



Facultad 8

Guía para la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos en los proyectos informáticos

**TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS INFORMÁTICAS**

Autoras:

Yudisleydis Díaz del Risco
Annia Diurvis Peña Tejeda

Tutores:

Ing. Osiris Perez Moya
Ing. Yasirys Terry González

Ciudad de La Habana, Cuba

"Año 52 de la Revolución"

Junio, 2010



“Cuando puedas medir lo que estás diciendo y expresarlo en números, sabrás algo acerca de eso; pero cuando no puedes medirlo, cuando no puedes expresarlo en números, tus conocimientos serán escasos y no satisfactorios”

Lord Kelvin

Yudy

...A mis padres; por su ejemplo, dedicación, apoyo incondicional y amor, por guiarme para que pueda cumplir mis sueños y por confiar siempre en mí...

Annia

...A mis padres y hermanos por ser mi mayor fuente de inspiración durante mi carrera...

De Annia:

A mi papá, que no se encuentra físicamente a mi lado, pero sí en mi corazón; por ser una de las personas que me inspiraba a seguir adelante en los momentos difíciles, porque solo los deseos de llegar hasta aquí y poder dedicarle mi título, me dieron fuerzas para continuar luchando por lograr mi objetivo. Por hacer de mí la persona que hoy soy, ya que por él estoy aquí y por él llegué hasta aquí. Gracias papi por confiar siempre en mí.

A mi mami, primeramente por su ejemplo de mujer luchadora, por su apoyo incondicional, por ser además de una excelente madre, amiga, porque siempre me apoyó en todo momento y me dio fuerzas para que este sueño se hiciera realidad. Por la dedicación y paciencia que siempre tuvo conmigo. Y por confiar siempre en mí.

A mis dos amores, mis hermanos Adrian y Ana porque siempre me han apoyado y me han extendido su mano cada vez que los he necesitado. Y por tomarme como ejemplo en su vida.

A mi tía Barbara, que para mí es mi segunda madre, por su gran apoyo durante toda mi vida y aún más en los 5 años de mi carrera. Por sus consejos y por su incansable esmero de hacer mi sueño realidad.

A toda mi familia, por brindarme su apoyo cada vez que lo necesité y compartir junto a mí momentos buenos y malos.

A mi novio Ariam, por ser más que novio, amigo, hermano, compañero. Por su apoyo en los momentos buenos y malos. Por soportar cada una de mis malcriadeces. Por quererme tanto y ayudarme en todo lo que estuvo a su alcance. Y por hacerme feliz todos estos años. Gracias mi amor por llegar a mi vida en el momento preciso.

A mis amigas Patricia, Lianny, YUSDAILY y Danay por apoyarme en todo. Por sus consejos, su amor y paciencia. Por el simple hecho de tomarme como amiga y confiar siempre en mí.

A mi compañera de tesis, por ser una de las personas que me brindó ayuda cada vez que la necesité y me aconsejó en todo momento.

A mis tutores, por su dedicación y esmero de que todo saliera bien. Por ayudarnos cada vez que fuese necesario, ya que sin ellos todo hubiera resultado más difícil.

A mis compañeros de la universidad y a todas aquellas personas que de una manera u otra brindaron su granito de arena para que este sueño se hiciera realidad.

Agradecimientos

De Yudy:

Primero que todo a mis padres:

A mi papá, por ser mi amigo, por sus consejos y por darme la fuerza necesaria para continuar mi vida sin su presencia y hacer realidad su sueño, graduarme... Gracias donde quieras que estés papi.

A mi mamá, por todo su apoyo, amor, dedicación, por darme todo lo que pudo y a veces hasta más, gracias por estar junto a mí siempre y por ser mi amiga en las buenas y en las malas.

A mis abuelos Cary y Oscar por ser mis segundos padres, por confiar en mí siempre y sobre todo por el amor y apoyo tan grande que me han dado desde que nací. Gracias Mamá Mimi y Papá Can.

A Mario por ser tan comprensivo, paciente, por apoyarme tanto y por estar siempre ahí cuando necesito algo. Muchas Gracias de corazón.

A mi amiga María por soportarme estos 5 años todas mis malcriadeces y pesadeces y sobre todo por ser mi hermanita y estar ahí siempre.

A mi compañera de tesis, Annia, por ser tan comprensiva, solidaria, por compartir todos los momentos de locura que tuvo este trabajo y por soportarme sobre todas las cosas.

A todos los que quedamos del famoso 8107 y a las nuevas amistades que surgieron en el transcurso de la universidad, entre ellos a Mailén, Cindy y Ana Delia por toda su ayuda incondicional.

A mis familiares, amigos y a todos los que confiaron en mí siempre.

A mis tutores por tanta paciencia, comprensión, apoyo y por tutorarnos a lo largo de la realización de este trabajo de diploma.

Al único y gran amor de mi vida, Ayordis, por todo su amor, apoyo, confianza y sobre todo por enseñarme que con fuerza y amor se puede lograr cualquier propósito, por darme fuerzas para seguir adelante, por sus consejos y por ser el amigo y el hombre perfecto e ideal, te amo papito, gracias por todo mi amor.

A Fidel, a Raúl, a la Revolución y a la UCI por darme la posibilidad de haber cumplido el sueño de graduarme.

A todos Muchas Gracias....

Declaración de autoría

Declaramos que somos las únicas autoras del trabajo “*Guía para la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos en proyectos informáticos*” y autorizamos a la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmamos la presente a los ____ días del mes de _____ del año 2010.

Autores:

Yudisleydis Díaz del Risco

Annia Diurvis Peña Tejeda

Tutores:

Ing. Osiris Perez Moya

Ing. Yasirys Terry González

Datos de contacto

Ing. Osiris Perez Moya: Graduado de Ingeniero en Ciencias Informáticas en el 2007. Asesor de Calidad. Facultad 8. Universidad de las Ciencias Informáticas. 2007 – 2008. Jefe de Asignatura: Ingeniería de Software I. Facultad 8. Universidad de las Ciencias Informáticas. 2007 – 2008. Líder de Proyecto Calidad. Facultad 8. Universidad de las Ciencias Informáticas. 2007 – 2008. Atención (en funciones por 2 meses) de la Dirección de Producción 4. Universidad de las Ciencias Informáticas. 2008 – 2009. Departamento de Gestión de Negocios. Centro de Desarrollo de Soluciones Integrales para la Gestión de Entidades. Universidad de las Ciencias Informáticas. 2008 - 2009. Profesor. Centro de Informatización de la Gestión de Entidades. Facultad 15. Universidad de las Ciencias Informáticas. 2009 – 2010. Actualmente trabaja en la línea de investigación de Gestión de proyectos, específicamente en la gestión de riesgos. E-mail: operez@uci.cu

Ing. Yasirys Terry González: Graduada de Ingeniero en Ciencias Informáticas en el 2007. Jefa de Asignatura: Gestión de Software, Facultad 8, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2007 – 2008. Jefa de Polo de Software Educativo, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2008 – 2009. Asesora de Postgrado, Facultad 8, 2009 – 2010. Actualmente trabaja en el Departamento Producción de materiales educativos del centro Tecnologías para la Formación (FORTES). E-mail: yterry@uci.cu

Resumen

En esta investigación se propone una guía para la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos en los proyectos de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Es realizada por la insuficiente gestión de riesgos en los proyectos productivos de la UCI. Fueron estudiados cinco modelos, dos metodologías y una guía que tratan el tema de la gestión de riesgos, enfocando la propuesta sobre la base de lo planteado por el PMBOK y el Proyecto Eurométodo. El estudio de las tendencias en la gestión de riesgo permitió que fueran clasificados los riesgos en trece categorías. La propuesta incluye además, las etapas, artefactos de entrada y salida, así como algunos conocimientos necesarios para llevar a cabo un correcto y satisfactorio proceso de gestión de riesgos en los proyectos informáticos. Se validó la propuesta mediante el método Delphi y con su aplicación a un proyecto real.

Palabras claves: evaluación, gestión de riesgos, proyectos de desarrollo de software.

Índice de figuras

Figura 1 Proceso de evaluación a desarrollar (Elaboración propia)	33
Figura 2 Probabilidad e impacto de los factores de riesgo según (PMI, 2004)	39
Figura 3 Estado inicial del proyecto DOLPHIN (Elaboración propia)	64
Figura 4 Estado actual del proyecto DOLPHIN (Elaboración propia).....	65
Figura 5 Tabla de distribución Chi Cuadrado	88
Figura 6 Tabla de la función Distribución Normal Estándar	90

Índice de tablas

Tabla 1 Coeficiente de competencia de los expertos	72
Tabla 2 Expertos que colaboraron con la validación de la propuesta	72
Tabla 3 Valores para el cálculo del coeficiente de Kendall.....	77
Tabla 4 Valores de frecuencias absolutas.....	79
Tabla 5 Valores de las frecuencias absolutas acumuladas	81
Tabla 6 Valores de las frecuencias relativas acumuladas	82
Tabla 7 Valores de los puntos de corte	84
Tabla 8 Categorías de los rangos de los puntos de corte.....	87
Tabla 9 Valores cualitativos y cuantitativos de los factores de riesgos identificados en el proyecto Plataforma Educativa DOLPHIN	91

Índice de contenidos

Introducción	1
Capítulo 1: Fundamentación Teórica	4
1.1 Introducción	4
1.2 Marco conceptual.....	4
1.3 Algunos enfoques de la gestión de proyectos	7
1.3.1 Capability Maturity Model Integrated (CMMI).....	7
1.3.2 Guía de los fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMBOK)	8
1.4 Algunos enfoques de la gestión de riesgos	10
1.4.1 Generaciones de la gestión de riesgos.....	10
1.4.1.1 Primera generación de riesgos (casuística)	10
1.4.1.2 Segunda generación de riesgos (taxonómica).....	10
1.4.1.3 Tercera generación de riesgos (causal).....	11
1.4.2 Modelos, metodologías y estándares de la gestión de riesgos.....	11
1.4.2.1 Gestión de riesgos según PMBOK	11
1.4.2.2 Rational Unified Process (RUP).....	13
1.4.2.3 Capability Maturity Model Integrated (CMMI).....	14
1.4.2.4 Modelo de Hall	15
1.4.2.5 Modelo de gestión de riesgos del Software Engineering Institute (SEI)	16
1.4.2.6 RiskDriver Software Process Improvement (DriveSPI)	17
1.4.2.7 Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información (MAGERIT) .	17
1.4.2.8 Modelo de Gestión de Riesgos para Proyectos de Software (MoGeRi)	19

1.4.4 Clasificación de riesgos.....	21
1.5 Enfoques del proceso de evaluación.....	24
1.5.1 Clasificación de métricas.....	25
1.5.1.1 Métricas de software	25
1.5.1.2 Métricas de proyecto	27
1.5.1.3 Métricas de Productividad	28
1.5.1.4 Métricas de producto	28
1.5.1.5 Métricas de proceso	30
1.6 Conclusiones del capítulo	31
Capítulo 2: Propuesta de Solución.....	32
2.1 Introducción	32
2.2 Guía para la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos en los proyectos informáticos de la UCI	32
2.2.1 Identificar los riesgos según las categorías	33
2.2.2 Planificar la gestión de los riesgos	36
2.2.3 Evaluar los riesgos.....	37
2.2.4 Aplicar acciones preventivas/correctivas	46
2.2.5 Comunicar los riesgos.....	48
2.2.6 Seguir y controlar los riesgos	48
2.3 Conclusiones del capítulo	50
Capítulo 3: Validación de la propuesta.....	51
3.1 Introducción	51
3.2 Análisis y selección del método de expertos a utilizar	51

3.2.1 Smic Prob-Expert (Impactos cruzados probabilistas)	51
3.2.2 Método de la extrapolación	53
3.2.3 Modelo casual	54
3.2.4 Método Delphi	55
3.3 Aplicación del método seleccionado	58
3.3.1 Selección de los expertos.....	58
3.3.2 Elaboración del cuestionario	60
3.3.3 Establecimiento de la concordancia de los expertos	60
3.3.3.1 Cálculo del Coeficiente de Kendall (W).....	61
3.3.4 Desarrollo práctico y explotación de resultados.....	62
3.4 Validación de la propuesta en un proyecto real.....	63
3.5 Conclusiones del capítulo	65
Conclusiones generales.....	66
Recomendaciones	67
Bibliografía.....	68
Anexos.....	70

Introducción

En la actualidad la humanidad vive en una sociedad inmersa en un rápido e intenso desarrollo. Uno de los campos de mayor avance es la industria informática. En la denominada sociedad de la información, es difícil actuar e interrelacionarse con las demás personas sin que exista un vínculo directo con la tecnología. El auge de las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (NTICs) ha posibilitado la creación de nuevos sistemas y formas de comunicación que son cada vez más competentes y dúctiles.

Cuba, como el resto de los países, se ha involucrado gradualmente en esta revolución informática. Actualmente ha aumentado el número de instituciones cubanas que han necesitado informatizar sus procesos para mantener relación con otras empresas, instituciones u organismos para poder manejar toda la información que necesitan tramitar. Por todo esto es que en el país se realizan muchos esfuerzos para lograr que la sociedad cubana esté totalmente informatizada. Uno de estos esfuerzos es la creación de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

La UCI fue creada con el objetivo de fomentar el desarrollo de la industria del software en Cuba y construye soluciones integrales que sirven de apoyo a la gestión de los procesos en las entidades y pueden ser desplegadas en territorio nacional o extranjero.

Gran impacto y significación económica, política y social tienen los proyectos que se desarrollan en la UCI. En ocasiones está latente la posibilidad de que un evento adverso o contratiempo pueda manifestarse produciendo pérdidas y daños a las expectativas del cliente o en el propio equipo de desarrollo.

Entre las razones identificadas que contribuyen al fracaso de los proyectos está la práctica habitual de no realizar acciones que aseguren un previo análisis de las causas que podrían ocasionar impactos negativos. Los cronogramas de los proyectos no incluyen una apropiada gestión de riesgos y lo mismo sucede con la estimación del alcance del producto y los costos. No se tienen en cuenta los factores ambientales, políticos y sociales y el impacto que pueden tener en el equipo de trabajo. En la definición del presupuesto y en la definición/aceptación del proyecto no se tiene en cuenta el gasto del impacto de un riesgo, el gasto de su mitigación, ni se analizan indicadores de factibilidad.

Es por todo lo anteriormente descrito que se plantea el siguiente *problema científico*: ¿Cómo evaluar cualitativa y cuantitativamente los riesgos en los proyectos informáticos?

El *objetivo de la investigación* es proponer una guía que permita la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos en los proyectos informáticos.

El *objeto de estudio* de la investigación está enmarcado en los procesos de gestión de riesgos.

Como *objetivos específicos* se plantean:

1. Valorar los principales enfoques acerca de la gestión de riesgos y su relación con la gestión de proyectos informáticos.
2. Realizar una propuesta de métricas que permita la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos en los proyectos informáticos.
3. Evaluar la propuesta mediante el método Delphi y con la aplicación en un proyecto real.

El *campo de acción* está enfocado en los procesos de evaluación de riesgos en proyectos informáticos de la UCI.

Resultados esperados: Una guía para la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos.

Para la investigación se plantea la siguiente *idea a defender*: La puesta en práctica de una guía que permita la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos en proyectos informáticos garantiza una mejor planificación y control de los proyectos y sirve de apoyo al proceso de toma de decisiones.

Los *métodos de investigación* que se emplearán son:

Métodos teóricos:

- Analítico - Sintético: A través de este método se analizan varios documentos centrados en el análisis de las teorías, así como materiales que permitirán la extracción de los elementos más importantes para realizar el estudio de los procesos y normas que plantean cómo evaluar cualitativa y cuantitativamente los riesgos de un proyecto. Este método se utiliza en la realización de los dos primeros objetivos específicos y tributan a las seis primeras tareas de investigación.
- Histórico - Lógico: Con este método se realiza un estudio de la evolución, desarrollo, antecedentes y tendencias del proceso de medición. Se pone de manifiesto en los dos primeros objetivos específicos que se relacionan con las seis primeras tareas de investigación.
- Modelación: Se utiliza este método porque permite la creación de una guía para la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos, posibilitando que se estudien nuevos procesos y normas. Este método se evidencia en el segundo objetivo específico que tributa a las cuarta, quinta y sexta tareas de investigación.

Métodos empíricos:

- Encuesta: Se utiliza este método porque admite validar la propuesta de solución que se obtendrá. Está presente en el tercer objetivo específico y se encuentra como parte del cumplimiento de la séptima tarea.
- Entrevista: Se utiliza este método porque posibilita obtener información sobre los enfoques de la gestión de riesgos y la gestión de proyectos en la UCI. Tributa al primer objetivo específico y contribuye a la realización de las tareas de investigación uno y dos.

El contenido de este trabajo de diploma estará estructurado en tres capítulos, organizados de la siguiente manera:

Capítulo 1: “Fundamentación teórica”, se reflejan las principales definiciones relacionadas con la gestión de riesgos en los proyectos informáticos. Se analizan los enfoques relacionados con la gestión de proyectos y la gestión de riesgos. Se concluye con los conceptos que regirán la investigación, así como una clasificación de los riesgos.

Capítulo 2: “Propuesta de Solución”, se introduce la propuesta con el proceso de evaluación de riesgos.

Capítulo 3: “Validación de la Propuesta”, se realiza la validación de la propuesta con su aplicación en un proyecto de la UCI y aplicando el método Delphi.

Tareas de investigación:

1. Evaluar el estado del arte sobre los modelos, metodologías o estándares para la gestión de riesgos dentro de la gestión de proyectos informáticos.
2. Identificar principales procesos que intervienen en la gestión de riesgos para los proyectos de desarrollo de soluciones informáticas.
3. Clasificar los riesgos según su naturaleza o la fuente de información.
4. Proponer indicadores para cada clasificación de riesgo.
5. Identificar métricas necesarias para los procesos que intervienen en la gestión de riesgos.
6. Proponer métricas para cada indicador.
7. Evaluar los resultados obtenidos con su aplicación en un proyecto de la UCI y aplicando el método Delphi.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

1.1 Introducción

Este capítulo ayuda a fundamentar los conceptos afines con la gestión de riesgos y la correspondencia que tiene con la gestión de proyectos informáticos de la UCI. Se clasifican los riesgos que existen e igualmente se realiza para las métricas. Se analizan algunas guías, metodologías y modelos que están relacionados con la gestión de riesgos.

1.2 Marco conceptual

Se define el *riesgo* como la posibilidad que un evento adverso, desgracia o contratiempo pueda manifestarse produciendo una pérdida. (Pressman, 2005)

Un *riesgo* es cualquier suceso que pueda afectar negativamente a la marcha del proyecto en el futuro. El riesgo se haya asociado a cualquier actividad que se lleve a cabo y que imponga una decisión entre varias alternativas. El riesgo implica elección e incertidumbre. (Rodríguez, 2007)

Se puede decir que el *riesgo* está muy vinculado a una probabilidad de amenaza. (Rodríguez, 2007)

El término *riesgo* se utiliza en la mayoría de los casos como cualquier ocurrencia de un evento no deseado. (Navarro, 2007)

Todas las bibliografías analizadas anteriormente definen al riesgo como suceso contrario, y no en todos los casos es así. Después de observar lo descrito en el PMBOK se puede concluir que no siempre el riesgo trae consigo un efecto negativo, puede presentar elementos positivos que favorezcan a las personas, organizaciones o elementos implicados.

Según (PMI, 2004) un *riesgo* de un proyecto es un evento o condición inciertos que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo sobre al menos un objetivo del proyecto, como tiempo, costo, alcance o calidad. Un riesgo puede tener una o más causas y, si se produce, uno o más impactos que pueden ser positivos o negativos para el proyecto.

Todo riesgo está acompañado del desconocimiento y es por eso que es necesario analizar el concepto de *incertidumbre* como la expresión del grado de desconocimiento de una condición futura. Puede derivarse de una falta de información o incluso porque exista desacuerdo sobre lo que se sabe o lo que podría

saberse. Tal vez tenga varios tipos de origen, desde errores cuantificables en los datos hasta terminología definida de forma ambigua o previsiones inciertas del comportamiento humano. Es el acontecimiento que caracteriza al riesgo e informa si el mismo puede o no ocurrir. (Tripier, 2006)

La *incertidumbre* es la falta de seguridad, confianza y certeza en relación con una situación o con un conocimiento. Duda que se tenga sobre algo que se quisiera saber. (Tripier, 2006)

Tras el análisis de estas definiciones de incertidumbre se puede concluir que la incertidumbre es un conocimiento dudoso sobre algo. Es la ocurrencia no íntegra que da paso a que suceda o no un evento totalmente adverso o un acontecimiento efectivo para el proyecto.

Se define la *gestión de proyectos* como el proceso que tiene como finalidad principal la planificación, el seguimiento y control de las actividades y de los recursos que intervienen en el desarrollo de un sistema de información. Como consecuencia de este control es posible conocer en todo momento qué problemas se producen y resolverlos o debilitarlos de manera inmediata. (PMI, 2004)

La *gestión de riesgos* es conocida como una parte integral de las buenas prácticas gerenciales. Es un proceso iterativo que consta de pasos, los cuales, cuando son ejecutados en secuencia, posibilitan una mejora continua en el proceso de toma de decisiones. (Cancelado, 2003)

Gestión de riesgos es el término aplicado a un método lógico y sistemático de establecer el contexto, identificar, analizar, evaluar, tratar, monitorear y comunicar los riesgos asociados con una actividad, función o proceso de una forma que permita a las organizaciones minimizar pérdidas y maximizar oportunidades. *Gestión de riesgos* es tanto identificar oportunidades como evitar o mitigar pérdidas. (Cancelado, 2003)

La *gestión de riesgos* es una aproximación científica del comportamiento de los riesgos, anticipando posibles pérdidas accidentales con el diseño e implementación de procedimientos que minimicen la ocurrencia de pérdidas o el impacto financiero de los desgastes que puedan ocurrir. (Cancelado, 2003)

Resumiendo estos conceptos se puede decir que la gestión de riesgos es el proceso mediante el cual se estudian los posibles riesgos que pueden ocurrir en un proyecto de software y éstos se identifican y se analizan dándoles una categorización de acuerdo a las particularidades que presenten. Además, la gestión de riesgos también incluye su planificación, donde se deben estructurar todas las actividades que

se realizan para gestionar el riesgo. En este proceso también se le da un tratamiento al riesgo teniendo en cuenta las diferentes estrategias que existen y conociendo de qué tipo es el mismo.

Es necesario conocer cómo afectará la presencia y ocurrencia de un evento de amenaza u oportunidad en la realización de un proyecto, es por ello que se define el término *métrica* como una medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo dado. (Velthuis, 2007)

Las *métricas* definen qué es lo que se va a estimar. *Métrica* es aquello que describe muchos y muy variados casos de medición. Es una métrica una medida estadística que se aplica a todos los aspectos de calidad de software que deben ser medidos desde diferentes puntos de vista como el análisis, construcción, documentación, métodos, proceso, usuarios, entre otros. (Velthuis, 2007)

Las *métricas* son un buen medio para entender, monitorizar, controlar, predecir y probar el desarrollo de software y los proyectos de mantenimiento. Una métrica es una asignación de un valor a un atributo de una entidad de software, ya sea un producto o un proceso. (Velthuis, 2007)

Para Pressman, la *métrica* es el acto de determinar una medida, un valor numérico para un atributo cuya magnitud se desea valorar en función de una escala concreta. (Pressman, 2005)

La utilización de métricas incluye la *medición* que es el proceso por el cual los números o símbolos son asignados a atributos o entidades en el mundo real, tal como son descritos de acuerdo a reglas claramente definidas. (Velthuis, 2007)

Una *medida* proporciona una indicación cuantitativa de extensión, cantidad, dimensiones, capacidad y tamaño de algunos atributos de un proceso o producto. (Pressman, 2005)

Un *indicador* es una métrica o combinación de métricas que proporcionan una visión profunda del proceso de desarrollo de software, del proyecto de software y del producto. Un indicador proporciona un enfoque profundo que permite al gestor de proyectos o a los ingenieros de software ajustar el producto, el proyecto o el proceso. (Aller, 2005)

Luego de estudiar estos conceptos se puede concluir que entre ellos existe relación, debido a que las métricas son el fundamento de los indicadores aún cuando no pueden interpretar por sí solas un concepto medible. Los indicadores sirven de base para cuantificar conceptos que se pueden medir y ofrecen información al proceso de toma de decisiones. Una medida captura una característica individual, la medición permite capturar dicha característica y la métrica permite relacionar y comparar mediciones.

1.3 Algunos enfoques de la gestión de proyectos

Existen modelos y guías que tratan el tema de la gestión de proyectos, dentro de estos se encuentran CMMI (Capability Maturity Model Integration) y PMBOK (Guía de los fundamentos de la Dirección de Proyectos), los cuales fueron analizados para realizar el estudio, ya que son los más utilizados en la Universidad de las Ciencias Informáticas para los procesos de desarrollo de software. CMMI es el modelo por el cual la universidad está apostando para alcanzar el nivel dos (2) de madurez de sus procesos. Dicho modelo dice lo que se debe hacer para alcanzar este nivel, pero no se enfoca en cómo lograrlo, para ello se estudian las áreas de conocimiento de la gestión de proyectos basadas en la experiencia y que son propuestas en el PMBOK. Prueba de la aplicación de la Guía de los fundamentos de la Dirección de Proyectos en la UCI son los 21 proyectos con que cuenta el Centro de Informatización de la Gestión de Entidades (CEIGE), además de que se utiliza en el Centro de Tecnología y Análisis de Datos (DATEC). Actualmente la Dirección Técnica de la UCI está definiendo los procesos relacionados con la gestión de proyectos basados en esta guía.

1.3.1 Capability Maturity Model Integration (CMMI)

El modelo CMMI analiza la gestión de proyectos en su nivel 2 y tiene como principal objetivo para la planificación, establecer y mantener planes que definen las actividades del proyecto. Las tareas que conlleva la planificación de proyectos son: (Gracia, 2005)

- Desarrollar un plan inicial del proyecto.
- Establecer una relación adecuada con todas las personas involucradas en el proyecto.
- Obtener compromiso con el plan.
- Mantener actualizado el plan durante el desarrollo del proyecto.

El plan incluye estimación de los elementos de trabajo y tareas, recursos necesarios, negociación de compromisos, establecimiento de un calendario, e identificación y análisis de los posibles riesgos que pueda tener el proyecto. El plan de proyecto es una herramienta de trabajo que se debe actualizar con mucha frecuencia ya que los requisitos pueden cambiar y habrá que volver a estimar. Ocurrirá que algunos riesgos desaparecen y otros surgen y se tendrán que tomar acciones correctivas. El objetivo de la

monitorización y control de proyectos es proporcionar una comprensión del estado del proyecto para que se puedan tomar acciones correctivas cuando la ejecución del proyecto se desvíe del plan. (Gracia, 2005)

1.3.2 Guía de los fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMBOK)

La finalidad del PMBOK es identificar el subconjunto de fundamentos de la dirección de proyectos generalmente reconocido como buenas prácticas. Proporciona una descripción general en contraposición a una descripción completa. Los conocimientos y las prácticas descritos son aplicables a la mayoría de los proyectos la mayor parte del tiempo. Existe un amplio consenso sobre su valor y utilidad. Está presente un acuerdo general en que la correcta aplicación de estas habilidades, herramientas y técnicas puede aumentar las posibilidades de éxito de una amplia variedad de proyectos diferentes. (PMI, 2004)

Según (PMI, 2004) un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. Temporal significa que cada proyecto tiene un comienzo y un final definido. Este término no necesariamente significa de corta duración; muchos proyectos duran varios años. En cada caso, sin embargo, la duración de un proyecto es limitada. Los proyectos no son esfuerzos continuos.

Un proyecto crea productos entregables únicos que no son más que servicios o resultados que tienen como una principal característica la singularidad. La elaboración gradual es otra característica de los proyectos que acompaña a los conceptos de temporal y único. Elaboración gradual significa desarrollar en pasos e ir aumentando mediante incrementos. (PMI, 2004)

El PMBOK incluye nueve áreas de conocimiento para la gestión de proyectos las cuales se explican brevemente a continuación: (PMI, 2004)

- Gestión de la integración del proyecto: incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los distintos procesos y actividades de dirección de proyectos.
- Gestión del alcance del proyecto: contiene los procesos necesarios para asegurarse que el proyecto incluya todo el trabajo requerido para completarlo satisfactoriamente. La gestión del alcance del proyecto se relaciona principalmente con la definición y el control de lo que está y no está incluido en el proyecto.

- Gestión del tiempo del proyecto: encierra los procesos necesarios para lograr la conclusión del proyecto a tiempo y para ello tiene en cuenta:
 - o Definición de las actividades.
 - o Establecimiento de la secuencia de las actividades.
 - o Estimación de recursos de las actividades.
 - o Estimación de la duración de las actividades.
 - o Desarrollo del cronograma.
 - o Control del cronograma.
- Gestión de los costos del proyecto: envuelve los procesos involucrados en la planificación, estimación, preparación del presupuesto y control de costos de forma que el proyecto se pueda completar dentro del presupuesto aprobado.
- Gestión de la calidad del proyecto: incluye todas las actividades de la organización ejecutante que determinan las políticas, los objetivos y las responsabilidades relativos a la calidad, de modo que el proyecto satisfaga las necesidades por las cuales se emprendió.
- Gestión de los recursos humanos del proyecto: incluye los procesos que organizan y dirigen el equipo del proyecto. Este último está compuesto por las personas a quienes se les han asignado roles y responsabilidades para concluir el proyecto.
- Gestión de las comunicaciones del proyecto: circunscribe los procesos necesarios para asegurar la generación, recogida, distribución, almacenamiento, recuperación y destino final de la información del proyecto en tiempo y forma. Los procesos de gestión de las comunicaciones del proyecto proporcionan los enlaces cruciales entre las personas y la información, lo cual es necesario para una comunicación exitosa.
- Gestión de las adquisiciones del proyecto: incluye los procesos para comprar o adquirir los productos, servicios o resultados necesarios fuera del equipo del proyecto para realizar el trabajo.
- Gestión de los riesgos del proyecto: contiene los procesos relacionados con la planificación de la gestión de riesgos, la identificación y el análisis de riesgos, las respuestas a estos y su

seguimiento y control en un proyecto. Los objetivos de la gestión de riesgos son aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos adversos para el proyecto.

1.4 Algunos enfoques de la gestión de riesgos

1.4.1 Generaciones de la gestión de riesgos

La gestión de riesgos ha transitado por varias generaciones de modelos de riesgos en proyectos informáticos. Estas generaciones constituyen una fuente esencial para entender la evolución de estos modelos y situar en un marco histórico su evolución. En (Mora, 2008) aparecen las generaciones que se recogen a continuación.

1.4.1.1 Primera generación de riesgos (casuística)

La primera generación data de principios de los años 80 del siglo pasado y se basa en listas casuísticas de riesgos especiales para proyectos, el modelo de gestión de riesgos casuístico consiste en identificar casos de riesgos y extrapolarlos a otros proyectos, por lo cual no existe una planificación específica. En esta generación se definen los riesgos tecnológicos y listas de comprobación de riesgos, estas listas están basadas en preguntas que determinan factores de riesgos. En estos años fueron realizados análisis cuantitativos de riesgos para describir el comportamiento de sistemas complejos y análisis cualitativos como los árboles de fallos para sistemas heterogéneos. En esta generación se obtiene la definición del riesgo como una entidad con dos dimensiones: probabilidad y consecuencias, la cual sigue vigente en la actualidad.

1.4.1.2 Segunda generación de riesgos (taxonómica)

La segunda generación surgió a principio de los años 90 del pasado siglo y recibe el nombre de taxonómica, está basada en modelos de procesos y eventos. Estos modelos reciben por parte de algunos autores críticas relacionada con su carácter preventivo y reactivo. Centran su atención en el análisis de los

riesgos en el inicio del proyecto y actúan de manera improvisada al surgir durante su avance. Dentro de esta generación se pueden incluir los modelos:

- Modelo de Boehm.
- Modelo de Hall.
- Modelo de gestión de riesgos del SEI.

1.4.1.3 Tercera generación de riesgos (causal)

La tercera generación es la causal y es la que se encuentra actualmente emergente. Surgió a mediados de los 90 del siglo pasado simultáneamente en Europa y Estados Unidos y aprovecha los métodos de gestión de riesgos. Esta generación se apoya en modelos sistémicos relacionales y proactivos en el aseguramiento de los proyectos. Los principales modelos de gestión de riesgos de esta generación son:

- MAGERIT de Gestión de Riesgos en Sistemas Adaptados a Proyectos.
- Eurométodo.
- Gestión de riesgos del PMI.
- Information Services Procurement Library (ISPL).
- Proyectos de investigación europeos como RiskMan, DriveSPI, RiskDriver e INSEAD.

1.4.2 Modelos, metodologías y estándares de la gestión de riesgos

Existen muchas guías, metodologías y modelos que a medida que han ido avanzando las generaciones tratan el tema de la gestión de riesgos con un enfoque diferente. De ellos se analizarán algunos de los más conocidos y también el MoGeRi, modelo propuesto para la UCI.

1.4.2.1 Gestión de riesgos según PMBOK

El manejo del riesgo del proyecto según lo que plantea PMBOK incluye los procesos que se relacionan con identificar, analizar, y responder al riesgo del proyecto. Incluye maximizar los resultados de eventos

positivos y minimizar las consecuencias de eventos adversos. Para ello cuenta, el PMBOK, con 6 procesos para gestionar riesgos: (PMI, 2004)

- Planificación de la gestión de riesgos: decidir cómo enfocar, planificar y ejecutar las actividades de gestión de riesgos para un proyecto.
- Identificación de riesgos: determinar qué riesgos pueden afectar al proyecto y documentar sus características.
- Análisis cualitativo de riesgos: priorizar los riesgos para realizar otros análisis o acciones posteriores, evaluando y combinando su probabilidad de ocurrencia y su impacto.
- Análisis cuantitativo de riesgos: analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados en los objetivos generales del proyecto.
- Planificación de la respuesta a los riesgos: desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.
- Seguimiento y control de riesgos: realizar el seguimiento de los riesgos identificados, supervisar los riesgos residuales, identificar nuevos riesgos, ejecutar planes de respuesta a los riesgos y evaluar su efectividad a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Estos procesos interactúan entre ellos y también con otros procesos en las demás áreas de conocimiento. Cada proceso puede involucrar el esfuerzo de uno o más individuos así como grupos de personas basado en las necesidades del proyecto. Ocurren generalmente al menos una vez en cada fase del proyecto. (PMI, 2004)

Todos los proyectos van a contar con la presencia de oportunidades y/o amenazas. Es obvio que los proyectos se desarrollan para que una organización alcance un objetivo que le proporcione ciertos beneficios. Desafortunadamente siempre van a surgir algunas indecisiones en torno al proyecto, las cuales pueden incidir de forma negativa en el logro del objetivo. (PMI, 2004)

Muchos profesionales poseen un concepto erróneo de la gestión de riesgos y, en el mejor de los casos, consideran esta actividad necesaria pero aburrida. Además piensan que solo se debe efectuar al comienzo de un proyecto. Los cambios continuos en el proyecto y en el entorno operativo obligan a los equipos a realizar valoraciones frecuentes del estado de los riesgos existentes y actualizar los planes para

prevenir o actuar ante los problemas asociados a estos riesgos. Los equipos de proyectos también deben buscar constantemente la posible aparición de nuevos riesgos. (PMI, 2004)

Las actividades de gestión de riesgos deben integrarse en el ciclo de vida general del proyecto, proporcionando la actualización de los planes y actividades del control de riesgo adecuadas. No se trata de maximizar o de enriquecer la gestión de riesgos dentro de un proyecto, sino, de ante todo, combatir aquellos desarrolladores, que tristemente son la mayoría, que desechan esta etapa de la gestión de proyecto. Se habla en términos de educar a los equipos de trabajo a comenzar la gestión del producto por la gestión de sus riesgos, se trata de hacerlos comprender la importancia de este proceso, que se demuestren a ellos mismos como desarrolladores que el tiempo invertido en identificar, prevenir, combatir los riesgos, planificar los planes de contingencia, no es más que puntos a su favor a la hora de sumar calidad y resultados de su software. (PMI, 2004)

1.4.2.2 Rational Unified Process (RUP)

RUP es el resultado de la evolución e integración de diferentes metodologías de desarrollo de software. Permite sacar el máximo provecho de los conceptos asociados a la orientación a objetos y al modelado visual. (Palarea, 2008)

Esta metodología posibilita a los desarrolladores producir aplicaciones informáticas más robustas y flexibles que se adaptan a las necesidades de los usuarios. La correcta aplicación de RUP permite reducir los tiempos de desarrollo, aumentar la calidad de las aplicaciones y disminuir los costos de mantenimiento. Está basado en componentes, lo cual quiere decir que el sistema de software en construcción está formado por componentes de software interconectados a través de interfaces bien definidas. (Palarea, 2008)

Uno de los objetivos de RUP es asegurar que las expectativas de todas las partes son sincronizadas y consistentes. Esto es asegurado a través de evaluaciones periódicas durante el ciclo de vida del proyecto, y es documentado en el reporte de evaluación de status. Este reporte es utilizado para hacer un seguimiento a la información acerca de recursos, mayores riesgos, progreso técnico medido a través de métricas y resultados de hitos principales. (Romero, 2007)

La lista de riesgos es un artefacto de RUP que provee una visión de todos los riesgos conocidos en el proyecto, y sirve como entrada para la planificación y evaluación del proyecto. Cada riesgo es descrito en función de su impacto, y un plan de contingencia será desarrollado para mitigar el riesgo en cuestión. (Romero, 2007)

La lista de riesgos es desarrollada junto con los casos de uso de negocio, los cuales formarán la base para la decisión de continuar o no con el proyecto. Esta lista es mantenida a través de todo el ciclo de vida del proyecto. (Romero, 2007)

RUP reconoce o identifica los riesgos en sus primeras etapas, a medida que los va tratando y los considera resueltos, los elimina de la lista de riesgos que creó en su fase de inicio. Su manera de tratarlos es asociándole a cada riesgo un caso de uso; mediante la correcta realización de éste se encuentra el tratamiento adecuado del riesgo. Uno de los primeros pasos que se realiza en esta metodología para gestionar los riesgos es crear la lista de riesgos, identificar los riesgos críticos para tratarlos y ver cómo mitigar su efecto o eliminarlo. Los riesgos no críticos encontrados en esta fase pasan a formar parte de la lista de riesgos. (Romero 2007)

En su segunda fase, la fase de elaboración, se identifican los riesgos significativos, es decir, los riesgos que podrían perturbar los planes, costos y planificación de fases posteriores y los reduce a actividades que pueden ser medidas y presupuestadas. En su tercera fase, la fase de construcción, se lleva a cabo la monitorización de los riesgos críticos y significativos arrastrados desde las primeras fases y su mitigación, si se materializan. En su cuarta fase, la de transición, no se realiza ninguna actividad para tratar los riesgos. (Palarea, 2008)

1.4.2.3 Capability Maturity Model Integration (CMMI)

El CMMI se ha convertido en el modelo más utilizado a nivel mundial para la medición de la calidad de los procesos de desarrollo de software y presenta, como una de sus áreas fundamentales de procesos del nivel 3, la gestión de riesgos. (Magerit, 2006)

Dentro del antes mencionado contexto de riesgos, la identificación y la mitigación de los riesgos juegan un papel fundamental entre los objetivos planteados para el área de procesos asociada a su manejo, debido

a que las tareas antes indicadas son consideradas como actividades. En esta área de procesos se tienen como objetivos: (Magerit, 2006)

- Preparación para la gestión de riesgos.
- Identificación y análisis de riesgos.
- Mitigación de riesgos.

Para el cumplimiento de estos objetivos se ponen en marcha las siguientes tareas: (Magerit, 2006)

1. Determinar los orígenes de los riesgos.
2. Establecer y mantener una estrategia para la gestión de riesgos.
3. Identificar riesgos.
4. Evaluar, categorizar y priorizar riesgos.
5. Desarrollar planes de mitigación de riesgos.
6. Implementar planes de mitigación de riesgos.

Es enorme la importancia que los aspectos mencionados tienen en el marco de las actividades de gestión de proyectos, teniendo en consideración dentro de este contexto el continuo esfuerzo realizado, y la permanente y creciente necesidad mostrada por las compañías de software con relación a herramientas que permitan automatizar y estandarizar sus procesos de gestión en busca de una mayor madurez organizacional. (Romero, 2007)

1.4.2.4 Modelo de Hall

Este modelo está incluido en la segunda generación de la gestión de riesgos y en él están definidas dos actividades principales, la evaluación y el control del riesgo. La gestión de riesgos en este modelo genera una estrategia para decidir qué hacer en cada momento y está basada en nueve teorías. (Marcelo, 2001)

¿Qué permite el Modelo Hall? (Marcelo, 2001)

- Razonar sobre la vulnerabilidad y la probabilidad de riesgo, usando las teorías de probabilidad, de incertidumbre y la de portafolio.

- Razonar sobre el impacto y consecuencia del riesgo, usando las teorías de la utilidad, de juegos, del caos y de la creatividad.
- Combinar vulnerabilidad e impacto en el tiempo, usando la Teoría de la decisión y el Teorema de Bayes para elecciones dinámicas.

El modelo de Hall amplía el concepto de riesgo en sentido revolucionario de oportunidad (entendiendo oportunidad como consecuencias positivas) y soporta la mejora continua (modelo basado en la conciencia del pasado) y la reingeniería (modelo basado en la conciencia del futuro) (Marcelo, 2001).

1.4.2.5 Modelo de gestión de riesgos del Software Engineering Institute (SEI)

El SEI es un instituto federal americano de investigación y desarrollo fundado por el Congreso Americano en 1984, para desarrollar modelos de evaluación y mejora en el desarrollo de software que dieran respuesta a los problemas que generaba el ejército americano en la programación e integración de los subsistemas de software en la construcción de complejos sistemas militares. Este instituto define el riesgo como la posibilidad de pérdida y esta última en función de la probabilidad de que suceda un evento adverso y el impacto, manifestándolo en una combinación de pérdida económica, retraso temporal y pérdida de rendimiento. Indica, además, que un riesgo no se puede eliminar de un proyecto de software pero sí se puede gestionar. Abarca los siguientes pasos: (Marcelo, 2001)

- Identificar: Busca y localiza riesgos antes de que éstos se produzcan.
- Analizar: Procesa los datos sobre los riesgos para obtener información que ayude a la decisión.
- Planificar: Traduce información de riesgos en decisiones y acciones (ambas presentes y futuras) e implementa dichas acciones.
- Seguir: Monitoriza los indicadores y acciones tomadas contra los riesgos.
- Controlar: Corrige las desviaciones de las acciones planeadas contra los riesgos.
- Comunicar: Proporciona visibilidad y datos de realimentación internos y externos al programa sobre actividades de riesgo actuales y emergentes.

1.4.2.6 RiskDriver Software Process Improvement (DriveSPI)

La metodología de gestión de riesgo DriveSPI (RiskDriver Software Process Improvement) surge como resultado de aplicar metodologías de gestión de riesgo en varios proyectos pilotos. Este proyecto fue llevado a cabo en Europa entre los años 1995 y 1997 con el objetivo de producir y validar en aplicaciones de prueba un marco de trabajo donde mejorar la madurez de los procesos de software con un fuerte énfasis en la gestión de riesgo, culminando en la definición de un conjunto de líneas guías (una serie de prácticas para aplicar gestión de riesgo a proyectos de desarrollo y de mejoramiento de software). Estas líneas guías ayudan a poner en práctica la gestión de riesgos en las empresas. (Magerit, 2006)

Según (Magerit, 2006) esta metodología consta de los siguientes pasos:

- Examinar las necesidades de la entidad.
- Iniciar proceso de mejora.
- Preparar y conducir el plan de evaluación.
- Analizar el resultado de la mejora y derivar plan de acción.
- Implementar mejoras.
- Confirmar la mejora.
- Sostener ganancias de la mejora.
- Monitorizar rendimiento.

1.4.2.7 Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información (MAGERIT)

Modelo elaborado por el consejo superior de informática del ministerio de administraciones públicas español que define una Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información (MAGERIT).

Este modelo fue creado en su inicio para gestionar los posibles riesgos de seguridad derivados de la utilización de medios electrónicos, informáticos y telemáticos. Se engloba dentro de la tercera generación de gestión de riesgos pero se considera una transición de la segunda a esta. (Magerit, 2006)

El modelo MAGERIT se divide en tres submodelos: (Magerit, 2006)

Submodelos de procesos con cuatro etapas tipificadas:

- Planificación: Se realizan estimaciones iniciales de los riesgos que pueden afectar al sistema, así como del tiempo y los recursos que su tratamiento conllevará.
- Análisis de riesgos: Se estima el impacto y la probabilidad del riesgo.
- Gestión de riesgos: Se seleccionan posibles soluciones para cada riesgo. En este apartado son fundamentales las prácticas de simulación.
- Selección de salvaguardas: Se seleccionan los mecanismos que implementarán las soluciones seleccionadas en la fase anterior.

Submodelos de entidades en el cual se definen 6 elementos básicos:

- Activo: Éxito del proyecto mediante el alcance de los objetivos propuestos.
- Amenazas: Son eventos que pueden desencadenar que los riesgos del proyecto sean realidades y que se corresponden a los factores de riesgos.
- Vulnerabilidad: Probabilidad de que se materialice cada factor de riesgo.
- Impacto: Consecuencia de que se materialice cada factor de riesgo.
- Riesgo: Composición de impactos en los activos y vulnerabilidades en sus amenazas.
- Salvaguardas: Medidas técnicas u organizativas para reducir el riesgo bajo un comienzo aceptable.

Submodelos de eventos con tres tipos principales de eventos:

- Submodelos de eventos estáticos: reflejan las relaciones generales entre los elementos señalados en el submodelo de entidades y que se necesita para establecer el modelo lógico de datos que requiere herramientas de apoyo a la aplicación de MAGERIT.

- Submodelos de eventos dinámicos organizativos: recogen el funcionamiento detallado de la interacción de los elementos del submodelo de entidades y se necesita dar soporte al submodelo lógico de procesos, estructurar sus manuales de procedimientos para los usuarios y articular las técnicas de cálculo de riesgos y de selección de salvaguardas.
- Suceso de eventos dinámico físico: recoge otra forma de articular el funcionamiento de los elementos del submodelo de entidades con un nivel de detalle intermedio entre los dos submodelos de eventos anteriores y se necesita para dar soporte a ciertas técnicas de cálculo de riesgos y de selección de salvaguardas, como pueden ser las de simulación.

1.4.2.8 Modelo de Gestión de Riesgos para Proyectos de Software (MoGeRi)

El Modelo de Gestión de Riesgos para Proyectos de Software en la UCI (MoGeRi) cuenta con 6 procesos, los cuales se enuncian a continuación: (Zulueta, 2007)

1. Planificación de la gestión de riesgos.
2. Identificación de riesgos.
3. Análisis de riesgos.
4. Planificación de las respuestas ante los riesgos.
5. Seguimiento y control de los riesgos.
6. Comunicación de la información de los riesgos.

El funcionamiento del modelo se basa en la realización de un conjunto de actividades por cada proceso, y a su vez el cumplimiento de cada actividad está representado por el desarrollo de diferentes tareas. Las tareas se describen utilizando una tabla que tiene el proceso al que pertenece con:

- un identificador y nombre del proceso.
- una actividad con su identificador y con el nombre de la actividad donde se desarrolla la tarea, esta última acompañada también de un identificador.

- datos de entrada, los cuales son una serie de informaciones previamente realizadas y todas vinculadas con el tema de la gestión de riesgos (documentos, informes, registros, otras tareas y planes del proyecto).(Cano, 2008; Solenzal, 2008)

Luego de estudiar algunas de las guías, metodologías y modelos relacionados con la gestión de riesgos, se puede decir que los riesgos han sido distinguidos por generaciones. Actualmente la tercera generación es la que está vigente y junto a las anteriores han brindado modelos para la gestión de riesgos.

Estos modelos han ido avanzando y evolucionando a medida que comienza una nueva generación, pero aún son débiles para realizar una correcta gestión de riesgos. Todos ellos proponen cómo identificar, analizar, controlar y mitigar los riesgos antes o después que estos ocurran, pero no todos los valoran ni proponen métricas que sean capaces de evaluar cualitativa y cuantitativamente la presencia y/u ocurrencia de un evento adverso. La totalidad de estos modelos están enfocados mayormente en la ocurrencia de riesgos negativos y no tienen en cuenta los riesgos positivos. De los modelos antes mencionados se utilizarán los procesos propuestos por el PMBOK para la gestión de riesgos y se adaptarán para utilizarlo en la propuesta.

1.4.3 Estrategias frente al riesgo

Teniendo en cuenta el concepto de gestión de riesgo se pudo conocer que están asociadas a esta definición dos tipos de estrategias: las estrategias reactivas y las estrategias proactivas.

Las estrategias reactivas son aquellas que se llevan a cabo cuando se deja que los riesgos produzcan sus efectos, en este momento ya no es un riesgo, es una realidad y entonces se actúa en consecuencia. Por tanto lo que se hace es sofocar el problema una vez que este ha aparecido, lo que provoca que entre en acción la gestión de crisis para tomar medidas correctoras, esto a su vez produce muchos tiempos perdidos, retrasos en el proyecto, entre otras cosas. En el mejor de los casos, la estrategia reactiva supervisa el proyecto en previsión de posibles riesgos. Los recursos se ponen aparte, en caso de que pudieran convertirse en problemas reales, pero lo más frecuente es que el equipo de software no haga nada respecto a los riesgos hasta que algo va mal. (García, 2007)

Las estrategias proactivas pasan por la evaluación previa y sistemática de todos los riesgos inherentes al proyecto evaluando sus consecuencias. Comienzan antes de los trabajos técnicos para intentar anticiparse a ellos identificando riesgos potenciales. Una vez identificados los riesgos, se valora su

probabilidad e impacto en el proyecto y se establece un orden de prioridad según la importancia de estos riesgos. Todo esto posibilita la creación de un plan de gestión de riesgos por parte del equipo encargado de gestionarlos, donde ponen en práctica sus planes de evitación, minimización o aprovechamiento de consecuencias, entre otros. Es muy probable que no se puedan evitar todos los riesgos, pero también se trabaja en la creación de un plan de contingencia para cada riesgo que permita responder de forma segura, eficaz y controlada. (García, 2007)

Se concluye que el empleo de la estrategia proactiva es más favorable porque, a diferencia de la estrategia reactiva, el riesgo es tratado de forma temprana, sistemática, formal y profunda. El objetivo de la estrategia proactiva es gestionar el riesgo aplicando diferentes habilidades en dependencia del tipo de riesgo. No obstante hay que tener en cuenta tanto las estrategias proactivas como las reactivas, ya que una vez ocurrido el riesgo hay que proceder haciendo uso de las estrategias reactivas y tomar las medidas necesarias para tratar el riesgo.

1.4.4 Clasificación de riesgos

La clasificación de los riesgos permite, a partir de una definición concreta, lograr un nivel de uniformidad y armonía en su identificación, disminuyendo la posibilidad de introducir designaciones diferentes para un mismo riesgo y redundando en una mejor organización de la gestión de riesgos. (Perez, 2009)

En investigaciones anteriores se realizó una selección de las categorías de riesgos teniendo en cuenta lo que plantea el PMBOK. Estas categorías son las que se detallan a continuación: (Perez, 2009)

1. Riesgos de mercado: Son los riesgos derivados de la inserción o desenvolvimiento en el mercado que involucra al proyecto, sus aportes, beneficios e implicaciones que tiene, así como la pérdida que pueda ocasionar a la empresa determinada acción de gestión de mercado.
2. Riesgos de ambiente: Estos riesgos vienen dados por el área donde trabajará el equipo de proyecto, así como dónde será colocado el producto final del proyecto. Están relacionados con el modelo de desarrollo de software que será escogido para realizar el proyecto. Se tienen en cuenta las características de este modelo y que sea el más adecuado conociendo y estudiando previamente las características que posee el proyecto.

3. Riesgos de interés empresarial/objeto social empresarial: Esta categoría trata los riesgos asociados con el interés de la empresa que contrata el servicio, se tiene en cuenta su objeto social.
4. Riesgos estratégicos: Estos riesgos están relacionados con la planeación estratégica de la empresa que realizará el trabajo y en cómo el proyecto ayuda a alcanzar esos objetivos estratégicos.
5. Riesgos financieros: Son los riesgos que tienen relación con el costo y presupuesto del proyecto, esta categoría incluye el costo del proceso de la gestión de riesgos. También se incluyen las acciones que derivan en riesgos cuando las contrapartes no cumplen sus obligaciones contractuales.
6. Riesgos asociados a los recursos humanos: En esta categoría se incluyen todos los riesgos relacionados con el personal que realizará el trabajo, con su preparación y el logro de las competencias necesarias para obtener resultados positivos. Estos riesgos tiene una fuerte relación con las actividades que realice el jefe de proyecto para que el equipo de trabajo sea estimulado y motivado a realizar el mismo, así como brindar la confianza y responsabilidad a los integrantes para que tomen decisiones ante cualquier situación.
7. Riesgos asociados a la gestión: El riesgo organizacional es la probabilidad de pérdidas por errores e ineficiencia de la organización interna del equipo de dirección del proyecto. Se tienen en cuenta los riesgos asociados a la complejidad de las acciones o decisiones administrativas en el proyecto.
8. Riesgos jurídicos: Esta categoría trata los riesgos relacionados con los temas jurídicos-legales del proyecto. El riesgo legal se presenta con la probabilidad de producirse pérdidas porque las actividades de la empresa no están conformes con la legislación y la normativa vigentes, porque la contraparte no tiene la autoridad legal para realizar una transacción o, porque en un negocio internacional aparece una incoherencia normativa de los países involucrados.
9. Riesgos asociados a los clientes y usuarios: Son los riesgos relacionados con los clientes y usuarios finales, en ellos influye la personalidad de cada uno de ellos y la permanencia de ellos para la validación de las soluciones.
10. Riesgos asociados a la estimación y programación de actividades: Esta es una de las categorías más importantes, pues está relacionada con la planificación de las actividades, una mala

estimación del tiempo en las actividades provoca un cambio por completo en el proyecto e influye en el ánimo de las personas que trabajan para que éste se realice.

11. Riesgos asociados al proceso de producción de software: Son los riesgos asociados a la adopción de determinado proceso o modelo de desarrollo software, para ello se debe tener en cuenta que sea el más adecuado en dependencia del personal, el alcance del proyecto y las relaciones con el cliente.
12. Riesgos tecnológicos: Es la pérdida o daño que se derivan de los sistemas de información y plataformas tecnológicas que una organización dispone para prestar sus servicios.
13. Riesgos de negocio: Están asociados a la inestabilidad de los negocios a informatizar. Incluye los riesgos asociados a la gestión de las necesidades del cliente y la frecuencia de los cambios. Deben tenerse en cuenta los riesgos asociados a los servicios de soporte y mantenimiento de los sistemas informáticos.
14. Riesgos de no calidad: Son los riesgos asociados o que dificulten la realización de las acciones encaminadas a garantizar la calidad del producto.
15. Riesgos de imagen. Son los riesgos asociados a la imagen de la empresa que acometerá el proyecto. Esta categoría de riesgos incluye hacer una valoración del cliente que permita predecir los criterios relacionados con el trabajo que se realizará.
16. Riesgos incorporados: Es aquel que no es propio de la actividad en cuestión, sino de conductas poco responsables de un trabajador, quien asume otros riesgos con objeto de conseguir algo que cree que es bueno para él y/o para la empresa o proyecto.
17. Otros: En esta categoría se incluyen otros riesgos identificados en esta etapa que no se puedan incluir en las clasificaciones anteriores.

Las categorías en las que se clasifican los riesgos en esta propuesta están en correspondencia con las características de los proyectos de software que se ejecutan en la UCI. A continuación se nombran estas clasificaciones:

1. Riesgos de mercado.
2. Riesgos financieros.

3. Riesgos humanos.
4. Riesgos jurídicos.
5. Riesgos de ambiente.
6. Riesgos asociados a la gestión.
7. Riesgos asociados a la estimación y programación de actividades.
8. Riesgos asociados al proceso de producción de software.
9. Riesgos tecnológicos.
10. Riesgos de negocio.
11. Riesgos de no calidad.
12. Riesgos incorporados.
13. Otros.

1.5 Enfoques del proceso de evaluación

Las métricas proporcionan una indicación de la efectividad de las actividades de control y de la garantía de calidad en grupos o en particulares. Tienen dos objetivos bien definidos, primero establecer un conjunto abierto de procedimientos e indicadores adecuados de calidad y segundo definir métodos para medir los indicadores de calidad del software, es en este contexto es verdaderamente significativo que las características de calidad puedan ser cuantificables y medibles. (Estévez, 2002)

El ciclo de vida del software es el conjunto de fases y actividades por las que atraviesa hasta que finaliza. Tenerlo en cuenta es fundamental para el estudio de las métricas, ya que éstas pueden aplicarse a cualquier tarea, actividad o fase del producto o proceso, por ello es tan importante conocer a profundidad el proceso que se pretende evaluar a través de las métricas. (Estévez, 2002)

Los principios fundamentales que deben seguir las métricas son: (Estévez, 2002)

- Las métricas deben ser simples, objetivas, fáciles de coleccionar, fáciles de interpretar y difíciles de malinterpretar.

- La colección de las métricas debe ser automática, o sea, no interferir en las actividades de los desarrolladores.
- Las métricas deben contribuir a la evaluación de la calidad temprana en el ciclo de vida del proyecto, cuando los esfuerzos por mejorar la calidad del software son efectivos.
- Los valores absolutos y las tendencias de las métricas, deben ser usados activamente por el personal administrativo y el personal de ingeniería, para comunicar progreso y calidad en un formato coherente.
- La selección de un mínimo o más extensivo conjunto de métricas, dependerá de las características y contexto del proyecto. Si es muy grande o si tiene restricciones de seguridad o de confiabilidad de los requerimientos; y si el equipo de desarrollo y de valoración es conocedor de las métricas, lo cual hará muy útil coleccionar y analizar las métricas técnicas. (Álvarez, 2007)

1.5.1 Clasificación de métricas

Actualmente se conocen muchas métricas que son utilizadas en los proyectos informáticos. Se analizaron varias de estas clasificaciones teniendo en consideración que pueden ser aplicadas a estos proyectos y que pueden servir de apoyo para la realización de la propuesta. Algunas de estas métricas se describen brevemente a continuación:

1.5.1.1 Métricas de software

Las métricas del software son de gran importancia ya que ayudan a: (Estévez, 2002)

- Seguir objetivamente a los proyectos, teniendo en cuenta impactos en el cumplimiento de plazos, costos y calidad (satisfacción del cliente).
- Estimar y predecir tendencias en función de la organización, los procesos, la gestión del cambio, la gestión de la configuración, medidas de software, entre otros.
- Evaluar la productividad.
- Tomar decisiones objetivas.

- Comunicarse a través de un lenguaje común.
- Identificar los puntos críticos del proyecto para garantizarlos.
- Gestionar los riesgos.
- Identificar las mejores prácticas por comparación objetiva de métricas.
- Identificar y eliminar lo antes posible las causas de los principales defectos.
- Mejorar el entendimiento del proceso.
- Mejorar el proceso de software mediante una estrategia a medio y largo plazo.

Se utilizan fundamentalmente para: (Rodríguez, 2007)

- Obtener las bases para la estimación.
- Seguir el progreso de los proyectos.
- Determinar la complejidad (relativa).
- Ayudar a comprender cuándo se ha alcanzado un estado deseado de calidad.
- Analizar los defectos.
- Validar experimentalmente las mejores prácticas.

Las métricas del software responden a dos objetivos fundamentales, la valoración y la estimación. Las principales magnitudes dentro de la valoración son la calidad, fiabilidad y la productividad; mientras que las magnitudes de la estimación corresponden al esfuerzo y al tiempo. (Rodríguez, 2007)

Estas métricas proponen un proceso de medición, el cual se puede caracterizar por cinco actividades: (Pressman, 2005)

- **Formulación:** La obtención de medidas y métricas del software apropiadas para la representación de software en cuestión.
- **Colección:** El mecanismo empleado para acumular datos necesarios para obtener las métricas formuladas.
- **Análisis:** El cálculo de las métricas y la aplicación de herramientas matemáticas.

- Interpretación: La evaluación de los resultados de las métricas en un esfuerzo por conseguir una visión interna de la calidad de la representación.
- Realimentación: Recomendaciones obtenidas de la interpretación de métricas técnicas transmitidas al equipo de software.

1.5.1.2 Métricas de proyecto

El proyecto debe ser caracterizado en términos de tamaño, tipo, complejidad y formalidad porque condicionan expectativas sobre las distintas tendencias a seguir a la hora de las mediciones. Algunas de las características que describen son: el número de programadores de un software, el costo, la planificación, la productividad del equipo, entre otros. Durante el desarrollo de un proyecto se definen varios indicadores, que permiten: (Rodríguez, 2006)

- Evaluar el estado del proyecto en curso.
- Seguir la pista de riesgos potenciales.
- Detectar áreas problemáticas antes de que se conviertan en críticas.
- Ajustar el flujo y las áreas de trabajo.
- Evaluar la habilidad del equipo de proyecto en controlar la calidad de los productos de trabajo de la Ingeniería de Software.

La utilización fundamental de las métricas del proyecto es para minimizar la planificación de desarrollo, guiando los ajustes necesarios que eviten retrasos y mitiguen problemas y riesgos potenciales; así como para evaluar la calidad de los productos en el momento actual modificando el enfoque técnico para mejorar la calidad. (Rodríguez, 2007)

En el proceso de evaluación de un proyecto, usando métricas se miden los índices de producción representados mediante páginas de documentación, las horas de revisión, los puntos de función y las líneas fuentes entregadas. Además, se sigue la pista de los errores detectados durante todas las tareas de ingeniería del software. Cuando va evolucionando el software desde la especificación al diseño, se recopilan las métricas técnicas para evaluar la calidad del diseño y para proporcionar indicadores que influirán en el enfoque tomado para la generación de código, módulos y pruebas de integración.

Otro modelo de métricas del proyecto de software sugiere que todos los proyectos deberían medir: (Rodríguez, 2007)

- Entradas: la dimensión de los recursos que se requieren para realizar el trabajo.
- Salidas: medidas de las entregas o productos creados durante el proceso de ingeniería del software.
- Resultado: medidas que indican la efectividad de las entregas.

Luego de estudiar los dos modelos anteriormente mencionados se puede decir que ambos poseen los elementos necesarios que deben cumplir las métricas de proyecto para que puedan ser aplicadas correctamente y cumplan sus objetivos en los proyectos en los que sean empleadas.

1.5.1.3 Métricas de Productividad

La productividad se define como la razón entre entradas/salidas. Para el caso de la ingeniería de software se define como la cantidad de esfuerzo requerido para lograr un cierto grado de productividad. (Rodríguez, 2007)

Las métricas orientadas a la productividad se centran en el rendimiento del proceso de la ingeniería de software, o sea, en qué tan productivo es el software que se va a diseñar. Cuando se trata de establecer métricas de productividad y calidad en la construcción de software, o para realizar estimaciones de costo o duración, es imprescindible disponer de una medida fiable y comprensible del tamaño de lo que se construye. Por este motivo cambios bruscos en las medidas de productividad entre proyectos, es una indicación de que no se está siguiendo un proceso estándar. En la medida de que los grupos de trabajo se consoliden en un proceso estándar de desarrollo, los rangos de productividad se deben estabilizar y ser más consientes. (Rodríguez, 2007)

1.5.1.4 Métricas de producto

Los productos son artefactos que pueden ser documentos, componentes, modelos, diagramas, módulos, a los cuales se les aplican métricas para obtener mediciones. Las métricas del producto describen características como el tamaño, complejidad, rasgos del diseño, rendimiento y nivel de calidad. En general las características a medir de los artefactos del producto son: (Rodríguez, 2007)

1. Tamaño: Las métricas del tamaño del producto se refieren generalmente al volumen del producto desarrollado. Incluyen líneas de código (LOC), número de ficheros, páginas de la documentación entre otros.

2. Calidad:

- Defectos: indicadores de que un artefacto no funciona como ha sido especificado, o cualquier otra característica indeseable. Complejidad de una estructura o un algoritmo: mientras mayor sea la complejidad y más difícil sea de comprender y modificar la estructura del sistema, mayor probabilidad habrá de que falle.
- Acoplamiento: mediciones de cuántos elementos del sistema están interconectados y cuán extensivamente.
- Cohesión: mediciones de cuán bien un elemento o un componente cumple con los requerimientos de tener un único y bien definido propósito.
- Primitividad: el grado con el cual las operaciones o métodos de una clase pueden estar compuestos por otros de la misma clase.

Para producir productos de alta calidad los ingenieros del software deben aplicar métodos efectivos junto con herramientas modernas dentro del contexto de un proceso maduro de desarrollo de software, esto incluye medir si la alta calidad se está llevando a cabo. (Mojena, 2006)

La calidad de un sistema, aplicación o producto es tan buena como los requisitos que describen el problema, el diseño que modela la solución, el código que conduce a un programa ejecutable y las pruebas que ejercitan el software para detectar errores, en este sentido los desarrolladores deben realizar y utilizar mediciones. A pesar de que se pueden recolectar varias medidas de calidad, el primero de los objetivos en el proyecto es medir los errores y defectos. (Mojena, 2006)

3. Totalidad: medición de la magnitud en la cual un artefacto cumple con todos los requerimientos (plan / real).

4. Rastreabilidad: Indicadores de que los requerimientos de determinado nivel se están satisfaciendo por determinados artefactos, o que todos los artefactos tengan razón de existir.

5. Volatilidad: el grado de cambio de un artefacto debido a defectos o a cambios en los requerimientos.

6. Esfuerzo: medición del trabajo (unidad de tiempo del personal) que es requerido para producir un artefacto.

1.5.1.5 Métricas de proceso

Los procesos de software pueden definirse como los pasos definidos para determinar quién, cuándo, cómo y dónde, debe hacer cada actividad dentro del proceso de desarrollo de software. Las métricas del proceso brindan un mayor enfoque sobre la calidad lograda como consecuencia de un proceso repetible y ordenado. Este proceso es un factor clave y controlable para mejorar la calidad del software y el rendimiento del trabajo. (Rodríguez, 2007)

Es importante conocer que las métricas del proceso se van a obtener de las métricas del proyecto. Las métricas del proceso dependen esencialmente del entorno de desarrollo. Es necesario medir atributos específicos de los propios procesos, como el tiempo empleado, su coste y el esfuerzo requerido. La relación entre las medidas de los resultados obtenidos en un proceso y los recursos usados en él, permitirá medir la productividad, atributo clave para estimar costo y esfuerzo. (Rodríguez, 2007)

Las métricas del proceso se coleccionan de todos los proyectos y durante un extenso período de tiempo con el objetivo de proporcionar indicadores que lleven a mejoras de los procesos de software a largo plazo. En algunos casos, se pueden utilizar métricas del software para determinar tanto el proyecto como los indicadores del proceso. (Rodríguez, 2007)

Los indicadores utilizados dentro del proceso permiten: (Rodríguez, 2007)

- Al gestor, evaluar lo que funciona y lo que no.
- A la organización, tener una visión profunda de la eficacia de un proceso ya existente.

Algunas métricas de proceso son privadas para el equipo del proyecto de software, sin embargo son públicas para todos los miembros del equipo. Entre los ejemplos se pueden citar los defectos informados de funciones importantes del software (que un grupo de profesionales han desarrollado), errores encontrados durante revisiones técnicas formales y líneas de código o puntos de función por módulo y función. El equipo revisa estos datos para detectar los indicadores que pueden mejorar el rendimiento del equipo. (Mojena, 2006)

Las métricas del proceso del software pueden proporcionar beneficios significativos a través de una organización que trabaja por elevar su nivel global de madurez del proceso. A medida que una organización está más conforme con la recopilación y utiliza métricas de proceso, la derivación de indicadores simples abre el camino hacia un enfoque más estricto llamado Mejora Estadística de Proceso del Software (MEPS). (Mojena, 2006)

Teniendo en cuenta que la investigación aborda el tema de la gestión de riesgos, se considera que las métricas que se propondrán estarán dentro de la categoría de las métricas de proyecto. Éstas dan una medida de alguna propiedad de un entregable del proyecto o del proceso de gestión de proyectos; pueden ser usadas para medir el estado, efectividad o progreso de las actividades y contribuir a tomar decisiones ante los desvíos o incidentes que pueden surgir en la ejecución.

1.6 Conclusiones del capítulo

En este capítulo se realizó un estudio de los procesos de gestión de riesgos y gestión de proyectos, lo que permitió definir los conceptos de riesgo, incertidumbre, gestión de riesgos, gestión de proyectos, métrica, medida e indicador. Fueron estudiados PMBOK y CMMI por ser la guía y el modelo, respectivamente, más utilizados en la UCI para llevar a cabo una ajustada gestión de proyectos. Se analizaron algunos modelos y metodologías que tratan el tema de la gestión de riesgos, incluyendo el que se utiliza en la universidad. Se concluyó de este exhaustivo estudio que ninguno de estos modelos se ajusta a las necesidades de la UCI para realizar una adecuada gestión de riesgos.

Conociendo lo planteado en el PMBOK acerca de la gestión de riesgos y teniendo en cuenta otras bibliografías analizadas que proponen tipos de riesgos, se realizó una clasificación de los que serán evaluados en la propuesta. Fueron obtenidas finalmente trece categorías de riesgos, las cuales están presentes en los proyectos informáticos de la UCI.

Teniendo en cuenta todo lo estudiado acerca de la gestión de riesgos y métricas, se concluye que el proceso de evaluación que se realizará tendrá su inicio con la identificación de los riesgos según las categorías definidas en este capítulo. Luego se planificará la gestión de los riesgos, posteriormente se evaluarán, ya sea cualitativa o cuantitativamente y serán aplicadas las acciones preventivas/ correctivas según el tipo de riesgo. Todas estas tendrán implícitas las etapas de seguimiento y control de los riesgos y la comunicación de ellos.

Capítulo 2: Propuesta de Solución

2.1 Introducción

El presente capítulo describe cómo se desarrolla cada una de las etapas del proceso de evaluación de riesgos. Se proponen algunos factores de riesgos para cada una de las clasificaciones definidas y que pueden estar presentes en los proyectos informáticos de la UCI.

2.2 Guía para la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos en los proyectos informáticos de la UCI

El proceso de evaluación de los riesgos tiene su inicio con la identificación de los riesgos y su clasificación según las categorías definidas en el capítulo 1. Es generado el artefacto Lista de riesgos. Seguidamente se planifica la gestión de riesgos, donde se organizan todas las actividades que se llevan a cabo para la gestión de riesgos en el proyecto. Se utiliza el artefacto Lista de riesgos, y se crean los documentos Plan de gestión de riesgos y Plan de acciones preventivas/correctivas.

La evaluación de los riesgos está implícita en el proceso propuesto. Una vez identificados y categorizados los riesgos se podrán medir cualitativa y cuantitativamente de acuerdo a las clasificaciones de riesgos a las que pertenezcan. Se utiliza para esto la lista de riesgos identificados y el documento Plan de gestión de riesgos. Posteriormente se aplican las acciones preventivas/correctivas de acuerdo al tipo de riesgo que sea, positivo o negativo y se utiliza el documento del Plan de acciones preventivas/correctivas. En esta etapa en caso de existir riesgo residual se comenzará de nuevo con el proceso, de lo contrario se concluirá.

El seguimiento y control de los riesgos realiza una adecuada inspección de cómo se han comportado los riesgos identificados, controlándolos de esta forma. Esta etapa está presente durante todo el ciclo de vida del proyecto al igual que la comunicación de los riesgos. La última consiste en informarle al proyecto los riesgos existentes en el momento que se identifiquen.

A continuación se muestra una imagen del proceso de evaluación anteriormente descrito.

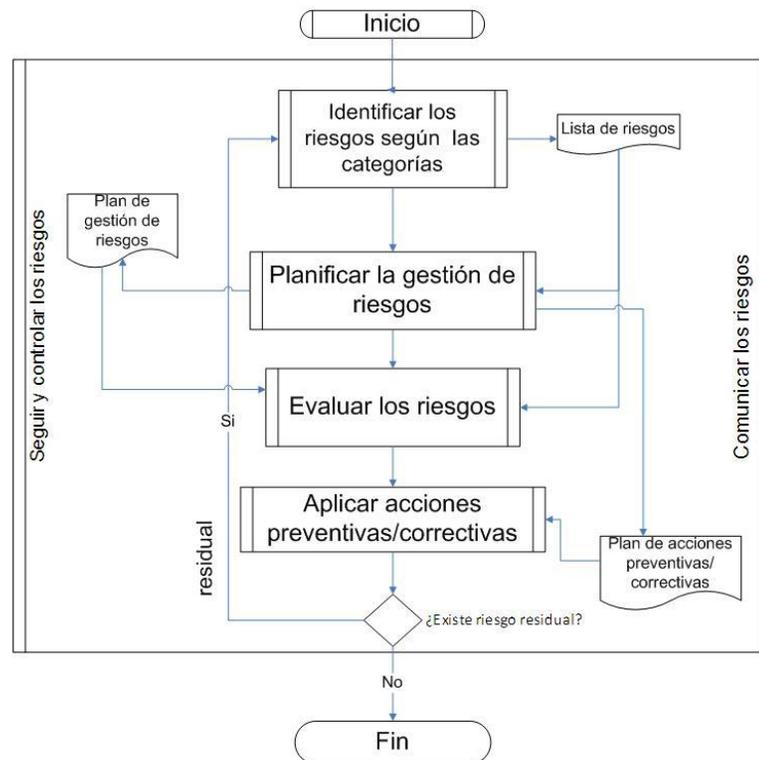


Figura 1 Proceso de evaluación a desarrollar (Elaboración propia)

Seguidamente se describen cada una de las etapas que estarán contenidas dentro del proceso de evaluación a desarrollar, el cual se desplegará con el objetivo de realizar una adecuada gestión de riesgos en los proyectos informáticos de la UCI.

2.2.1 Identificar los riesgos según las categorías

En esta etapa del proceso de evaluación inicialmente se identifican los riesgos que pueden afectar al proyecto, clasificándolos en las diferentes categorías que se definieron y de acuerdo a las características que éste tenga.

Teniendo en cuenta que la categorización de riesgos puede determinar las áreas del proyecto que están más expuestas a los efectos de incertidumbre, se describen a continuación los tipos de riesgos que fueron definidos para la propuesta. Estas categorías fueron tomadas de las clasificaciones estudiadas en el capítulo anterior. Los tipos de riesgos resultantes fueron, según (Perez, 2009):

1. **Riesgos de mercado:** Son los riesgos derivados de la inserción en el mercado que involucra el proyecto, sus aportes, beneficios y las implicaciones que tiene. Los riesgos de mercado están relacionados con la inestabilidad económica y las pérdidas por cambios de los precios de las soluciones que produce la empresa.
2. **Riesgos financieros:** Son los riesgos que tienen relación con el costo y presupuesto del proyecto. Se incluyen las acciones que derivan en riesgos cuando las contrapartes no cumplen sus obligaciones contractuales.
3. **Riesgos humanos:** Incluye todos los riesgos relacionados con el personal que realizará el trabajo, con su preparación y el logro de las competencias necesarias para obtener resultados positivos. Tiene en cuenta los relacionados con los ingresos económicos injustos, falta de incentivos y motivación, afectaciones del personal no vinculado a tiempo completo en la producción y otras actividades que en determinadas entidades se hacen habituales y hay que tenerlas en cuenta. En esta categoría se deben tener en cuenta la libertad del líder del proyecto para la toma de decisiones en situaciones que generen riesgos.
4. **Riesgos jurídicos:** Esta categoría trata los riesgos relacionados con los temas jurídicos-legales del proyecto. El riesgo legal se presenta con la probabilidad de producirse pérdidas porque las actividades de la empresa no están conformes con la legislación y la normativa vigentes, porque la contraparte no tiene la autoridad legal para realizar una transacción o, porque en un negocio internacional aparece una incoherencia normativa de los países involucrados.
5. **Riesgos de ambiente:** En esta categoría se analizan los riesgos relacionados con el entorno donde se desarrollará el trabajo así como el entorno donde la solución será implantada. Se asimilan los riesgos relacionados con el comportamiento social de las personas que desarrollarán la solución así como las que la usarán.
6. **Riesgos asociados a la gestión:** El riesgo organizacional es la probabilidad de pérdidas por errores internos del equipo de dirección del proyecto. Se tienen en cuenta los riesgos asociados a la complejidad de las acciones o decisiones administrativas en el proyecto. En esta categoría también se incluye el riesgo asociado al déficit de recursos o a su proceso de gestión.

7. Riesgos asociados a la estimación y programación de actividades: Están asociados con la planificación de las actividades.
8. Riesgos asociados al proceso de producción de software: Son los riesgos asociados a la adopción de determinado proceso o modelo de desarrollo software.
9. Riesgos tecnológicos: Son los relacionados con la probabilidad de daños en la tecnología a utilizar en el proyecto, los problemas de suministros tecnológicos y el mantenimiento en caso de fallas de los equipos tecnológicos. Estos riesgos se refieren a que en las organizaciones no existe una estructura tecnológica efectiva para soportar adecuadamente las necesidades futuras y presentes de los negocios con un costo eficiente.
10. Riesgos de negocio: Asociados a la inestabilidad de los negocios a informatizar. Incluye los riesgos asociados a la gestión de las necesidades del cliente y la frecuencia de los cambios. Deben tenerse en cuenta los riesgos asociados a los servicios de soporte y mantenimiento de los sistemas informáticos.
11. Riesgos de no calidad: Son los riesgos asociados o que dificulten la realización de las acciones encaminadas a garantizar la calidad del producto. La calidad no es solo un requisito para la exportación sino que forma parte básica del negocio.
12. Riesgos incorporados: Es aquel que no es propio de la actividad en cuestión, sino de conductas poco responsables de un trabajador, quien asume otros riesgos con objeto de conseguir algo que cree que es bueno para él y/o para la empresa o proyecto, como por ejemplo ganar tiempo, terminar antes el trabajo para destacar, demostrar a sus compañeros que es mejor. Estos son riesgos de segundo nivel, que aparecen como resultado de errores o fallas humanas. (Bernal, 2008)
13. Otros: En esta categoría se incluyen otros riesgos identificados en esta etapa que no se puedan incluir en las clasificaciones anteriores. (Perez, 2009)

Artefactos generados: En esta etapa se genera el artefacto Lista de riesgos, el cual contiene los riesgos que fueron identificados. A continuación se muestran las secciones que debe tener cada uno de estos riesgos según (Clusif, 2006):

- Descripción del riesgo: Es la sección en la que se debe situar todo lo referente al origen del riesgo, causa que lo provoca, impacto, afectación o beneficio que genera.

- Frecuencia de aparición: Esta sección recopila la información relacionada a la frecuencia con que se presenta el riesgo identificado.
- Intensidad del riesgo: Esta sección recoge la información relativa a la relación del riesgo con otras actividades u otros riesgos.
- Criticidad: Esta sección se refiere al impacto del riesgo, puede tomar uno de los siguientes valores posibles: alto, medio o bajo.
- Nivel de dominio: Está asociado al conocimiento del equipo de trabajo en el manejo de un riesgo identificado.
- Tipo de riesgo: Esta variable está asociada a la clasificación del riesgo.
- Acción de corrección o prevención: En esta sección se orientarán las diferentes acciones que se pueden realizar para gestionar un riesgo y su impacto; para un riesgo se pueden realizar una o más estrategias y estas pueden ser: mitigar, transferir, evitar, explotar, compartir y mejorar.

2.2.2 Planificar la gestión de los riesgos

En esta etapa del proceso de evaluación se decide cómo orientar, proyectar y confeccionar las actividades que tiene implícita la gestión de riesgos para un proyecto de software.

Una planificación esmerada y clara mejora la posibilidad de superación del resto de los procesos de la gestión de riesgos. Es importante para certificar que el nivel, el tipo y la claridad de la gestión de riesgos sean afines con el riesgo que esté presente. Esta etapa es significativa porque tiene en cuenta la importancia del proyecto para la organización, ya que logra proporcionar recursos y tiempo capaces de encargarse de estas actividades. Es trascendental porque permite establecer una base convenida para evaluar los riesgos. Este proceso debe perfeccionarse en las fases tempranas de la planificación que posea el proyecto, pues es un paso decisivo para realizar con éxito las demás actividades que siguen tras él.

Artefactos entrantes: En esta etapa es utilizada la Lista de riesgos que se obtuvo.

Artefactos generados: Al finalizar se generan el Plan de gestión de riesgos y el Plan de acciones preventivas/correctivas. El primero representa cómo se constituirá y ejecutará la gestión de los riesgos, lo

que hace que sea una parte del plan de gestión del proyecto. Contiene la metodología, donde se definirán los procedimientos, los instrumentos y las fuentes de información que pueden utilizarse para realizar la gestión de riesgos en el proyecto. Con el Plan de gestión de riesgos se garantiza que exista una preparación del presupuesto del proyecto, ya que son determinados y considerados los costos necesarios para la gestión de riesgos. La periodicidad está incluida dentro de este plan, lo que posibilita a los líderes de proyectos conocer cuándo y con qué repetición se realizará el proceso de gestión de riesgos durante el ciclo de vida del proyecto. Establece las actividades de gestión de riesgos que se contendrán en el cronograma del proyecto.

El Plan de acciones preventivas/correctivas, por su parte, recogerá las estrategias que se realizarán para maximizar o minimizar el impacto que tenga una oportunidad o amenaza. Incluye también las acciones para prevenir o corregir los riesgos positivos o negativos que ya fueron identificados.

2.2.3 Evaluar los riesgos

En esta fase del proceso de evaluación inicialmente se utilizan los riesgos para realizar otros estudios o acciones posteriores, valorando y ajustando su probabilidad de ocurrencia y su impacto. Son analizados numéricamente teniendo en cuenta el efecto ya identificado en los objetivos generales del proyecto y se evaluarán de forma cualitativa y cuantitativa.

El análisis cualitativo de los riesgos ajusta los procedimientos, permitiendo realizar otras acciones, como por ejemplo, el análisis cuantitativo de riesgos. Es un análisis valorativo de cada riesgo y de sus factores de riesgo. Las organizaciones pueden mejorar el rendimiento del proyecto de manera segura, centrándose en los riesgos críticos. En este proceso se valora la prioridad de los riesgos identificados usando la probabilidad de ocurrencia, el impacto sobre los objetivos del proyecto si se llega a producir el riesgo, así como el plazo y la tolerancia de éste a las limitaciones del proyecto como costo, cronograma, alcance y calidad, entre otros.

El análisis cualitativo de riesgos deberá ser revisado continuamente durante el ciclo de vida del proyecto para que esté actualizado con los cambios en los riesgos. Requiere salidas del proceso de planificación de la gestión de riesgos y puede conducir a un análisis cuantitativo de riesgos.

El análisis cuantitativo de riesgos se realiza respecto a los riesgos priorizados en el proceso descrito anteriormente. Esto se hace cuando los riesgos obtenidos tienen un posible impacto significativo sobre las

peticiones asistentes del proyecto. Analiza el efecto de esos riesgos y les asigna un valor numérico. También presenta un método cuantitativo para tomar decisiones en caso de incertidumbre.

Sigue al proceso de análisis cualitativo de riesgos, y en algunos casos, es posible que no sea necesario para desarrollar respuestas efectivas a los riesgos. La disponibilidad de tiempo y presupuesto y la necesidad de enunciados cualitativos o cuantitativos acerca de los riesgos y sus impactos, determinarán qué métodos usar en cualquier proyecto en particular. El análisis cuantitativo de riesgos debe repetirse como parte del seguimiento y control de riesgos, para determinar si el riesgo general del proyecto ha sido reducido satisfactoriamente. Es una entrada a la etapa de aplicar acciones preventivas/correctivas.

Artefactos entrantes: En esta etapa es actualizado el artefacto Lista de riesgos que se obtuvo en la primera etapa del proceso de evaluación y se utiliza el Plan de gestión de riesgos que se alcanzó en la etapa anterior.

La Lista de riesgos se actualiza con las categorizaciones referentes a los riesgos evaluados, lo que facilita al equipo de desarrollo hacer un mayor énfasis en los elementos que resultan más influyentes para el desempeño del proyecto. Se debe incluir una descripción de los valores con los que se evaluó la probabilidad de los factores de riesgos considerados como significativos para el proyecto. De esta forma se pueden revelar orígenes usuales de riesgos o áreas del proyecto que requieren cuidado individual, así como conocer los riesgos que requieren una respuesta urgente, los que pueden ser tratados posteriormente y los que justifiquen un análisis más profundo, como por ejemplo, el análisis cuantitativo.

Es actualizado el Plan de gestión de riesgos con los valores de probabilidad e impacto que fueron obtenidos para cada factor de riesgo identificado en el proyecto, conociendo de esta forma el efecto que tendrá cada uno de ellos si llega a ocurrir.

A continuación se explica cómo serán cuantificados los diferentes tipos de riesgos, teniendo en cuenta la categorización que fue realizada. Para ello se describen los aspectos y criterios fundamentales que serán evaluados. Se utiliza la tabla que se muestra en la figura 2, la cual muestra los valores definidos por (PMI, 2004) para tener en cuenta la probabilidad y el impacto de cada factor de riesgo:

Probabilidad		Impacto	
Muy probable	0,9	Muy alto	0,8
Bastante probable	0,7	Alto	0,4
Probable	0,5	Moderado	0,2
Poco probable	0,3	Bajo	0,1
Improbable	0,1	Muy bajo	0,05

Figura 2 Probabilidad e impacto de los factores de riesgo según (PMI, 2004)

Riesgos de mercado: Son los riesgos derivados de la inserción en el mercado que involucra el proyecto, sus aportes, beneficios y las implicaciones que tiene. Los riesgos de mercado están relacionados con la inestabilidad económica y las pérdidas por cambios de los precios de las soluciones que produce la empresa. (Perez, 2009)

Para cuantificar los riesgos de mercado se tendrán en cuenta los siguientes factores de riesgos:

- Inestabilidad económica: Se refiere al desequilibrio e inseguridad que posea el mercado donde se encuentra insertado el proyecto. La inestabilidad económica va a ser medida asumiendo los siguientes valores: muy inestable (0.9), bastante inestable (0.7), inestable (0.5), poco estable (0.3), estable (0.1).
- Pérdidas: Este factor de riesgo se refiere a los daños que tenga el proyecto, debido a que la organización tenga variaciones en los importes que tienen los productos que realizan. Los valores para evaluar este factor de riesgo son: mucha pérdida (0.9), bastante pérdida (0.7), pérdida (0.5), poca pérdida (0.3), ninguna pérdida (0.1).

Riesgos financieros: Son los riesgos que tienen relación con el costo y presupuesto del proyecto. Se incluyen las acciones que derivan en riesgos cuando las contrapartes no cumplen sus obligaciones contractuales. (Perez ,2009)

Los factores de riesgos asociados a esta clasificación son:

- **Costos del proyecto:** Este factor de riesgo está relacionado con todas las inversiones realizadas en el proyecto para terminarlo. Los valores para evaluarlo son: muy altos (0.9), altos (0.7), medios (0.5), bajos (0.3), muy bajos (0.1).
- **Idoneidad del presupuesto del contrato:** Se refiere a que no existan retrasos en la entrega del presupuesto por parte del cliente. (Proyecto Eurométodo, 1996) Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy ajustado (0.9), bastante ajustado (0.7), ajustado (0.5), poco ajustado (0.3), nada ajustado (0.1).

Riesgos humanos: Incluye todos los riesgos relacionados con el personal que realizará el trabajo, con su preparación y el logro de las competencias necesarias para obtener resultados positivos. Tiene en cuenta los riesgos relacionados con los ingresos económicos injustos, falta de incentivos y motivación, afectaciones del personal no vinculado a tiempo completo en la producción y otras actividades que en determinadas entidades se hacen habituales y hay que tenerlas en cuenta. (Perez, 2009)

Para cuantificar los riesgos humanos se tendrá en cuenta el equipo de desarrollo del proyecto. Dentro de él se analizarán los siguientes factores de riesgos:

- **Desempeño:** Está vinculado a los logros laborales del equipo, es decir, el cumplimiento de las actividades correctamente. Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy bueno (0.9), bueno (0.7), regular (0.5), malo (0.3), muy malo (0.1).
- **Rendimiento:** Está vinculado con las habilidades que posea cada integrante del equipo de desarrollo y la capacidad que tenga de realizar las tareas asignadas cabalmente. Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy bueno (0.9), bueno (0.7), regular (0.5), malo (0.3), muy malo (0.1).
- **Motivación del personal:** Está relacionado con la motivación que posea el personal que integra el equipo de trabajo para desarrollar el proyecto. Se incluye el nivel de compromiso de las personas para alcanzar las metas del proyecto. Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy motivado (0.9), bastante motivado (0.7), motivado (0.5), poco motivado (0.3), nada motivado (0.1).

Riesgos jurídicos: Esta categoría trata los riesgos relacionados con los temas jurídicos-legales del proyecto. El riesgo legal se presenta con la probabilidad de producirse pérdidas porque las actividades de la empresa no están conformes con la legislación y la normativa vigentes, porque la contraparte no tiene la

autoridad legal para realizar una transacción o porque en un negocio internacional aparece una incoherencia normativa de los países involucrados. (Perez, 2009) Los factores de riesgo asociados a esta clasificación son:

- Conformidad de la empresa con la legislación y la normativa: Se refiere a la aprobación, por parte de la empresa, del reglamento y métodos a seguir para realizar el proyecto. Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy conforme (0.9), bastante conforme (0.7), conforme (0.5), poco conforme (0.3), nada conforme (0.1).
- Coherencia normativa de los países involucrados: Este factor de riesgo está basado en el procedimiento que utilizarán los países o el país para el cual se desarrollará el proyecto. Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy coherente (0.9), bastante coherente (0.7), coherente (0.5), poco coherente (0.3), nada coherente (0.1).

Riesgos de ambiente: En esta categoría se analizan los riesgos relacionados con el entorno donde se desarrollará el trabajo así como el entorno donde la solución será implantada. Se asimilan los riesgos relacionados con el comportamiento social de las personas que desarrollarán la solución así como las que la usarán. (Perez, 2009)

Los factores de riesgos asociados a esta clasificación son:

- Tiempo de máquina planificado: Este factor de riesgo se refiere a que exista una correcta distribución del tiempo de máquina en el proyecto, teniendo en cuenta los recursos con que se cuenta. Los valores para evaluar este factor de riesgo son: sin planificar (0.9), mal planificado (0.7), regular (0.5), bien planificado (0.3), muy bien planificado (0.1).
- Condiciones del local: Está relacionado con el entorno de trabajo que tenga el proyecto en el lugar donde se realiza el desarrollo de este. Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy malas (0.9), bastante malas (0.7), malas (0.5), pocas condiciones (0.3), buenas condiciones (0.1).
- Condiciones técnicas para el desarrollo: Está relacionado con los medios tecnológicos que posea el proyecto para llevar a cabo un adecuado proceso de desarrollo del software. Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy malas (0.9), bastante malas (0.7), malas (0.5), pocas condiciones (0.3), buenas condiciones (0.1).
- Entorno de implantación: Está relacionado con el contexto donde se establece el proyecto y

asociado a la tecnología que posee el cliente. Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy malo (0.9), bastante malo (0.7), malo (0.5), regular (0.3), bueno (0.1).

Riesgos asociados a la gestión: El riesgo organizacional es la probabilidad de pérdidas por errores internos del equipo de dirección del proyecto. Se tienen en cuenta los riesgos asociados a la complejidad de las acciones o decisiones administrativas en el proyecto. En esta categoría también se incluye el riesgo asociado al déficit de recursos o a su proceso de gestión. (Perez, 2009)

Los factores de riesgos asociados a esta clasificación son:

- Complejidad de las acciones o decisiones administrativas: Se refiere a la complicación y obstáculos que tienen las funciones que forman parte de la administración del proyecto. Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy compleja (0.9), bastante compleja (0.7), compleja (0.5), poco compleja (0.3), nada compleja (0.1).
- Estabilidad política: Se refiere a la existencia o no de un cambio de gobierno. (Proyecto Eurométodo, 1996) Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy alta (0.9), bastante alta (0.7), baja (0.5), muy baja (0.3), nada estable (0.1).
- Estabilidad legal: Está dada por los cambios en leyes y reglamentos que puedan ocurrir. (Proyecto Eurométodo, 1996) Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy alta (0.9), bastante alta (0.7), baja (0.5), muy baja (0.3), nada estable (0.1).
- Estabilidad financiera: Este factor hace análisis de los cambios en las situaciones financieras que se presenten. (Proyecto Eurométodo, 1996) Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy alta (0.9), bastante alta (0.7), baja (0.5), muy baja (0.3), nada estable (0.1).

Riesgos asociados a la estimación y programación de actividades: Están asociados con la planificación de las actividades (Perez, 2009). Los factores de riesgo asociados a esta clasificación son:

- Planificación de las actividades: Las actividades deben estar incluidas dentro de la planificación del proyecto y pueden ser productivas, docentes y otras. En esta última clasificación se hace referencia a las actividades que constituyen parte de la vida social de los estudiantes y profesores de la UCI, por ejemplo, los juegos deportivos, festivales de artistas aficionados, eventos científicos, marchas, entre otras. Todo esto va a estar relacionado con la correcta planificación del proyecto.

Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy buena (0.9), bastante buena (0.7), buena (0.5), mala (0.3) y muy mala (0.1).

- Idoneidad del cronograma que refleja el contrato: Se refiere a estimaciones incorrectas y a la urgencia que tenga la empresa de instalar una aplicación estratégica lo antes posible para adquirir una ventaja competitiva. (Proyecto Eurométodo, 1996) Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy ajustado (0.9), bastante ajustado (0.7), ajustado (0.5), poco ajustado (0.3), nada ajustado (0.1).

Riesgos asociados al proceso de producción de software: Son los riesgos asociados a la adopción de determinado proceso o modelo de desarrollo de software. (Perez, 2009). Los factores de riesgo asociados a esta clasificación son:

- Entendimiento del modelo de desarrollo de software por parte del equipo de trabajo: Se refiere a que el modelo de desarrollo que fue escogido sea el apropiado para que los integrantes del proyecto puedan trabajar con él fácilmente. Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy entendible (0.9), bastante entendible (0.7), entendible (0.5), poco entendible (0.3) y nada entendible (0.1).
- Complejidad del modelo de desarrollo de software: Está basado en que para valorar la complejidad del modelo de desarrollo de software se dependerá de los conocimientos actualmente disponibles sobre este. (Proyecto Eurométodo, 1996) Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy complejo (0.9), bastante complejo (0.7), complejo (0.5), poco complejo (0.3) y nada complejo (0.1).

Riesgos tecnológicos: Son los relacionados con la probabilidad de daños en la tecnología a utilizar en el proyecto, los problemas de suministros tecnológicos y el mantenimiento en caso de fallas de los equipos tecnológicos. Estos riesgos se refieren a que en las organizaciones no existe una estructura tecnológica efectiva para soportar adecuadamente las necesidades futuras y presentes de los negocios con un costo eficiente. (Perez, 2009). Los factores para medir este riesgo son:

- Efectividad de la estructura tecnológica: Se refiere a que la tecnología que usa el proyecto para su desarrollo sea segura. (Proyecto Eurométodo, 1996) Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy efectiva (0.9), bastante efectiva (0.7), efectiva (0.5), poco efectiva (0.3) nada efectiva (0.1).

- Disponibilidad de la tecnología del proyecto adecuada: Este factor de riesgo incluye el análisis de la incertidumbre asociada a la compra, entrega y accesibilidad de la tecnología del proyecto que debe utilizarse como parte de la adaptación del sistema. (Proyecto Eurométodo, 1996) Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy alta (0.9), bastante alta (0.7), baja (0.5), muy baja (0.3) no disponible (0.1).
- Importancia de los cambios tecnológicos: son cambios de la tecnología del sistema informático que pueden producir que el sistema sea incorrecto. (Proyecto Eurométodo, 1996) Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy alta (0.9), bastante alta (0.7), baja (0.5), muy baja (0.3) nada importante (0.1).
- Novedad de la tecnología del proyecto: Este factor de novedad es una medida de la innovación que supone la tecnología del proyecto con respecto al estado de la técnica. (Proyecto Eurométodo, 1996) Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy novedosa (0.9), bastante novedosa (0.7), novedosa (0.5), poco novedosa (0.3) nada novedosa (0.1).

Riesgos de negocio: Están relacionados con la inestabilidad de los negocios a informatizar. Incluye los riesgos asociados a la gestión de las necesidades del cliente y la frecuencia de los cambios. Deben tenerse en cuenta los riesgos asociados a los servicios de soporte y mantenimiento de los sistemas informáticos. (Perez, 2009). Los factores de riesgo asociados a esta clasificación son:

- Soporte y mantenimiento de los sistemas informáticos: Este factor se refiere a que el soporte y el mantenimiento con que cuenta el proyecto sean efectivos a las necesidades que existan. Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy bueno (0.9), bastante bueno (0.7), bueno (0.5), regular (0.3) y malo (0.1).
- Formalidad de los procesos del negocio: Se refiere a la conformidad con las reglas y los procedimientos elaborados por el proyecto. (Proyecto Eurométodo, 1996) Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy alta (0.9), bastante alta (0.7), alta (0.5), baja (0.3) y muy baja (0.1).
- Complejidad de los procesos del negocio: Se refiere al número de procesos del negocio, número de interfaces de los procesos y complejidad de las reglas y algoritmos del negocio. (Proyecto Eurométodo, 1996) Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy alta (0.9), bastante alta (0.7), alta (0.5), baja (0.3) y muy baja (0.1).

Riesgos de no calidad: Son los riesgos asociados o que dificulten la realización de las acciones encaminadas a garantizar la calidad del producto. La calidad no es sólo un requisito para la exportación sino que forma parte básica del negocio. (Perez, 2009).

Los factores de riesgo asociados a esta clasificación son tomados de la NC ISO 9126, para mayor información remitirse a esta norma:

- Comportamiento funcional del sistema: Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy bueno (0.9), bastante bueno (0.7), bueno (0.5), regular (0.3) y malo (0.1).
- Confiabilidad: Va a estar relacionado con el comportamiento del sistema del cual el software forma parte durante la ejecución de las pruebas para indicar la magnitud de la confiabilidad, utilizándose para su evaluación los valores de muy confiable (0.9), bastante confiable (0.7), confiable (0.5), poco confiable (0.3) y nada confiable (0.1).
- Portabilidad: Se debe medir el comportamiento del operador y el sistema durante las actividades de implementación y distribución del producto de software. La portabilidad está relacionada con la capacidad que tiene el sistema para ser transferido de un sistema a otro. Este factor se medirá dándole criterios de muy alta (0.9), bastante alta (0.7), media (0.5), baja (0.3) y muy baja (0.1).
- Facilidad de uso: La facilidad de uso se refiere al esfuerzo necesario para el uso del sistema (o de uno de sus componentes) por parte de los integrantes del proyecto. Este factor se medirá dándole criterios de muy alta (0.9), bastante alta (0.7), media (0.5), baja (0.3) y muy baja (0.1).
- Eficiencia: Este factor va a estar vinculado al tiempo de respuesta, tiempo y velocidad de proceso, cantidad de recursos utilizados y duración de esta utilización. Este factor se medirá dándole criterios de muy alta (0.9), bastante alta (0.7), media (0.5), baja (0.3) y muy baja (0.1).
- Seguridad: Capacidad de un sistema (o de un componente) para impedir todo acceso no autorizado, accidental o deliberado, a los programas y a los datos. Es una sub-característica de la funcionalidad. Este factor se medirá dándole criterios de muy alta (0.9), bastante alta (0.7), media (0.5), baja (0.3) y muy baja (0.1).

Riesgos incorporados: Es aquel que no es propio de la actividad en cuestión, sino de conductas poco responsables de un trabajador, quien asume otros riesgos con objeto de conseguir algo que cree que es bueno para él y/o para la empresa o proyecto, como por ejemplo ganar tiempo, terminar antes el trabajo

para destacar, demostrar a sus compañeros que es mejor. Estos son riesgos de segundo nivel, que aparecen como resultado de errores o fallas humanas. (Bernal, 2008)

- Interés individual de las personas: Este factor está asociado a las actividades que realiza un integrante del equipo de trabajo para demostrar que tiene una mayor capacidad y conocimiento que otros. De esta forma puede cometer errores que afecten parcial o totalmente el desarrollo del proyecto, poniéndolo en peligro. Los valores para evaluar este factor de riesgo son: muy alto (0.9), bastante alto (0.7), bajo (0.5), muy bajo (0.3) y nulo (0.1).

Otros: En el caso de identificarse riesgos pertenecientes a esta categoría, el equipo de desarrollo debe ser el encargado de darle los valores de probabilidad e impacto según los objetivos que tenga el proyecto.

2.2.4 Aplicar acciones preventivas/correctivas

En la etapa del proceso de evaluación que se desarrolla para aplicar acciones preventivas/correctivas se orientarán las diferentes actividades que se pueden realizar para gestionar un riesgo y su impacto, ya sea positivo o negativo. Estas acciones van a estar en función de las siguientes estrategias: mitigar, transferir, evitar, explotar, compartir y mejorar. Dentro de los riesgos que pueden tener impactos negativos se utilizan las siguientes acciones: (PMI, 2004)

- Evitar: Evitar el riesgo implica cambiar el plan de gestión del proyecto para eliminar la amenaza que representa un riesgo adverso, aislar los objetivos del proyecto del impacto del riesgo o relajar el objetivo que está en peligro, por ejemplo, ampliando el cronograma o reduciendo el alcance. Un ejemplo de cómo utilizar esta acción es:
 - o Evitar los riesgos que surgen en las primeras etapas del proyecto esclareciendo los requisitos, consiguiendo información y perfeccionando la comunicación o alcanzando experiencia.
- Transferir: Transferir el riesgo requiere trasladar el impacto negativo de una amenaza, junto con la propiedad de la respuesta, a un tercero. Transferir el riesgo simplemente da a otra parte la responsabilidad de su gestión; no lo elimina. A continuación se da a conocer una acción en función de esta estrategia:

- Transferir a un tercero la responsabilidad por riesgos especificados utilizando contratos, garantías, seguros, etcétera.
- Mitigar: Mitigar el riesgo implica reducir la probabilidad y/o el impacto de un evento de riesgo adverso a un umbral aceptable. Adoptar acciones tempranas para reducir la probabilidad de la ocurrencia de un riesgo y/o su impacto sobre el proyecto a menudo es más efectivo que tratar de reparar el daño después de que ha ocurrido el riesgo. Algunas de las acciones que se pueden realizar son:
 - Diseñar redundancia en un subsistema para lograr demostrar que se puede reducir el impacto que resulta de un fallo del componente original.
 - Adoptar procesos menos complejos.

Para tratar los riesgos que tienen posibles impactos positivos sobre los objetivos del proyecto se encuentran las acciones siguientes:

- Explotar: Se puede seleccionar esta estrategia para los riesgos con impactos positivos, cuando la organización desea asegurarse que la oportunidad se haga realidad. Esta estrategia busca eliminar la incertidumbre asociada con un riesgo del lado positivo en particular haciendo que la oportunidad definitivamente se concrete. Una de las actividades que se pueden realizar para poner en práctica esta acción es:
 - Asignar recursos más talentosos al proyecto para reducir el tiempo hasta su conclusión.
- Compartir: Compartir un riesgo positivo implica asignar la propiedad a un tercero que está mejor capacitado para capturar la oportunidad para beneficio del proyecto. Entre los ejemplos de acciones para compartir una oportunidad se incluyen:
 - Formar asociaciones de riesgo conjunto, equipos, empresas con finalidades especiales.
 - Uniones temporales de empresas, que se pueden establecer con la finalidad expresa de gestionar oportunidades.
- Mejorar: Esta estrategia modifica el tamaño de una oportunidad, aumentando la probabilidad y/o los impactos positivos, e identificando y maximizando las fuerzas impulsoras claves de estos

riesgos de impacto positivo. Buscar facilitar o fortalecer la causa de la oportunidad, puede aumentar la probabilidad. Dos de las funciones para aplicar esta acción en un proyecto son:

- Buscar aumentar la susceptibilidad del proyecto a la oportunidad que se presenta.
- Dirigirse de forma proactiva a las condiciones que disparan la oportunidad y reforzarlas.

Artefactos entrantes: En esta actividad se actualiza el Plan de acciones preventivas/correctivas que se obtuvo en la segunda etapa del proceso de evaluación. Allí se encontrarán plasmadas todas las estrategias que se llevarán a cabo por parte del proyecto para la minimización o maximización de los riesgos.

2.2.5 Comunicar los riesgos

El proceso de evaluación tendrá presente la etapa de comunicación de los riesgos en todo momento, por lo que se puede decir que todas las demás etapas contendrán ésta.

Esta etapa se realiza desde el mismo momento en que se identifica la primera amenaza u oportunidad para el proyecto. La comunicación de la existencia de amenazas u oportunidades se debe realizar porque cualquier miembro del proyecto puede ponerlo en peligro. (Perez, 2008)

2.2.6 Seguir y controlar los riesgos

En esta etapa del proceso de evaluación de riesgos se realiza el seguimiento de los riesgos identificados, se supervisan los riesgos residuales y se identifican nuevos riesgos. Son ejecutados planes de respuesta, evaluando su efectividad a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

El proceso de seguimiento y control de riesgos emplea técnicas, como el análisis de variación y de tendencias, que requieren el uso de datos de rendimiento generados durante la ejecución del proyecto. Es un proceso continuo que se realiza durante la vida del proyecto.

Otras finalidades que posee son conocer si: (PMI, 2004)

- Las exaltaciones del proyecto aún son válidas.
- El riesgo, según fue evaluado, ha cambiado de su estado anterior, a través del análisis de tendencias

- Se están siguiendo políticas y procedimientos de gestión de riesgos correctos.
- Las reservas para contingencias de costo o cronograma deben modificarse para alinearlas con los riesgos del proyecto.

Esta fase tiene vigencia durante todo el proyecto, pues es realizada en todas las etapas que posee el proceso de evaluación. En la primera etapa se realiza una revisión de la Lista de riesgos y se verifica que los riesgos allí plasmados sean concisos y entendibles por parte de los integrantes del proyecto. Durante la etapa de planificación de la gestión de riesgos se analiza y comprueba que el Plan de gestión de riesgos esté acorde con la planificación que tiene el proyecto y que sea efectivo para tratar todos los riesgos que fueron identificados. Se prueba que con el Plan de acciones preventivas/correctivas que se genera estén presentes todas las acciones y estrategias necesarias y que sean seguras para maximizar o minimizar los riesgos. En la etapa de evaluar los riesgos se analiza la Lista de riesgos que fue inicialmente identificada y se acredita que este artefacto contenga todos los riesgos reconocidos al inicio del proceso de evaluación. Se realiza la evaluación teniendo en cuenta lo que asume el Plan de gestión de riesgos. En la cuarta etapa se verifica que el Plan de acciones preventivas/correctivas sea aplicado a todos los riesgos que fueron encontrados y se comprueba el estado de ellos después de haberles aplicado las estrategias a cada uno.

Todos los artefactos generados y utilizados durante el proceso de evaluación son de gran utilidad para llevar a cabo una correcta gestión de riesgos; fueron tomados del expediente de proyectos definido por la dirección de calidad de la UCI y ajustados para la propuesta. La Lista de riesgos va a tener todos los eventos positivos y/o negativos identificados. Es utilizada para todas las restantes etapas del proceso de evaluación. El Plan de gestión de riesgos tiene la planificación de las actividades que se realizan para gestionar los riesgos, permitiéndole al equipo de desarrollo tener una idea de los presupuestos y costos que son necesarios para llevar a cabo esta actividad. El Plan de acciones preventivas/correctivas tendrá las acciones que se realizan para maximizar o minimizar el impacto de las oportunidades o amenazas que hayan sido encontradas durante todo el proceso de evaluación. Están contenidas dentro de este artefacto las estrategias a utilizar para el tipo de riesgo que se haya encontrado, ya sea positivo o negativo.

2.3 Conclusiones del capítulo

En este capítulo se presentó el proceso de evaluación de riesgos para los proyectos informáticos, tomando como referencia los procesos de gestión de riesgos y las definiciones para asignar probabilidad e impacto propuestos en el PMBOK, así como las clasificaciones de riesgos definidas en investigaciones anteriores. Se propuso el proceso de evaluación que conforma la guía para evaluar los riesgos en los proyectos de la UCI. Fueron descritas las etapas que lo constituyen, las relaciones que existen entre ellas y los artefactos que se generan con las modificaciones realizadas para ajustarlos a la propuesta, pues ya la universidad tiene definidos una plantilla para ellos. Estos artefactos deben ser ajustados al proyecto en el cual se aplique la propuesta. Todo esto se obtuvo teniendo como base los factores de riesgos definidos por la propuesta y algunos de los propuestos por el Proyecto Eurométodo.

Capítulo 3: Validación de la propuesta

3.1 Introducción

En este capítulo se realiza la validación de la propuesta con su aplicación a un proyecto real y con la utilización del método Delphi. Inicialmente se describe el método de expertos a aplicar y luego se muestran los resultados obtenidos en ambos casos.

3.2 Análisis y selección del método de expertos a utilizar

Dentro de los métodos generales de prospectiva cabe destacar aquellos que se basan en la consulta a expertos, que reciben la denominación de métodos de expertos. Los métodos de evaluación de expertos tienen como objetivos la búsqueda de experiencia y conocimientos de un grupo de personas, considerados expertos en la materia a evaluar, permitiendo la obtención de criterios subjetivos, mediante cuestionarios, sobre la calidad y efectividad de los resultados de las investigaciones. (Trujillo, 2004)

3.2.1 Smic Prob-Expert (Impactos cruzados probabilistas)

Smic Prob-Expert (Impactos cruzados probabilistas) tiene como objetivo principal determinar las probabilidades simples y condicionadas de hipótesis o eventos, así como las probabilidades de combinaciones de estos últimos, teniendo en cuenta las interacciones entre los eventos y/o hipótesis. El objetivo de estos métodos no es solamente el de hacer destacar los escenarios más probables, sino también el de examinar las combinaciones de hipótesis que serán excluidas a priori. (Godet, 2000)

Impactos cruzados probabilistas consta de dos fases, las cuales se explican brevemente a continuación: (Godet, 2000)

- Fase 1: formulación de hipótesis y elección de expertos

Una encuesta Smic tiene como base de partida cinco o seis hipótesis fundamentales y algunas hipótesis complementarias. Ahora bien, no es fácil estudiar el futuro de un sistema complejo con un número de hipótesis tan limitado, por lo que son de gran interés los métodos del tipo del análisis estructural y reflexión acerca de la estrategia de los actores; los cuales permiten identificar mejor las variables claves y posibilitan una mejor formulación de las hipótesis de partida.

La encuesta se realiza generalmente por vía postal; es preciso contar con 1 mes y 1/2 aproximadamente para la realización de un Smic. El número de expertos consultados debe superar 100 (los criterios de selección son los mismos que los del Delphi); lo que se les pide es:

- evaluar la probabilidad simple de realización de una hipótesis desde una probabilidad 1 (muy débil) hasta una probabilidad 5 (acontecimiento muy probable)
 - evaluar bajo forma de probabilidad condicional la realización de una hipótesis en función de todas las demás (en este caso la nota 6 significa la independencia de las hipótesis); teniendo en cuenta todas las preguntas que el experto debe plantearse, se le exige revelar la coherencia implícita de su razonamiento.
- Fase 2: probabilización de escenarios

El programa Smic (programa clásico de minimización de una forma cuadrática con límites lineales) permite el análisis de estos grupos de expertos:

- corrigiendo las opiniones de los expertos de forma que se obtengan resultados netos coherentes (es decir que satisfagan las limitaciones clásicas que imponen las probabilidades)
- afectando una probabilidad a cada una de las $2N$ combinaciones posibles de las N hipótesis.

El método denominado interacciones probabilistas, constituye un progreso en relación al Delphi ya que tienen como ventaja el tener en cuenta las interacciones entre eventos. Contrariamente al método Delphi, el Smic tiene en cuenta la interdependencia entre los temas propuestos y asegura la coherencia de las respuestas. Su puesta en marcha es bastante sencilla. Su desarrollo es bastante rápido y los resultados obtenidos son por lo general de fácil interpretación. Finalmente, es una excelente barrera defensiva intelectual que permite a menudo poner en movimiento ciertas ideas, comúnmente aceptadas, y sobre todo cerciorarse de que los escenarios estudiados cubren una parte razonable del campo de probabilidades. Por otra parte en este método la información reunida es considerable al existir tantas jerarquías de escenarios como expertos interrogados. Se plantea, por tanto, un problema de agregar las respuestas de varios expertos y existe dificultad a la hora de realizarse los cálculos probabilísticos correspondientes. (Godet, 2000)

3.2.2 Método de la extrapolación

La extrapolación es el método más habitual de pronóstico. Se basa en suponer que el curso de los acontecimientos continuará en la misma dirección y con velocidad constante (o con una velocidad creciente o decreciente a un ritmo constante igual a una extrapolación logarítmica). (Naisbitt, 1982)

La base para una extrapolación será el conocimiento sobre el reciente desarrollo del fenómeno. Se necesitan al menos dos (aunque habitualmente pueden existir más) observaciones hechas en puntos conocidos en el tiempo. Para ello se comienza con dos o más observaciones que se hayan hecho en distintos puntos en el tiempo. Luego hay que asentarse en las diferencias entre ellas (cuantitativas o cualitativas) y añadir estas diferencias al informe de la última observación. Finalmente con estos datos se tiene el pronóstico. (Naisbitt, 1982)

La diferencia dada, podrá ser medida como valor absoluto o como progreso proporcional. La medida absoluta significa que el cambio continúa en velocidad constante. La evolución proporcional significa que el paso del cambio está aumentando o disminuyendo. Esta alternativa a veces se llama extrapolación logarítmica. (Naisbitt, 1982)

Si existen más de dos observaciones, se tiene la opción de elegir el número de observaciones sobre el que se basará la extrapolación. Si se cree que las últimas observaciones tienen mejor capacidad predictiva que las anteriores, puede que se haga caso omiso de las primeras observaciones. Una alternativa es dar más peso a las últimas observaciones que a las primeras. Si se decide usar un amplio número de observaciones, probablemente se harán los cálculos con un programa de análisis de regresión si los datos son cuantitativos. (Naisbitt, 1982)

El método de extrapolación se aplica típicamente a las variables cuantitativas. Además, la predicción muchas veces se desarrolla también en términos verbales cualitativos, para hacer más fácil que sea aprendida. (Naisbitt, 1982)

La debilidad esencial de toda extrapolación consiste en que éstas sólo se pueden atender a aquellos procesos o fuerzas que están ya interviniendo. Siempre ignoran los impactos nuevos que empiezan a actuar y con frecuencia se da una situación en que gradualmente habrá más y más nuevos impactos. En tales circunstancias, el método de la extrapolación suele dar resultados útiles sólo para períodos relativamente de corto plazo. Otra debilidad es que es casi imposible estimar el error probable de una

extrapolación. Una noción brusca que puede ser obtenida estudiando la consistencia y la homogeneidad de la serie de las observaciones originales. (Naisbitt, 1982)

3.2.3 Modelo casual

El método más exacto de predicción, es decir, el modelo casual, es posible si se ha obtenido, mediante una investigación, un modelo que no sólo describe el desarrollo del fenómeno que se pronostica, pero también lo explica, es decir, enumera las razones del por qué ocurre. En el mejor caso las razones y sus resultados se reúnen como un modelo que define la invariante dinámica de los cambios en el proceso que será predicho. (Naisbitt, 1982)

El método de modelo casual puede utilizarse conveniente para el uso con los modelos cuantitativos solamente, pero puede ser aplicado al predecir en base de los modelos cualitativos que tienen potencia explicativa. El modelo causal suele ser tan complicado que se maneja mejor usando un ordenador. Se necesita habitualmente una presentación ilustrativa del modelo para clarificar el pensamiento y finalmente presentarlo en el informe. (Naisbitt, 1982)

Los modelos que son disponibles para pronosticar son normalmente simplificados de modo que contengan solamente los factores más importantes que afectan el fenómeno que se desea predecir. Al lado de estos, la mayoría de los fenómenos empíricos son influidos por muchos factores con tan pequeña importancia que él desaparece entre errores o en la incertidumbre al azar de los factores cardinales. No siempre se puede contar con que las relaciones expresadas en el modelo se quedan constantes durante todo el período del pronóstico deseado. Sucede a veces que un factor que hasta este momento ha desempeñado solamente un papel marginal repentinamente ganará importancia y finalmente cambiará la dirección del desarrollo. Estos factores que parecen inicialmente poco importantes pero finalmente llegan a ser cruciales se llaman señales débiles. Para identificar esos factores se pueden intentar varios acercamientos, tales como: (Naisbitt, 1982)

- Contemplar el contexto del fenómeno en una perspectiva más ancha.
- Consultar a otros expertos (quizás con el método Delphi) y pedir su opinión acerca del modelo que utiliza. Si el modelo original fue hecho en cooperación con expertos que tienen una experiencia larga del fenómeno que se desea predecir, es posible que ellos hayan sido acostumbrados para

desatender un factor que puede ser importante. Las personas que son menos experimentadas con el fenómeno pueden encontrar a veces nuevas y sorprendentes posiciones de mirar el fenómeno.

- Si logra encontrar otro sistema que ha experimentado ya el desarrollo que se intenta predecir, se puede utilizar el método de la analogía y examinarlo si los factores que han causado este desarrollo están presentes también en el sistema que se desea predecir, aunque también en un grado embrionario.
- Si el modelo es cuantitativo, puede descubrir cuáles son las variables independientes que han tenido una influencia rápida y creciente en el fenómeno que se desea predecir.

3.2.4 Método Delphi

El método Delphi consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a acontecimientos del futuro. Este procedimiento extrae y maximiza las ventajas que presentan los métodos basados en grupos de expertos y minimiza sus inconvenientes. Para ello se aprovecha la sinergia del debate en el grupo y se eliminan las interacciones sociales indeseadas que existen dentro de todo grupo. De esta forma se espera obtener un consenso lo más fiable posible del grupo de expertos. Este método consta de cuatro fases: (Trujillo, 2004)

- Fase 1: Formulación del problema

Se trata de una etapa fundamental en la realización de un Delphi. En un método de expertos, la importancia de definir con precisión el campo de investigación es muy grande por cuanto que es preciso estar muy seguros de que los expertos reclutados y consultados poseen todas las mismas nociones de este campo. La elaboración del cuestionario debe ser llevada a cabo según ciertas reglas: las preguntas deben ser precisas, cuantificables e independientes.

- Fase 2: Elección de expertos

La etapa es importante puesto que el término de experto es ambiguo. Con independencia de sus títulos, su función o su nivel jerárquico, el experto será elegido por su capacidad de encarar el futuro y los conocimientos que posea sobre el tema consultado. La falta de independencia de los expertos puede constituir un inconveniente; por esta razón los expertos son aislados y sus opiniones son recogidas por vía

postal o electrónica y de forma anónima; así pues se obtiene la opinión real de cada experto y no la opinión más o menos falseada por un proceso de grupo (se trata de eliminar el efecto de los líderes)

- Fase 3: Elaboración y lanzamiento de los cuestionarios (en paralelo con la fase 2)

Los cuestionarios se elaboran de manera que faciliten, en la medida en que una investigación de estas características lo permite, la respuesta por parte de los consultados.

- Fase 4: Desarrollo práctico y explotación de resultados

El cuestionario es enviado a cierto número de expertos (hay que tener en cuenta las no-respuestas y abandonos). Naturalmente el cuestionario va acompañado por una nota de presentación que precisa las finalidades, el espíritu del Delphi, así como las condiciones prácticas del desarrollo de la encuesta (plazo de respuesta, garantía de anonimato). Luego se procede al estudio de resultados para llegar a conclusiones.

Este método presenta tres características fundamentales: (Trujillo, 2004)

- Anonimato: Durante un Delphi, ningún experto conoce la identidad de los otros que componen el grupo de debate. Esto tiene una serie de aspectos positivos, como son:
 - o Impide la posibilidad de que un miembro del grupo sea influenciado por la reputación de otro de los miembros o por el peso que supone oponerse a la mayoría. La única influencia posible es la de la congruencia de los argumentos.
 - o Permite que un miembro pueda cambiar sus opiniones sin que eso suponga una pérdida de imagen.
 - o El experto puede defender sus argumentos con la tranquilidad que da saber que en caso de que sean erróneos, su equivocación no va a ser conocida por los otros expertos.
- Iteración y realimentación controlada: La iteración se consigue al presentar varias veces el mismo cuestionario. Como, además, se van presentando los resultados obtenidos con los cuestionarios anteriores, se consigue que los expertos vayan conociendo los distintos puntos de vista y puedan ir modificando su opinión si los argumentos presentados les parecen más apropiados que los suyos.

- Respuesta del grupo en forma estadística: La información que se presenta a los expertos no es sólo el punto de vista de la mayoría, sino que se presentan todas las opiniones indicando el grado de acuerdo que se ha obtenido.

Sus desventajas más significativas están dadas en que: (Trujillo, 2004)

- es muy laborioso y demanda tiempo su aplicación.
- es costoso en comparación con otros, ya que requiere del empleo de: tiempo de los expertos, hojas, impresoras, teléfono, correo, etcétera.

Por otra parte, este método tiene como ventajas que presenta amplias posibilidades de aplicación a gran número de situaciones o casos y su sencillez de uso cuando se dispone de expertos bien informados y dispuestos a colaborar. Se puede utilizar en situaciones que comprendan tareas y actividades simples, actividades basadas en procedimientos, tareas de diagnóstico y de control de procesos, considerando el impacto de los factores de tipo socio-técnico sobre la conducta. Cuando para la obtención de los juicios de los expertos se emplea alguna técnica que permite el debate entre ellos se puede recoger información cualitativa útil para etapas posteriores, que posibilite la posterior reducción de la probabilidad de error en algunas tareas. (Trujillo, 2004)

Luego de analizar algunos de los métodos de expertos existentes y teniendo en cuenta que el objetivo de este trabajo es dar una propuesta para la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos en los proyectos informáticos, específicamente en los de la UCI, se decide utilizar el método Delphi. Este método permite con su aplicación tener estimaciones razonablemente buenas, las mejores suposiciones a falta de cifras más exactas. Estas estimaciones pueden y deben ser confirmadas o modificadas a lo largo del tiempo, según se vaya recopilando información durante el funcionamiento del sistema.

El método Delphi es aceptable en la comunidad científica, tiene una elevada madurez, proporciona estimaciones de precisión moderada y no exige que se reúna a los expertos en un lugar determinado. Puede parecer un método limitado porque los expertos no pueden intercambiar sus opiniones, puntos de vista y experiencia, ya que se les requiere individualmente; no obstante, esta limitación es precisamente lo que se está buscando para evitar que existan datos que ocasionen conflictos interpersonales, presiones entre los expertos, etcétera.

3.3 Aplicación del método seleccionado

El método Delphi se basa en una secuencia de pasos que a continuación se mencionan:

- Selección de los expertos.
- Cálculo del coeficiente de concordancia de Kendall.
- Cálculo de las frecuencias absolutas.
- Cálculo de las frecuencias absolutas acumuladas.
- Cálculo de las frecuencias relativas acumuladas.
- Cálculo de los puntos de corte.

Todos estos pasos serán descritos a continuación para mostrar los resultados que fueron arrojados luego de llevar a cabo la aplicación del método en la propuesta y para demostrar la validez de la guía para la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos en los proyectos informáticos.

3.3.1 Selección de los expertos

Según el método Delphi para que una persona pueda ser etiquetada como experta debe poseer un conocimiento profundo de la tarea o actividad que será objeto de análisis y valoración y tiene que estar familiarizada con el sistema en el que ella se desarrolla. Asimismo, los expertos a los que se recurre tienen que ser capaces de traducir su valoración en términos de probabilidades. (Trujillo, 2004)

Para la evaluación de la propuesta, se han escogido siete expertos, se señala que es necesario esta cantidad como mínimo, debido a que el error disminuye notablemente por cada experto añadido hasta llegar a los siete y como máximo 30 pues la mejora en la previsión es muy pequeña y normalmente el incremento en costo y trabajo de investigación no compensa la mejora. Existen características propias que poseen cada uno de los expertos seleccionados y que se tuvieron en cuenta para conformar el panel. Ella son:

- Graduado de nivel superior.
- Experiencia en el tema.
- Honestidad.

- Disposición en participar en la encuesta.
- Capacidad de análisis y de pensamiento.

El objetivo de este proceso es darle validez a la solución propuesta, mediante la aplicación de cuestionarios a la muestra seleccionada. Esta selección se lleva a cabo, teniendo en cuenta la experiencia y capacitación que presenta el profesional sobre el tema. Las respuestas de este grupo de expertos pueden contribuir a perfeccionar el proceso propuesto. Se seleccionan siete expertos de los ocho encuestados. Para la selección de los expertos es útil emplear la valoración por competencias mediante un formulario de autovaloración (Ver Anexo 1). Este método consiste en calcular el Coeficiente de competencia (K) a partir de su conocimiento o información sobre el tema (K_c) y el Coeficiente de argumentación o valoración (K_a) mediante la siguiente fórmula: $K = \frac{1}{2} (k_c + k_a)$. La interpretación de los coeficientes de competencias es la siguiente:

- Si $0,8 < k < 1,0$ Coeficiente de competencia alto.
- Si $0,5 < k < 0,8$ Coeficiente de competencia medio.
- Si $k < 0,5$ Coeficiente de competencia bajo.

Para determinar el coeficiente de conocimiento o información (K_c) el experto marcará en la casilla enumerada (Ver Anexo 1), según su criterio acerca de la capacidad que él tiene sobre el tema que se la ha sometido a su consideración, en una escala del 1 al 10 y que después para ajustarla a la teoría de las probabilidades se multiplicará por 0,1. Para determinar el coeficiente de argumentación o valoración (K_a) se ofrece una tabla con cierta información (Ver Anexo 1). El experto debe marcar, según su criterio, los elementos que le permiten argumentar su evaluación del nivel de conocimiento seleccionado anteriormente. Las marcas de los expertos se traducen a puntos teniendo en cuenta la escala que se muestra en el (Anexo 2). El resultado del coeficiente de competencias de todos los encuestados se muestra en la tabla 1. (Ver Anexo 3)

De los ocho expertos encuestados uno posee un coeficiente de competencia bajo, tres un coeficiente de competencia medio y cuatro lo tienen alto. Esto determinó en la decisión de que sólo siete hayan sido incluidos en el grupo de expertos para la evaluación de la propuesta. En la tabla 2 se muestran los nombres de los expertos que colaboraron con la validación de la guía para la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos. (Ver Anexo 4)

3.3.2 Elaboración del cuestionario

Después de determinar el coeficiente de competencia de los expertos se procede a realizar el cuestionario para validar la propuesta de parámetros para validar la guía para la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos en los proyectos de la UCI. Para la elaboración del cuestionario se tuvieron en cuenta los principios básicos que debería cumplir la propuesta presentada para su utilización en los proyectos de la UCI. Fue conformado con preguntas abiertas de enfoque investigativo, sobre la validez de la solución propuesta al problema planteado, posibles resultados y opinión de los expertos acerca del proceso de evaluación.

En todos los casos los expertos recibieron la documentación del proceso de evaluación propuesto y se les requirió cumplir con un lapso de tiempo determinado para dar las respuestas o hacer las preguntas pertinentes que hubiesen surgido al estudiar el documento presentado. (Ver Anexo 5).

3.3.3 Establecimiento de la concordancia de los expertos

El coeficiente de concordancia de Kendall se obtiene aplicando la fórmula:

$$W = \frac{12s}{k^2(N^3 - N)}$$

S: Suma de los cuadrados de las desviaciones observadas de la media de S_j (rangos), esto es:

$$\sum_{j=1}^n (S_j - \bar{S})^2 \text{ donde } \bar{S} = \frac{\sum_{j=1}^n S_j}{N}$$

N: Número de entidades, (objetos, individuos) ordenados.

K: Número de conjuntos de rangos, es decir, número de expertos.

Cuando se tienen más de dos expertos, entonces los rangos se calculan sumando todos los valores de cada fila (R_j). Se le asignan valores a las categorías (Muy Adecuado (5), Bastante Adecuado (4), Adecuado (3), Poco Adecuado (2), Nada Adecuado (1)). En dependencia de la evaluación que el experto de a cada pregunta será el valor asociado que se pondrá en la tabla que se muestra en el (Anexo 6). Los

resultados de convertir las evaluaciones en valores para obtener los rangos, se podrán ver en el anexo antes mencionado.

3.3.3.1 Cálculo del Coeficiente de Kendall (W)

$$\overline{S} = \frac{\sum_{j=1}^n S_j}{N}$$

Donde N= 42

Por lo tanto quedaría:

$$\overline{S} = 30.02$$

$$S = \sum_{j=1}^n (S_j - \overline{S})^2 = 220.84$$

Luego:

$$K = 7 \text{ y } N = 42$$

$$W = 0.00073$$

W expresa el grado de concordancia entre los siete expertos al dar un orden evaluativo a las preguntas sometidas a valoración. Este coeficiente siempre será positivo y estará comprendido entre los valores de cero y uno.

Cálculo del Chi cuadrado real

$$X^2 = K (N - 1)W$$

$$X^2 = 0.20951$$

Si $X^2_{\text{real}} < X^2_{(\alpha, N-1)}$ entonces existe concordancia en el trabajo de los expertos sino es necesario repetir el trabajo de expertos.

$\alpha = 0.1$ para un nivel de confianza del 90%.

Como $0.20951 < 17.9166$, por tanto se puede concluir que hay concordancia entre los expertos.

3.3.4 Desarrollo práctico y explotación de resultados

Lograda la conformación del equipo de expertos, se buscan sus criterios sobre la validación de la propuesta. Se confeccionan tablas agrupadas por preguntas para recoger los resultados aportados por los expertos.

Tabulados los datos, se realizan los siguientes pasos para obtener los resultados deseados:

- **Primer paso:** Construir la tabla de frecuencias absolutas acumuladas. Esto se hace por fila, excepto el valor de la primera columna de esa fila, las restantes se obtienen sumando el actual y el anterior. En la frecuencia acumulativa desaparece la última columna. (Ver Anexo 8)
- **Segundo paso:** Construir la tabla de frecuencias relativas acumuladas, para lo cual, se divide el valor de cada celda de la tabla anterior entre el número de expertos consultados, en este caso siete. (Ver Anexo 9)
- **Tercer paso:** Se buscan las imágenes de los elementos de la tabla 6 por medio de la función Distribución Normal Estándar (Ver anexo 13). A la misma tabla se le adicionan tres columnas y una fila para colocar los resultados que se mencionan a continuación.
 - o Suma de las columnas.
 - o Suma de filas.
 - o Promedio de las columnas.
 - o Los promedios de las filas se obtienen de forma similar, en este caso también se divide por cuatro porque quedan 4 categorías ya que la última se eliminó.
 - o Para hallar N, se divide la suma de las sumas entre el resultado de multiplicar el número de indicadores por el número de preguntas.
 - o El valor N-P da el valor promedio que otorgan los expertos para cada indicador propuesto.

La tabla 7 resume lo dicho en los puntos anteriores. (Ver Anexo 10) Los puntos de corte se utilizan para determinar la categoría de cada criterio según la opinión de los expertos consultados. Con ellos se opera como se muestra en la tabla 8. (Ver Anexo 11)

Después de analizar los resultados de la encuesta se reafirma la validez de la propuesta realizada, concluyendo que el 66.6% de los expertos está de acuerdo con que el proceso de evaluación que se propone para medir cualitativa y cuantitativamente los riesgos en los proyectos de la UCI es *muy adecuado* y el 33.4% de los especialistas, coincide en que es *bastante adecuado*.

3.4 Validación de la propuesta en un proyecto real

La validación de la propuesta se realizó en el proyecto Plataforma Educativa Dolphin de la Facultad 8, que tiene como objetivo desarrollar una plataforma de aprendizaje sobre la cual se desplegará un curso de idioma español para estudiantes extranjeros. El proyecto utiliza como metodología de desarrollo XP, y se encuentra en la etapa de implementación, etapa en la cual se comenzó a validar la propuesta, continuando posteriormente con la validación en la etapa de prueba.

El equipo de trabajo del proyecto está integrado por 24 personas y cuenta con 15 computadoras. La fecha de culminación del producto que se encuentran implementando actualmente es el 28 de mayo del 2010. Es un proyecto que no gestiona los riesgos, por lo que no tiene plan de gestión de riesgos y chequean su avance con la culminación de cada historia de usuario. En estos momentos la planificación del cronograma del proyecto es regular, debido a que no se tienen en cuenta todas las actividades previstas en la universidad. Además tiene malas condiciones técnicas para el desarrollo, ya que no tienen incluido en el proyecto una máquina en la cual se pueda acceder a su repositorio de versiones. Los integrantes del equipo de trabajo tienen pocos conocimientos del modelo de desarrollo, debido a que son estudiantes que aún no conocen mucho al respecto por el año en que se encuentran. La selección de estudiantes para integrar al proyecto es mala, pues muchos de estos no están lo suficientemente preparados para llevar a cabo las tareas que le son asignadas. La siguiente figura muestra el estado inicial del proyecto DOLPHIN en valores cualitativos a través de algunos factores de riesgos seleccionados, los valores cuantitativos de cada factor de riesgo presente en el proyecto se encuentran en el Plan de gestión de riesgos perteneciente a DOLPHIN y generado por la propuesta. Para conocer estos valores puede consultar la tabla 9. (Ver Anexo 14)

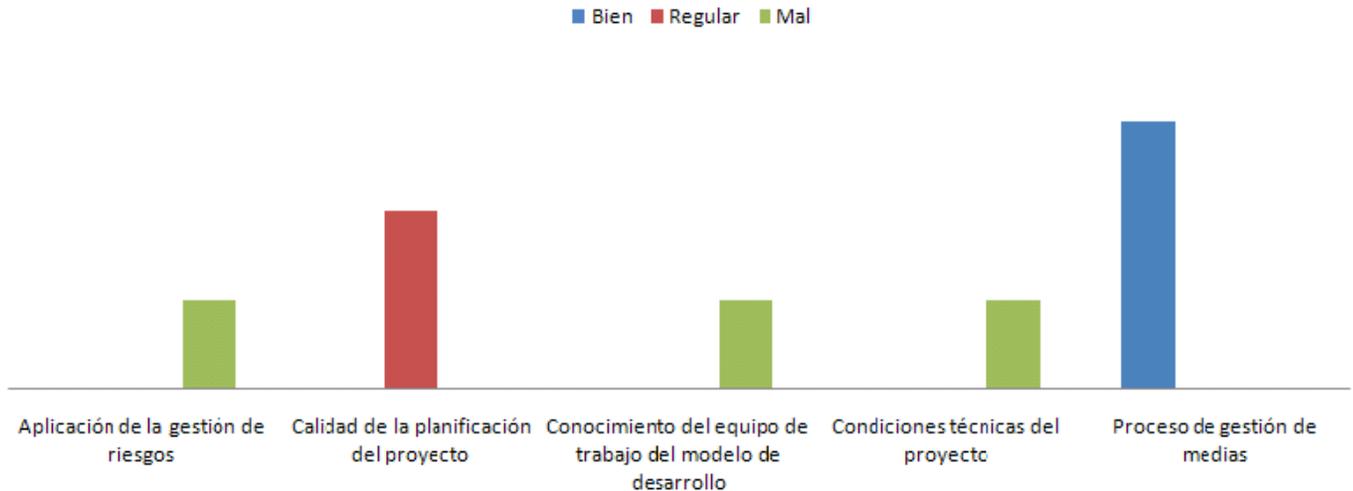


Figura 3 Estado inicial del proyecto DOLPHIN (Elaboración propia)

Después de haber aplicado la guía para evaluar cualitativa y cuantitativamente los riesgos en el proyecto Plataforma Educativa Dolphin de la facultad 8 de la UCI, se concluye que la propuesta tendrá una aceptación favorable tanto para el equipo de trabajo, como para el cumplimiento de los objetivos del proyecto. En el proyecto piloto, inicialmente no se gestionaban los riesgos y actualmente se lleva a cabo este proceso con la documentación necesaria. Los miembros del proyecto conocen cómo gestionar los riesgos y cómo cuantificarlos a partir de criterios cualitativos.

En la revisión del cronograma se aprecia la inclusión de las actividades sobre las cuales gira el proceso de la UCI. Las condiciones técnicas de desarrollo aún no se han resuelto, pues las acciones a realizar son a largo plazo. El conocimiento del modelo de desarrollo por parte de los integrantes del proyecto es bueno, ya que fueron impartidos todos los cursos de capacitación necesarios para aquellos integrantes que tenían pocos conocimientos acerca de él, así como de las tecnologías y herramientas a utilizar. A través de los factores de riesgos: aplicación de la gestión de riesgos, calidad de la planificación del proyecto, conocimiento del equipo de trabajo del modelo de desarrollo, condiciones técnicas del proyecto y proceso de gestión de medias, se reafirma la validez de la propuesta a partir de los resultados obtenidos en el proyecto. La siguiente figura muestra el estado actual del proyecto DOLPHIN en valores cualitativos a través de algunos factores de riesgos seleccionados, los valores cuantitativos de cada factor de riesgo

presente en el proyecto se encuentran en el Plan de gestión de riesgos perteneciente a DOLPHIN y generado por la propuesta. Para conocer estos valores puede consultar la tabla 9. (Ver Anexo 14)

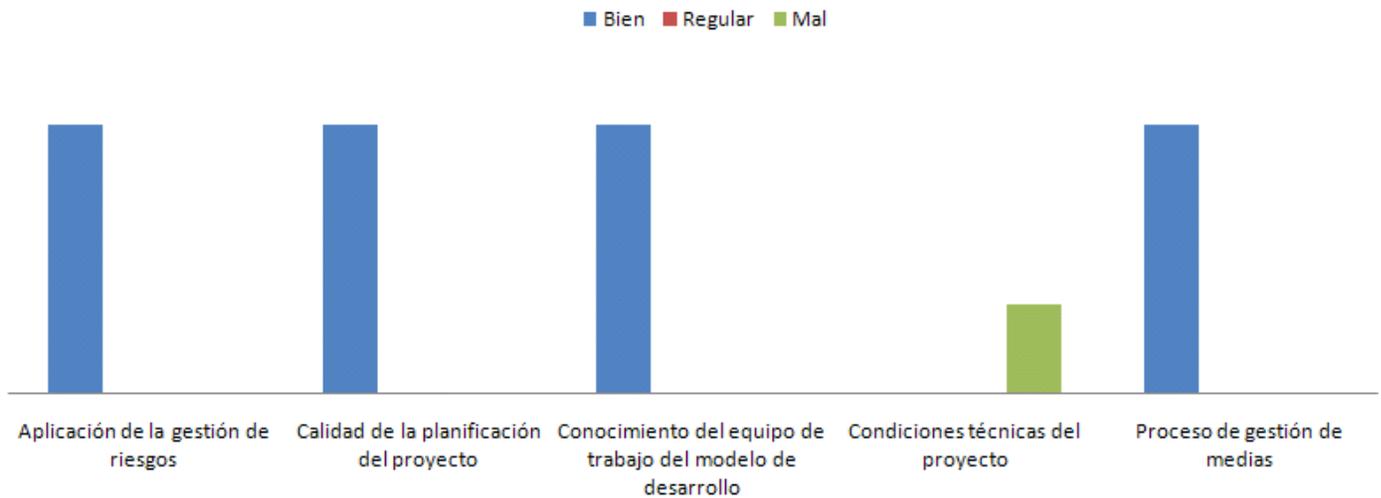


Figura 4 Estado actual del proyecto DOLPHIN (Elaboración propia)

3.5 Conclusiones del capítulo

En este capítulo, después de haber analizado algunos de los métodos de expertos existentes se decidió utilizar el método Delphi para la validación de la propuesta. Se obtuvo como resultado que la guía para la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos en los proyectos de la UCI es para el 66.6% de los expertos *muy adecuada* y para el 33.4% es *bastante adecuada*.

La guía fue aplicada al proyecto Plataforma Educativa DOLPHIN de la Facultad 8. En este proyecto se identificaron las acciones necesarias para maximizar las oportunidades o minimizar las amenazas que se encontraron y fueron elaborados los artefactos que con la aplicación del proceso de evaluación se generan. Algunas de estas acciones se cumplen a largo plazo y otras fueron ya cumplidas demostrando de esta forma una mejoría en el proyecto y la validez de la propuesta.

Conclusiones generales

Con la propuesta de una guía que permita la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos en los proyectos informáticos, se da cumplimiento al objetivo de la investigación.

Después de haber analizado los principales enfoques de algunos modelos, metodologías y estándares relacionados con el proceso de gestión de riesgos, fueron definidos los principales conceptos relacionados con la investigación según las diferentes generaciones de riesgos existentes.

El estudio de las principales tendencias de la gestión de riesgos permitió proponer un proceso de evaluación que incluye etapas y artefactos de entrada y salida. El análisis de propuestas anteriores posibilitó la clasificación de los posibles riesgos presentes en los proyectos de la UCI, definiendo para cada categoría identificada algunos factores de riesgos.

El análisis de algunos métodos de validación por expertos ratificó la utilización del método Delphi, arrojando que el 66.6% de los encuestados coincide que la propuesta es muy adecuada y que para el 33.4% es bastante adecuada. La aplicación de la guía en el proyecto Plataforma Educativa DOLPHIN, confirmó la validez de la propuesta.

Recomendaciones

Independientemente del cumplimiento del objetivo trazado al inicio de la investigación se recomienda:

- Utilizar este trabajo como bibliografía para futuras investigaciones que utilicen la misma línea investigativa.
- Aplicar la propuesta en los proyectos productivos de la UCI.
- Que la propuesta se tenga en cuenta para posibles soluciones de apoyo al proceso de toma de decisiones.
- Desarrollar una herramienta que contabilice la exposición al riesgo de cada factor identificado a partir de la propuesta realizada.

Bibliografía

Aller, N. (2005) Mejora y ampliación de la aplicación de gestión de riesgos bajo el framework JRISK para la empresa dedicada a realizar proyectos de software.

Bernal, Guillermo Martín. (2008). Bases metodológicas para el componente evaluación de riesgos en el marco del control interno para empresas cubanas. Santa Clara, Villa Clara, Cuba: Universidad Central "Marta Abreu".

Cancelado, A. (2003) Sistema de administración de riesgos en tecnología informática.

Cano, R. (2008) Gestión de los riesgos en el Proyecto "A Jugar". La Habana, Universidad de las Ciencias Informáticas.

Clusif (2006). RM & RSSI deux métiers s'unissent pour la gestion des risques liés au système. París: Clusif.

Estévez, I. P. (2002) Métricas para el control de proyectos de software. Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" facultad de ingeniería industrial: Cuba.

Gracia, J (2005) CMM - CMMI Nivel 2 [Disponible en: <http://www.ingenierosoftware.com/calidad/cmm-cmmi-nivel-2.php>] Citado [22 de noviembre 2009].

García. (2007) Gestión de Riesgos en el Proyecto de Informatización del Conocimiento Geológico en Cuba. Ciudad de la Habana. Cuba, Universidad de las Ciencias Informáticas.

Godet, M. (2000). La Caja de Herramientas de la prospectiva estratégica. Disponible en: [http://biblioteca.itson.mx/oa/ciencias_administrativa/oa10/metodos_alternativa_negocio/m14.htm]

Marcelo, J. (2001) De la Gestión de los Riesgos en los Proyectos a la Gestión de los Proyectos por sus Riesgos.

Magerit (2006) Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información.

Mojena, B.G. (2006) Procedimiento Propuesto para medir la Calidad en la Gestión de Requisitos.

Mora, J. A. (2008) Guía metodológica para el análisis de los riesgos.

Naisbitt.1982.Megatrends

Navarro, M. E. (2007) Plan de administración del riesgo informático. [Disponible en: www.palisade-lta.com Citado [22 de noviembre 2009]

Pressman, R. S (2005). Ingeniería de Software. Un Enfoque Práctico. Vol. 1 Quinta ed.

Proyecto Eurométodo. (1996), Ministerio de administraciones públicas, Madrid.

PMI. (2004) Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 EE.UU.

Palarea, A. (2008) Aplicación de un modelo de gestión de riesgos en el proyecto programa nacional de Informatización del conocimiento geológico.

Perez, M. O (2009) Riesgo & Incertidumbre en proyectos, Memoria del evento UCIENCIA, Universidad de las Ciencias Informáticas.

Rodríguez, D. B (2007) Análisis del método de estimación empleado para el desarrollo del proyecto SIGEP.

Romero, A. (2007) Gestión de riesgos con CMMI, RUP e ISO en Ingeniería de Software Minero.

Solenzal, C. G. (2008) Gestión de los riesgos en el Proyecto "A Jugar". La Habana, Universidad Ciencias Informáticas.

Tripier, B. (2006). Gerencia en Incertidumbre [Disponible en: <http://www.ntn-consultores.com/articulos/incertidumbre.htm>] Citado [22 de noviembre 2009]

Trujillo C. R. (2004). Casos exitosos de forecasting en Colombia. Empaques flexibles y semi rígidos en Colombia.

Velthuis, M. P. (2007) Métricas.

Zulueta, Y. (2007) Tesis Modelo de Gestión de Riesgos en Proyectos de Desarrollo de Software. Ciudad de la Habana, Universidad de las Ciencias Informáticas.

Anexos

Anexo 1. Encuesta de autovaloración

ENCUESTA

Usted fue seleccionado como posible experto, teniendo en cuenta su experiencia en la gestión de riesgos. Se le solicita que responda las siguientes interrogantes con el objetivo de poder llevar a feliz término la investigación. Se le agradece de antemano su cooperación. Muchas gracias.

Nombres y apellidos:

Centro de Trabajo:

Grado científico:

Categoría docente:

Años de experiencia docente:

Años de experiencia en la gestión de proyectos:

Asignatura que imparte:

- 1- Marque con una cruz (X) el grado de influencia que usted posee sobre cada una de las fuentes de argumentación que se muestran en la siguiente tabla:

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios		
	A (Alto)	M (Medio)	B (Bajo)
Análisis teóricos realizados acerca de la gestión de riesgos.			
Su experiencia en la gestión de riesgos.			
Trabajos de autores nacionales acerca de la gestión de riesgos consultados por usted.			
Su conocimiento sobre los tipos de riesgos			

existentes en proyectos de desarrollo de software.			
Su conocimiento sobre factores de riesgos asociados a los tipos de riesgos.			
Grado de aplicación de un proceso de gestión de riesgos.			

2- Se le solicita que indique su grado de conocimientos en la gestión de riesgos en una escala del 1 al 10; donde 1 es un conocimiento casi nulo y 10 es un gran conocimiento.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Anexo 2. Escala para el cálculo del Coeficiente de argumentación

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios		
	A (Alto)	M (Medio)	B (Bajo)
Análisis teóricos realizados acerca de la gestión de riesgos.	0.3	0.2	0.1
Su experiencia en la gestión de riesgos.	0.5	0.4	0.2
Trabajos de autores nacionales acerca de la gestión de riesgos consultados por usted.	0.05	0.05	0.05
Su conocimiento sobre los tipos de riesgos existentes en proyectos de desarrollo de software.	0.05	0.05	0.05
Su conocimiento sobre factores de riesgos asociados a los tipos de riesgos.	0.05	0.05	0.05

Grado de aplicación de un proceso de gestión de riesgos.	0.05	0.05	0.05
--	------	------	------

Anexo 3. Tabla de coeficientes de competencia de los expertos

Tabla 1 Coeficiente de competencia de los expertos

Experto	Ka	Kc	K	Categoría
E1	0.9	0.5	0.7	MEDIO
E2	0.9	0.8	0.85	ALTO
E3	0.9	0.7	0.8	ALTO
E4	0.7	0.5	0.6	MEDIO
E5	0.8	0.7	0.75	MEDIO
E6	0.5	0.3	0.4	BAJO
E7	0.9	0.8	0.85	ALTO
E8	1	0.9	0.95	ALTO

Anexo 4. Expertos que colaboraron con la validación de la guía

Tabla 2 Expertos que colaboraron con la validación de la propuesta

No	Nombres y Apellidos
1	Nilet M. Soto López
2	Arturo Arias Orizondo
3	Yeleny Zulueta Veliz
4	Ana Margarita Rojas Riverón
5	Leyanis Santiesteban Quintana
6	Yadenis Piñero Pérez
7	Yenisleydis Piloto Lastra

Anexo 5. Encuesta a expertos

ENCUESTA A EXPERTOS

Compañero (a):

La presente tesis se propone definir una guía para la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos en los proyectos de la UCI. A continuación se le relacionan un conjunto de afirmaciones que resumen los aspectos relevantes de la solución propuesta. Valore el grado de factibilidad de ellas de acuerdo a la siguiente escala:

MA - Muy Adecuado

BA - Bastante Adecuado

A - Adecuado

PA - Poco Adecuado

NA - Nada Adecuado

Para un mejor entendimiento, se adjunta un artículo que describe brevemente el proceso de evaluación realizado.

Número	Afirmación	Factibilidad
1	La propuesta recoge los principales enfoques y tendencias de la gestión de riesgos.	
2	El proceso de gestión de riesgos es fundamental para llevar a cabo una adecuada gestión de proyectos.	
3	Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos adversos para el proyecto.	
4	La gestión de los riesgos en un proyecto incluye los procesos relacionados con la planificación de la gestión de riesgos, la identificación y el análisis de riesgos, las respuestas a los riesgos, y el seguimiento y control de riesgos de un proyecto.	
5	La mayoría de los procesos que incluye la gestión de riesgos se ejecutan al menos una vez durante el ciclo de vida del proyecto.	

6	Los procesos que incluye la gestión de riesgo interactúan entre sí y también con los procesos de las demás áreas de conocimiento que incluye la gestión de proyectos.	
7	Cada proceso de la gestión de riesgo puede implicar el esfuerzo de una o más personas o grupos de personas, dependiendo de las necesidades que posea el proyecto.	
8	Las categorías de riesgos definidas en la propuesta se evidencian en los proyectos de la UCI.	
9	Los factores de riesgos definidos en la propuesta están acordes a la clasificación de riesgo a la que pertenecen.	
	Las etapas que conforman el proceso de evaluación son las siguientes:	
10	Identificar los riesgos según las categorías.	
11	Planificar la gestión de riesgos.	
12	Evaluar los riesgos.	
13	Aplicar acciones preventivas/correctivas.	
14	Comunicar los riesgos.	
15	Seguir y controlar los riesgos.	
	Los artefactos que se generan al aplicar el proceso de evaluación son los que se muestran a continuación:	
16	Plan de gestión de riesgos.	
17	Lista de riesgos.	
18	Plan de acciones preventivas/correctivas.	
	Durante la etapa de identificación de los riesgos según las categorías se encuentran las siguientes actividades:	
19	Identificar los riesgos que afectan al proyecto.	
20	Clasificar los riesgos identificados según las características que posea.	

	Durante la etapa de planificación de la gestión de riesgos se encuentran las siguientes actividades:	
21	Orientar a los integrantes del proyecto las actividades que tiene implícita la gestión de riesgos.	
22	Proyectar las actividades que se realizarán para llevar a cabo el proceso de gestión de riesgos en el proyecto.	
23	Realizar las actividades que conforman el proceso de gestión de riesgos en el proyecto.	
	Durante la etapa de evaluación de los riesgos se encuentran las siguientes actividades:	
24	Valorar y ajustar la probabilidad de ocurrencia y el impacto de los riesgos ya identificados.	
25	Analizar cuantitativamente la probabilidad de ocurrencia y el impacto de los riesgos teniendo en cuenta el efecto ya identificado para el proyecto.	
	Durante la etapa de aplicar acciones preventivas/correctivas se encuentran las siguientes actividades:	
26	Orientar las diferentes actividades a realizar para gestionar los riesgos identificados y su impacto en el proyecto.	
27	Identificar qué estrategia de las descritas es la más adecuada para tratar el riesgo ya sea negativo o positivo.	
	Durante la etapa de comunicar los riesgos se encuentran las siguientes actividades:	
28	Realizar la comunicación de los riesgos desde que es identificado el primer riesgo en el proyecto.	
29	Informar a todos los miembros del proyecto de la existencia de una amenaza u oportunidad en el proyecto.	
	Durante la etapa de seguir y controlar los riesgos se encuentran las siguientes actividades:	

30	Seguimiento de los riesgos identificados.	
31	Supervisar riesgos residuales.	
32	Identificar nuevos riesgos.	
33	Ejecutar planes de respuesta.	
	La guía para la evaluación propuesta tendrá como resultado después de su aplicación:	
34	Adaptabilidad a diferentes entornos de producción de software.	
35	Repercusión en los proyectos productivos de la UCI.	
36	Contribución al proceso de desarrollo de software.	
37	Contribución para llevar a cabo una adecuada gestión de riesgos.	
38	Satisfacción de las necesidades de los proyectos productivos de la UCI.	
	En su criterio:	
39	La guía de evaluación propuesta cuenta con una descripción detallada de todas las etapas, actividades y artefactos que se realizan al aplicarla.	
40	Cada artefacto propuesto cumple con los objetivos, actividades y responsables de desarrollarlo.	
41	La guía para la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos puede ser aplicable a cualquier proyecto productivo de la UCI.	
42	La aplicación de la propuesta no requiere grandes conocimientos de la gestión de riesgos.	
43	Expresa otros criterios o recomendaciones que pudieran servir para perfeccionar la guía de evaluación propuesta.	

Anexo 6. Valores para el cálculo del Coeficiente de Kendall

Tabla 3 Valores para el cálculo del coeficiente de Kendall

Preg.	Expertos							Rj
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	
1	4	5	4	4	5	3	4	29
2	5	5	5	5	4	4	5	33
3	5	5	5	5	4	5	5	33
4	5	5	5	4	5	5	5	34
5	5	5	4	3	5	4	4	30
6	5	5	5	5	4	4	5	33
7	5	5	5	5	4	4	5	33
8	3	5	4	5	4	4	5	30
9	4	5	4	4	4	4	5	30
10	3	5	5	4	4	5	4	30
11	3	5	4	4	5	5	4	30
12	3	5	4	4	4	5	4	29
13	3	5	4	4	4	4	5	29
14	3	5	4	4	5	4	5	30
15	3	5	4	4	5	5	5	31
16	3	5	5	5	5	5	4	32
17	3	5	5	5	4	5	4	31

18	3	5	5	5	2	5	4	29
19	5	5	5	5	4	5	5	34
20	5	5	5	3	4	5	4	31
21	2	5	5	5	5	4	5	31
22	5	5	5	4	5	4	5	33
23	1	5	5	5	5	5	5	31
24	3	5	2	5	4	5	5	29
25	2	5	4	3	4	5	4	27
26	3	5	4	4	5	5	4	30
27	3	5	5	5	4	4	4	30
28	3	5	4	5	5	5	4	31
29	3	5	4	5	5	5	4	31
30	5	5	3	5	4	5	4	31
31	5	5	3	5	4	5	5	32
32	5	5	3	5	5	3	5	31
33	5	5	3	5	5	4	4	31
34	2	5	3	5	5	3	4	27
35	2	5	3	3	5	3	4	25
36	2	5	3	4	5	3	4	26
37	2	5	3	5	5	3	4	27
38	2	4	3	5	5	5	3	27

39	2	5	5	5	4	3	4	28
40	3	5	3	4	4	3	4	26
41	2	5	5	5	4	4	4	29
42	2	5	5	3	4	3	5	26

Anexo 7. Tabla de Frecuencias absolutas

Tabla 4 Valores de frecuencias absolutas

Tabla de frecuencias absolutas						
Preg.	MA	BA	A	PA	NA	Total
1	2	4	1	0	0	7
2	5	2	0	0	0	7
3	6	1	0	0	0	7
4	6	1	0	0	0	7
5	3	3	1	0	0	7
6	5	2	0	0	0	7
7	5	2	0	0	0	7
8	3	3	1	0	0	7
9	2	5	0	0	0	7
10	3	3	1	0	0	7
11	3	3	1	0	0	7
12	2	4	1	0	0	7
13	2	4	1	0	0	7
14	3	3	1	0	0	7
15	4	2	1	0	0	7
16	5	1	1	0	0	7
17	4	2	1	0	0	7

18	4	1	1	1	0	7
19	5	2	0	0	0	7
20	4	2	1	0	0	7
21	5	1	0	1	0	7
22	5	1	1	0	0	7
23	6	0	0	0	1	7
24	4	1	1	1	0	7
25	2	3	1	1	0	7
26	3	3	1	0	0	7
27	3	3	1	0	0	7
28	4	2	1	0	0	7
29	3	3	1	0	0	7
30	4	2	1	0	0	7
31	5	1	1	0	0	7
32	5	0	2	0	0	7
33	4	2	1	0	0	7
34	3	1	2	1	0	7
35	2	1	3	1	0	7
36	2	2	2	1	0	7
37	3	1	2	1	0	7
38	3	1	2	1	0	7
39	3	2	1	1	0	7
40	1	3	3	0	0	7
41	3	3	0	1	0	7
42	3	1	2	1	0	7

Anexo 8. Tabla de frecuencias absolutas acumuladas

Tabla 5 Valores de las frecuencias absolutas acumuladas

Tabla de frecuencias absolutas acumuladas					
Preg.	MA	BA	A	PA	NA
1	2	6	7	7	7
2	5	7	7	7	7
3	6	7	7	7	7
4	6	7	7	7	7
5	3	6	7	7	7
6	5	7	7	7	7
7	5	7	7	7	7
8	3	6	7	7	7
9	2	7	7	7	7
10	3	6	7	7	7
11	3	6	7	7	7
12	2	6	7	7	7
13	2	6	7	7	7
14	3	6	7	7	7
15	4	6	7	7	7
16	5	6	7	7	7
17	4	6	7	7	7
18	4	5	6	7	7
19	5	7	7	7	7
20	4	6	7	7	7
21	5	6	6	7	7
22	5	6	7	7	7

23	6	6	6	6	7
24	4	5	6	7	7
25	2	5	6	7	7
26	3	6	7	7	7
27	3	6	7	7	7
28	4	6	7	7	7
29	3	6	7	7	7
30	4	6	7	7	7
31	5	6	7	7	7
32	5	5	7	7	7
33	4	6	7	7	7
34	3	4	6	7	7
35	2	3	6	7	7
36	2	4	6	7	7
37	3	4	6	7	7
38	3	4	6	7	7
39	3	5	6	7	7
40	1	4	7	7	7
41	3	6	6	7	7
42	3	4	6	7	7

Anexo 9. Tabla de frecuencias relativas acumuladas

Tabla 6 Valores de las frecuencias relativas acumuladas

Tabla de frecuencias relativas acumuladas					
Preg.	MA	BA	A	PA	NA
1	0.28	0.85	1	1	1
2	0.71	1	1	1	1

3	0.85	1	1	1	1
4	0.85	1	1	1	1
5	0.42	0.85	1	1	1
6	0.71	1	1	1	1
7	0.71	1	1	1	1
8	0.42	0.85	1	1	1
9	0.28	1	1	1	1
10	0.42	0.85	1	1	1
11	0.42	0.85	1	1	1
12	0.28	0.85	1	1	1
13	0.28	0.85	1	1	1
14	0.42	0.85	1	1	1
15	0.57	0.85	1	1	1
16	0.71	0.85	1	1	1
17	0.57	0.85	1	1	1
18	0.57	0.71	0.85	1	1
19	0.71	1	1	1	1
20	0.57	0.85	1	1	1
21	0.71	0.85	0.85	1	1
22	0.71	0.85	1	1	1
23	0.85	0.85	0.85	0.85	1
24	0.57	0.71	0.85	1	1
25	0.28	0.71	0.85	1	1
26	0.42	0.85	1	1	1
27	0.42	0.85	1	1	1
28	0.57	0.85	1	1	1
29	0.42	0.85	1	1	1

30	0.57	0.85	1	1	1
31	0.71	0.85	1	1	1
32	0.71	0.71	1	1	1
33	0.57	0.85	1	1	1
34	0.42	0.57	0.85	1	1
35	0.28	0.42	0.85	1	1
36	0.28	0.57	0.85	1	1
37	0.42	0.57	0.85	1	1
38	0.42	0.57	0.85	1	1
39	0.42	0.71	0.85	1	1
40	1	0.57	1	1	1
41	0.42	0.85	0.85	1	1
42	0.42	0.57	0.85	1	1

Anexo 10. Tabla de puntos de corte

Tabla 7 Valores de los puntos de corte

N=	1.38
-----------	-------------

Puntos de corte								
Preg.	MA	BA	A	PA	Suma	P	N-P	Categoría
1	-0.58	1.04	2.33	2.33	0.46	0.115	-1.265	Muy Adecuado
2	0.56	2.33	2.33	2.33	7.55	1.887	-0.507	Muy Adecuado
3	1.04	2.33	2.33	2.33	8.03	2.007	-0.627	Muy Adecuado
4	1.04	1.04	2.33	2.33	6.74	1.685	-0.305	Muy Adecuado
5	-0.20	2.33	2.33	2.33	6.79	1.697	-0.317	Muy Adecuado

6	0.56	2.33	2.33	2.33	7.55	1.887	-0.507	Muy Adecuado
7	0.56	2.33	2.33	2.33	7.55	1.887	-0.507	Muy Adecuado
8	-0.20	2.33	2.33	2.33	5.50	1.375	0.005	Muy Adecuado
9	-0.58	0.99	2.33	2.33	6.41	1.602	-0.222	Muy Adecuado
10	-0.20	1.04	2.33	2.33	5.50	1.375	0.005	Muy Adecuado
11	-0.20	2.33	2.33	2.33	5.50	1.375	0.005	Muy Adecuado
12	-0.58	1.04	2.33	2.33	5.12	1.280	0.1	Muy Adecuado
13	-0.58	1.04	2.33	2.33	5.12	1.280	0.1	Muy Adecuado
14	-0.20	1.04	2.33	2.33	5.50	1.375	0.005	Muy Adecuado
15	0.18	1.04	2.33	2.33	3.55	0.887	0.493	Bastante Adecuado
16	0.56	1.04	2.33	2.33	1.17	1.565	-0.185	Muy Adecuado
17	0.18	1.04	2.33	2.33	6.26	1.470	-0.09	Muy Adecuado
18	0.18	0.56	1.04	2.33	5.88	1.027	0.35	Bastante Adecuado
19	0.56	2.33	2.33	2.33	4.11	1.887	-0.507	Muy Adecuado
20	0.18	1.04	2.33	2.33	5.88	1.470	-0.09	Muy Adecuado
21	0.56	1.04	1.04	2.33	4.97	1.242	0.138	Bastante Adecuado
22	0.56	1.04	2.33	2.33	6.26	1.565	-0.185	Muy Adecuado
23	1.04	1.04	1.04	1.04	4.16	1.040	0.34	Bastante Adecuado
24	0.18	0.56	1.04	2.33	4.11	1.027	0.353	Bastante Adecuado
25	-0.58	0.56	1.04	2.33	3.35	0.837	0.543	Bastante Adecuado

26	-0.20	1.04	2.33	2.33	5.50	1.375	0.005	Muy Adecuado
27	-0.20	1.04	2.33	2.33	5.50	1.375	0.005	Muy Adecuado
28	0.18	1.04	2.33	2.33	5.85	1.462	-0.082	Muy Adecuado
29	-0.20	1.04	2.33	2.33	5.50	1.375	0.005	Muy Adecuado
30	0.18	1.04	2.33	2.33	5.85	1.462	-0.082	Muy Adecuado
31	0.56	1.04	2.33	2.33	6.26	1.565	-0.185	Muy Adecuado
32	0.56	0.56	2.33	2.33	5.78	1.445	-0.065	Muy Adecuado
33	0.18	1.04	2.33	2.33	5.88	1.47	-0.09	Muy Adecuado
34	-0.20	0.18	1.04	2.33	3.35	0.837	0.543	Bastante Adecuado
35	-0.58	-0.20	1.04	2.33	3.88	0.970	0.41	Bastante Adecuado
36	-0.58	0.18	1.04	2.33	4.26	1.065	0.315	Bastante Adecuado
37	-0.20	0.18	1.04	2.33	4.64	1.160	0.22	Bastante Adecuado
38	-0.20	0.18	1.04	2.33	4.64	1.160	0.22	Bastante Adecuado
39	-0.20	0.56	1.04	2.33	5.02	1.255	0.125	Bastante Adecuado
40	2.33	0.18	2.33	2.33	7.17	1.792	-0.412	Muy Adecuado
41	-0.20	1.04	1.04	2.33	4.21	1.052	0.328	Bastante Adecuado
42	-0.20	0.18	1.04	2.33	3.35	0.837	0.543	Bastante Adecuado
Suma	5.07	43.91	87.54	96.57	237.79			
Puntos de Corte	0.12	1.04	2.08	2.29				

Anexo 11. Tabla categoría de cada criterio

Tabla 8 Categorías de los rangos de los puntos de corte

Muy Adecuado	Bastante Adecuado	Adecuado	Poco Adecuado	Nada Adecuado
Menor 0.12	(0.13; 1.04)	(1.05; 2.08)	(2.09; 2.29)	Mayor 2.29

Anexo 12. Tabla de Distribución Chi Cuadrado

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v = Grados de Libertad

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3863
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,6871	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834	7,8061	7,2832	6,8000	6,3458
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301	10,2189	9,5245	8,9094	8,3505	7,8325	7,3441
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564	10,0060	9,4136	8,8632	8,3428
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807	11,0971	10,4732	9,8922	9,3418
11	31,2635	28,7291	26,7569	24,7250	21,9200	19,6752	17,2750	15,7671	14,6314	13,7007	12,8987	12,1836	11,5298	10,9199	10,3410
12	32,9092	30,3182	28,2997	26,2170	23,3367	21,0261	18,5493	16,9893	15,8120	14,8454	14,0111	13,2661	12,5838	11,9463	11,3403
13	34,5274	31,8830	29,8193	27,6882	24,7356	22,3620	19,8119	18,2020	16,9848	15,9839	15,1187	14,3451	13,6356	12,9717	12,3398
14	36,1239	33,4262	31,3194	29,1412	26,1189	23,6848	21,0641	19,4062	18,1508	17,1169	16,2221	15,4209	14,6853	13,9961	13,3393
15	37,6978	34,9494	32,8015	30,5780	27,4884	24,9958	22,3071	20,6030	19,3107	18,2451	17,3217	16,4940	15,7332	15,0197	14,3389
16	39,2518	36,4555	34,2671	31,9999	28,8453	26,2962	23,5418	21,7931	20,4651	19,3689	18,4179	17,5646	16,7795	16,0425	15,3385
17	40,7911	37,9462	35,7184	33,4087	30,1910	27,5871	24,7690	22,9770	21,6146	20,4887	19,5110	18,6330	17,8244	17,0646	16,3382
18	42,3119	39,4220	37,1564	34,8052	31,5264	28,8693	25,9894	24,1555	22,7595	21,6049	20,6014	19,6993	18,8679	18,0860	17,3379
19	43,8194	40,8847	38,5821	36,1908	32,8523	30,1435	27,2036	25,3289	23,9004	22,7178	21,6891	20,7638	19,9102	19,1069	18,3376
20	45,3142	42,3358	39,9969	37,5663	34,1696	31,4104	28,4120	26,4976	25,0375	23,8277	22,7745	21,8265	20,9514	20,1272	19,3374
21	46,7963	43,7749	41,4009	38,9322	35,4789	32,6706	29,6151	27,6620	26,1711	24,9348	23,8578	22,8876	21,9915	21,1470	20,3372
22	48,2676	45,2041	42,7957	40,2894	36,7807	33,9245	30,8133	28,8224	27,3015	26,0393	24,9390	23,9473	23,0307	22,1663	21,3370
23	49,7276	46,6231	44,1814	41,6383	38,0756	35,1725	32,0069	29,9792	28,4288	27,1413	26,0184	25,0055	24,0689	23,1852	22,3369
24	51,1790	48,0336	45,5584	42,9798	39,3641	36,4150	33,1962	31,1325	29,5533	28,2412	27,0960	26,0625	25,1064	24,2037	23,3367
25	52,6187	49,4351	46,9280	44,3140	40,6465	37,6525	34,3816	32,2825	30,6752	29,3388	28,1719	27,1183	26,1430	25,2218	24,3366
26	54,0511	50,8291	48,2898	45,6416	41,9231	38,8851	35,5632	33,4295	31,7946	30,4346	29,2463	28,1730	27,1789	26,2395	25,3365
27	55,4751	52,2152	49,6450	46,9628	43,1945	40,1133	36,7412	34,5736	32,9117	31,5284	30,3193	29,2266	28,2141	27,2569	26,3363
28	56,8918	53,5939	50,9936	48,2782	44,4608	41,3372	37,9159	35,7150	34,0266	32,6205	31,3909	30,2791	29,2486	28,2740	27,3362
29	58,3006	54,9662	52,3355	49,5878	45,7223	42,5569	39,0875	36,8538	35,1394	33,7109	32,4612	31,3308	30,2825	29,2908	28,3361

v/p	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	0,9975	0,999
30	28,3858	27,4416	26,4881	25,5078	24,4776	23,3641	22,1103	20,5992	18,4927	16,7908	14,9535	13,7867	12,7646	11,5876
31	29,3694	28,4087	27,4381	26,4397	25,3901	24,2551	22,9762	21,4336	19,2806	17,5387	15,6555	14,4577	13,4073	12,1961
32	30,3533	29,3763	28,3889	27,3728	26,3041	25,1478	23,8442	22,2706	20,0719	18,2908	16,3622	15,1340	14,0555	12,8104
33	31,3375	30,3444	29,3405	28,3069	27,2194	26,0422	24,7143	23,1102	20,8665	19,0467	17,0735	15,8152	14,7092	13,4312
34	32,3219	31,3130	30,2928	29,2421	28,1361	26,9383	25,5864	23,9522	21,6643	19,8062	17,7891	16,5013	15,3679	14,0568
35	33,3065	32,2821	31,2458	30,1782	29,0540	27,8359	26,4604	24,7966	22,4650	20,5694	18,5089	17,1917	16,0315	14,6881
36	34,2913	33,2517	32,1995	31,1152	29,9730	28,7350	27,3363	25,6433	23,2686	21,3359	19,2326	17,8868	16,7000	15,3243
37	35,2764	34,2216	33,1539	32,0532	30,8933	29,6355	28,2138	26,4921	24,0749	22,1056	19,9603	18,5859	17,3730	15,9652
38	36,2617	35,1920	34,1089	32,9919	31,8146	30,5373	29,0931	27,3430	24,8839	22,8785	20,6914	19,2888	18,0501	16,6109
39	37,2472	36,1628	35,0645	33,9315	32,7369	31,4405	29,9739	28,1958	25,6954	23,6543	21,4261	19,9958	18,7318	17,2612
40	38,2328	37,1340	36,0207	34,8719	33,6603	32,3449	30,8563	29,0505	26,5093	24,4331	22,1642	20,7066	19,4171	17,9166
45	43,1638	41,9950	40,8095	39,5847	38,2910	36,8844	35,2895	33,3504	30,6123	28,3662	25,9012	24,3110	22,8994	21,2509
50	48,0986	46,8638	45,6100	44,3133	42,9421	41,4492	39,7539	37,6886	34,7642	32,3574	29,7067	27,9908	26,4636	24,6736
55	53,0367	51,7391	50,4204	49,0554	47,6105	46,0356	44,2448	42,0596	38,9581	36,3981	33,5705	31,7349	30,0974	28,1731
60	57,9775	56,6200	55,2394	53,8091	52,2938	50,6406	48,7587	46,4589	43,1880	40,4817	37,4848	35,5344	33,7909	31,7381
70	67,8664	66,3961	64,8990	63,3460	61,6983	59,8978	57,8443	55,3289	51,7393	48,7575	45,4417	43,2753	41,3323	39,0358
80	77,7631	76,1879	74,5825	72,9153	71,1445	69,2070	66,9938	64,2778	60,3915	57,1532	53,5400	51,1719	49,0430	46,5197
90	87,6661	85,9925	84,2854	82,5111	80,6247	78,5584	76,1954	73,2911	69,1260	65,6466	61,7540	59,1963	56,8918	54,1559
100	97,5744	95,8078	94,0046	92,1290	90,1332	87,9453	85,4406	82,3581	77,9294	74,2219	70,0650	67,3275	64,8571	61,9182
120	117,4041	115,4646	113,4825	111,4186	109,2197	106,8056	104,0374	100,6236	95,7046	91,5726	86,9233	83,8517	81,0726	77,7555
140	137,2476	135,1491	133,0028	130,7657	128,3800	125,7580	122,7476	119,0293	113,6594	109,1368	104,0343	100,6547	97,5908	93,9253
160	157,1019	154,8555	152,5564	150,1583	147,5988	144,7834	141,5475	137,5457	131,7560	126,8700	121,3457	117,6791	114,3496	110,3592
180	176,9652	174,5799	172,1373	169,5879	166,8653	163,8682	160,4206	156,1526	149,9687	144,7413	138,8205	134,8843	131,3050	127,0114
200	196,8359	194,3193	191,7409	189,0486	186,1717	183,0028	179,3550	174,8353	168,2785	162,7280	156,4321	152,2408	148,4262	143,8420
250	246,5387	243,7202	240,8297	237,8085	234,5768	231,0128	226,9048	221,8059	214,3915	208,0978	200,9387	196,1604	191,8020	186,5537
300	296,2700	293,1786	290,0062	286,6878	283,1353	279,2143	274,6901	269,0679	260,8781	253,9122	245,9727	240,6631	235,8126	229,9620
500	495,3734	491,3709	487,2569	482,9462	478,3231	473,2099	467,2962	459,9261	449,1467	439,9360	429,3874	422,3034	415,8081	407,9458
600	594,9938	590,6057	586,0930	581,3623	576,2859	570,6681	564,1661	556,0560	544,1801	534,0185	522,3654	514,5285	507,3385	498,6219

Figura 5 Tabla de distribución Chi Cuadrado

Anexo 13. Tabla de la función Distribución Normal Estándar

	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-3.0	0.001350	0.001306	0.001264	0.001223	0.001183	0.001144	0.001107	0.001070	0.001035	0.001001
-2.9	0.001866	0.001807	0.001750	0.001695	0.001641	0.001589	0.001538	0.001489	0.001441	0.001395
-2.8	0.002555	0.002477	0.002401	0.002327	0.002256	0.002186	0.002118	0.002052	0.001988	0.001926
-2.7	0.003467	0.003364	0.003264	0.003167	0.003072	0.002980	0.002890	0.002803	0.002718	0.002635
-2.6	0.004661	0.004527	0.004396	0.004269	0.004145	0.004025	0.003907	0.003793	0.003681	0.003573
-2.5	0.006210	0.006037	0.005868	0.005703	0.005543	0.005386	0.005234	0.005085	0.004940	0.004799
-2.4	0.008198	0.007976	0.007760	0.007549	0.007344	0.007143	0.006947	0.006756	0.006569	0.006387
-2.3	0.010724	0.010444	0.010170	0.009903	0.009642	0.009387	0.009137	0.008894	0.008656	0.008424
-2.2	0.013903	0.013553	0.013209	0.012874	0.012545	0.012224	0.011911	0.011604	0.011304	0.011011
-2.1	0.017864	0.017429	0.017003	0.016586	0.016177	0.015778	0.015386	0.015003	0.014629	0.014262
-2.0	0.022750	0.022216	0.021692	0.021178	0.020675	0.020182	0.019699	0.019226	0.018763	0.018309
-1.9	0.028717	0.028067	0.027429	0.026803	0.026190	0.025588	0.024998	0.024419	0.023852	0.023295
-1.8	0.035930	0.035148	0.034380	0.033625	0.032884	0.032157	0.031443	0.030742	0.030054	0.029379
-1.7	0.044565	0.043633	0.042716	0.041815	0.040930	0.040059	0.039204	0.038364	0.037538	0.036727
-1.6	0.054799	0.053699	0.052616	0.051551	0.050503	0.049471	0.048457	0.047460	0.046479	0.045514
-1.5	0.066807	0.065522	0.064255	0.063008	0.061780	0.060571	0.059380	0.058208	0.057053	0.055917
-1.4	0.080757	0.079270	0.077804	0.076359	0.074934	0.073529	0.072145	0.070781	0.069437	0.068112
-1.3	0.096800	0.095098	0.093418	0.091759	0.090123	0.088508	0.086915	0.085343	0.083793	0.082264
-1.2	0.115070	0.113139	0.111232	0.109349	0.107488	0.105650	0.103835	0.102042	0.100273	0.098525
-1.1	0.135666	0.133500	0.131357	0.129238	0.127143	0.125072	0.123024	0.121000	0.119000	0.117023
-1.0	0.158655	0.156248	0.153864	0.151505	0.149170	0.146859	0.144572	0.142310	0.140071	0.137857
-0.9	0.184060	0.181411	0.178786	0.176186	0.173609	0.171056	0.168528	0.166023	0.163543	0.161087
-0.8	0.211855	0.208970	0.206108	0.203269	0.200454	0.197663	0.194895	0.192150	0.189430	0.186733
-0.7	0.241964	0.238852	0.235762	0.232695	0.229650	0.226627	0.223627	0.220650	0.217695	0.214764
-0.6	0.274253	0.270931	0.267629	0.264347	0.261086	0.257846	0.254627	0.251429	0.248252	0.245097

-0.5	0.308538	0.305026	0.301532	0.298056	0.294599	0.291160	0.287740	0.284339	0.280957	0.277595
-0.4	0.344578	0.340903	0.337243	0.333598	0.329969	0.326355	0.322758	0.319178	0.315614	0.312067
-0.3	0.382089	0.378280	0.374484	0.370700	0.366928	0.363169	0.359424	0.355691	0.351973	0.348268
-0.2	0.420740	0.416834	0.412936	0.409046	0.405165	0.401294	0.397432	0.393580	0.389739	0.385908
-0.1	0.460172	0.456205	0.452242	0.448283	0.444330	0.440382	0.436441	0.432505	0.428576	0.424655
-0.0	0.500000	0.496011	0.492022	0.488034	0.484047	0.480061	0.476078	0.472097	0.468119	0.464144
0.0	0.500000	0.503989	0.507978	0.511966	0.515953	0.519939	0.523922	0.527903	0.531881	0.535856
0.1	0.539828	0.543795	0.547758	0.551717	0.555670	0.559618	0.563559	0.567495	0.571424	0.575345
0.2	0.579260	0.583166	0.587064	0.590954	0.594835	0.598706	0.602568	0.606420	0.610261	0.614092
0.3	0.617911	0.621720	0.625516	0.629300	0.633072	0.636831	0.640576	0.644309	0.648027	0.651732
0.4	0.655422	0.659097	0.662757	0.666402	0.670031	0.673645	0.677242	0.680822	0.684386	0.687933
0.5	0.691462	0.694974	0.698468	0.701944	0.705401	0.708840	0.712260	0.715661	0.719043	0.722405
0.6	0.725747	0.729069	0.732371	0.735653	0.738914	0.742154	0.745373	0.748571	0.751748	0.754903
0.7	0.758036	0.761148	0.764238	0.767305	0.770350	0.773373	0.776373	0.779350	0.782305	0.785236
0.8	0.788145	0.791030	0.793892	0.796731	0.799546	0.802337	0.805105	0.807850	0.810570	0.813267
0.9	0.815940	0.818589	0.821214	0.823814	0.826391	0.828944	0.831472	0.833977	0.836457	0.838913
1.0	0.841345	0.843752	0.846136	0.848495	0.850830	0.853141	0.855428	0.857690	0.859929	0.862143
1.1	0.864334	0.866500	0.868643	0.870762	0.872857	0.874928	0.876976	0.879000	0.881000	0.882977
1.2	0.884930	0.886861	0.888768	0.890651	0.892512	0.894350	0.896165	0.897958	0.899727	0.901475
1.3	0.903200	0.904902	0.906582	0.908241	0.909877	0.911492	0.913085	0.914657	0.916207	0.917736
1.4	0.919243	0.920730	0.922196	0.923641	0.925066	0.926471	0.927855	0.929219	0.930563	0.931888
1.5	0.933193	0.934478	0.935745	0.936992	0.938220	0.939429	0.940620	0.941792	0.942947	0.944083
1.6	0.945201	0.946301	0.947384	0.948449	0.949497	0.950529	0.951543	0.952540	0.953521	0.954486
1.7	0.955435	0.956367	0.957284	0.958185	0.959070	0.959941	0.960796	0.961636	0.962462	0.963273
1.8	0.964070	0.964852	0.965620	0.966375	0.967116	0.967843	0.968557	0.969258	0.969946	0.970621
1.9	0.971283	0.971933	0.972571	0.973197	0.973810	0.974412	0.975002	0.975581	0.976148	0.976705
2.0	0.977250	0.977784	0.978308	0.978822	0.979325	0.979818	0.980301	0.980774	0.981237	0.981691
2.1	0.982136	0.982571	0.982997	0.983414	0.983823	0.984222	0.984614	0.984997	0.985371	0.985738
2.2	0.986097	0.986447	0.986791	0.987126	0.987455	0.987776	0.988089	0.988396	0.988696	0.988989
2.3	0.989276	0.989556	0.989830	0.990097	0.990358	0.990613	0.990863	0.991106	0.991344	0.991576
2.4	0.991802	0.992024	0.992240	0.992451	0.992656	0.992857	0.993053	0.993244	0.993431	0.993613
2.5	0.993790	0.993963	0.994132	0.994297	0.994457	0.994614	0.994766	0.994915	0.995060	0.995201
2.6	0.995339	0.995473	0.995604	0.995731	0.995855	0.995975	0.996093	0.996207	0.996319	0.996427
2.7	0.996533	0.996636	0.996736	0.996833	0.996928	0.997020	0.997110	0.997197	0.997282	0.997365
2.8	0.997445	0.997523	0.997599	0.997673	0.997744	0.997814	0.997882	0.997948	0.998012	0.998074
2.9	0.998134	0.998193	0.998250	0.998305	0.998359	0.998411	0.998462	0.998511	0.998559	0.998605
3.0	0.998650	0.998694	0.998736	0.998777	0.998817	0.998856	0.998893	0.998930	0.998965	0.998999

Figura 6 Tabla de la función Distribución Normal Estándar

Anexo 14. Valores cualitativos y cuantitativos de los factores de riesgos identificados en el proyecto Plataforma Educativa DOLPHIN

Tabla 9 Valores cualitativos y cuantitativos de los factores de riesgos identificados en el proyecto Plataforma Educativa DOLPHIN

Factores de riesgos identificados	Estado Inicial		Estado Final	
	Impacto	Probabilidad	Impacto	Probabilidad
Planificación de las actividades	Moderado(0.2)	Buena (0.5)	Alto(0.4)	Bastante buena (0.7)
Condiciones técnicas para el desarrollo	Alto(0.4)	Bastante malas (0.7)	Alto(0.4)	Bastante malas (0.7)
Experiencia del equipo de dirección del proyecto en temas de administración	Moderado (0.2)	Inexperiencia (0.1)	Moderado (0.2)	Inexperiencia (0.1)
Experiencia de los líderes del proyecto en temas de administración	Moderado(0.2)	Inexperiencia (0.1)	Moderado(0.2)	Inexperiencia (0.1)
Nivel de claridad del proceso de desarrollo de software	Alto (0.4)	Bastante desconocimiento (0.7)	Muy bajo (0.05)	Conocimiento (0.1)
Nivel de desconocimiento del proceso de desarrollo de software	Alto (0.4)	Bastante desconocimiento (0.7)	Muy bajo (0.05)	Conocimiento (0.1)
Capacidad del equipo del proyecto	Bajo (0.1)	Poca capacidad (0.3)	Alto (0.4)	Bastante capacidad (0.7)
Nivel de compromiso del equipo de trabajo	Moderado(0.2)	Comprometido (0.5)	Alto (0.4)	Bastante comprometido (0.7)
Participación del cliente en la gestión del dominio objetivo	Bajo (0.1)	Poca participación (0.3)	Bajo (0.1)	Poca participación (0.3)
Capacidad de los funcionales para especificar los requisitos del sistema	Bajo (0.1)	Poca capacidad (0.3)	Bajo (0.1)	Poca capacidad (0.3)
Desempeño	Alto (0.4)	Bueno (0.7)	Muy alto (0.8)	Muy bueno (0.9)