el número de empresas de la industria TI que se certifican con él.

Además, de acuerdo con la Dirección de Políticas y Desarrollo TI del Ministerio TIC, las organizaciones que implementan el CMMI tienen costos predecibles y cumplen sus actividades dentro de los cronogramas indicados, lo que sin duda redundará en resultados de calidad en sus negocios, contribuyendo al mejoramiento de la competitividad de la empresa, un factor que lo hace diferenciador entre sus competidores. 63 empresas del sector TI en Colombia, se valorarán en CMMI con la ayuda del Ministerio de las TIC, con lo cual nuestro país, junto con México tienen el mayor número de empresas que implementan este modelo.

Entre las empresas colombianas que implementan CMMI están Data Center, Empresa Colombiana de Informática Colombiana, ECOINFO, Colvista, Perceptio S.A.S., Geminus Software de Colombia Ingeneo S.A.S., entre otras.

A nivel mundial los países líderes en el modelo y la certificación son China, USA, India, España, República de Corea y Japón. El primer puesto lo ocupa China con 2.703 organizaciones certificadas, mientras que Japón ocupa el quinto lugar con 207. En Latinoamérica México, Colombia, Brasil, Argentina, Chile y Perú son las más significativas."<sup>42</sup>

Por lo tanto; el análisis se realizó a partir de PMBOK y CMMI-DEV.

**Selección de criterios de comparación:** Teniendo en cuenta que el análisis y comparación entre los modelos escogidos, culminará con la adaptación de las prácticas resultantes a la estructura de Semat; es importante que la selección de los criterios de comparación dependa de los elementos más relevantes en el núcleo de Semat, los cuáles se fundamentan así:

*Práctica:* Una práctica es un enfoque repetible para hacer algo con un objetivo específico en mente.<sup>43</sup>

---

<sup>41</sup> ASSAF, Raul. PMBOK – El cuerpo de conocimientos de la Gestión de proyectos: Artículo del extracto del libro Frameworks for IT Management – ISBN 9077212906. C&T Universidad de Palermo. p. 73-75.

<sup>42</sup> MINTIC. MinTIC promueve modelo y certificación CMMI para empresas de la Industria TI del país [en línea] <<http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-6024.html>>. 2014

<sup>43</sup> OMG Essence specification – OMG, "Essence – Kernel and Language for Software Engineering Methods", OMG Document. 2015

*Alfa:* Definido como “Cosas con las que siempre trabajamos” <sup>44</sup>(Oportunidad, Requisitos, Interesados, Sistema de Software, Equipo, Trabajo, Forma de Trabajo).

*Actividad:* Es una tarea bien definida que se realiza, por lo general, para obtener un producto de trabajo.

*Producto de trabajo:* Es el resultado de una o varias actividades.

De esta manera, siendo congruentes con el núcleo de Semat, se escogieron los criterios de comparación, de modo que abarquen las características principales del núcleo, anteriormente mencionadas. Por lo tanto, utilizaremos los siguientes criterios de comparación:

- Nombre de la práctica
- Objetivo de la práctica
- Productos de trabajo

**Selección del modelo de referencia:** Dentro de la investigación por cada uno de los criterios se escogió un modelo de referencia que se adapte mejor al análisis del criterio de comparación; teniendo en cuenta que el modelo de referencia seleccionado debía facilitar realizar una comparación detallada por cada criterio, permitiendo obtener conclusiones pertinentes a la investigación.

### **Análisis comparativo por criterios**

**Criterio de comparación - Nombre de la práctica:** Para el caso del primer criterio “Nombre de la práctica” se tomó como modelo de referencia CMMI-DEV, en el cual se realizó una comparación entre las Metas Específicas de las áreas de proceso de CMMI-DEV y los procesos de PMBOK, así:

---

<sup>44</sup> I. Jacobson, P. Ng, P. E. McMahon, and C. Zapata (Traductor), “La Esencia de la Ingeniería de Software: El Núcleo de Semat,” Rev. Latinoam. Ing. Softw., vol. 1, no. 3, pp. 71–78, 2013.



**Tabla 3. Criterio de comparación: nombre de la práctica**

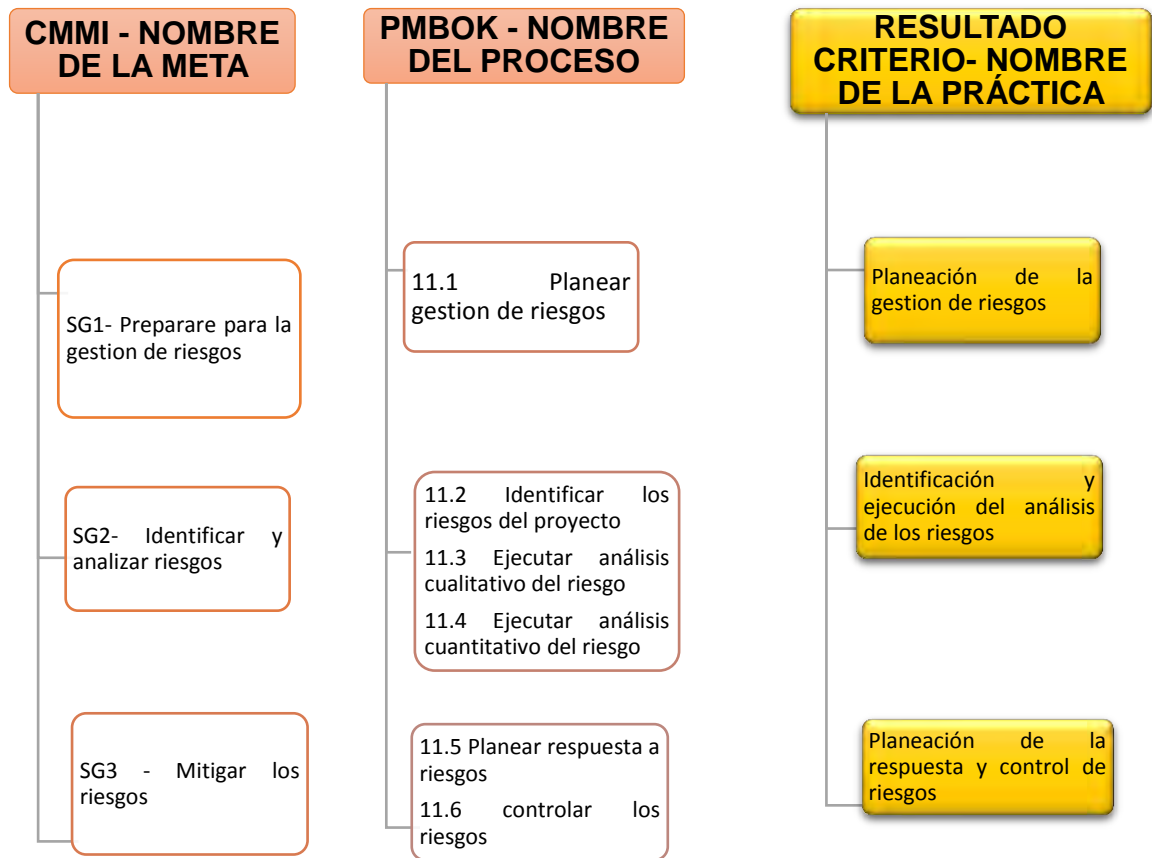
Área de proceso CMMI	Metas específicas de las áreas de proceso CMMI	Procesos de PMBOK	Análisis
Gestión de riesgos (RSKM)	<p><b>SG1 – Prepararse para la gestión de riesgos</b></p> <p>SP1.1 Determinar las fuentes y las categorías de riesgos.                      SP 1.2 Definir los parámetros de riesgos.                      SP 1.3 Establecer una estrategia de gestión de riesgos.</p>	<p>11.1 Planear de gestión de riesgos</p>	<p>Se identifica que al analizar los nombres de la meta específica de CMMI con el nombre del proceso en PMBOK, existe una gran similitud entre ellos, destacando que el nombre del proceso de PMBOK es un poco más específico para la práctica.</p>
	<p><b>SG2 –Identificar y analizar riesgos</b></p> <p>SP2.1 Identificar los riesgos.                      SP2.2 Evaluar, clasificar y priorizar los riesgos.</p>	<p>11.2 Identificar los riesgos del proyecto</p> <p>11.3 Ejecutar análisis cualitativo de riesgo</p> <p>11.4 Ejecutar análisis cuantitativo de riesgo</p>	<p>Se identifica que PMBOK extiende la identificación y el análisis de los riesgos en tres procesos, mientras que CMMI integra la identificación y análisis de riesgos en una sola meta específica; sin embargo, las prácticas que maneja la meta en CMMI abarcan los procesos planteados en PMBOK; por lo tanto, existe similitud en cuanto al nombre.</p>
	<p><b>SG3 –Mitigar los riesgos</b></p> <p>SP3.1 Desarrollar los planes de mitigación de riesgos.                      SP3.2 Implementar los planes de mitigación de riesgos.</p>	<p>11.5 Planear respuesta a riesgos</p> <p>11.6 controlar los riesgos</p>	<p>Se identifica que existe una equivalencia entre sus nombres, a pesar de que PMBOK divide en dos procesos la práctica que CMMI plantea en una sola meta específica.</p>

Fuente: creación propia

Después de realizar el análisis por nombre, se representó el resultado de manera gráfica; teniendo en cuenta que, además, se dio a conocer el nombre de la práctica más representativo según el criterio y a la vez será el nombre que según

este estudio unifica la denominación de los dos modelos, que para el caso se podrá visualizar de color amarillo, así:

**Ilustración 10. Criterio de comparación: Nombre de la práctica**



Fuente: creación propia

**Criterio de comparación - Objetivo de la práctica:** Para analizar el criterio "Objetivo de la práctica", se tomó como modelo de referencia a PMBOK, dado que a partir de éste se puede comparar con mayor facilidad cada objetivo de sus procesos con los objetivos de las prácticas específicas de CMMI-DEV. Es necesario aclarar que los objetivos que a continuación se plantean, no están específicamente definidos en los modelos que se analizan, por lo tanto, los objetivos se obtuvieron a partir de un estudio analítico de cada proceso o práctica según la referencia de estudio.

**Tabla 4. Criterio de comparación: Objetivo de la práctica**

<b>Área de proceso PMBOK</b>	<b>Procesos de PMBOK</b>	<b>Prácticas específicas de las áreas de proceso CMMI</b>	<b>Análisis</b>
<b>Gestión de riesgos</b>	<p><b>1. Planificar la gestión de riesgos</b></p> <p><b>OB1.</b> Definir cómo realizar las actividades de gestión de riesgos de un proyecto.</p> <p><b>OB2.</b> Asegurar que el nivel, el tipo y la visibilidad de la gestión de riesgos sean acordes tanto con los riesgos como con la importancia del proyecto para la organización.</p> <p><b>OB3.</b> Asegurar que el proceso de gestión de riesgos sea respaldado y llevado a cabo de manera eficaz a lo largo del ciclo de vida del proyecto.</p>	<p><b>SG1. PREPARAR LA GESTIÓN DE RIESGOS</b></p> <p><b>SP1.1 <i>Determinar las fuentes y categorías de riesgos</i></b></p> <p><b>OB1.</b> Identificar las fuentes de riesgo y proporcionar una base para examinar de forma sistemática las circunstancias que afectan a la capacidad del proyecto para cumplir sus objetivos.</p> <p><b>OB2.</b> Proporcionar un mecanismo para recopilar y organizar los riesgos.</p> <p><b>SP1.2 <i>Definir los parámetros de riesgos</i></b></p> <p><b>OB1.</b> Definir los parámetros usados para analizar y clasificar los riesgos y para controlar el esfuerzo de la gestión de riesgos.</p> <p><b>SP1.3 <i>Establecer una</i></b></p>	<p>Se identifica que los objetivos de los modelos buscan un mismo fin, que es asegurar la primera etapa en cuanto a la planificación de la gestión de riesgos del proyecto.</p> <p>Sin embargo los objetivos de CMMI se expresan de forma más detallada, dado que este modelo maneja varias prácticas que abordan la planificación de riesgos de las cuales se puede obtener varios objetivos; mientras que PMBOK maneja un solo proceso para la planificación de riesgos.</p> <p>De esta forma, los modelos se complementan en cuanto al cumplimiento de los objetivos para asegurar una buena planificación de riesgos; ya que al ser ésta la primera etapa, es de vital importancia y por lo tanto debe hacerse de manera clara y completa, para asegurar</p>

		<p><b>estrategia de gestión de riesgos</b></p> <p><b>OB1.</b> Establecer y mantener la estrategia que se usara para la gestión de riesgos.</p> <p><b>OB2.</b> Permitir formular aproximaciones de tratamiento de riesgo y ajustar la definición del proyecto y la asignación de recursos basados en los riesgos críticos.</p>	<p>un desarrollo eficaz del ciclo de vida del proyecto.</p>
	<p><b>2. Identificar los riesgos</b></p> <p><b>OB1.</b> Determinar los riesgos que pueden afectar al proyecto.</p> <p><b>OB2.</b> Documentar las características de los de los riesgos existentes.</p>	<p><b>SG2. Identificar y analizar los riesgos</b></p> <p><b>SP2.1. Identificar los riesgos</b></p> <p><b>OB1.</b> Identificar y documentar los riesgos.</p>	<p>Se observa claramente que los objetivos de los modelos respecto a identificar los riesgos tienen una gran similitud, ya que en los dos modelos el fin de los objetivos es identificar y documentar los riesgos.</p> <p>Esta etapa es prioritaria en el proceso de Gestión de riesgos, ya que según lo planteado en el modelo CMMI "los riesgos deberían identificarse y describirse de forma comprensible antes de que puedan analizarse y gestionarse apropiadamente"<sup>45</sup></p>
	<p><b>3. Realizar el análisis cualitativo de los riesgos</b></p> <p><b>OB1.</b> Priorizar riesgos para análisis o acción posterior, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos.</p>	<p><b>SP2.1. Evaluar, categorizar y priorizar los riesgos</b></p> <p><b>OB1.</b> Evaluar y clasificar cada riesgo identificado, usando las categorías y los parámetros Definidos para el riesgo, y determinar su prioridad relativa.</p>	<p>Se identifica que los objetivos para el análisis de riesgos, están enfocados hacia la obtención de un mismo fin que es el análisis y evaluación de los riesgos, pero se nota una diferencia entre los dos modelos, debido a que PMBOK tiene dos procesos para el</p>

<sup>45</sup> Team, CMMI Product. CMMI for Development, Version 1.3 CMMI-DEV V1.3. Software Engineering Institute. Carnegie Mellon. 2010. 482p

	<p><b>OB2.</b> Reducir el nivel de incertidumbre y permite concentrarse en los riesgos de alta prioridad</p> <p><b>OB3.</b> Establecer prioridades para planificar la respuesta a los riesgos y sentar las bases para realizar el análisis.</p>		<p>análisis de los riesgos, en los cuales se identifican varios objetivos que ayudan a cumplir esta etapa. Por otra parte CMMI asume esta etapa de una manera más general porque posee una sola práctica que se encarga del análisis y evaluación de los riesgos. Además, el análisis y evaluación de riesgos difiere en los dos modelos, en cuanto a que PMBOK lo hace de una manera cualitativa y cuantitativa, mientras que CMMI hace solo la parte cualitativa. A pesar de ello estos dos modelos se complementan para dar cumplimiento a esta etapa.</p>
	<p><b>4. Realizar el análisis cuantitativo de riesgos</b></p> <p><b>OB1.</b> Analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto.</p> <p><b>OB2.</b> Generar información cuantitativa sobre los riesgos para apoyar la toma de decisiones a fin de reducir la incertidumbre del proyecto.</p>		
	<p><b>5. PLANIFICAR LA RESPUESTA A LOS RIESGOS</b></p> <p><b>OB1.</b> Desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.</p> <p><b>OB2.</b> Abordar los riesgos en función de su prioridad, introduciendo recursos y actividades en el presupuesto, el cronograma y el plan para la dirección del proyecto, según las necesidades.</p>	<p><b>SG3. Mitigar los riesgos</b></p> <p><b>SP3.1. Desarrollar los planes de mitigación de riesgo</b></p> <p><b>OB1.</b> Desarrollar un plan de mitigación de riesgos en concordancia con la estrategia de gestión de riesgos.</p>	<p>Los objetivos de las metodologías para la respuesta y mitigación de riesgos concuerdan en dar cumplimiento a la etapa de respuesta y control de los riesgos. También, es importante destacar que los dos modelos cubren la respuesta a los riesgos con planes de mitigación y planes de contingencia que buscan reducir a un nivel muy bajo el impacto de los riesgos.</p>
	<p><b>6. CONTROLAR LOS RIESGOS.</b></p>	<p><b>SP3.2. Implementar los planes de mitigación de riesgo.</b></p>	<p>Se identifica que los objetivos de control y mitigación de riesgos</p>

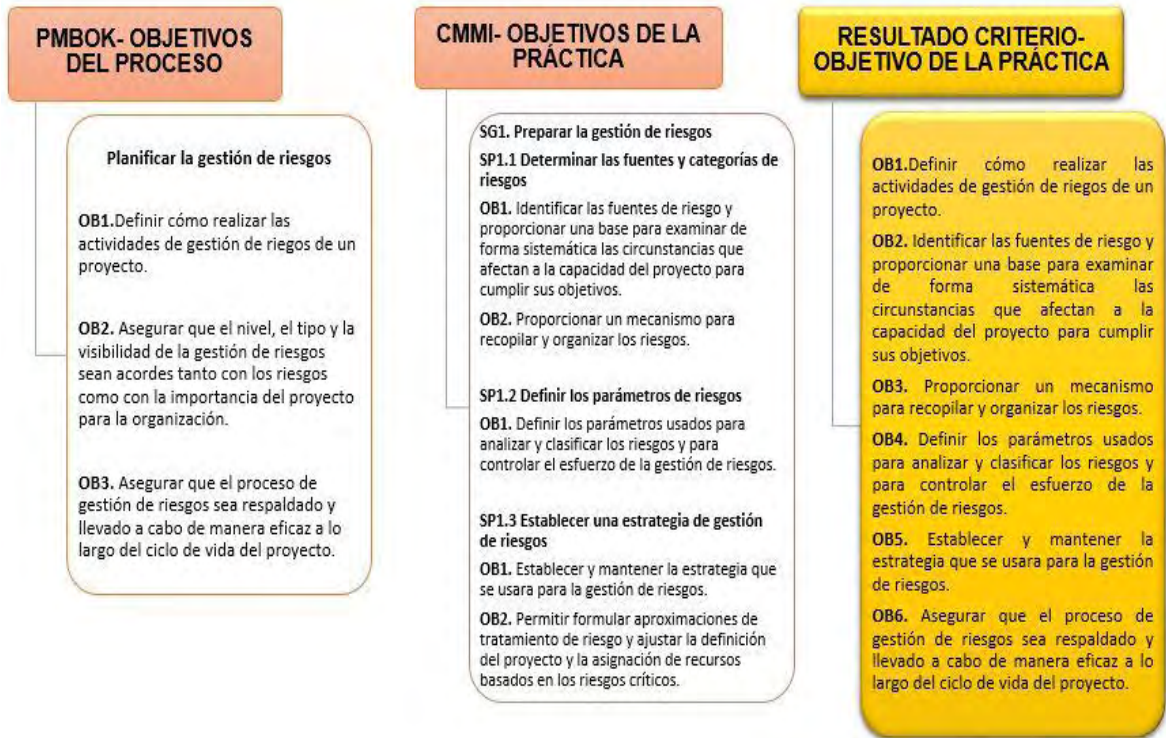
	<p><b>OB1.</b> Implementar los planes de respuesta a los riesgos.</p> <p><b>OB2.</b> Dar seguimiento a los riesgos identificados.</p> <p><b>OB3.</b> Monitorear los riesgos residuales.</p> <p><b>OB4.</b> Identificar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a través del proyecto.</p>	<p><b>OB1.</b> Monitorizar el estado de cada riesgo periódicamente e implementar el plan de mitigación de riesgos según sea apropiado.</p> <p><b>OB2.</b> Descubrir nuevos riesgos o nuevas opciones de tratamiento del riesgo que pueden requerir replanificación y reevaluación.</p>	<p>tienen bastante congruencia, pues plantean implementar planes de respuesta y monitorear los riesgos, lo que permite identificar nuevos riesgos que no se identificaron a simple vista en las etapas anteriores. Por lo tanto esta etapa es relevante para que el proceso de gestión de riesgos se retroalimente y que los riesgos no afecten el desarrollo eficaz del proyecto.</p>
--	---	--	--

Fuente: creación propia

Al finalizar el análisis del criterio “objetivo de la práctica”, se planteó una representación gráfica del resultado, aclarando que en algunos casos fue necesario unificar y eliminar algunos objetivos sin afectar el fin de la práctica.

El gráfico describe los objetivos de los procesos de PMBOK como de las prácticas de CMMI y al final se muestran los objetivos que describan mejor la práctica, resultantes del análisis previo, así:

### Ilustración 11. Criterio de comparación: Objetivo de la práctica – 1 /4



Fuente: creación propia

### Ilustración 12. Criterio de comparación: Objetivo de la práctica – 2/4



Fuente: creación propia

### Ilustración 13. Criterio de comparación: Objetivo de la práctica – 3/4



Fuente: creación propia



## Ilustración 14. Criterio de comparación: Objetivo de la práctica – 4/4



Fuente: creación propia

**Criterio de comparación - Productos de trabajo de la práctica:** Para analizar el criterio "Productos de Trabajo", se tomó como referencia al modelo PMBOK, ya que permite evaluar los productos de trabajo relacionando procesos con las prácticas de CMMI. Se destaca que los productos de trabajo en el modelo PMBOK son llamados: salidas y en CMMI están definidos como productos de trabajo; por lo tanto, para realizar el análisis se utiliza el término "Productos de trabajo" el cual abarca las dos definiciones de los modelos:

**Tabla 5. Criterio de comparación: Productos de trabajo**

Área de proceso PMBOK	Procesos de PMBOK	Prácticas Específicas de las áreas de proceso CMMI	Análisis
<p><b>Gestión de riesgos</b></p>	<p>1. <b>Planificar la gestión de riesgos</b></p> <p><b>Salidas:</b></p> <p>1. Plan de gestión de riesgos Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodología.</li> <li>• Roles y responsabilidades .</li> <li>• Presupuesto.</li> <li>• Calendario.</li> <li>• Categorías de riesgo.</li> <li>• Definiciones de la probabilidad e impacto de los riesgos.</li> <li>• Matriz de probabilidad de impacto.</li> <li>• Revisión de tolerancia de los interesados.</li> <li>• Formatos de los informes.</li> <li>• Seguimiento.</li> </ul>	<p><b>SG1. Preparar la gestión de riesgos</b></p> <p><b>SP1.1 Determinar las fuentes y categorías de riesgos</b></p> <p><b>Productos de trabajo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lista de fuentes de riesgos (externas e internas)</li> <li>2. Lista de categorías de riesgos</li> </ol> <p><b>SP1.2 Definir los parámetros de riesgos</b></p> <p><b>Productos de trabajo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Criterios de evaluación, clasificación y priorización de riesgos.</li> <li>2. Requisitos de la gestión de riesgos (niveles de control y de aprobación, intervalos de reevaluación)</li> </ol> <p><b>SP1.3 Establecer una estrategia de gestión de riesgos</b></p> <p><b>Productos de trabajo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estrategia de gestión de riesgos del proyecto</li> </ol>	<p>Al realizar el análisis de los modelos se identifica que los productos de trabajo en esta parte son similares y se complementan, pues los productos de trabajo que maneja CMMI están inmersos en la salida de PMBOK.</p> <p>La similitud se encuentra en la propuesta de las actividades para la obtención del producto de trabajo, además es importante resaltar que los productos en ambos modelos ayudan a disminuir el impacto de los riesgos durante el ciclo de vida del proyecto.</p>

	<p><b>2. Identificar los riesgos</b></p> <p><b>Salidas:</b></p> <p>1. Registro de riesgos Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de riesgos identificados.</li> <li>• Lista de respuestas potenciales.</li> </ul>	<p><b>SG2. Identificar y analizar los riesgos</b></p> <p><b>SP2.1. Identificar los riesgos</b></p> <p><b>Productos de trabajo:</b></p> <p>1. Lista de riesgos identificados, incluyendo</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. el contexto,</li> <li>b. las condiciones y las</li> <li>c. consecuencias de la ocurrencia del riesgo.</li> </ol>	<p>Los productos de trabajo en esta etapa tienen una gran similitud, sin embargo PMBOK además de la lista de riesgos identificados, plantea también una lista de respuestas potenciales lo que complementa mejor este producto de trabajo.</p>
<b>Gestión de riesgos</b>	<p><b>3. Realizar el análisis cualitativo de los riesgos</b></p> <p><b>Salidas:</b></p> <p>1. Actualizaciones de los documentos del proyecto Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualizaciones al registro de riesgos.</li> <li>• Actualizaciones al registro de supuestos.</li> </ul>	<p><b>SP2.1. Evaluar, categorizar y priorizar los riesgos</b></p> <p><b>Productos de trabajo:</b></p> <p>1. Lista de riesgos y su prioridad asignada</p>	<p>Después de analizar los dos modelos se determina que PMBOK es mucho más completo en cuanto a los productos de trabajo resultantes de la evaluación y análisis de los riesgos; ya que además de listarlos y asignarles una prioridad, este modelo se enfoca en un análisis cualitativo y cuantitativo donde se determina un análisis probabilístico que abarca todo el proyecto teniendo en cuenta el cronograma, objetivos y costos.</p> <p>Cabe resaltar que CMMI evalúa cada riesgo de acuerdo a los parámetros definidos que pueden incluir la probabilidad la consecuencia y umbrales.</p>
<b>Gestión de riesgos</b>	<p><b>4. Realizar el análisis cuantitativo de riesgos</b></p> <p><b>Salidas:</b></p> <p>1. Actualizaciones los documentos del proyecto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis probabilístico del proyecto.</li> <li>• Probabilidad de alcanzar los objetivos de costo y tiempo.</li> <li>• Lista priorizada de riesgos cuantificados.</li> <li>• Tendencia en los resultados del análisis cuantitativo de riesgos.</li> </ul>		

<p style="text-align: center;"><b>Gestión de riesgos</b></p>	<p><b>6. PLANIFICAR LA RESPUESTA A LOS RIESGOS</b></p> <p><b>Salidas:</b></p> <p>1. Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de gestión del cronograma.</li> <li>• Plan de gestión de los costos.</li> <li>• Plan de gestión de la calidad.</li> <li>• Plan de gestión de las adquisiciones.</li> <li>• Plan de gestión de los recursos humanos.</li> <li>• Línea de base del alcance.</li> <li>• Línea base del cronograma.</li> <li>• Line base de costos.</li> </ul> <p>2. Actualizaciones a los documentos del proyecto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualizaciones al registro de supuestos.</li> <li>• Actualizaciones a la documentación técnica.</li> <li>• Solicitudes de cambio.</li> </ul>	<p><b>SG3. Mitigar los riesgos</b></p> <p><b>SP3.1. Desarrollar los planes de mitigación de riesgo</b></p> <p><b>Productos de trabajo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Opciones documentadas de tratamiento para cada riesgo identificado.</li> <li>2. Planes de mitigación de riesgos.</li> <li>3. Planes de contingencia.</li> <li>4. Lista de aquellos que son responsables de seguir y tratar cada riesgo.</li> </ol>	<p>En esta etapa los modelos tienen una gran similitud en cuanto a sus productos de trabajo, ya que ambos enfocan sus actividades a los objetivos, costos, cronograma y recursos humanos del plan para la dirección del proyecto, complementándose entre sí. Pero se observa que el modelo PMBOK es más completo, específico y claro ya que retroalimenta su documentación en cada salida.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Gestión de riesgos</b></p>	<p><b>7. CONTROLAR LOS RIESGOS.</b></p> <p><b>Salidas:</b></p> <p>1. Información de desempeño del trabajo</p> <p>2. Solicitudes de cambio. Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones correctivas recomendadas.</li> <li>• Acciones preventivas</li> </ul>	<p><b>SP3.2. Implementar los planes de mitigación de riesgo.</b></p> <p><b>Productos de trabajo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Listas actualizadas del estado del riesgo.</li> <li>2. Evaluaciones actualizadas de la probabilidad, consecuencia y umbrales de los riesgos.</li> </ol>	<p>Los productos de trabajo para el control y mitigación de riesgos en los dos modelos son congruentes. Pero se identifica que las actividades de PMBOK para controlar y mitigar los riesgos son más completas, teniendo en cuenta que este modelo se enfoca también en la actualización de la documentación del</p>

	<p>recomendadas.</p> <p><b>3.</b> Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto. Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de gestión del cronograma.</li> <li>• Plan de gestión de los costos.</li> <li>• Plan de gestión de la calidad.</li> <li>• Plan de gestión de las adquisiciones.</li> <li>• Plan de gestión de los recursos humanos.</li> <li>• Línea de base del alcance.</li> <li>• Línea base del cronograma.</li> <li>• Línea base de costos.</li> </ul> <p><b>4.</b> Actualizaciones a los documentos del proyecto. Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los resultados de las evaluaciones, auditorías y revisiones periódicas de los riesgos.</li> <li>• Los resultados reales de los riesgos del proyecto y de las respuestas a los riesgos.</li> </ul> <p><b>5.</b> Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización. Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planillas para el plan de gestión de los riesgos, incluidos la matriz de probabilidad de impacto y el registro de riesgos.</li> <li>• La estructura de desglose de riesgos.</li> <li>• Las lecciones</li> </ul>	<p><b>3.</b> Listas actualizadas de las opciones de tratamiento de riesgos.</p> <p><b>4.</b> Listas actualizadas de las acciones tomadas para tratar los riesgos.</p> <p><b>5.</b> Planes de mitigación de riesgos para las opciones de tratamiento de riesgo.</p>	<p>proyecto y del plan de gestión de riesgos.</p>
--	---	--	---

	aprendidas procedentes de las actividades de gestión de los riesgos del proyecto.		
--	---	--	--

Fuente: creación propia

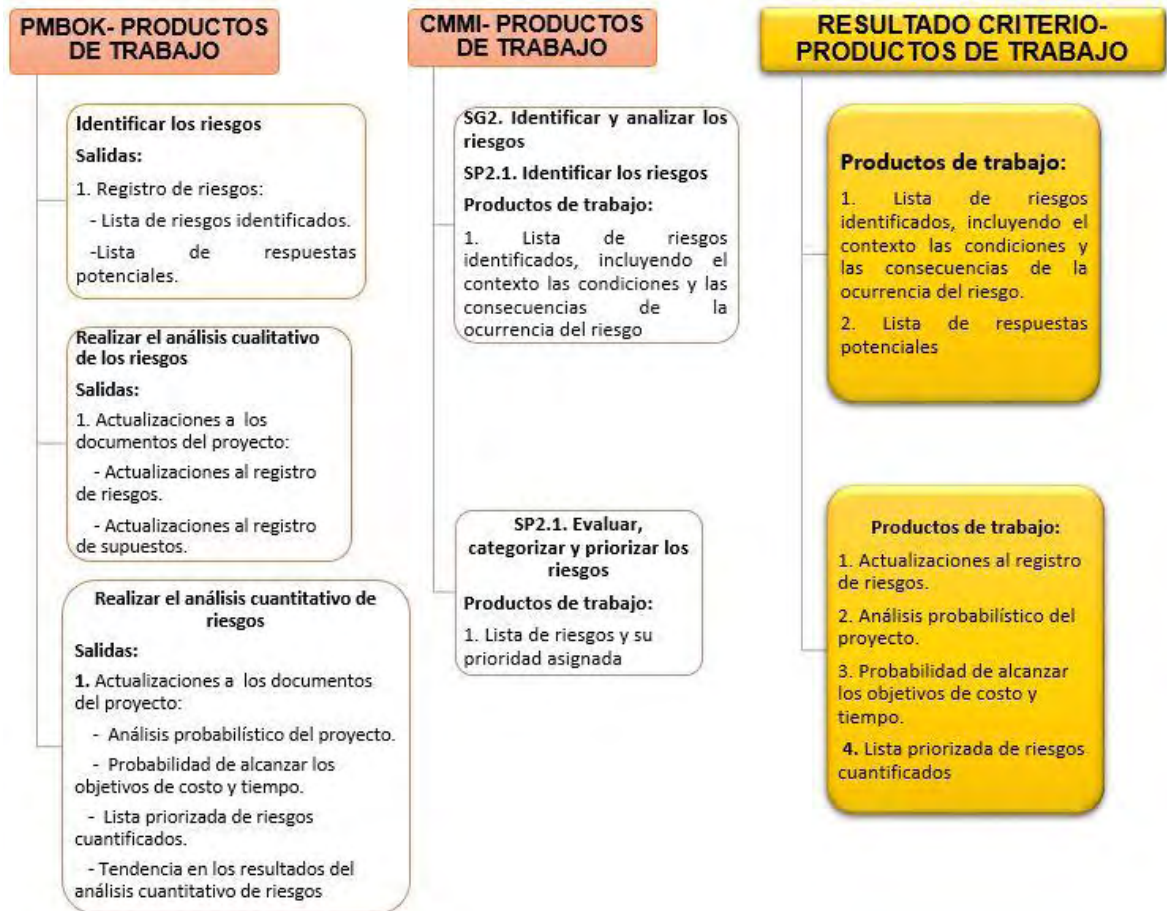
Después de realizar el análisis del criterio “productos de trabajo” se sintetizan y se obtiene como resultado unos productos de trabajo más completos, en los que ambos modelos se ven involucrados y se complementan entre sí. Posteriormente, se obtuvo un gráfico en el que se muestra los productos de trabajo según las prácticas de cada modelo.

### Ilustración 15. Criterio de comparación: Producto de trabajo -1/4



Fuente: creación propia

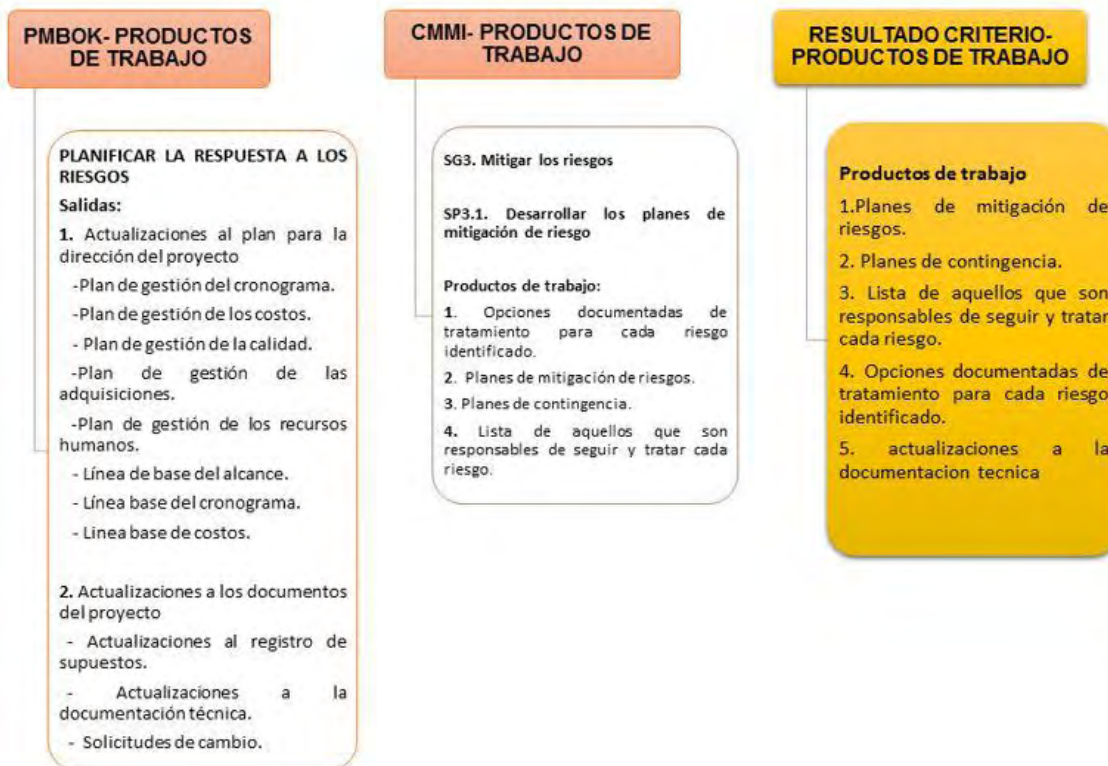
## Ilustración 16. Criterio de comparación: Producto de trabajo – 2/4



Fuente: creación propia



## Ilustración 17. Criterio de comparación: Producto de trabajo – 3/4



Fuente: creación propia



## Ilustración 18. Criterio de comparación: Producto de trabajo – 4/4

### PMBOK- PRODUCTOS DE TRABAJO

#### CONTROLAR LOS RIESGOS.

##### Salidas:

1. Información de desempeño del trabajo
2. Solicitudes de cambio:
  - Acciones correctivas recomendadas.
  - Acciones preventivas recomendadas
3. Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto:
  - Plan de gestión del cronograma.
  - Plan de gestión de los costos.
  - Plan de gestión de la calidad.
  - Plan de gestión de las adquisiciones.
  - Plan de gestión de los recursos humanos.
  - Línea de base del alcance.
  - Línea base del cronograma.
  - Línea base de costos.
4. Actualizaciones a los documentos del proyecto:
  - Los resultados de las reevaluaciones, auditorías y revisiones periódicas de los riesgos.
  - Los resultados reales de los riesgos del proyecto y de las respuestas a los riesgos.
5. Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización:
  - Planillas para el plan de gestión de los riesgos, incluidos la matriz de probabilidad de impacto y el registro de riesgos.
  - La estructura de desglose de riesgos.
  - Las lecciones aprendidas procedentes de las actividades de gestión de los riesgos del proyecto.

### CMMI- PRODUCTOS DE TRABAJO

#### SP3.2. Implementar los planes de mitigación de riesgo.

##### Productos de trabajo:

1. Listas actualizadas del estado del riesgo.
2. Evaluaciones actualizadas de la probabilidad, consecuencia y umbrales de los riesgos.
3. Listas actualizadas de las opciones de tratamiento de riesgos.
4. Listas actualizadas de las acciones tomadas para tratar los riesgos.
5. Planes de mitigación de riesgos para las opciones de tratamiento de riesgo.

### RESULTADO CRITERIO-PRODUCTOS DE TRABAJO

##### Productos de trabajo:

1. Información de desempeño del trabajo
2. Solicitudes de cambio
3. Los resultados de las reevaluaciones, auditorías y revisiones periódicas de los riesgos.
4. Listas actualizadas del estado del riesgo.
5. Evaluaciones actualizadas de la probabilidad, consecuencia y umbrales de los riesgos.
6. Listas actualizadas de las opciones y acciones tomadas para el tratamiento de riesgos.
7. Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización

Fuente: creación propia

**Tabla 6. Resumen del análisis de los métodos de estudio**

<b>RESUMEN DEL ANALISIS DE LOS METODOS DE ESTUDIO</b>		
<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	<b>OBJETIVO DE LA PRÁCTICA</b>	<b>PRODUCTOS DE TRABAJO</b>
<b>PLANEACIÓN DE LA GESTION DE RIESGOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OB1.</b> Definir cómo realizar las actividades de gestión de riesgos de un proyecto.</li> <li>• <b>OB2.</b> Identificar las fuentes de riesgo y proporcionar una base para examinar de forma sistemática las circunstancias que afectan a la capacidad del proyecto para cumplir sus objetivos.</li> <li>• <b>OB3.</b> Proporcionar un mecanismo para recopilar y organizar los riesgos.</li> <li>• <b>OB4.</b> Definir los parámetros usados para analizar y clasificar los riesgos y para controlar el esfuerzo de la gestión de riesgos.</li> <li>• <b>OB5.</b> Establecer y mantener la estrategia que se usara para la gestión de riesgos.</li> <li>• <b>OB6.</b> Asegurar que el proceso de gestión de riesgos sea respaldado y llevado a cabo de manera eficaz a lo largo del ciclo de vida del proyecto</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Metodología</li> <li>2. Presupuesto</li> <li>3. Calendario y cronograma</li> <li>4. Roles y responsabilidades</li> <li>5. Revisión de tolerancia de los interesados</li> <li>6. Lista de fuentes de riesgos</li> <li>7. Lista de categorías de riesgos</li> <li>8. Criterios de evaluación, clasificación y priorización de riesgos.</li> <li>9. Definiciones de la probabilidad e impacto de los riesgos</li> <li>10. Estrategia para la gestión de riesgos</li> <li>11. Requisitos de la gestión de riesgos (niveles de control y de aprobación, intervalos de reevaluación)</li> <li>12. Seguimiento de actividades y proceso de auditoría de la gestión de riesgos</li> </ol>
<b>IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RIESGOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OB1.</b> Determinar los riesgos que pueden afectar al proyecto.</li> <li>• <b>OB2.</b> Documentar las características de los de los riesgos existentes.</li> <li>• <b>OB3.</b> Evaluar, clasificar y priorizar los riesgos</li> <li>• <b>OB4.</b> Establecer prioridades para planificar la respuesta a los riesgos y sentar las bases para realizar el análisis.</li> <li>• <b>OB5.</b> Analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto.</li> <li>• <b>OB6.</b> Generar información cuantitativa sobre los riesgos para apoyar la toma de decisiones a fin de reducir la incertidumbre del proyecto</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lista de riesgos identificados, incluyendo el contexto las condiciones y las consecuencias de la ocurrencia del riesgo.</li> <li>2. Lista de respuestas potenciales</li> <li>3. Actualizaciones al registro de riesgos.</li> <li>4. Análisis probabilístico del proyecto.</li> <li>5. Probabilidad de alcanzar los objetivos de costo y tiempo.</li> <li>6. Lista priorizada de riesgos cuantificados</li> </ol>
<b>PLANEACIÓN DE RESPUESTA Y CONTROL DE RIESGOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OB1.</b> Desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planes de mitigación de riesgos</li> <li>2. Planes de contingencia</li> <li>3. Lista de aquellos que son responsables de seguir y</li> </ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OB2.</b> Abordar los riesgos en función de su prioridad, introduciendo recursos y actividades en el presupuesto, el cronograma y el plan para la dirección del proyecto, según las necesidades.</li> <li>• <b>OB3.</b> Implementar los planes de respuesta a los riesgos.</li> <li>• <b>OB4.</b> Dar seguimiento a los riesgos identificados.</li> <li>• <b>OB5.</b> Monitorizar el estado de cada riesgo periódicamente y monitorear los riesgos residuales.</li> <li>• <b>OB6.</b> Descubrir nuevos riesgos o nuevas opciones de tratamiento del riesgo que pueden requerir replanificación y reevaluación</li> </ul>	<p>tratar cada riesgo</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Opciones documentadas de tratamiento para cada riesgo identificado</li> <li>5. Información de desempeño del trabajo</li> <li>6. Documento de los resultados de las evaluaciones, auditorías y revisiones periódicas de los riesgos.</li> <li>7. Listas actualizadas del estado del riesgo.</li> <li>8. Evaluaciones actualizadas de la probabilidad, consecuencia y umbrales de los riesgos.</li> <li>9. Listas actualizadas de las opciones y acciones tomadas para el tratamiento de riesgos.</li> <li>10. Actualización a la documentación técnica</li> <li>11. Solicitudes de cambio</li> <li>12. Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización de gestión de los riesgos del proyecto.</li> </ol>
--	---	---

Fuente: creación propia

## CARACTERIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS UTILIZANDO EL MODELO PARA LA DEFINICIÓN UNIFICADA DE LA PRÁCTICA COMO CONSTRUCTO TEÓRICO EN INGENIERÍA DE SOFTWARE<sup>46</sup>

Dentro de la investigación, se utilizó la tesis Doctoral del Ingeniero Alexander Barón como base para la caracterización de las prácticas; en la que busca consolidar un modelo para la definición unificada y carente de ambigüedad, donde se integró la visión de diferentes propuestas de ingeniería de software, constituyendo una definición clara que permite identificar prácticas de software de manera correcta.

Por lo tanto, para caracterizar y nombrar la práctica se propuso una estructura que integra: un verbo nominalizado, que resume el conjunto de actividades que constituyen la práctica; un adjetivo que indica la forma de abordar la práctica y un objeto sobre el cual se ejecuta la actividad.

Además, en la tesis Doctoral se propuso una taxonomía de verbos, una lista de adjetivos y un conjunto de objetos para nombrar y caracterizar prácticas en ingeniería de software. Estos elementos son el resultado del análisis de prácticas propuestas por diversos enfoques, por ejemplo, CMMI, PMBOK, SCRUM, RUP, entre otros.

Según lo anterior y siguiendo el modelo para la definición unificada, las prácticas para la gestión de riesgos se caracterizarán así:

**Nombre de la práctica:** Planeación de la gestión de riesgos.

- Involucra el área de interés esfuerzo del núcleo de Semat y a tres espacios de actividad: Prepararse para hacer el trabajo, Coordinar actividades y Entender el riesgo.
- Esta práctica trabaja sobre el alfa riesgo moviéndose del estado de Incertidumbre hasta el estado Identificado
- El Objeto hace referencia al objeto que más evoluciona como resultado de la práctica, en este caso es Riesgo.
- El Adjetivo se refiere a la forma de abordar la práctica, para el caso el adjetivo que se define es Cuantitativa.
- El verbo nominalizado se define a partir del espacio de actividad que genera la mayor evolución del objeto, en este caso el espacio de actividad es Entender el riesgo, consultando la taxonomía de verbos encontramos que el verbo nominalizado es Planeación.

---

<sup>46</sup> Barón, Alexander. Modelo para la Definición Unificada de la Práctica en Ingeniería de Software. Tesis Doctoral (en desarrollo). Doctorado en Ingeniería – Sistemas e Informática. Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.

**Nombre de la práctica:** Identificación y análisis del riesgo.

- Involucra el área de interés esfuerzo del núcleo de Semat a tres espacios de actividad: Prepararse para hacer el trabajo, Coordinar actividades, Entender el riesgo.
- Esta práctica trabaja sobre el alfa riesgo moviéndose del estado Entendido a Identificado
- El Objeto hace referencia al objeto que más evoluciona como resultado de la práctica, en este caso es Riesgo.
- El Adjetivo se refiere a la forma de abordar la práctica, para el caso el adjetivo que se define es específico.
- El verbo nominalizado se define a partir del espacio de actividad que genera la mayor evolución del objeto, en este caso el espacio de actividad es Entender el riesgo, consultando la taxonomía de verbos encontramos que el verbo nominalizado es Identificación.

**Nombre de la práctica:** Planeación de respuesta y control de riesgos.

- Involucra el área de interés esfuerzo del núcleo de Semat a tres espacios de actividad: Prepararse para hacer el trabajo, Coordinar actividades, Rastrear el progreso.
- Esta práctica trabaja sobre el alfa riesgo moviéndose del estado Planeado a Bajo control.
- El Objeto hace referencia al objeto que más evoluciona como resultado de la práctica, en este caso es Riesgo.
- El Adjetivo se refiere a la forma de abordar la práctica, para el caso el adjetivo que se define es General.
- El verbo nominalizado se define a partir del espacio de actividad que genera la mayor evolución del objeto, en este caso el espacio de actividad es Rastrear el progreso. Consultando la taxonomía de verbos encontramos que el verbo nominalizado es Planeación.

De este modo; teniendo en cuenta el Modelo para la Definición Unificada de la Práctica como Constructo Teórico en Ingeniería de Software, las prácticas se nombraron así:

- Planeación cuantitativa del riesgo
- Identificación y análisis específico del riesgo
- Planeación general de respuesta y control del riesgo

## REPRESENTACIÓN DE PRÁCTICAS SEGÚN EL NÚCLEO DE SEMAT

Luego de realizar el análisis de las prácticas de Gestión de riesgos de los modelos CMMI-DEV y PMBOK, seleccionando o unificando aquellas prácticas más relevantes de acuerdo a los criterios de comparación; se propone una representación específica de estas prácticas en función de los elementos del núcleo de SEMAT; partiendo de la característica de que el núcleo es aplicable a cualquier esfuerzo de desarrollo de software, facilitando así la implementación de las prácticas.

Para ello, es necesario identificar las actividades, entradas y salidas de cada práctica que son elementos esenciales para poder representar las prácticas en el núcleo de SEMAT, teniendo en cuenta que estos elementos se obtuvieron del análisis de los dos métodos de estudio PMBOK y CMMI-DEV anteriormente realizado, aclarando que en el modelo CMMI-DEV las actividades se representan como “Subprácticas”. En algunos casos fue necesario unificar o eliminar actividades no relevantes para el objeto de estudio, dependiendo de la práctica. Como resultado de ello tenemos las siguientes tablas:

**Tabla 7. Práctica: Planeación cuantitativa del riesgo**

PLANEACIÓN CUANTITATIVA DEL RIESGO		
ACTIVIDAD	ENTRADA	SALIDA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar el plan para la dirección del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan para la dirección del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodología</li> <li>• Presupuesto</li> <li>• Cronograma</li> <li>• Calendario del proyecto</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar a los interesados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de interesados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Roles y responsabilidades</li> <li>• Revisión de tolerancia de los interesados</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la fuente de los riesgos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de fuentes típicas de riesgo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de fuentes de riesgos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar las categorías del riesgos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Categoría de riesgos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de categorías de riesgos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir criterios consistentes para evaluar y cuantificar la probabilidad del riesgo y los niveles de gravedad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• límites de probabilidad,</li> <li>• niveles de gravedad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criterios de evaluación, clasificación y priorización de riesgos.</li> <li>• Definiciones de la probabilidad e impacto de los riesgos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir los umbrales para cada categoría de riesgo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umbrales de:</li> <li>• Calendario</li> <li>• Rendimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criterios de evaluación, clasificación y priorización de riesgos.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer una estrategia de gestión de riesgos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan para la dirección del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategia para la gestión de riesgos</li> <li>• Requisitos de la gestión de riesgos (niveles de control y de aprobación, intervalos de reevaluación)</li> <li>• Seguimiento de actividades y proceso de auditoría de la gestión de riesgos</li> </ul>
---	---	---

Fuente: creación propia

**Tabla 8. Práctica: Identificación y análisis específico del riesgo**

<b>IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS ESPECÍFICO DEL RIESGO</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ENTRADA</b>	<b>SALIDA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los riesgos</li> <li>• Identificar los riesgos asociados con el coste, el calendario y el rendimiento</li> <li>• Revisar los elementos del entorno que puedan afectar el proyecto.</li> <li>• Revisar todos los elementos del plan del proyecto</li> <li>• Documentar el contexto, las condiciones y las consecuencias potenciales de cada riesgo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimación de costos</li> <li>• Presupuesto</li> <li>• Cronograma</li> <li>• Calendario del proyecto</li> <li>• Elementos del entorno que pueden afectar el proyecto</li> <li>• Plan para la dirección del proyecto</li> <li>• Roles y responsabilidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de riesgos identificados, incluyendo el contexto las condiciones y las consecuencias de la ocurrencia del riesgo.</li> <li>• Lista de respuestas potenciales</li> <li>• Probabilidad de alcanzar los objetivos de costo y tiempo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el análisis cualitativo de los riesgos</li> <li>• Evaluar los riesgos identificados usando parámetros definidos del riesgo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de riesgos</li> <li>• Lista de riesgos del entorno</li> <li>• Criterios de evaluación, clasificación y priorización de riesgos.</li> <li>• Definiciones de la probabilidad e impacto de los riesgos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualizaciones al registro de riesgos.</li> <li>• Análisis probabilístico del proyecto</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el análisis cuantitativo de los riesgos</li> <li>• Clasificar y agrupar los riesgos de acuerdo a las categorías de riesgo definidas.</li> <li>• Priorizar los riesgos para la mitigación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de riesgos</li> <li>• Lista de riesgos del entorno.</li> <li>• Criterios de evaluación, clasificación y priorización de riesgos.</li> <li>• Definiciones de la probabilidad e impacto de los riesgos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probabilidad de alcanzar los objetivos de costo y tiempo.</li> <li>• Lista priorizada de riesgos cuantificados</li> </ul>

Fuente: creación propia

**Tabla 9. Práctica: Planeación general de respuesta y control del riesgo**

<b>PLANEACIÓN GENERAL DE RESPUESTA Y CONTROL DEL RIESGO</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ENTRADA</b>	<b>SALIDA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar un plan general de mitigación de riesgos para el proyecto</li> <li>• Desarrollar planes de contingencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opciones documentadas de tratamiento para cada riesgo identificado.</li> <li>• Planes de mitigación de riesgos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planes de mitigación de riesgos</li> <li>• Planes de Contingencia</li> <li>• Lista de aquellos que son responsables de seguir y tratar cada riesgo</li> <li>• Opciones documentadas de tratamiento para cada riesgo identificado.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar los costes y los beneficios del plan de mitigación de riesgos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planes de mitigación de riesgos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualización a la documentación técnica</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorizar el estado del riesgo.</li> <li>• Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de riesgos categorizados</li> <li>• Planes de mitigación de riesgos para las opciones de tratamiento de riesgo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información de desempeño del trabajo</li> <li>• Documento de los resultados de las evaluaciones, auditorias y revisiones periódicas de los riesgos</li> <li>• Listas actualizadas del estado del riesgo.</li> <li>• Evaluaciones actualizadas de la probabilidad, consecuencia y umbrales de los riesgos.</li> <li>• Actualización a la documentación técnica</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar un método de seguimiento de tratamiento de riesgos abiertos hasta su cierre.</li> <li>• Desarrollar estrategias para la respuesta a los riesgos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe del estado de los riesgos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listas actualizadas de las opciones y acciones tomadas para el tratamiento de riesgos.</li> <li>• Solicitudes de cambio</li> <li>• Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización</li> </ul>




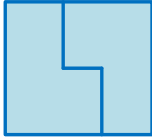


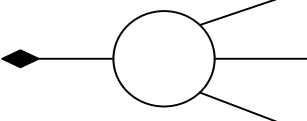




Fuente: creación propia

Para los elementos relacionados anteriormente, se propuso una representación para cada práctica en el núcleo de Semat, especificando por cada práctica el espacio de actividad con sus respectivas actividades, los productos de trabajo los cuales determinan el avance del alfa y los roles. Luego utilizando la “sintaxis



gráfica que maneja el núcleo de Semat<sup>47</sup> (ver tabla 10) se representó gráficamente las prácticas obtenidas; teniendo en cuenta que los gráficos del alfa, actividades, espacio de actividad y rol, se representaron de color azul debido a que el alfa Riesgo se encuentra dentro del área Esfuerzo.

**Tabla 10. Sintaxis gráfica de elementos del núcleo de Semat**

Elemento	Símbolo
Alfa	
Producto de trabajo	 Work product
Actividad	
Rol o patrón	 Pattern
Manifiesto de producto de trabajo	
Asociación de actividad ("Parte de")	
Asociación de patrón	
Espacio de Actividad	
Competencia	   Competencia    Competency    Competency

Fuente: creación propia

<sup>47</sup> OBJECT MANAGEMENT GROUP (OMG). Essence – Kernel and Language for Software Engineering Methods. V 1.1.1. 2013. SMC/15-12-02. p. 15.

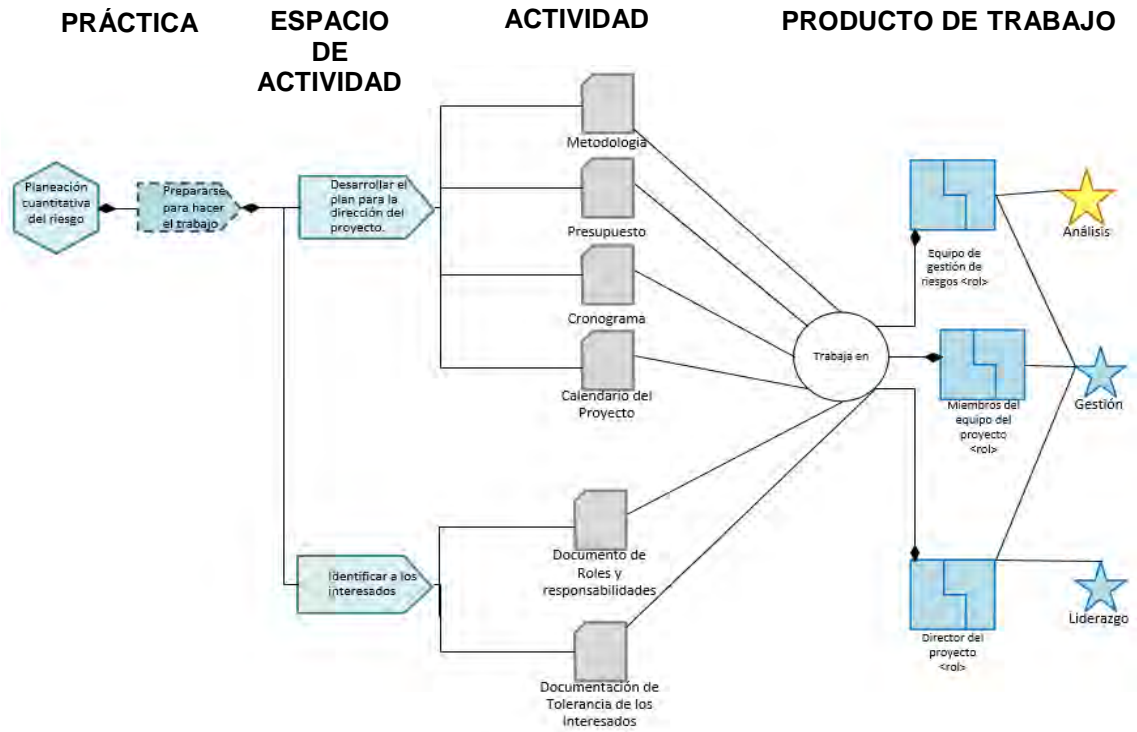
**Tabla 11. Práctica, alfa, espacio de actividad, productos de trabajo, estado del alfa y roles. En la práctica: Planeación cuantitativa del riesgo**

PRÁCTICA	ALFA	ESPACIO DE ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	PRODUCTOS DE TRABAJO ( Ver Anexo A)	ESTADO DEL ALFA <sup>48</sup>	ROLES
Planeación Cuantitativa Del Riesgo	Riesgo	Prepararse para hacer el trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Desarrollar el plan para la dirección del proyecto.</li> <li>➤ Identificar a los interesados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodología</li> <li>• Presupuesto</li> <li>• Cronograma</li> <li>• Calendario del proyecto</li> <li>• Roles y responsabilidades</li> <li>• Revisión de tolerancia de los interesados</li> </ul>	<p>Incertidumbre</p> <p>El estado del alfa Identificado se está trabajando</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Director del proyecto</li> <li>✓ Miembros del equipo del proyecto.</li> <li>✓ Miembros del equipo de gestión de riesgos</li> </ul>
		Entender el riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Determinar la fuente de los riesgos</li> <li>➤ Determinar las categorías de los riesgos</li> <li>➤ Definir criterios consistentes para evaluar y cuantificar la probabilidad del riesgo y los niveles de gravedad</li> <li>➤ Definir los umbrales para cada categoría de riesgo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de fuentes de riesgos</li> <li>• Lista de categorías de riesgos</li> <li>• Documento de los criterios de evaluación, clasificación y priorización de riesgos.</li> <li>• Documento de la probabilidad e impacto de los riesgos</li> </ul>	Identificado	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Director del proyecto</li> <li>✓ Miembros del equipo de gestión de riesgos</li> </ul>
		Coordinar actividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Establecer una estrategia de gestión de riesgos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategia para la gestión de riesgos</li> <li>• Requisitos de la gestión de riesgos (niveles de control y de aprobación, intervalos de reevaluación)</li> <li>• Documento de seguimiento de actividades y proceso de auditoría de la gestión de riesgos</li> </ul>	Entendido: se está trabajando	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Miembros del equipo de gestión de riesgos</li> <li>✓ Director del proyecto</li> </ul>

Fuente: creación propia

<sup>48</sup> ZAPATA, Carlos Mario y HENAO, Antony "Alfa Riesgo: Un elemento universal presente en todos los esfuerzos de ingeniería de software," Proc. Spanish edition. 4th International Conference on Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT2016), Abril 2016, p. 36-40.

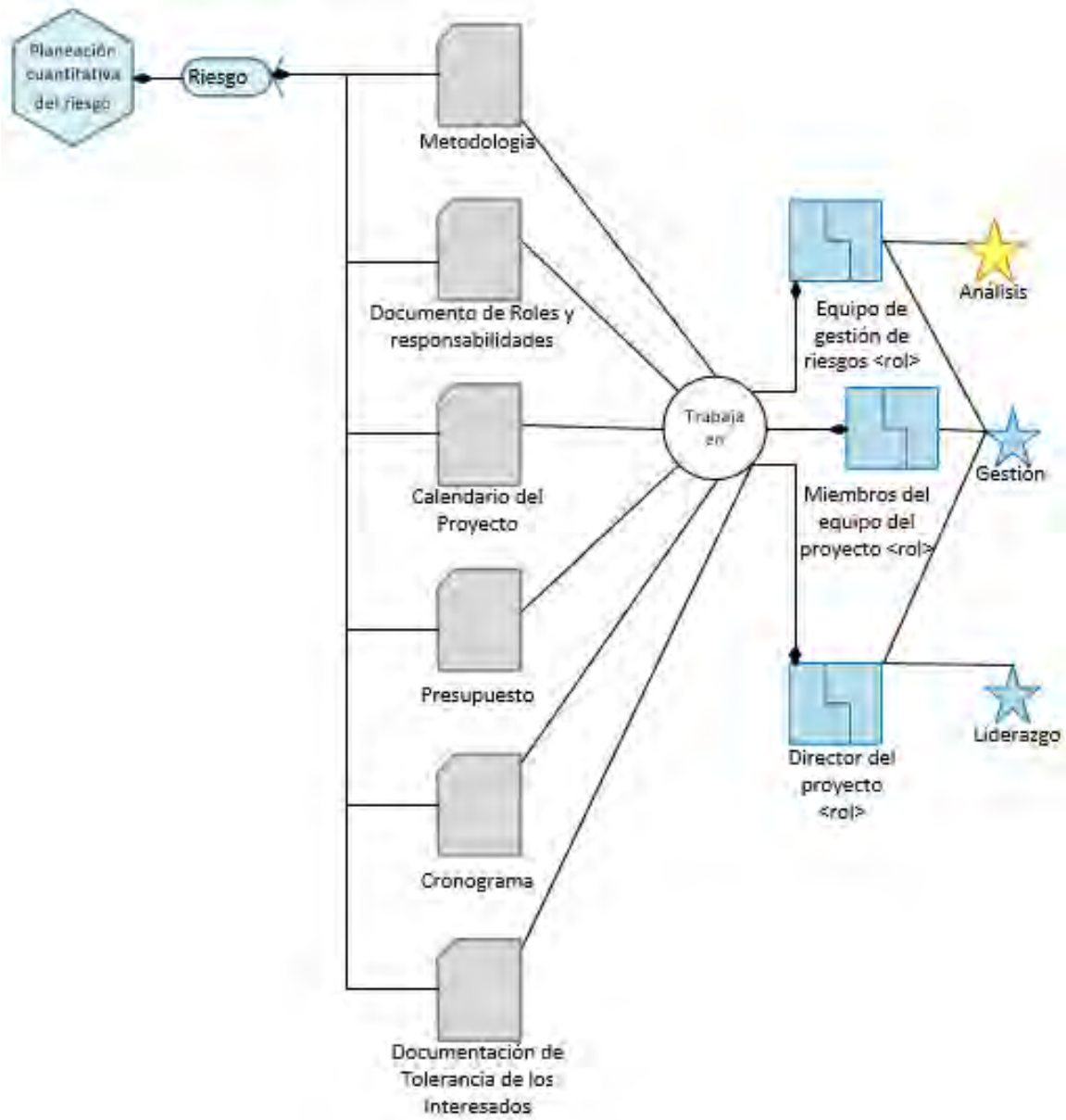
**PRÁCTICA: PLANEACION CUANTITATIVA DE LA GESTION DEL RIESGO  
 ESPACIO DE ACTIVIDAD: PREPARARSE PARA HACER EL TRABAJO**



**Ilustración 19. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: planeación cuantitativa de la gestión del riesgo) 1/3**  
 Fuente: Creación Propia

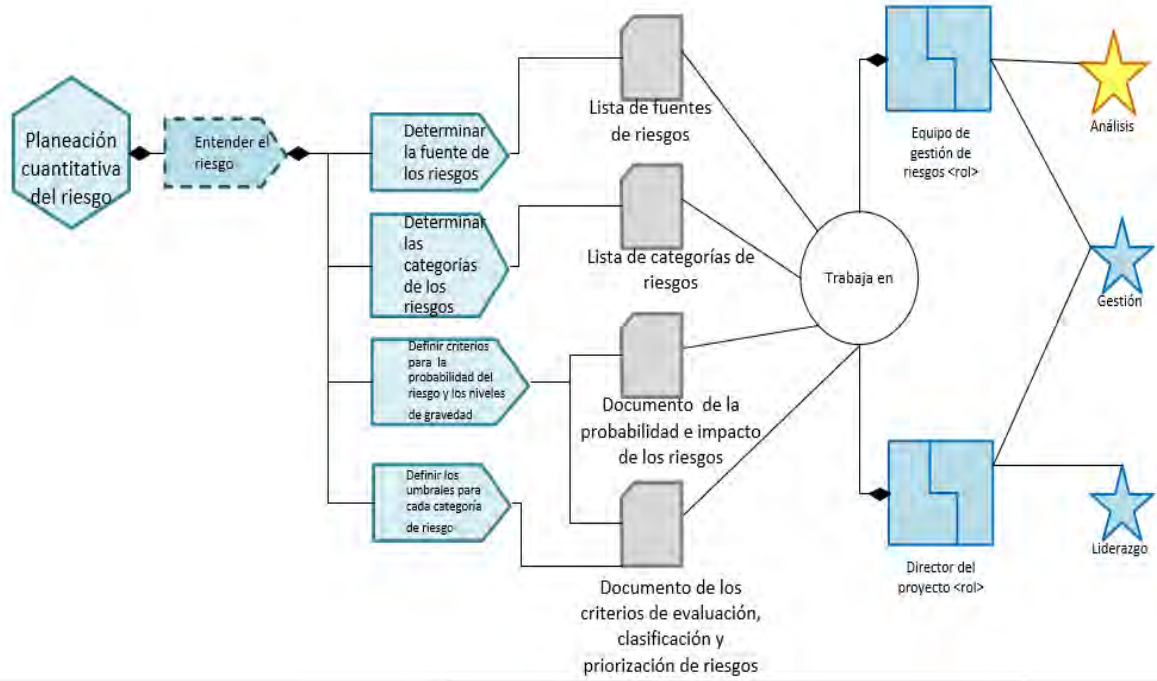
**PRÁCTICA: PLANEACION CUANTITATIVA DE LA GESTION DEL RIESGO  
 ESPACIO DE ACTIVIDAD: PREPARARSE PARA HACER EL TRABAJO**

**PRÁCTICA      ALFA      PRODUCTO DE TRABAJO      ROLES      COMPETENCIA**



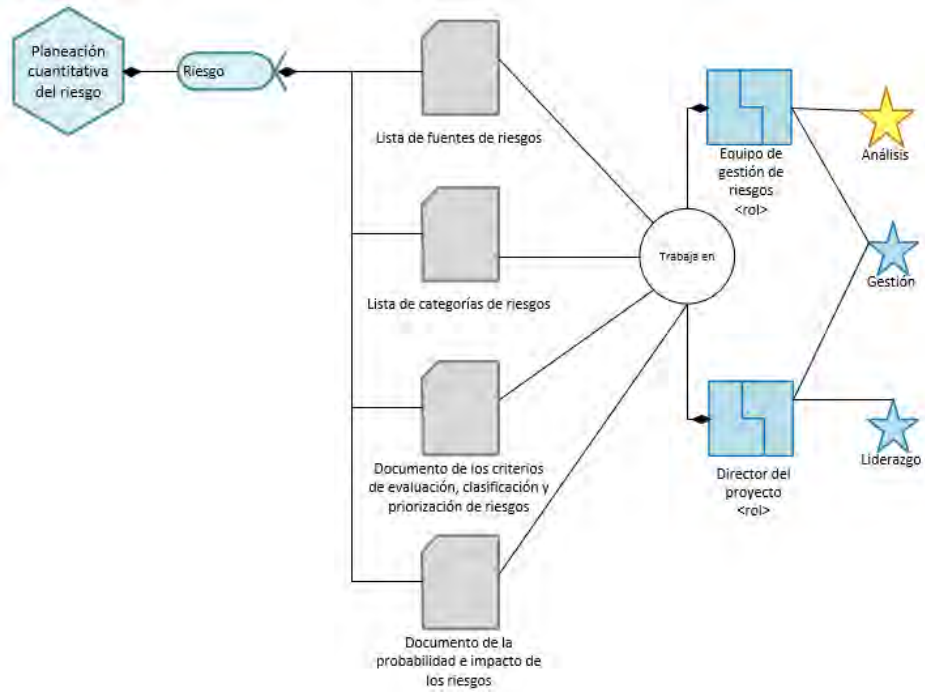
**Ilustración 20. Representación Gráfica: Alfa – Producto De Trabajo – Roles – Competencias (Práctica: planeación cuantitativa de la gestión del riesgo) 1/3  
 Fuente: Creación propia**

**PRÁCTICA: PLANEACION CUANTITATIVA DE LA GESTION DEL RIESGO**  
**ESPACIO DE ACTIVIDAD: ENTENDER EL RIESGO**



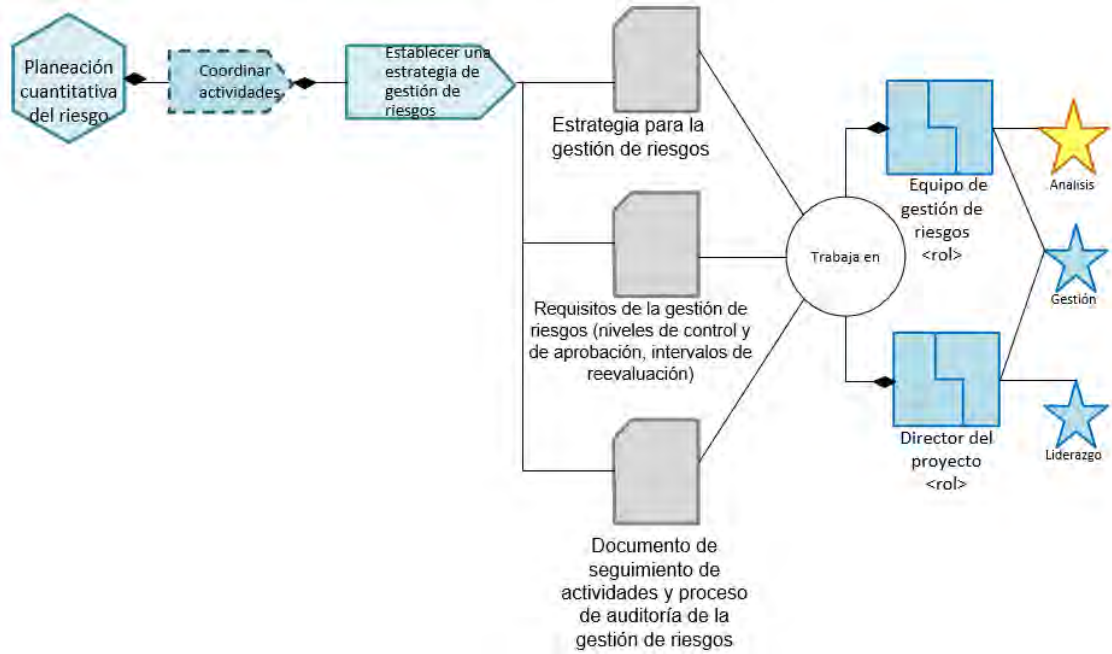
**Ilustración 21. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: planeación de la gestión del riesgo) 2/3**  
**Fuente: Creación propia**

**PRÁCTICA: PLANEACION CUANTITATIVA DE LA GESTION DEL RIESGO ESPACIO DE ACTIVIDAD: ENTENDER EL RIESGO**



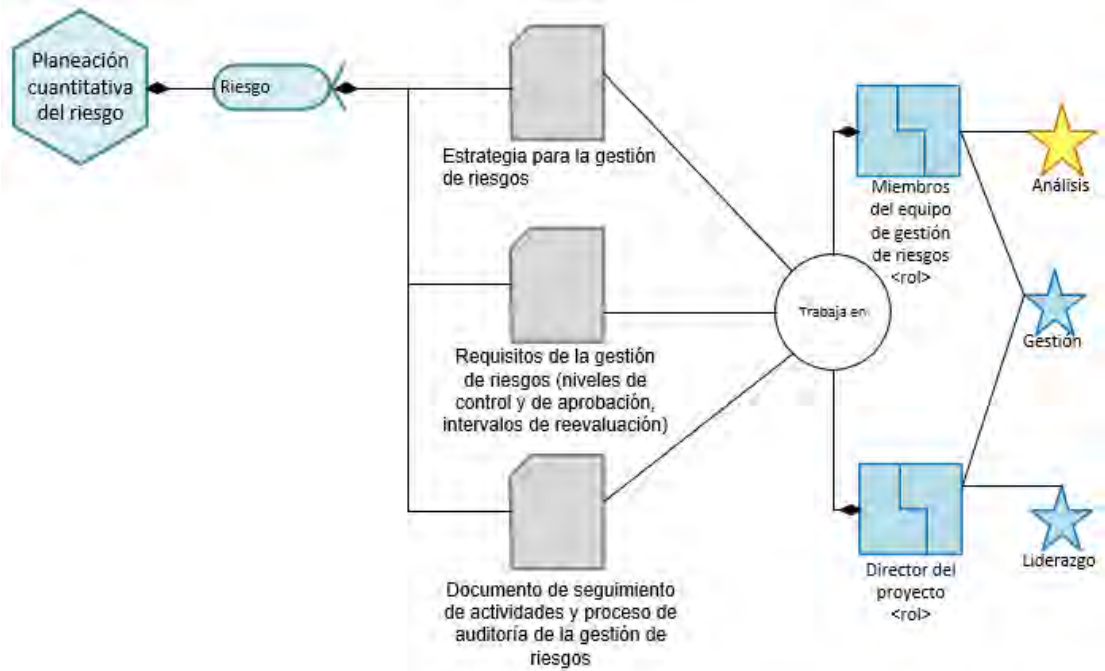
**Ilustración 22. Representación Gráfica: Alfa – Producto De Trabajo – Roles – Competencias (Práctica: planeación cuantitativa de la gestión del riesgo) 2/3  
Fuente: Creación propia**

**PRÁCTICA: PLANEACION CUANTITATIVA DE LA GESTION DEL RIESGO**  
**ESPACIO DE ACTIVIDAD: COORDINAR ACTIVIDADES**



**Ilustración 23. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: planeación cuantitativa de la gestión del riesgo) 3/3**  
**Fuente: Creación propia**

**PRÁCTICA: PLANEACION CUANTITATIVA DE LA GESTION DEL RIESGO**  
**ESPACIO DE ACTIVIDAD: COORDINAR ACTIVIDADES**



**Ilustración 24. Representación Gráfica: Alfa – Producto De Trabajo – Roles – Competencias (Práctica: planeación cuantitativa de la gestión del riesgo) 3/3**  
**Fuente: Creación propia**



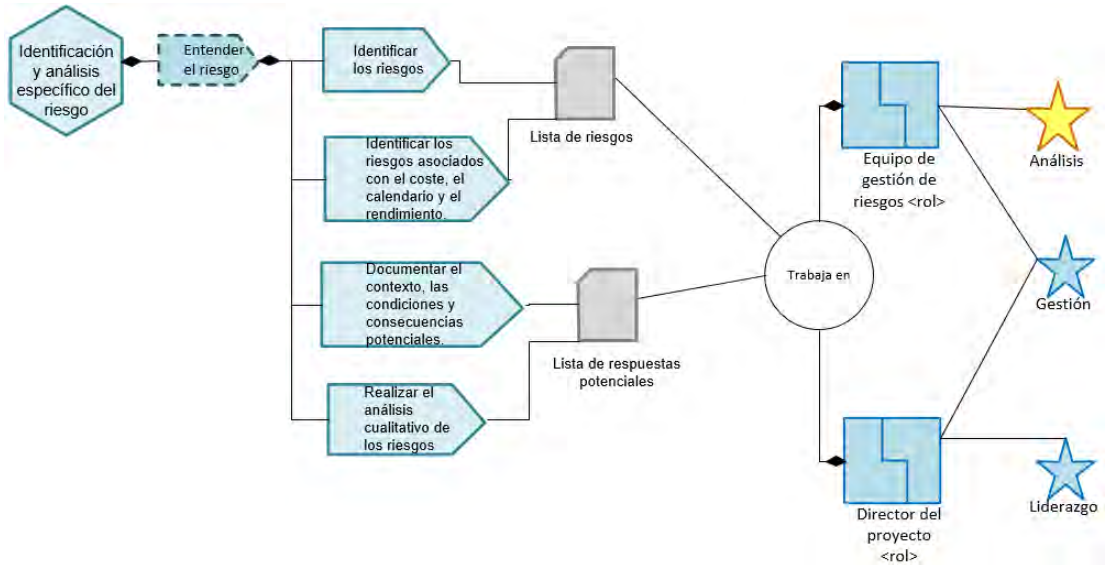
**Tabla 12. Práctica, alfa, espacio de actividad, productos de trabajo, estado del alfa y roles. En la práctica: Identificación y análisis específico del riesgo.**

PRÁCTICA	ALFA	ESPACIO DE ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	PRODUCTOS DE TRABAJO ( Ver Anexo B)	ESTADO DEL ALFA <sup>49</sup>	ROLES
Identificación y análisis específico del riesgo	Riesgo	Entender el riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Identificar los riesgos</li> <li>➤ Identificar los riesgos asociados con el coste, el calendario y el rendimiento</li> <li>➤ Documentar el contexto, las condiciones y las consecuencias potenciales de cada riesgo.</li> <li>➤ Realizar el análisis cualitativo de los riesgos</li> <li>➤ Evaluar los riesgos identificados usando parámetros definidos del riesgo.</li> <li>➤ Realizar el análisis cuantitativo de los riesgos</li> <li>➤ Clasificar y agrupar los riesgos de acuerdo a las categorías de riesgo definidas.</li> <li>➤ Priorizar los riesgos para la mitigación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de riesgos identificados, incluyendo el contexto las condiciones y las consecuencias de la ocurrencia del riesgo.</li> <li>• Lista de respuestas potenciales</li> <li>• Lista priorizada de riesgos cuantificados</li> </ul>	Entendido	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Director del proyecto</li> <li>✓ Equipo de gestión de riesgos.</li> </ul>
		Rastrear el progreso	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Revisar los elementos del entorno que puedan afectar el proyecto</li> <li>➤ Revisar todos los elementos del plan del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualizaciones al registro de riesgos.</li> <li>• Probabilidad de alcanzar los objetivos de costo y tiempo.</li> <li>• Análisis probabilístico del proyecto.</li> </ul>	Entendido	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Director del proyecto</li> <li>✓ Miembros del equipo del proyecto.</li> <li>✓ Miembros del equipo de gestión de riesgos.</li> </ul>

Fuente: creación propia

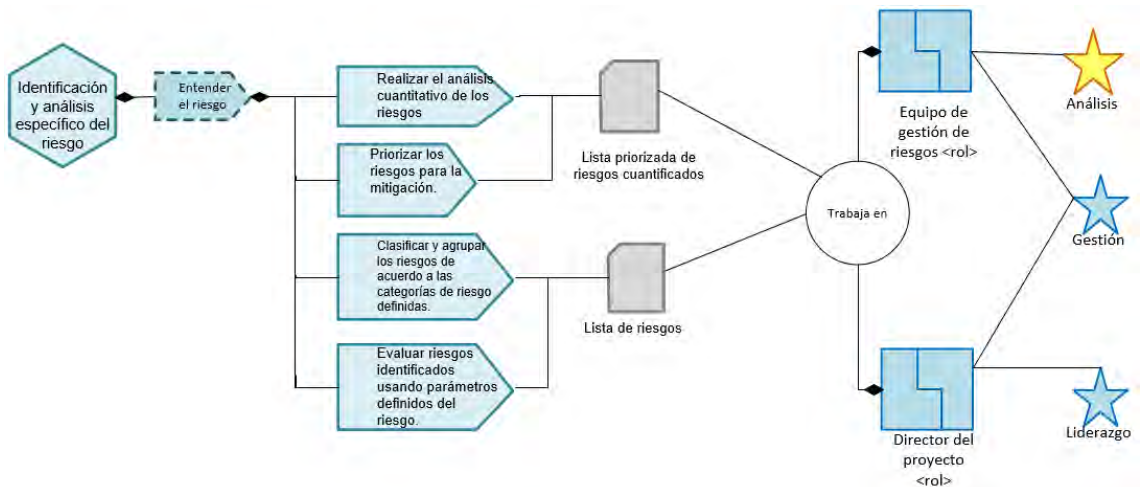
<sup>49</sup> ZAPATA, Carlos Mario y HENAO, Antony "Alfa Riesgo: Un elemento universal presente en todos los esfuerzos de ingeniería de software," Proc. Spanish edition. 4th International Conference on Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT2016), Abril 2016, p. 36-40.

**PRÁCTICA: IDENTIFICACION Y ANALISIS ESPECÍFICO DEL RIESGO**  
**ESPACIO DE ACTIVIDAD: ENTENDER EL RIESGO**



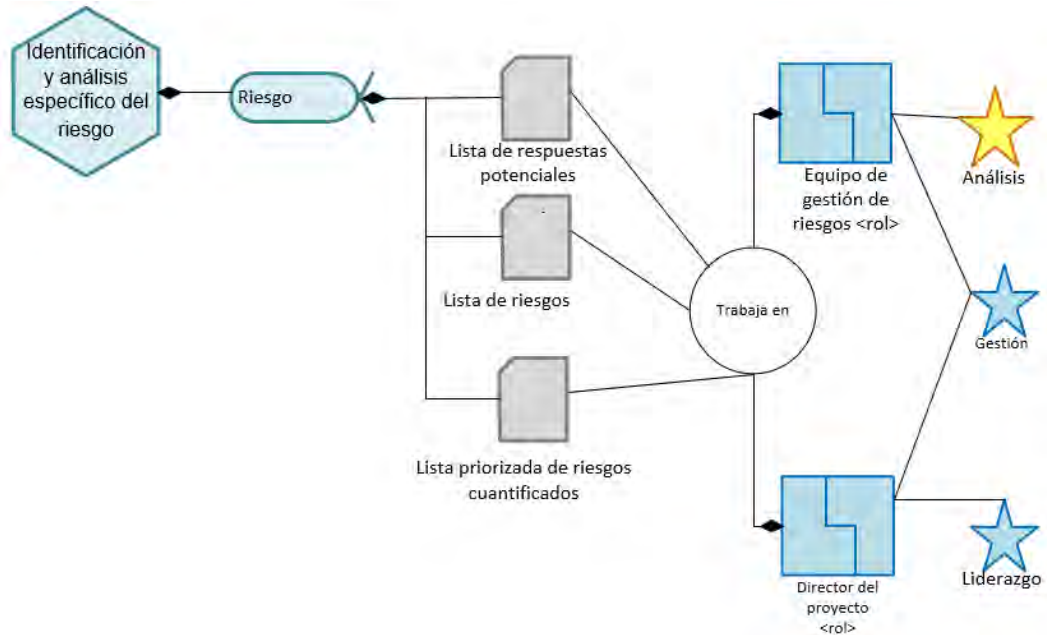
**Ilustración 25. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: Identificación y análisis específico del riesgo) 1/3**  
**Fuente: Creación propia**

**PRÁCTICA: IDENTIFICACION Y ANALISIS ESPECÍFICO DEL RIESGO**  
**ESPACIO DE ACTIVIDAD: ENTENDER EL RIESGO**



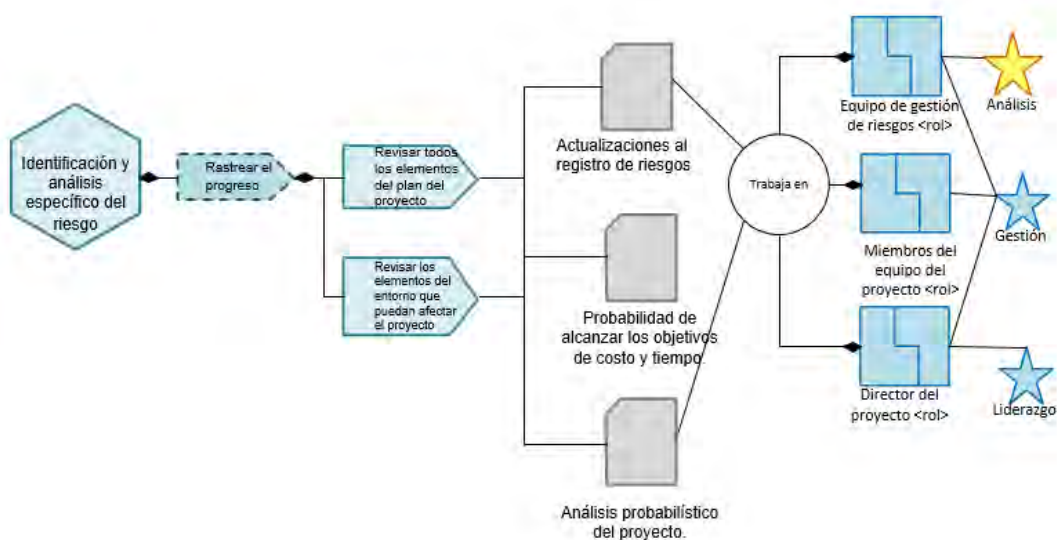
**Ilustración 26. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: Identificación y análisis específico del riesgo) 2/3**  
**Fuente: Creación propia**

**PRÁCTICA: IDENTIFICACION Y ANALISIS ESPECÍFICO DEL RIESGO**  
**ESPACIO DE ACTIVIDAD: ENTENDER EL RIESGO**



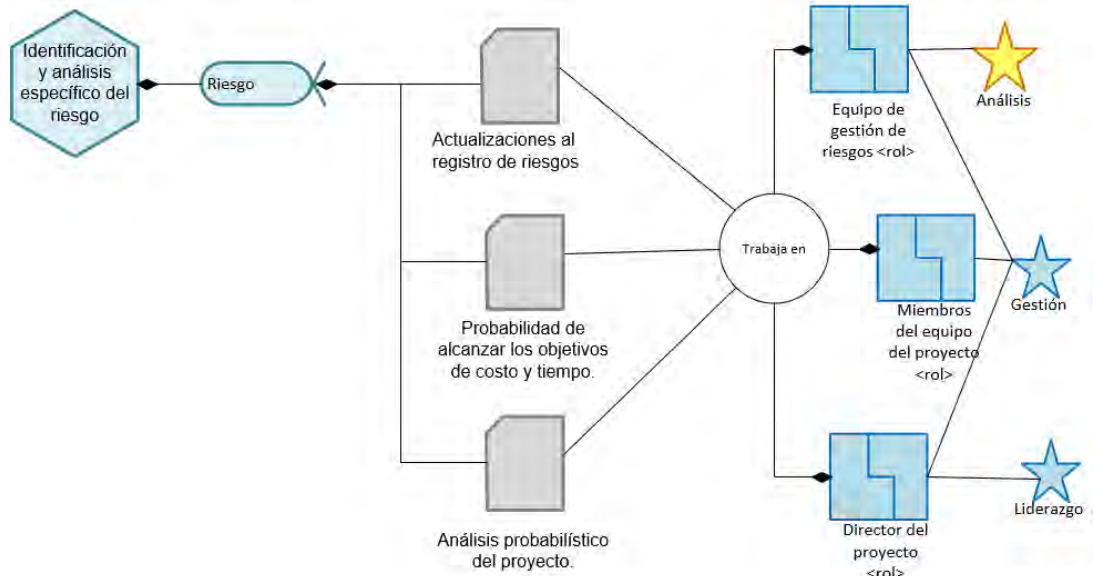
**Ilustración 27. Representación Gráfica: Alfa – Producto De Trabajo – Roles – Competencias (Práctica: Identificación y análisis específico del riesgo) 1/2**  
 Fuente: Creación propia

**PRÁCTICA: IDENTIFICACION Y ANALISIS ESPECÍFICO DEL RIESGO**  
**ESPACIO DE ACTIVIDAD: RASTREAR EL PROGRESO**



**Ilustración 28. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: Identificación y análisis específico del riesgo) 3/3**  
 Fuente: Creación propia

**PRÁCTICA: IDENTIFICACION Y ANALISIS ESPECÍFICO DEL RIESGO**  
**ESPACIO DE ACTIVIDAD: RASTREAR EL PROGRESO**



**Ilustración 29. Representación Gráfica: Alfa – Producto De Trabajo – Roles – Competencias (Práctica: Identificación y análisis específico del riesgo) 2/2**  
**Fuente: Creación propia**

**Tabla 13. Práctica, alfa, espacio de actividad, productos de trabajo, estado del alfa y roles. En la práctica: Planeación general de respuesta y control del riesgo.**

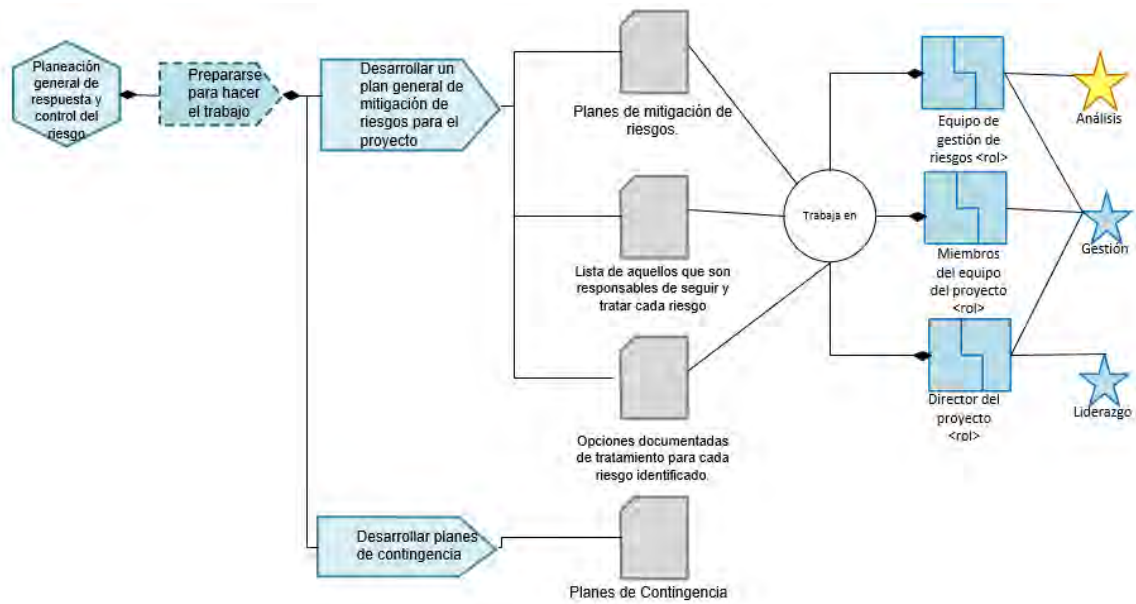
PRÁCTICA	ALFA	ESPACIO DE ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	PRODUCTOS DE TRABAJO ( Ver Anexo C)	ESTADO DEL ALFA <sup>50</sup>	ROLES
Planeación general de respuesta y control del riesgo	Riesgo	Prepararse para hacer el trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Desarrollar un plan general de mitigación de riesgos para el proyecto a fin de organizar la implementación de los planes individuales de mitigación y contingencia de los riesgos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planes de mitigación de riesgos.</li> <li>• Planes de Contingencia</li> <li>• Lista de aquellos que son responsables de seguir y tratar cada riesgo</li> <li>• Opciones documentadas de tratamiento para cada riesgo identificado.</li> </ul>	Planeado: se está trabajando	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Director del proyecto</li> <li>✓ Miembros del equipo del proyecto.</li> <li>✓ Miembros del equipo de gestión de riesgos</li> </ul>
		Coordinar actividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Determinar los costes y los beneficios de la investigación del plan de mitigación de riesgos para cada riesgo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualización a la documentación técnica</li> </ul>	Planeado: se está trabajando	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Director del proyecto</li> <li>✓ Miembros del equipo del proyecto.</li> <li>✓ Miembros del equipo de gestión de riesgos.</li> </ul>
		Rastrear el progreso	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Monitorizar el estado del riesgo</li> <li>➢ Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto</li> <li>➢ Proporcionar un método de seguimiento de los elementos de acción de tratamiento de riesgos abiertos hasta su cierre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información de desempeño del trabajo</li> <li>• Documento de los resultados de las evaluaciones, auditorias y revisiones periódicas de los riesgos</li> <li>• Listas actualizadas del estado del riesgo.</li> <li>• Evaluaciones actualizadas de la probabilidad, consecuencia y umbrales de los riesgos.</li> <li>• Actualización a la documentación</li> </ul>	Planeado Bajo control	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Director del proyecto</li> <li>✓ Miembros del equipo de gestión de riesgos.</li> </ul>

<sup>50</sup>ZAPATA, Carlos Mario y HENAO, Antony "Alfa Riesgo: Un elemento universal presente en todos los esfuerzos de ingeniería de software," Proc. Spanish edition. 4th International Conference on Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT2016), Abril 2016, p. 36-40.

				<p>técnica</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Listas actualizadas de las opciones y acciones tomadas para el tratamiento de riesgos.</li> <li>• Solicitudes de cambio</li> <li>• Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización</li> </ul>	
--	--	--	--	--	--

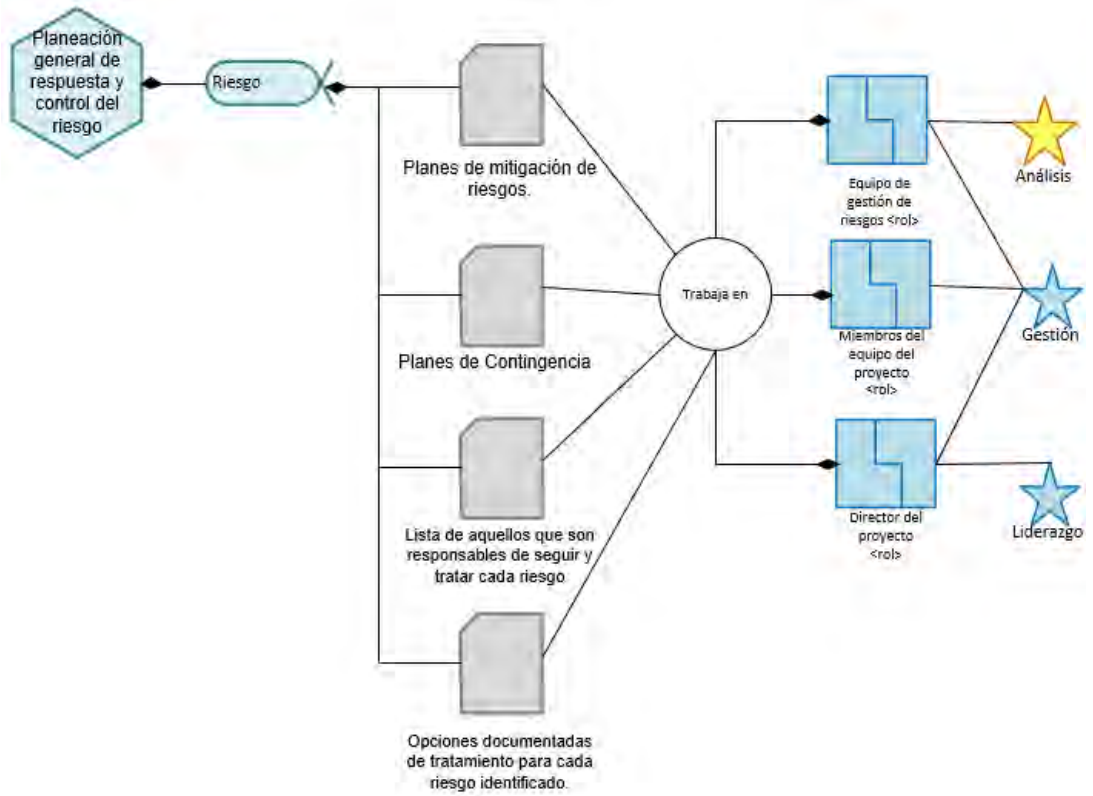
Fuente: creación propia

**PRÁCTICA: PLANEACION GENERAL DE RESPUESTA Y CONTROL DE RIESGOS**  
**ESPACIO DE ACTIVIDAD: PREPARARSE PARA HACER EL TRABAJO**



**Ilustración 30. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: Planeación general de respuesta y control del riesgo) 1/4**  
Fuente: Creación propia

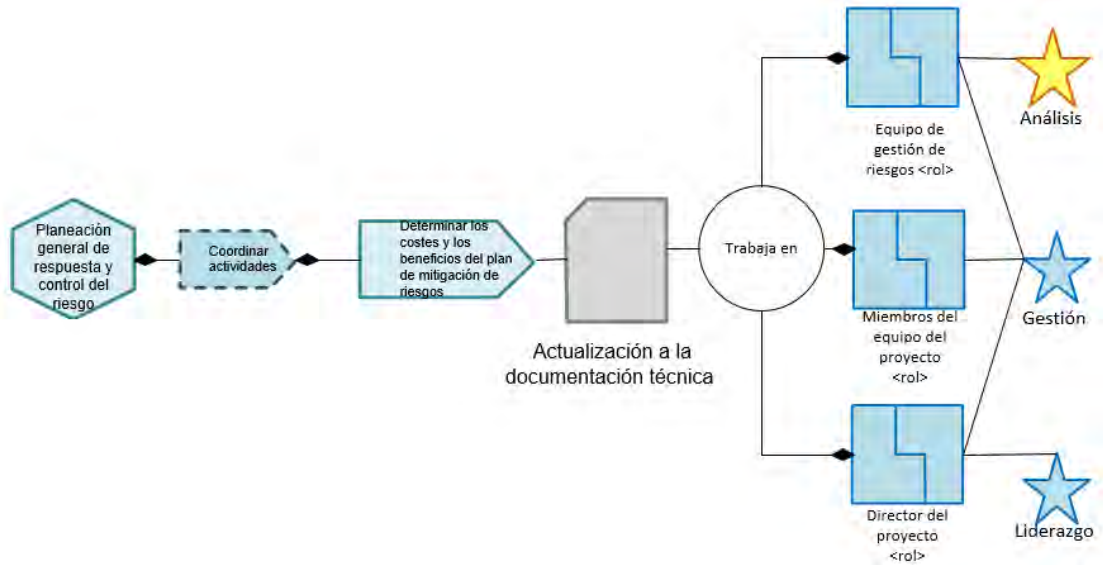
**PRÁCTICA: PLANEACION GENERAL DE RESPUESTA Y CONTROL DE RIESGOS**  
**ESPACIO DE ACTIVIDAD: PREPARARSE PARA HACER EL TRABAJO**



**Ilustración 31. Representación Gráfica: Alfa – Producto De Trabajo – Roles – Competencias (Práctica: Planeación de respuesta y control de riesgo) 1/4**  
**Fuente: Creación propia**

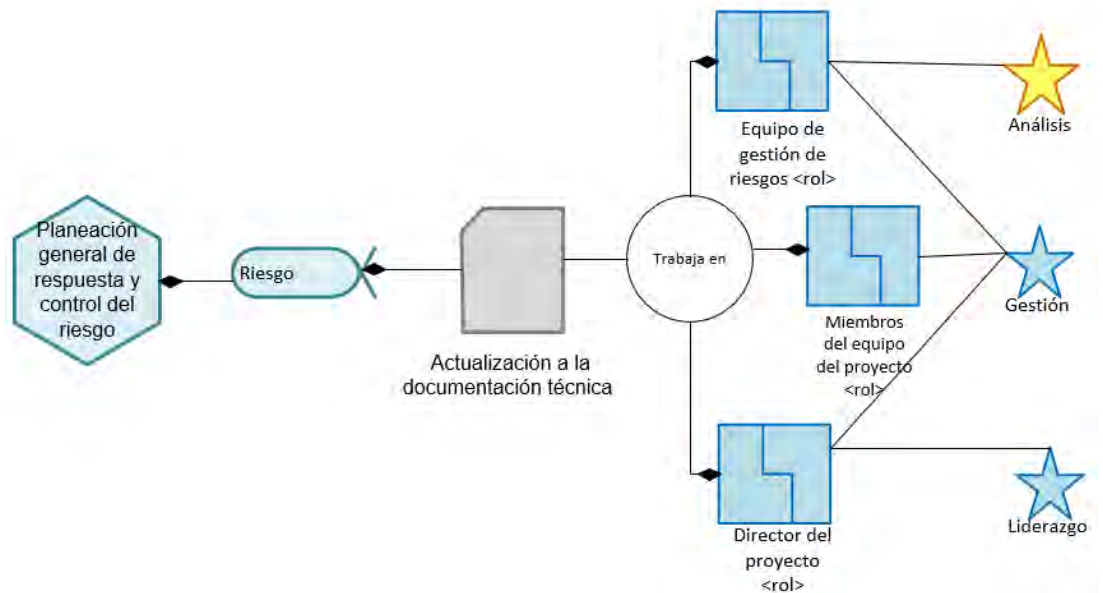


**PRÁCTICA: PLANEACION GENERAL DE RESPUESTA Y CONTROL DE RIESGOS**  
**ESPACIO DE ACTIVIDAD: COORDINAR ACTIVIDADES**



**Ilustración 32. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: Planeación general de respuesta y control del riesgo) 2/4**  
 Fuente: Creación propia

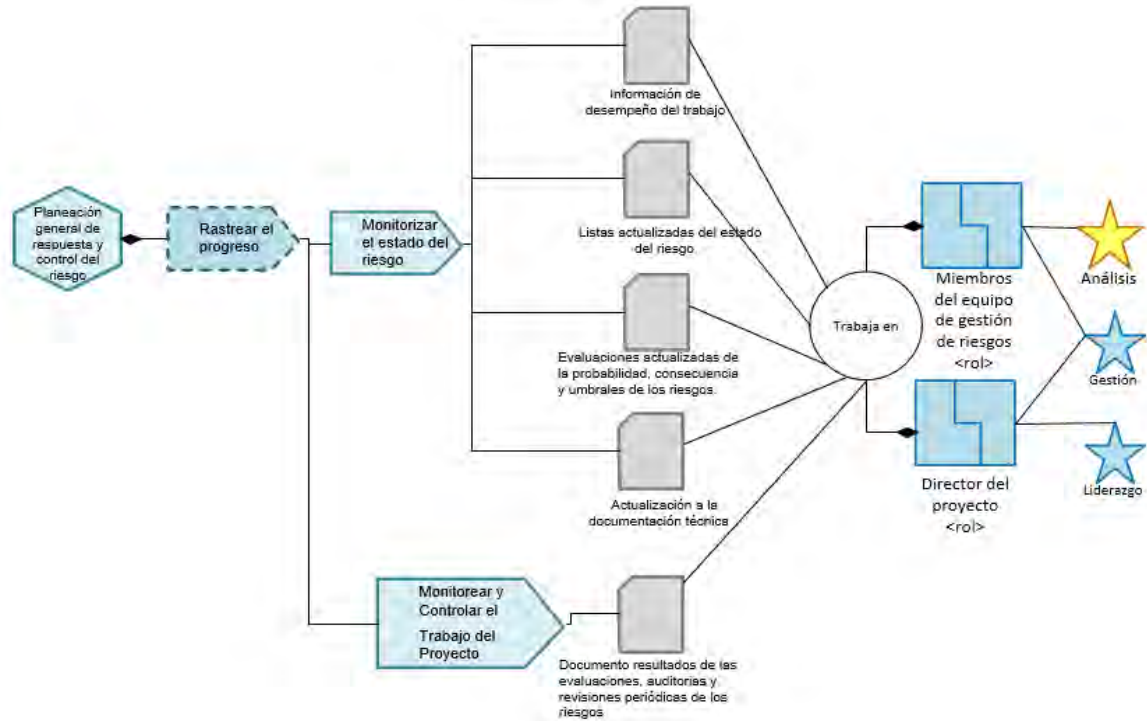
**PRÁCTICA: PLANEACION GENERAL DE RESPUESTA Y CONTROL DE RIESGOS**  
**ESPACIO DE ACTIVIDAD: COORDINAR ACTIVIDADES**



**Ilustración 33. Representación Gráfica: Alfa – Producto De Trabajo – Roles – Competencias (Práctica: Planeación de respuesta y control de riesgo) 2/4**  
 Fuente: Creación propia

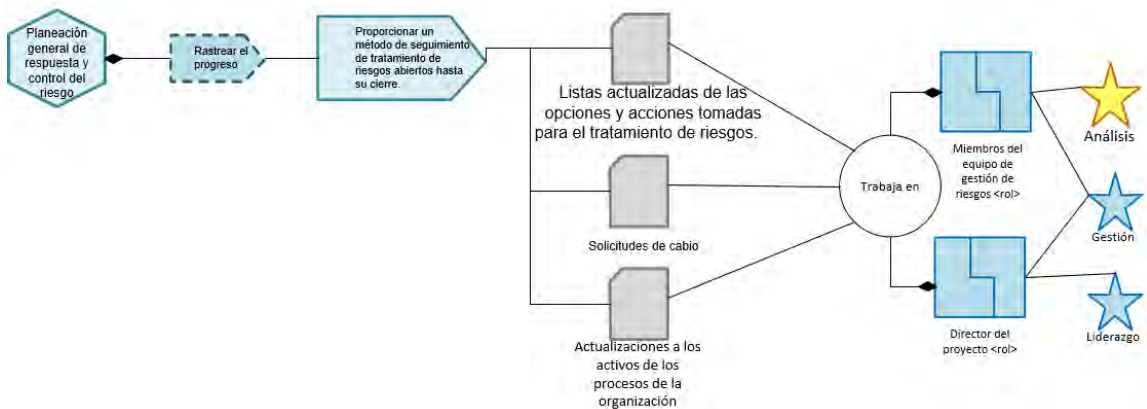


**PRÁCTICA: PLANEACION GENERAL DE RESPUESTA Y CONTROL DE RIESGOS**  
**ESPACIO DE ACTIVIDAD: RASTREAR EL PROGRESO**



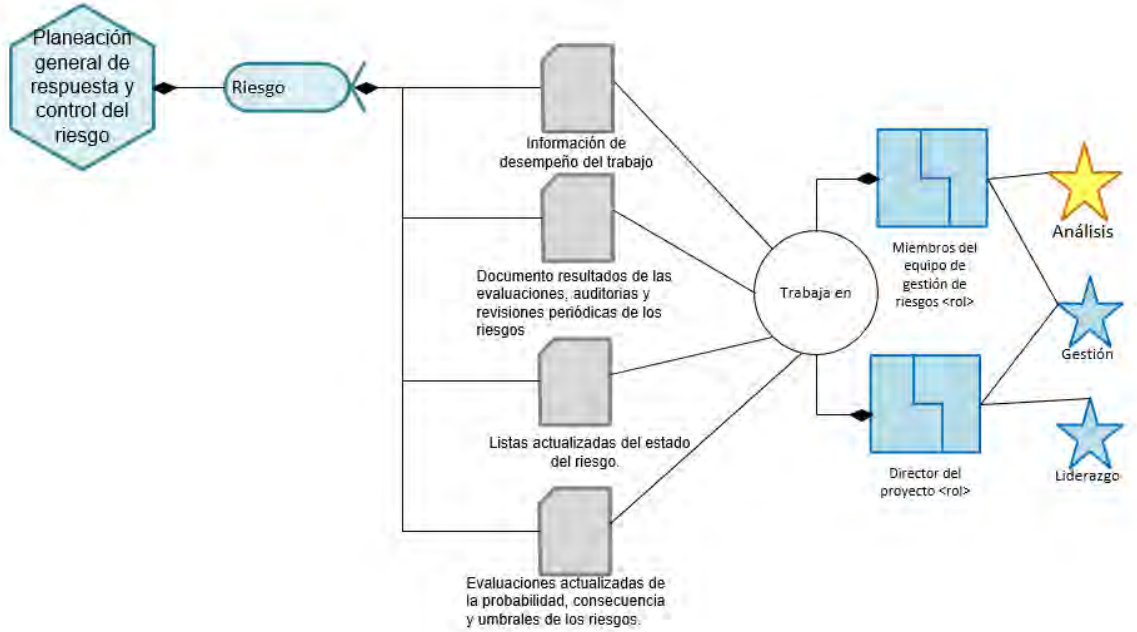
**Ilustración 34. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: Planeación general de respuesta y control del riesgo) 3/4**  
 Fuente: Creación propia

**PRÁCTICA: PLANEACION GENERAL DE RESPUESTA Y CONTROL DE RIESGOS**  
**ESPACIO DE ACTIVIDAD: RASTREAR EL PROGRESO**



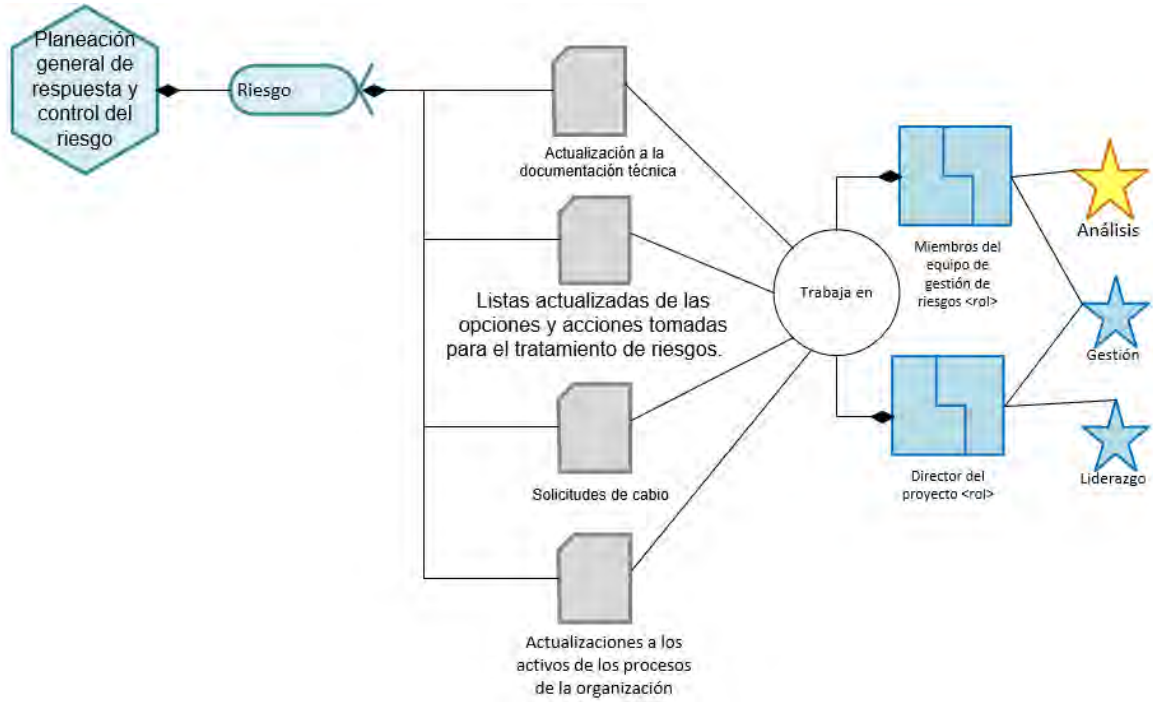
**Ilustración 35. Representación gráfica de: Espacio de actividad – actividad – productos de trabajo – roles – competencias (Práctica: Planeación general de respuesta y control del riesgo) 4/4**  
 Fuente: Creación propia

**PRÁCTICA: PLANEACION DE RESPUESTA Y CONTROL DE RIESGOS**  
**ESPACIO DE ACTIVIDAD: RASTREAR EL PROGRESO**



**Ilustración 36. Representación Gráfica: Alfa – Producto De Trabajo – Roles – Competencias (Práctica: Planeación de respuesta y control de riesgo) 3/4**  
**Fuente: Creación propia**

**PRÁCTICA: PLANEACION DE RESPUESTA Y CONTROL DE RIESGOS**  
**ESPACIO DE ACTIVIDAD: RASTREAR EL PROGRESO**



**Ilustración 37. Representación Gráfica: Alfa – Producto De Trabajo – Roles – Competencias (Práctica: Planeación de respuesta y control de riesgo) 4/4**  
**Fuente: Creación propia**

## Verificación de las prácticas

Para verificar que la representación de las prácticas en el núcleo de Semat se hayan realizado de manera correcta y que se ajusten a la normatividad y estructura del estándar Semat, se tomó como referente de validación la propuesta de “Software Engineering: methods, modeling and teaching”<sup>51</sup> realizada en el año 2017, en la que Zapata y Henao<sup>52</sup> propone el alfa riesgo como parte del núcleo.

Dentro de esta propuesta se planteó el alfa riesgo con 5 estados los cuales tienen una lista de verificación que permite al alfa cambiar de estado, descritos de la siguiente forma:

### Estado: Incertidumbre

- Se desconoce las amenazas al esfuerzo de ingeniería de software.
- Se desconoce el impacto de situaciones o situaciones inesperadas.
- Se entiende la necesidad de desarrollar un plan de gestión de riesgos.

### Estado: Identificado

- Se han identificado los riesgos asociados con el esfuerzo de ingeniería de software.
- Se han establecido recursos y productos de trabajo en el que se pueden usar para realizar la gestión de riesgos en el esfuerzo de ingeniería de software.
- Un plan de gestión de riesgos está disponible.

### Estado: Entendido

- Los interesados y el equipo han logrado un análisis imparcial de los riesgos.
- Se entiende la exposición a los riesgos.
- Se ha realizado y comprendido el análisis de riesgos cualitativos.
- Se han realizado y entendido el análisis cuantitativo de riesgos.
- Las partes interesadas y el equipo se han comprometido a abordar la gestión de riesgos a lo largo de todo el esfuerzo de ingeniería de software.

---

<sup>51</sup> ZAPATA, Carlos Mario. *Software engineering: methods, modeling, and teaching*, vol. 4. Bogotá: Universidad de San Buenaventura. 2017. 468 p.

<sup>52</sup> ZAPATA, Carlos Mario y HENAO, Antony “Alfa Riesgo: Un elemento universal presente en todos los esfuerzos de ingeniería de software,” Proc. Spanish edition. 4th International Conference on Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT2016), Abril 2016, p. 36-40.

### **Estado: Planeado**

- Se están planificando acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas al esfuerzo de ingeniería de software.
- Un plan de respuesta al riesgo está disponible.
- Un plan de monitoreo de riesgos está disponible.
- Un plan de control de riesgos está disponible.
- El presupuesto para el proceso de gestión de riesgos ha sido establecido.

### **Estado: Bajo Control**

- Los riesgos y la probabilidad se han reducido a niveles aceptables.
- Los recursos necesarios para ejecutar el plan de respuesta al riesgo están disponibles.

Teniendo en cuenta las prácticas obtenidas en la investigación y su representación en el núcleo de Semat, se demostró que estas se ajustan a la propuesta del alfa riesgo en cuanto a que ayudan en el avance de estados del alfa, ya que las actividades y productos de trabajo de cada práctica permiten ubicar el alfa en un cierto estado como se muestra en las tablas (11, 12,13). De esta manera las tres prácticas cumplen con las listas de chequeo de cada estado.

## CONCLUSIONES

- Se observó que algunos modelos de ingeniería de software son monolíticos, ya que implican su total utilización en un esfuerzo de software, de manera que no permiten extraer prácticas específicas de diferentes modelos.
- Fue importante centrar la mirada en uno de los puntos críticos que merecen darle una mayor importancia como es el caso de la gestión de riesgos, ya que en la elaboración y desarrollo de software se le restó importancia a la identificación de riesgos durante un esfuerzo de software y no se tuvo en cuenta que este ítem es uno de los pilares fundamentales para evitar el fracaso de los esfuerzos de software.
- El núcleo de Semat es un marco innovador de ingeniería de software, que permitió combinar e integrar diferentes prácticas extraídas de varios métodos en un ámbito común que facilitó la comunicación en un mismo lenguaje al tratarse de un esfuerzo de ingeniería de software; y de esta manera se permitió construir métodos modulares a la medida de un esfuerzo de ingeniería de software.
- Los métodos de estudio PMBOK Y CMMI tuvieron similitudes importantes en cuanto a buenas prácticas en la gestión de proyectos software, más específicamente en la gestión de riesgos, lo que permitió integrar estos dos modelos y obtener prácticas independientes de los métodos.
- La utilización del núcleo de Semat hizo posible Esencializar tres prácticas que abordan la gestión de riesgos, a partir de varias prácticas existentes en los métodos de estudio.
- Teniendo una base teórica del núcleo de Semat se pudo hacer una representación gráfica clara de las prácticas siendo entendibles para quien haga uso de estas.

## RECOMENDACIONES

- La propuesta del riesgo como un alfa será un punto de estudio esencial dentro de la comunidad de Semat, de manera que más adelante se pueda incluir el alfa dentro del núcleo.
- Debido a que organizaciones importantes están adoptando el núcleo de Semat en su modelo de trabajo, se recomendó que en la academia se debe adoptar Semat como una propuesta de enseñanza para los esfuerzos de ingeniería de software principalmente en la Universidad de Nariño, para cerrar las brechas de la industria y las instituciones universitarias.
- La gestión de riesgos no debe ser excluida de los esfuerzos de ingeniería de software, ya que los puntos críticos deben ser analizados y controlados a tiempo para evitar un proyecto fallido.
- Los eventos que se promuevan se den a conocer a la comunidad de Semat y su iniciativa Essence, para que se pueda ampliar su uso y de esta manera se fomente el interés en esta área.
- Es importante que las organizaciones de desarrollo de software adopten iniciativas que permitan utilizar buenas prácticas que cubran todos los ámbitos organizativos, tratando de incluir métodos más modulares dentro de su marco de trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

ARAQUE, María. Gestión de Riesgos en Proyecto de Software a desarrollar en empresa privada. Tesis de Especialización Bogotá D.C: Universidad Nueva Granada. 2015. 230p.

FAJARDO, Ruth. Metodologías para la Gestión de Riesgos en Proyectos de Software y su adaptación en STEFANINI. Tesis de Especialización Bogotá D.C: Universidad Nueva Granada. 2014. 21 p.

JAURECHE, Santiago. Métodos de gestión de riesgos en proyectos de software. Tesis de Maestría en Computación. Uruguay: Universidad de la República Oriental del Uruguay. 2012. 73 p.

ZAPATA, Carlos Mario; VALDERRAMA, Jorge; JIMÉNEZ, Leidy. Representation Of CMMI-DEV Practices In The Semat Kernel. IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS, VOL. 13, No. 10, Octubre 2015. 6 p.

MUÑOZ, Jorge. Equipos de desarrollo de software: sus prácticas representadas en Semat. Trabajo de investigación en Maestría. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. 2015. 65 p.

PMI (Project Management Institute). Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). 5ª Edición. Estados Unidos: PMI Publishing 2013. 595 p.

SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE, CMMI for Development, Versión 1.3. Pittsburg: Carnegie Mellon, 2010. CMU/SEI-2010-TR-033. 555 p.

JACOBSON, Ivar; et al. La Esencia de la Ingeniería de Software: El Núcleo de Semat. Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software. 2013, vol. 55, No. 12, p. 71 - 78. ISSN 2314-2642

JACOBSON, Ivar, P. Ng, P. E. McMahon, y C. Zapata (Traductor), "La Esencia de la Ingeniería de Software: El Núcleo de Semat," Rev. Latinoam. Ing. Softw., vol. 1, no. 3, pp. 71–78, 2013

ZAPATA, Carlos Mario. *Software engineering: methods, modeling, and teaching*, vol 4. Bogotá: Universidad de San Buenaventura. 2017. 468 p.



MURCIA, Juan Darío. Documento de análisis y especificación: Guía para la integración de métodos formales de ingeniería de requerimientos en procesos de desarrollo ágil. Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana. 2014. 65 p.

JIMENEZ, Leidy. Representación en el núcleo de Semat de prácticas de métodos de desarrollo basados en planes. Trabajo de investigación en Maestría. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. 2016. 226 p.

THE STANDISH GROUP INTERNATIONAL. The CHAOS Manifesto 2012. 64 p.  
disponible en:  
<https://cs.calvin.edu/courses/cs/262/kvlinden/resources/CHAOSManifesto2012.pdf>

OBJECT MANAGEMENT GROUP (OMG). Essence – Kernel and Language for Software Engineering Methods. V 1.1. 2013. SMSC/15-12-02. 308 p.

PRESSMAN , Roger S. Ingeniería del Software Un Enfoque Práctico. McGraw-Hill. México 2005.

MINTIC. MinTIC promueve modelo y certificación CMMI para empresas de la Industria TI del país. 2014. Disponible en: <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-6024.html>

ASSAF, Raul. PMBOK – El cuerpo de conocimientos de la Gestión de proyectos: Artículo del extracto del libro Frameworks for IT Management – ISBN 9077212906. C&T Universidad de Palermo. p. 73-75.

OMG Essence specification – OMG, “Essence – Kernel and Language for Software Engineering Methods”, OMG Document. 2015

Barón, Alexander. Modelo para la Definición Unificada de la Práctica en Ingeniería de Software. Tesis Doctoral (en desarrollo). Doctorado en Ingeniería – Sistemas e Informática. Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.

ZAPATA, Carlos Mario y HENAO, Antony “Alfa Riesgo: Un elemento universal presente en todos los esfuerzos de ingeniería de software,” Proc. Spanish edition. 4th International Conference on Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT2016), Abril 2016, p. 36-40.

## ANEXOS

### ANEXO A. DESCRIPCION PRODUCTOS DE TRABAJO. PRÁCTICA: PLANIFICACION CUANTITATIVA DEL RIESGO.

#### PLAN DE GESTION DE RIESGOS

**Metodología.** Define los enfoques, las herramientas y las fuentes de datos que se utilizarán para llevar a cabo la gestión de riesgos en el proyecto.

**Roles y responsabilidades.** Define el líder, el apoyo y los miembros del equipo de gestión de riesgos para cada tipo de actividad del plan de gestión de los riesgos, y explica sus responsabilidades.

**Presupuesto.** Estima, sobre la base de los recursos asignados, los fondos necesarios para su inclusión en la línea base de costos, y establece los protocolos para la aplicación de la reserva para contingencias y la reserva de gestión.

**Calendario y cronograma** Define cuándo y con qué frecuencia se llevarán a cabo los procesos de gestión de riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto, establece los protocolos para la utilización de las reservas para contingencias del cronograma y establece las actividades de gestión de riesgos a incluir en el cronograma del proyecto.

**Lista de fuentes de riesgos:** Las fuentes de riesgos son parámetros fundamentales que causan riesgos en un proyecto u organización. Hay muchas fuentes de riesgos, tanto internas como externas a un proyecto. Las fuentes de riesgo identifican dónde pueden originarse los riesgos.

Algunas fuentes típicas de riesgo internas y externas son:

- Requisitos inciertos.
- Esfuerzos sin precedentes (p. ej., estimaciones no disponibles).
- Diseño inviable.
- Requisitos de atributos de calidad en competencia que afectan a la selección de la solución y al diseño.
- Tecnología no disponible.
- Estimaciones o asignación de calendarios no realistas.
- Recursos de personal y habilidades inadecuadas.
- Cuestiones de coste o financiación.
- Capacidad del subcontratista incierta o inadecuada.
- Capacidad del proveedor incierta o inadecuada.
- Comunicación inadecuada con los clientes actuales o potenciales o con sus representantes.
- Interrupciones en la continuidad de las operaciones.
- Restricciones reglamentarias (p. ej., seguridad, protección, entorno).

**Ilustración 38. Fuentes típicas de riesgo**  
Fuente: CMMI for Development, Version 1.3<sup>53</sup>

Muchas de estas fuentes de riesgo son aceptadas sin su adecuada planificación. La identificación temprana de fuentes de riesgo tanto internas como externas, puede llevar a la identificación temprana de riesgos. Los planes de mitigación de riesgos pueden implementarse, posteriormente, en etapas tempranas del proyecto para prevenir la ocurrencia de riesgos o reducir las consecuencias de su ocurrencia.

**Lista de categorías de riesgos:** Las categorías de riesgos son “agrupaciones” utilizadas para recopilar y organizar los riesgos. Identificar las categorías de riesgos ayuda a la futura consolidación de las actividades en los planes de mitigación de riesgos.

---

<sup>53</sup> SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE, CMMI for Development, Versión 1.3. Pittsburg: Carnegie Mellon, 2010. CMU/SEI-2010-TR-033

Los siguientes factores pueden considerarse cuando se determinan las categorías de riesgos:

- Fases del modelo del ciclo de vida del proyecto (p. ej., requisitos, diseño, fabricación, prueba y evaluación, entrega, retirada).
- Tipos de procesos utilizados.
- Tipos de productos utilizados.
- Riesgos de gestión de proyectos (p. ej., riesgos del contrato, riesgos del presupuesto, riesgos de calendario, riesgos de recursos).
- Riesgos técnicos de rendimiento (p. ej., riesgos relativos a los atributos de calidad, riesgos de soporte).

**Ilustración 39. Factores que determinan las categorías de los riesgos**  
Fuente: CMMI for Development, Version 1.3<sup>54</sup>

Se puede utilizar una taxonomía de riesgos para proporcionar un marco de trabajo para determinar las fuentes y las categorías de riesgos.

### **Criterios de evaluación, clasificación y priorización de riesgos.**

Los criterios utilizados de forma consistente (p. ej., límites de probabilidad, niveles de gravedad) generalmente permiten que los impactos de los diferentes riesgos sean comprendidos, para recibir el nivel apropiado de análisis, y para garantizar la atención de la dirección. En la gestión de riesgos distintos (p.ej., la protección de los empleados frente a la contaminación ambiental), es importante asegurar la consistencia del resultado final (por ejemplo, un alto impacto del riesgo de contaminación ambiental es tan importante como un alto impacto del riesgo de protección de los empleados). Una forma de proporcionar una base común para comparar diferentes riesgos es asignar valores económicos a los riesgos (p.ej., mediante un proceso de monetización del riesgo).

### **Requisitos de la gestión de riesgos (niveles de control y de aprobación, intervalos de reevaluación)**

---

<sup>54</sup> SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE, CMMI for Development, Versión 1.3. Pittsburg: Carnegie Mellon, 2010. CMU/SEI-2010-TR-033

Para cada categoría de riesgo, se pueden establecer umbrales que determinen la aceptación o no aceptación, la priorización o la activación de las acciones para gestionar los riesgos.

Algunos ejemplos de umbrales son:

- Los umbrales a escala de proyecto podrían establecerse para involucrar a la alta dirección cuando los costes del producto excedan el 10 por ciento del coste objetivo o cuando los indicadores de rendimiento de coste (CPIs) caigan por debajo del 0,95.
- Los umbrales de calendario podrían establecerse para involucrar a la alta dirección cuando los indicadores de rendimiento de calendario (SPIs) caigan por debajo del 0,95.
- Los umbrales de rendimiento podrían establecerse para involucrar a la alta dirección cuando los elementos clave especificados (p. ej., la utilización del procesador, los tiempos medios de respuesta) superan el 125 por ciento del diseño previsto.

Ilustración 40. Umbrales del riesgo  
Fuente: CMMI for Development, Version 1.3<sup>55</sup>

**Definiciones de la probabilidad e impacto de los riesgos.** La calidad y la credibilidad del análisis de riesgos requieren que se definan distintos niveles de probabilidad e impacto de los riesgos, específicos para el contexto del proyecto. Las definiciones generales de los niveles de probabilidad e impacto se adaptan a cada proyecto individual durante el proceso Planificar la Gestión de los Riesgos para su uso en procesos subsiguientes. La Tabla 11-1 es un ejemplo de definiciones de impactos negativos que se podrían utilizar en la evaluación de los impactos de riesgos relacionados con cuatro objetivos del proyecto. (También pueden elaborarse tablas similares desde una perspectiva de impactos positivos). La Tabla 11-1 ilustra el enfoque tanto relativo como numérico (en este caso, no lineal).

---

<sup>55</sup> SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE, CMMI for Development, Versión 1.3. Pittsburg: Carnegie Mellon, 2010. CMU/SEI-2010-TR-033



**Tabla 11-1. Definición de Escalas de Impacto para Cuatro Objetivos del Proyecto**

Condiciones Definidas para las Escalas de Impacto de un Riesgo sobre los Principales Objetivos del Proyecto (Sólo se muestran ejemplos para impactos negativos)					
Objetivo del Proyecto	Se muestran escalas relativas o numéricas				
	Muy bajo /0,05	Bajo /0,10	Moderado /0,20	Alto /0,40	Muy alto /0,80
<b>Costo</b>	Aumento del costo insignificante	Aumento del costo < 10%	Aumento del costo del 10 - 20%	Aumento del costo del 20 - 40%	Aumento del costo > 40%
<b>Tiempo</b>	Aumento del tiempo insignificante	Aumento del tiempo < 5%	Aumento del tiempo del 5 - 10%	Aumento del tiempo del 10 - 20%	Aumento del tiempo > 20%
<b>Alcance</b>	Disminución del alcance apenas perceptible	Áreas secundarias del alcance afectadas	Áreas principales del alcance afectadas	Reducción del alcance inaceptable para el patrocinador	El elemento final del proyecto es efectivamente inservible
<b>Calidad</b>	Degradación de la calidad apenas perceptible	Sólo se ven afectadas las aplicaciones muy exigentes	La reducción de la calidad requiere la aprobación del patrocinador	Reducción de la calidad inaceptable para el patrocinador	El elemento final del proyecto es efectivamente inservible

Esta tabla muestra ejemplos de definiciones del impacto de los riesgos para cuatro objetivos diferentes del proyecto. Deben adaptarse al proyecto individual y a los umbrales de riesgo de la organización durante el proceso de Planificación de la Gestión de los Riesgos. De forma similar, pueden desarrollarse definiciones del impacto para las oportunidades.

**Tabla 14. Definición de escalas de impacto.**

Fuente: Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). 5ª Edición<sup>56</sup>

**Revisión de las tolerancias de los interesados.** Las tolerancias de los interesados, según se aplican al proyecto específico, se pueden revisar en el marco del proceso Planificar la Gestión de los Riesgos.

**Seguimiento de actividades y procesos de auditoria de la gestión de riesgos.** El seguimiento documenta cómo se registrarán las actividades de gestión de riesgos para beneficio del proyecto en curso y cómo se auditarán los procesos de gestión de riesgos.

<sup>56</sup> PMI (Project Management Institute). Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). 5ª Edición. Estados Unidos: PMI Publishing 2013.

## **ANEXO B. DESCRIPCIÓN PRODUCTOS DE TRABAJO. PRÁCTICA: IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS ESPECÍFICO DEL RIESGO.**

**Lista de respuestas potenciales.** En ocasiones se pueden identificar respuestas potenciales a un riesgo durante el proceso Identificar los Riesgos. Dichas respuestas, si se identifican durante este proceso, se deben utilizar como entradas para el proceso Planificar la Respuesta a los Riesgos.

**Actualizaciones al registro de riesgos.** A medida que se dispone de nueva información a través de la evaluación cualitativa de riesgos, se va actualizando el registro de riesgos. Las actualizaciones al registro de riesgos pueden incluir evaluaciones de probabilidad e impacto para cada riesgo, clasificación y calificación de riesgos, información de la urgencia o categorización de los riesgos, así como una lista de observación para los riesgos de baja probabilidad o que requieren análisis adicional.

**Análisis probabilístico del proyecto.** Se realizan estimaciones de los resultados potenciales del cronograma y costos del proyecto, enumerando las fechas de conclusión y los costos posibles con sus niveles de confianza asociados. Esta salida, a menudo expresada como una distribución de frecuencia acumulativa, se utiliza con las tolerancias al riesgo de los interesados para permitir la cuantificación de las reservas para contingencias de costo y tiempo. Dichas reservas para contingencias son necesarias para reducir el riesgo de desviación con respecto a los objetivos establecidos para el proyecto a un nivel aceptable para la organización.

- Las técnicas comúnmente utilizadas recurren tanto a los análisis orientados a eventos como a los orientados a proyectos, e incluyen:

**Análisis de sensibilidad.** El análisis de sensibilidad ayuda a determinar qué riesgos tienen el mayor impacto potencial en el proyecto. Ayuda a comprender la correlación que existe entre las variaciones en los objetivos del proyecto y las variaciones en las diferentes incertidumbres. Por otra parte, evalúa el grado en que la incertidumbre de cada elemento del proyecto afecta al objetivo que se está estudiando cuando todos los demás elementos inciertos son mantenidos en sus valores de línea base. Una representación típica del análisis de sensibilidad es el diagrama con forma de tornado (Gráfico 41), el cual resulta útil para comparar la importancia y el impacto relativos de las variables que tienen un alto grado de incertidumbre con respecto a las que son más estables. El diagrama con forma de tornado también resulta útil a la hora de analizar escenarios de asunción de riesgos

basados en riesgos específicos cuyo análisis cuantitativo pone de relieve posibles beneficios superiores a los impactos negativos correspondientes. Un diagrama con forma de tornado es un tipo especial de diagrama de barras que se utiliza en el análisis de sensibilidad para comparar la importancia relativa de las variables. En un diagrama con forma de tornado el eje

Y representa cada tipo de incertidumbre en sus valores base, mientras que el eje X representa la dispersión o correlación de la incertidumbre con la salida que se está estudiando. En esta figura, cada incertidumbre contiene una barra horizontal y se ordena verticalmente para mostrar las incertidumbres con dispersión decreciente con respecto a los valores base.

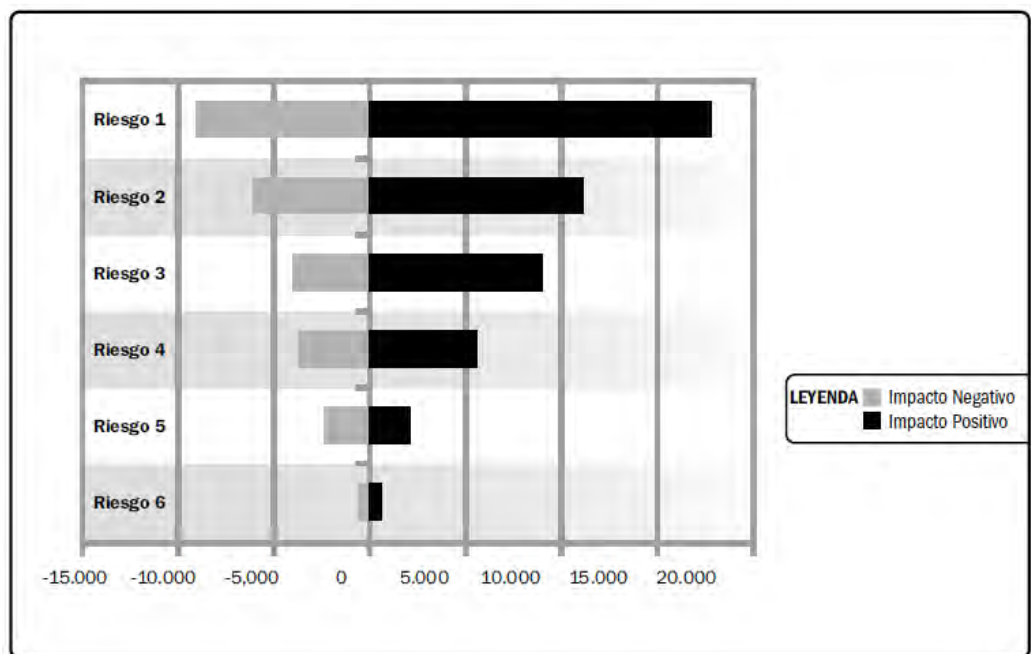


Ilustración 41. Ejemplo de Diagrama con Forma de Tornado

Fuente: Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). 5ª Edición<sup>57</sup>

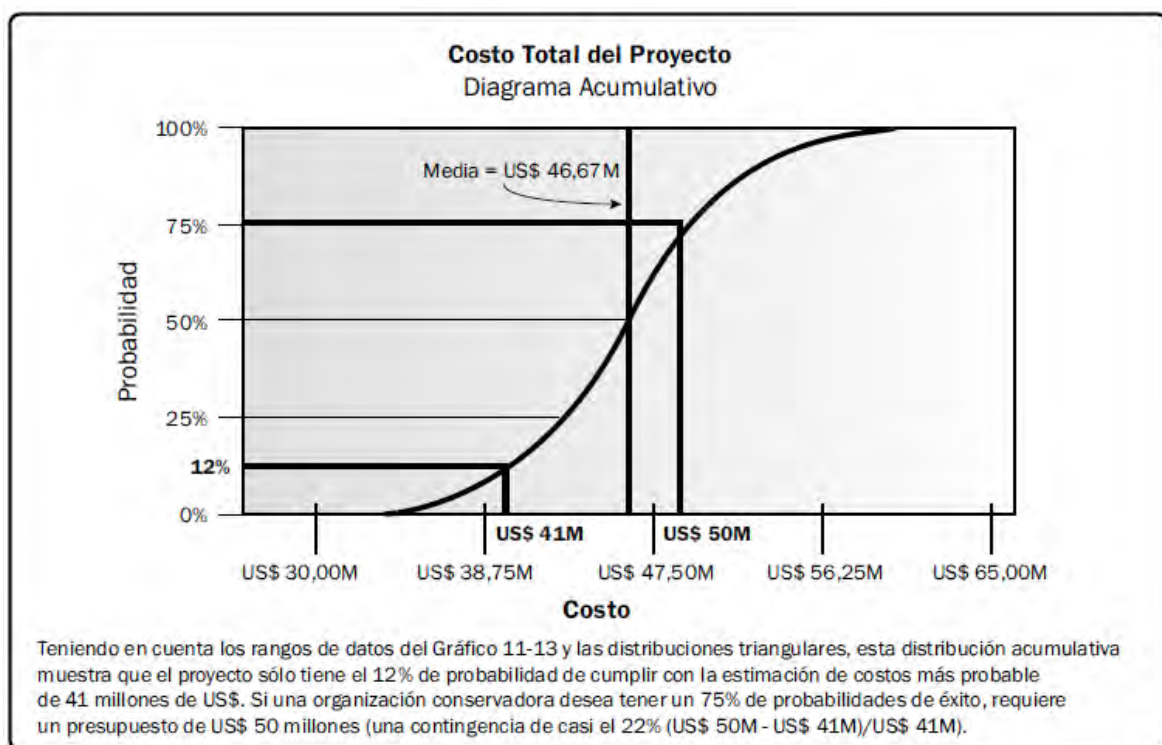
- **Análisis del valor monetario esperado.** El análisis del valor monetario esperado (EMV) es un concepto estadístico que calcula el resultado promedio cuando el futuro incluye escenarios que pueden ocurrir o no (es decir, análisis bajo incertidumbre). El EMV de las oportunidades se expresa por lo general con valores positivos, mientras que el de las amenazas se expresa con valores negativos. El EMV requiere un supuesto de neutralidad del riesgo, ni de aversión al riesgo ni de

<sup>57</sup> PMI (Project Management Institute). Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). 5ª Edición. Estados Unidos: PMI Publishing 2013.



atracción por éste. El EMV para un proyecto se calcula multiplicando el valor de cada posible resultado por su probabilidad de ocurrencia y sumando luego los resultados. Un uso común de este tipo de análisis es el análisis mediante árbol de decisiones.

**Probabilidad de alcanzar los objetivos de costo y tiempo.** Con los riesgos que afronta el proyecto, se puede estimar la probabilidad de alcanzar los objetivos del proyecto de acuerdo con el plan actual utilizando los resultados del análisis cuantitativo de riesgos. Por ejemplo, en el Gráfico 42, la probabilidad de alcanzar la estimación de costos de US\$41 es de aproximadamente 12%.



**Ilustración 42. Resultados de simulación de los riesgos relativos a los costos**  
Fuente: Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). 5ª Edición.<sup>58</sup>

**Lista priorizada de riesgos cuantificados.** Esta lista incluye los riesgos que representan la mayor amenaza o suponen la mayor oportunidad para el proyecto. Se incluyen los riesgos que pueden tener el mayor efecto en las contingencias de costos y aquéllos que tienen mayor probabilidad de influir en la ruta crítica. En

<sup>58</sup> PMI (Project Management Institute). Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). 5ª Edición. Estados Unidos: PMI Publishing 2013.

algunos casos, estos riesgos pueden evaluarse mediante un diagrama con forma de tornado, el cual se genera como resultado del análisis de simulación.

## **ANEXO C. DESCRIPCIÓN PRODUCTOS DE TRABAJO. PRÁCTICA: PLANEACIÓN GENERAL DE RESPUESTA Y CONTROL DEL RIESGO.**

### **Plan de mitigación de riesgos.**

Un componente crítico de la planificación de la mitigación de riesgos es el desarrollo de líneas de acción alternativas, soluciones temporales y en última instancia y una línea de acción recomendada para cada riesgo crítico. El plan de mitigación de riesgos para un riesgo dado incluye técnicas y métodos usados para evitar, reducir y controlar la probabilidad de ocurrencia del riesgo; la extensión del daño incurrido en caso de que el riesgo ocurriera (a veces llamado “plan de contingencia”); o ambos. Los riesgos se monitorizan y, cuando sobrepasan los umbrales establecidos, los planes de mitigación de riesgo se despliegan para devolver el esfuerzo afectado a un nivel de riesgo aceptable. Si el riesgo no puede mitigarse, puede invocarse un plan de contingencia. Tanto los planes de mitigación como los de contingencia del riesgo se generan con frecuencia solamente para los riesgos seleccionados para los que las consecuencias de los riesgos sean altas o inaceptables. Otros riesgos pueden aceptarse y simplemente monitorizarse.

**Algunas de las opciones para tratar los riesgos normalmente son:**

- **Evitar el riesgo: cambiar o reducir los requisitos mientras se sigan cumpliendo las necesidades del usuario final.**
- **Controlar el riesgo: llevar a cabo actividades para minimizar los riesgos.**
- **Transferir el riesgo: reasignar requisitos para reducir riesgos.**
- **Monitorizar el riesgo: vigilar y reevaluar periódicamente el riesgo en función de los cambios en los parámetros del riesgo asignados.**
- **Aceptar el riesgo: reconocer el riesgo pero no tomar ninguna acción.**

**Ilustración 43. Opciones de tratamiento de los riesgos.**  
Fuente: CMMI for Development, Version 1.3<sup>59</sup>

### **Planes de Contingencia.**

<sup>59</sup> SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE, CMMI for Development, Versión 1.3. Pittsburg: Carnegie Mellon, 2010. CMU/SEI-2010-TR-033

Los planes de mitigación de riesgos se desarrollan y se implementan según sea necesario para reducir de forma proactiva los riesgos antes de que se conviertan en problemas. A pesar de los esfuerzos realizados, algunos riesgos serán inevitables y se convertirán en problemas que afectan al proyecto.

Pueden desarrollarse planes de contingencia para los riesgos críticos a fin de describir las acciones que un proyecto puede adoptar para tratar la ocurrencia de este impacto. La intención es definir un plan proactivo para manejar el riesgo. Bien sea que el riesgo se reduzca (mitigación) o sea tratado (contingencia). En cualquier caso, el riesgo se tiene que gestionar.

Alguna literatura de gestión de riesgos puede considerar los planes de contingencia como un sinónimo o subconjunto de planes de mitigación de riesgos. Estos planes también pueden tratarse colectivamente como planes de tratamiento o de acción de riesgos.

### **Actualizaciones a la documentación técnica.**

Conforme se dispone de nueva información por medio de la aplicación de las respuestas a los riesgos, los métodos técnicos y los entregables físicos pueden cambiar. La documentación de apoyo debe revisarse para dar cabida a esta nueva información.

### **Información de Desempeño del Trabajo**

La información de desempeño del trabajo, como salida del proceso Controlar los Riesgos, proporciona un mecanismo para comunicar y apoyar la toma de decisiones del proyecto.

### **Solicitudes de Cambio**

La implementación de planes de contingencia o soluciones alternativas en ocasiones dan como resultado solicitudes de cambio. Las solicitudes de cambio se preparan y envían al proceso Realizar el Control Integrado de Cambios. Las solicitudes de cambio pueden incluir acciones recomendadas, tanto correctivas como preventivas.

- **Acciones correctivas recomendadas.** Son actividades que permiten realinear el desempeño del trabajo del proyecto con el plan para la dirección del proyecto. Incluyen planes de contingencia y soluciones alternativas. Estas últimas son respuestas que no se planificaron inicialmente, pero que se requieren para enfrentar riesgos emergentes no identificados previamente o aceptados de manera pasiva.

- **Acciones preventivas recomendadas.** Son actividades que aseguran que el desempeño futuro del trabajo del proyecto esté alineado con el plan para la dirección del proyecto.

**Los resultados de las revaluaciones, auditorías y revisiones periódicas de los riesgos.** Estos resultados pueden incluir la identificación de nuevos riesgos, actualizaciones a la probabilidad, al impacto, a la prioridad, a los planes de respuesta, a la propiedad y a otros elementos del registro de riesgos. Los resultados también pueden incluir el cierre de riesgos que ya no se aplican y la liberación de las reservas correspondientes.

#### **Listas actualizadas del estado del riesgo.**

Una vez iniciado un plan de mitigación de riesgos, el riesgo continúa monitorizándose. Los umbrales se evalúan para comprobar la ejecución potencial de un plan de contingencia.

Debería emplearse un mecanismo de monitorización.

#### **Listas actualizadas de las opciones y acciones tomadas para el tratamiento de riesgos.**

A menudo, el tratamiento del riesgo solamente se realiza para el riesgo considerado como alto y medio. La estrategia de tratamiento del riesgo para un riesgo dado puede incluir técnicas y métodos para evitar, reducir y controlar la probabilidad del riesgo o la extensión del daño incurrido en caso de que ocurriera, o ambos. En este contexto, el tratamiento de riesgos incluye tanto los planes de mitigación como los planes de contingencia de riesgos.

Las técnicas de tratamiento del riesgo se desarrollan para evitar, reducir y controlar el impacto adverso sobre los objetivos del proyecto y para lograr resultados aceptables en función de los probables impactos. Las acciones generadas para el tratamiento de un riesgo requieren una carga de recursos y de calendario apropiados en los planes y en la línea base del calendario. Esta replanificación debería considerar de cerca los efectos sobre las actividades o iniciativas de trabajo adyacentes o dependientes.

#### **Actualizaciones a los Activos de los Procesos de la Organización.**

Los procesos de gestión de riesgos generan información que se puede utilizar en futuros proyectos y que debe reflejarse en los activos de los procesos de la organización. Los activos de los procesos de la organización susceptibles de actualización incluyen, entre otros:

- Plantillas para el plan de gestión de los riesgos, incluidos la matriz de probabilidad e impacto y el registro de riesgos;
- La estructura de desglose de riesgos, y
- Las lecciones aprendidas procedentes de las actividades de gestión de los riesgos del proyecto.

Estos documentos deben actualizarse cada vez que sea necesario y al cierre del proyecto. Se incluyen las versiones finales del registro de riesgos y de las plantillas del plan de gestión de los riesgos, las listas de verificación y la estructura de desglose de riesgos.