

005.1
ZUL
M
TD-0924-09

TD-0924-09

UCI

Universidad de las Ciencias Informáticas

**TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE
MASTER EN GESTIÓN DE PROYECTOS INFORMÁTICOS**

**Modelo de Gestión de Riesgos
en Proyectos de Desarrollo de Software.**

Autora: Ing. Yeleny Zulueta Veliz

Tutora: Dra. Anaisa Hernández González

Ciudad de la Habana, Junio de 2007

"Año 49 de la Revolución"

Curso 2006-2007

Resumen

El riesgo siempre implica dos características: Incertidumbre y Efecto en los objetivos del proyecto, precisamente la investigación en Gestión de Riesgos (GR) en el ámbito del software procura formalizar el conocimiento orientado a minimizar y/o evitar estos elementos mediante la generación de principios y buenas prácticas de aplicación realista. Aunque los diversos enfoques sobre GR aparecieron hace más de dos décadas, sigue siendo evidente su poca utilización en proyectos de desarrollo de software actuales.

En la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), institución de nuevo modelo de formación–producción–investigación, las acciones que se realizan para el tratamiento de los riesgos no siguen un modelo formal de GR, lo que ocasiona incumplimientos en los objetivos de los proyectos. Es por ello que el objetivo fundamental de esta investigación es crear un modelo que permita realizar una GR eficiente en los proyectos de desarrollo de software de la UCI.

El modelo propuesto consta de seis procesos: la planificación de la GR, la identificación de los riesgos, el análisis de los riesgos, la planificación de las respuestas, el seguimiento y control y la comunicación de la información sobre los riesgos. En este documento se describen las actividades y tareas que conforman cada proceso. Además se detallan los métodos científicos y técnicas utilizadas para el desarrollo de la investigación.

Palabras Claves

Riesgo, Gestión de Riesgos, Tratamiento de Riesgos, Identificación de Riesgos, Análisis de Riesgos, Proyecto de desarrollo de software.

Abstract

Risk always implies two attributes: Uncertainty and Effect on project goals, precisely, the investigation in Risks Management (RM) in the environment of the software, tries to formalize knowledge guided to minimize and/or to avoid these elements by means of the generation of principles and good practices of realistic application. Although the diverse focuses of RM appeared more than two decades ago, it continues being evident the little use of their techniques in the current projects of software development.

At the University of Informatics Science (UIS), a new formation-production-investigation model, the actions that are taken about the risk treatment, don't follow a RM formal model, that cause goals project failure. For that reason, the most important objective of this investigation is to create a model that allows an efficient RM on UIS software development projects.

The proposal contains six processes: RM planning, risk identification, risk analysis, response planning, Monitoring and Control and communication about risk information. This document describes the activities and tasks that make up each process. Also explains the scientific methods and techniques used for the development of this research.

Keywords

Risk, Risk Management, Risk Treatment, Risk Identification, Risk Analysis, Software development project.

Riesgo, Gestión de Riesgos, Tratamiento de Riesgos, Identificación de Riesgos, Análisis de Riesgos, Proyecto de desarrollo de software.

Índice

Introducción	1
Capítulo I. Fundamentos teóricos de la Gestión de Riesgos.....	7
Introducción.....	7
Desarrollo	7
1.1. Riesgos de Software.....	8
1.1.1. Estrategias de riesgo reactivas y proactivas	10
1.1.2. Clasificación de los Riesgos	10
1.1.3. Factores de riesgo.....	12
1.2. Definiendo la GR.....	14
1.3. Marcos para la GR.....	17
1.3.1. Modelo de Boehm.....	20
1.3.2. Marco del SEI para la GR.....	21
1.3.3. Modelo de Hall.....	23
1.3.4. Modelo de McFarlan.....	24
1.3.5. Modelo RiskMan e iniciativa RiskDriver	25
1.3.6. Modelo DriveSPI.....	26
1.3.7. Eurométodo	26
1.3.7.1. Modelo ISPL.....	28
1.3.8. Marco del PMI.....	28
1.3.9. MAGERIT	30
1.3.10. Tratamiento de riesgos en RUP.....	32
1.3.11. GR en modelos de calidad.....	34
1.3.11.1. ISO/IEC 12207	34
1.3.11.2. CMMI.....	35
1.4. Valoraciones sobre las perspectivas de la GR.....	36

Conclusiones.....	38
Capítulo II. Principios y métodos para la obtención del Modelo de GR en PDSW.	39
Introducción.....	39
Desarrollo.....	39
2.1. Estudios preliminares acerca de la situación problemática.....	39
2.1.1. GR en Cuba.....	39
2.1.2. GR en la UCI.....	40
2.1.2.1. La Universidad de las Ciencias Informáticas.....	40
2.1.2.2. Proceso de Desarrollo de Software en la UCI.....	42
2.1.2.3. ¿Se gestionan los riesgos en la UCI?.....	43
2.2. Análisis de los enfoques de GR estudiados en correspondencia con las necesidades y acciones en la UCI.....	46
2.3. Métodos Científicos de Investigación.....	47
2.3.1. Entrevistas y Encuestas: Diseño y teoría de muestreo.....	50
2.3.1.1. Entrevistas.....	50
2.3.1.2. Encuestas.....	51
2.3.1.2.1. Encuesta acerca del dominio sobre las prácticas de Gestión de Riesgos y su importancia y uso en la UCI.....	52
2.3.1.2.2. Encuesta acerca de la utilización de las actividades de Gestión de Riesgos en RUP.....	53
2.3.2. Método para la evaluación del modelo propuesto.....	54
Conclusiones.....	59
Capítulo III. Modelo de GR en PDSW. Análisis de los resultados de los métodos empleados en su concepción y evaluación.....	60
Introducción.....	60
Desarrollo.....	60
3.1. Análisis de los resultados de las Entrevistas.....	60

3.2. Análisis de los resultados de las Encuestas.....	61
3.2.1. Encuesta acerca del dominio sobre las prácticas de GR y su aplicación e importancia en la UCI.....	61
3.2.2. Encuesta acerca de la utilización de las actividades de Gestión de Riesgos en RUP.....	62
3.3. Valoraciones generales.....	62
3.4. Modelo para GR en la UCI.....	63
3.4.1. Estructura del modelo.....	63
3.4.2. Especificación de los participantes.....	64
3.4.3. Descripción de los procesos, actividades y tareas.....	66
Proceso P1 Planificación de la Gestión de los Riesgos.....	66
Proceso P2 Identificación de los Riesgos.....	67
Proceso P3 Análisis de los Riesgos.....	67
Proceso P4 Planificación de las Respuestas a los Riesgos.....	69
Proceso P5 Seguimiento y Control de los Riesgos.....	70
Proceso P6 Comunicación de la Información sobre los Riesgos.....	71
3.5. Correspondencia de los modelos de calidad con la propuesta. ...	72
3.6. Análisis de los resultados de la evaluación del modelo propuesto.	74
Conclusiones.....	75
Conclusiones.....	76
Recomendaciones.....	77
Referencias Bibliográficas.....	78
Bibliografía.....	83
Glosario de Términos y Acrónimos.....	85
Términos.....	85
Acrónimos.....	90

Anexos	92
Anexo 1. Elementos de riesgo según Boehm.....	92
Anexo 1a. Pasos de la GR.....	92
Anexo 1b. Elementos y técnicas de GR.....	93
Anexo 2. Modelo de Hall.	94
Anexo 3. Modelo de Mac Farlan.....	95
Anexo 4. Submodelo de procesos de Eurométodo.	96
Anexo 5. ISPL.	97
Anexo 5a. Procesos de la GR.....	97
Anexo 5b. Gestión del modelo de componentes.	97
Anexo 6. Entradas, herramientas, técnicas y resultados de los procesos según PMI.	98
Anexo 6a. Datos de entrada, herramientas, técnicas y resultados de la Planificación de la Gestión de riesgo.....	98
Anexo 7. Estructura de RUP	101
Anexo 8. Resultados parciales de la encuesta UQAM-PMI 2007.....	102
Anexo 8a. Nivel de Uso de las técnicas o herramientas.....	102
Anexo 8b. Contribución Potencial de las técnicas o herramientas.	102
Anexo 9. Áreas de la estrategia cubana de informatización.....	103
Anexo 10. Composición cuantitativa de la muestra para la entrevista.	104
Anexo 11. Guía para entrevista.....	105
Anexo 12. Composición cuantitativa de la muestra para las encuestas.....	107
Anexo 12a. Composición cuantitativa de la muestra para la encuesta acerca del dominio de las prácticas de GR, su importancia y uso en la UCI.	107
Anexo 12b. Composición cuantitativa de la muestra para la encuesta acerca de la utilización de las actividades de GR en RUP.	107

Anexo 13. Encuesta acerca del dominio de las prácticas de Gestión de Riesgos y aplicación e importancia en la UCI.	108
Anexo 14. Encuesta acerca de la utilización de las actividades de GR en RUP.....	111
Anexo 15. Gráfico para selección de cantidad de expertos.	113
Anexo 16. Tabla de los valores del peso relativo de cada criterio.....	114
Anexo 17. Valores críticos del coeficiente de concordancia de Kendall.....	115
Anexo 18. Valores críticos de Chi cuadrada.....	116
Anexo 19. Tabla de Calificación de cada criterio.....	117
Anexo 20. Árbol de problemas.	118
Anexo 21. Guías para el desarrollo de los procesos de GR.....	119
Anexo 21a. Guía para el desarrollo de la Identificación de los Riesgos.	119
Anexo 21b. Guía para el desarrollo de la Identificación de los Riesgos.	130
Anexo 21c. Guía para el desarrollo del Análisis de los Riesgos.	138
Anexo 21d. Guía para el desarrollo de la Planificación de las Respuestas a los Riesgos.	145
Anexo 21e. Guía para el desarrollo del Seguimiento y control de los Riesgos.	151
Anexo 22. Formato para el Registro de Riesgos.....	157
Anexo 23. Composición del grupo de expertos.....	158
Anexo 24. Criterios de evaluación y pesos para cada uno de los grupos. ...	159
Anexo 25. Cuestionario para la evaluación del Modelo de GR en la UCI. ...	160
Anexo 26. Cuestionario para la calificación de los criterios de evaluación..	162
Anexo 27. Valores del peso relativo de cada criterio según los expertos....	164
Anexo 28. Calificación de los Criterios por los expertos.....	165

Índice de Tablas.

Tabla 1. Clasificación de los Riesgos de Software.	11
Tabla 2. Resumen de factores de riesgos en proyectos de desarrollo de software.	14
Tabla 3. Modelos para la Gestión de Riesgo.	20
Tabla 4. Ciclos de conciencia del Modelo de Hall.	24
Tabla 5. Lugar ocupado en la lista de las 70 técnicas y herramientas.	37
Tabla 6. Indicadores y subindicadores valorados en la encuesta.	53
Tabla 7. Indicadores y subindicadores valorados en la encuesta.	54
Tabla 8. Correspondencia de los modelos de calidad con la propuesta.	73

Índice de Figuras.

Figura 1: Utilización de algún marco para la GR.	16
Figura 2: Actividades en el Paradigma SEI de GR.	23
Figura 3: Heurística de Eurométodo.	28
Figura 4: Procesos para la GR según PMI.	29
Figura 5: Modelo de procesos en MAGERIT.	31
Figura 6: Niveles de CMMI y sus resultados.	35
Figura 7. Composición de la muestra para la entrevista.	51
Figura 8. Composición de la muestra para las encuestas.	52
Figura 9. Submodelo de procesos.	63
Figura 10. Flujo de la información en el proceso.	72

Introducción

Para gestionar un proyecto de software con éxito, debemos comprender qué puede ir mal (para evitar esos problemas) y cómo hacerlo bien (PRESSMAN 2002).

Durante cualquier etapa del desarrollo de cualquier proyecto, factores como el entorno tecnológico, los recursos necesarios, las herramientas utilizadas, los requerimientos del cliente y la estabilidad del personal, pueden modificarse sustancialmente y, por tanto, pueden darse consecuencias no previstas inicialmente que alteren su buen término. Estas "sorpresas" o eventos que pueden ocasionar daños a objetivos del proyecto, no son más que los *riesgos*.

Cuando se considera el riesgo en el contexto de la gestión de proyectos de software, a pesar de que se han producido amplios debates sobre la definición adecuada, hay acuerdo común en que este siempre implica dos dimensiones:

- **Incertidumbre:** El acontecimiento que caracteriza al riesgo puede, o no, ocurrir.
- **Efecto en los objetivos:** Si el riesgo se convierte en una realidad, esto tendrá consecuencias para el proyecto.

En correspondencia, la GR se refiere a los procesos que *se encargan tanto de planificar, identificar y analizar, como de responder al riesgo y seguir y controlar las actividades planificadas al respecto (PMI 2004).*

Conocer el riesgo al que están sometidos los elementos de trabajo es, simplemente, imprescindible para poder gestionarlos y por ello han aparecido multitud de guías informales, aproximaciones metódicas y herramientas de soporte todas las cuales buscan objetivar el análisis para saber cuán seguros (o inseguros) están y no llamarse a engaño. El gran reto de todas estas aproximaciones es la complejidad del problema al que se enfrentan: variados elementos que considerar y conclusiones poco fiables si el proceso no es riguroso y exacto.

Aunque algunas organizaciones muestren el uso de procesos formales de Gestión de Proyectos, demuestran una débil GR, en ocasiones utilizando algún marco informal y en el peor de los casos omitiéndola completamente.

Muy especialmente en los proyectos de desarrollo de software, la GR es crítica para obtener el éxito. Las presiones de la competencia, los cambios normativos y la acelerada evolución de las técnicas, son algunos de los elementos que hacen del desarrollo de software un proceso peculiar: no se construye un software como se construye un edificio y por tanto, los proyectos no deben gestionarse de la misma manera y tampoco los riesgos. Y es que, si bien el riesgo es determinado por el impacto y la incertidumbre, este último elemento también caracteriza el tema de forma general, pues a pesar de que la literatura no es escasa, los estudios y reportes que ilustran resultados y feedback empírico acerca de la aplicación y evaluación de los marcos formales de GR en proyectos de software, son aun insuficientes.

Varios autores (JUAN and CUEVA 2006; MARCELO *et al.* 2003) han trabajado en temas como la progreso de las teorías sobre riesgos y la comparación de modelos, métodos y metodologías. Por ejemplo, se ha dividido la GR en generaciones, para exponer mejor las características. Por supuesto que la adscripción a una generación puede diferir para los autores debido a que la evolución es continua y no a saltos y también porque los modelos estudiados pueden variar en el tiempo, es decir, puede cambiar la forma en que es abordada la GR en un modelo.

Los interesados en la gestión de proyectos de software -y nótese que no se hace referencia solo a los ingenieros o a los certificados como "Project Manager" o- reconocen la importancia de cualquier marco para el tratamiento de los riesgos, investigan sobre sus fuentes e impactos, cada vez mayores en ambos casos y avizoran su aporte vital a la mejora de los proyectos si estos marcos se usan con mayor frecuencia, organización y profundidad. Entonces, siendo la GR, un tema tan actual y trascendental, ¿cuál es su situación en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI)?

La tarea de transformar la informática en un campo boyante internacionalmente y en una de las ramas más productivas para el país, requiere, inevitablemente lograr el respaldo de un sólido sistema de educación superior donde es significativo el lugar que ocupa la UCI. Sobre el objetivo de este centro Fidel Castro Díaz-Balart planteó:

"El propósito fundamental es lograr un centro de excelencia para la formación masiva de profesionales de nivel superior. Ello debe alcanzarse con la ejecución de ambiciosos programas curriculares y de producción y con la aplicación de las más modernas tecnologías en la docencia."(CASTRO DÍAZ-BALART 2004)

La UCI, constituye un nuevo modelo de formación–producción–investigación apoyado en la alianza estratégica Universidad-Industria. El desarrollo de software en la UCI, de manera general, se ve afectado por deficiencias en la utilización de metodologías y en la definición de los flujos de procesos, roles y responsabilidades, que no siempre responden a las necesidades, condiciones y peculiaridades de la institución. Otro elemento que perjudica la calidad de los procesos y productos de software, es la ineficiente planificación del trabajo tanto personal como a nivel de equipo. La Gestión de Proyectos todavía es inmadura y este adjetivo también caracteriza la GR que hoy se realiza en los Proyectos de Desarrollo de Software (PDSW) en la UCI, y pudiera agregarse que es además, muy rudimentaria.

Aunque se han dado algunos pasos en el estudio y aplicación de la GR al calor del desarrollo de los Trabajos de Diplomas en el presente curso, en las entrevistas y encuestas realizadas durante la investigación a los involucrados con Proyectos de Software (gestores, ingenieros de software, clientes, estudiantes, profesores), se reconoce la carencia de conocimientos sobre los marcos para la GR y por tanto de su aplicación. De cierta forma, se conocen informalmente los riesgos que podrían afectar el trabajo, pero estos no son registrados y mucho menos se procede a su análisis o gestión.

La situación problemática anteriormente descrita desencadena el siguiente **problema**: *las acciones que se realizan actualmente en la UCI para el tratamiento de los riesgos no siguen un modelo formal de GR lo que ocasiona incumplimientos en los objetivos de los PDSW.*

Con vista a la solución del problema planteado, se define *la gestión de proyectos de desarrollo de software* como el **Objeto de estudio** de la investigación.

Se concibe como **Objetivo General**, *crear un modelo que permita realizar la GR en los PDSW de la UCI* y se definen los siguientes **Objetivos Específicos**:

1. Realizar un estudio valorativo de la gestión de proyectos que permita identificar los modelos o metodologías para la GR, su evolución, características fundamentales y tendencias actuales.
2. Analizar las acciones realizadas hasta el momento en la UCI relacionadas con los riesgos en PDSW.
3. Crear el modelo para la GR que permita el tratamiento formal de los riesgos en los PDSW de la UCI.
4. Evaluar técnicamente el modelo utilizando el Método de Expertos.

De la relación entre el problema, el objeto de estudio y los objetivos de la investigación, se precisa *la GR en PDSW en la UCI*, como **Campo de acción**.

Después de obtener toda la información posible relacionada con la GR, a partir de conocimientos precedentes y la observación de las acciones relacionadas con los riesgos que se realizan en la UCI, se define la **Hipótesis** de la investigación:

Con el estudio de los marcos existentes actualmente para la GR y de las acciones que se realizan en la UCI en este campo, puede crearse un modelo que permita formalizar la GR para los proyectos de desarrollo de software de la institución.

Los planes de estudio de la UCI y sus proyectos productivos precisan la incorporación y asimilación de un modelo de Gestión de Riesgos que permita a sus estudiantes y futuros egresados aplicar las técnicas formales para identificar, estudiar y eliminar las fuentes de riesgo antes de que empiecen a amenazar el cumplimiento de los objetivos de los proyecto software. Este trabajo pretende mostrar el camino hacia el logro de una meta difícil pero necesaria.

Si bien el desarrollo del Diseño Teórico, permite planificar, organizar y ejecutar la investigación, a través de la definición del problema, el objeto de estudio, los objetivos, el campo de acción y la hipótesis descritos, el Diseño Metodológico permite seleccionar las herramientas fundamentales para ejecutar la

investigación. Como parte del diseño metodológico fue seguida una Estrategia Explicativa pues los conocimientos precedentes acerca del problema han sido suficientes para plantear una hipótesis explicativa y la representación del problema es clara en lo referente a la caracterización del fenómeno en sus aspectos externos.

Se utilizaron diferentes Métodos de investigación que se detallan en el desarrollo del documento y de los que se pueden citar, entre los métodos teóricos: el histórico-lógico, el analítico-sintético y el hipotético-deductivo; y entre los métodos empíricos: la observación, la entrevista y la encuesta.

Para facilitar su comprensión, el documento está estructurado en tres capítulos:

En el Capítulo I. Fundamentos teóricos de la Gestión de Riesgos, se establecen los supuestos teóricos sobre los que se basa esta investigación y se formalizan conceptos relacionados con la GR. Se describen elementos fundamentales sobre los riesgos en proyectos de desarrollo de software, como son su declaración y su clasificación. Se analizan algunos estudios sobre modelos para la GR y se define la posición de la autora al respecto. Además se ofrecen datos sobre análisis recientes de la importancia del tema y se plantean valoraciones sobre su trascendencia y perspectivas futuras.

En el Capítulo II. GR en la UCI: Pautas y métodos para la obtención del modelo propuesto, se plantea el estudio de la GR a nivel nacional y en la UCI para un mejor dominio de la situación problemática. Del análisis de los marcos para la GR referidos en el Capítulo I en correspondencia con las peculiaridades de los procesos productivos en la institución, emanan aspectos fundamentales a tener en cuenta para la concepción del modelo de GR, pues no puede adoptarse un marco muy novedoso o complejo pero descontextualizado. Además se explican los métodos científicos utilizados para el desarrollo de la investigación así como elementos de la teoría de muestreo aplicados.

En el Capítulo III. Modelo para GR en la UCI: Análisis de los resultados de los métodos empleados para su concepción y evaluación, primeramente se exponen los resultados de las entrevistas

INTRODUCCIÓN

y encuestas aplicadas que son, en definitiva, un elemento determinante para identificar la necesidad y características del modelo. Se describe el modelo en cuestión, su estructura, procesos, participantes y se plantea una guía para su desarrollo. Por último, y no menos importante, se presentan las conclusiones de la evaluación realizada por los expertos.

A continuación aparecen en el documento las conclusiones del trabajo, las recomendaciones y las referencias y bibliografía utilizadas. Le siguen anexos de apoyo y complemento a las ideas desarrolladas y un glosario de términos que también facilitará la comprensión del escrito.

Capítulo I. Fundamentos teóricos de la Gestión de Riesgos.

Introducción

En este capítulo se establecen los supuestos teóricos que sustentan esta investigación. Se esclarece el lugar que ocupa la GR como parte de la Gestión de Proyectos. Se describen elementos fundamentales sobre los riesgos en PDSW; se analizan algunos estudios sobre modelos para la GR y se define la posición de la autora al respecto. Por último se ofrecen datos sobre análisis muy recientes de la importancia del tema y se plantean valoraciones sobre su trascendencia y perspectivas futuras.

Desarrollo

Un *proyecto* es definido por el Project Management Institute (PMI 2004) como el esfuerzo temporal emprendido para crear un producto o servicio único. Además, los proyectos se caracterizan por:

- ser realizados por personas,
- estar restringidos por recursos limitados,
- ser planificados, ejecutados y controlados,
- ser temporales (tienen un comienzo y un final definidos, y acaban cuando los objetivos declarados han sido alcanzados),
- y estar dirigidos a crear un producto o servicio único que no ha sido realizado antes y cuyas características deben ser elaboradas progresivamente.

Un proyecto suele descomponerse temporalmente en fases o etapas con el fin de:

- tener un mejor control de la gestión,
- y contar con enlaces adecuados con las operaciones habituales de la organización, es decir, con una mejor interacción con dichos trabajos rutinarios.

Cada fase de un proyecto supone la realización completa de un entregable, que es un producto tangible y comprobable como, por ejemplo, un estudio de viabilidad, un diseño detallado o un prototipo. Además, supone la revisión del entregable y de la ejecución del proyecto para determinar si este debe continuar y detectar y corregir errores con un costo asumible.

La Gestión de Proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para proyectar actividades destinadas a satisfacer las necesidades y expectativas de los beneficiarios de un proyecto (PMI 2004).

En el cumplimiento de este objetivo, juega un papel invaluable el ejercicio de prácticas que permitan determinar continuamente qué puede ir mal: cuáles son los riesgos que acechan el proyecto, sus posibles consecuencias y estrategias ante ellos, pero... ¿qué es un riesgo?

1.1. Riesgos de Software.

De forma general debe aclararse que un riesgo es un evento o situación posible en el futuro, pero no seguro y que de concretarse puede transformarse en un problema. Un riesgo no es un problema hoy, pues un problema ya es un riesgo hecho realidad.

En su libro sobre análisis y gestión del riesgo, Robert Charette presenta la siguiente definición de riesgo:

En primer lugar, el riesgo afecta a los futuros acontecimientos (...) La pregunta es, podemos por tanto, cambiando nuestras acciones actuales, crear una oportunidad para una situación diferente y, con suerte, mejor para nosotros en el futuro. Esto significa, en segundo lugar, que el riesgo implica cambio, que puede venir dado por cambios de opinión, de acciones, de lugares... En tercer lugar, el riesgo implica elección y la incertidumbre que entraña la elección. Por tanto, el riesgo, como la muerte, es una de las pocas cosas inevitables de la vida (CHARETTE 1989).

Para que un riesgo sea entendible debe ser expresado claramente y su declaración, según el Software Engineering Institute (SEI 2000), debe incluir:

- *Una descripción de las condiciones actuales que pueden conducir a la pérdida.*

- *Una descripción de la pérdida.*

Otras definiciones se presentan a continuación:

El riesgo es la posibilidad de sufrir una pérdida (SEI 2000).

Una medida de la exposición a la que está sujeta un sistema o sistema potencial (CRAMM 2003).

Un evento o una condición que, si ocurre, tiene un efecto positivo o negativo sobre los objetivos de un proyecto (PMI 2004).

La posibilidad de que una amenaza dada impacte las vulnerabilidades de un activo o grupo de activos y cause así, daños a la organización (ISO/IEC 2004).

Posibilidad de que se produzca un impacto determinado en un activo, en un dominio o en toda la Organización (MAP 2006).

Cuando se considera el riesgo en el contexto de la gestión de proyectos, los tres pilares conceptuales de Charette se hacen continuamente evidentes. Aunque se han producido amplios debates sobre la definición adecuada para *riesgo de software* y aun cuando el orden de las palabras de los diferentes criterios puede variar, hay acuerdo común en que el riesgo siempre implica dos dimensiones:

- **Incertidumbre:** El acontecimiento que caracteriza al riesgo puede, o no, ocurrir.
- **Efecto en los objetivos:** Si el riesgo se convierte en una realidad, esto tendrá consecuencias para el proyecto.

Es común utilizar los términos *probabilidad* e *impacto* para describir estas dos dimensiones, refiriéndose la *probabilidad* a la posibilidad con que un evento o condición puede ocurrir (la dimensión de incertidumbre), y el *impacto*, al alcance de lo que sucedería si el riesgo se materializa (la dimensión efecto). Cuando se evalúa el significado de un riesgo en particular, es necesario considerar ambas dimensiones.

En cuanto al efecto en los objetivos, como puede apreciarse en las definiciones, algunos autores solo consideran las consecuencias negativas en estos, mientras que otros, reflexionan sobre los beneficios que también puede

entrañar un riesgo para el proyecto. En esta investigación *el riesgo se refiere a los eventos que pueden ocasionar daños a objetivos del PDSW.*

Sobre esta base, los *objetivos* de la GR deben estar encaminados a aumentar el nivel de certeza de que los *objetivos* de un proyecto podrán ser alcanzados y para ello habrá que tener en cuenta cómo balancear la exposición a los riesgos y la respuesta ante ellos según el costo de aceptarlos, evitarlos, transferirlos, mitigarlos, planear contingencias o hasta ignorarlos.

1.1.1. Estrategias de riesgo reactivas y proactivas

Las estrategias a seguir ante los riesgos en PDSW dependen en gran medida de la toma de decisiones con alto nivel de incertidumbre (o sea falta de información en zonas más o menos amplias). Este alto nivel de incertidumbre se debe a la falta de series históricas en la información utilizada, la experiencia limitada sobre los problemas relativos a riesgos, la poca madurez comercial de los métodos disponibles para su solución y la propia naturaleza de los conceptos manejados.

Las estrategias reactivas son aquellas que se dan 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. En estas condiciones lo único que cabe es tomar medidas correctoras (apagar incendios), lo que produce muchos tiempos perdidos y por supuesto, retrasos en el proyecto.

Las estrategias proactivas, pasan por la evaluación previa y sistemática de todos los riesgos inherentes al proyecto, evaluando sus consecuencias. Esto produce la creación de un Plan de GR, con sus planes de evitación, minimización de consecuencias, planes de contingencia... En estas condiciones el objetivo es la evasión del riesgo, con menor tiempo de reacción frente a los efectos negativos y una mejor gestión del proyecto en su conjunto (JUAN and CUEVA 2006).

1.1.2. Clasificación de los Riesgos

Cuando se analizan los riesgos es importante cuantificar el nivel de incertidumbre y el grado de pérdidas asociados con cada riesgo. Este trabajo se facilita al considerar diferentes categorías de riesgos. A continuación se

presenta en la Tabla 1, un resumen de la clasificación de los riesgos relacionados con proyectos de software.

Criterio	Clasificación	Descripción
Nivel de conocimiento (PRESSMAN 2002)	Conocidos	Basta con una cuidadosa evaluación del plan del proyecto para que sean descubiertos.
	Predecibles	Se extrapolan de la experiencia en proyectos anteriores.
	Impredecibles	Pueden ocurrir, pero son extremadamente difíciles de identificar por adelantado.
Nivel de afectación (PRESSMAN 2002)	Genéricos	Amenaza potencial para todos los proyectos de software.
	Específicos	Relacionados con la tecnología, el personal y el entorno específico del proyecto en cuestión.
Según el área que amenazan (FUENTE and LOVELLE 2006)	Del proyecto	Amenazan los recursos o al plan del proyecto en general.
	Técnicos	Amenazan la calidad y/o el desempeño del software en desarrollo.
	Del negocio	Amenazan la viabilidad del software a construir y a la organización que desarrolla el software.
Según la relación con el equipo del proyecto. (GARCÍA 2006)	Internos	Relacionados con situaciones que el equipo de proyecto puede controlar o influenciar.
	Externos	Están más allá del control o influencia del equipo del proyecto (como cambios en el mercado o acciones gubernamentales).
Según su naturaleza (ALBERTS 2006)	Especulativos	Dinámicos: que tienen asociadas tanto pérdidas como ganancias.
	Puros	Estáticos: Tienen asociadas solo pérdidas potenciales ¹ .

Tabla 1. Clasificación de los Riesgos de Software.

¹ Podrán tener asociadas solo pérdidas o ganancias según la posición que se tome frente al *Riesgo* en cuanto al efecto en los objetivos. Autores como Cancelado así lo refieren. CANCELADO, A. *Sistema de administración de riesgos en tecnología informática*, 2006..

1.1.3. Factores de riesgo.

Los factores de riesgo son los elementos que determinan el riesgo. Su medición y monitorización determina el grado de acercamiento al riesgo. Por cada riesgo es necesario identificar los factores que lo determinan. Un riesgo puede ser, a su vez, factor de riesgo en otros riesgos.

En la Tabla 2, se muestran diferentes enfoques sobre los factores de riesgos consultados en la literatura para PDSW.

Factor	Propuesta
Boehm. Lista de riesgos según los accionista (BOEHM, B. 1991).	
Factor 1	Falta de personal calificado
Factor 2	Itinerario y presupuestos poco realistas
Factor 3	Desarrollo incorrecto de las funciones del software.
Factor 4	Desarrollo incorrecto de las interfaces del usuario
Factor 5	Adición de funciones o características innecesarias
Factor 6	Cambio constante en los requerimientos.
Factor 7	Fallas en los componentes subcontratados.
Factor 8	Pobre calidad de las tareas subcontratadas.
Factor 9	Fallas en tiempo real de respuesta.
Factor 10	Inhabilidad para implementar soluciones técnicas debido a la pobre capacidad de conocimiento en las ciencias de la computación.
Barki. Evaluación de riesgos en proyectos de desarrollo de software (BARKI 1993).	
Factor 1	Tecnológico.
Factor 2	Tamaño de la aplicación.
Factor 3	Falta de experiencia.
Factor 4	Complejidad de la aplicación.
Factor 5	Ambiente organizacional.

Jones. Factores de riesgos relevantes en el desarrollo de software (JONES 1994).	
Factor 1	Estimación y planeación inexacta del itinerario.
Factor 2	Reporte de estatus incorrectos y optimistas.
Factor 3	Presiones externas que dañan los proyectos.
Estéves y Pastor. Factores estratégicos y organizacionales (ESTÉVES and PASTOR 2000).	
	Factores Estratégicos
Factor 1	Apoyo continuo de la alta dirección.
Factor 2	Gestión efectiva del cambio organizacional.
Factor 3	Buena gestión del ámbito del proyecto.
Factor 4	Composición adecuada del equipo del proyecto.
Factor 5	Rediseño adecuado de los procesos del negocio.
Factor 6	Papel adecuado del líder del proyecto.
Factor 7	Papel adecuado del jefe del proyecto.
Factor 8	Implicación y participación de los usuarios.
Factor 9	Confianza entre actores.
	Factores tácticos
Factor 1	Equipo y consultores dedicados.
Factor 2	Comunicación interna y externa.
Factor 3	Plan formalizado del proyecto.
Factor 4	Programa de formación adecuado.
Factor 5	Precisión de problemas inesperados.
Factor 6	Uso adecuado de consultores.
Factor 7	Responsables debidamente autorizados.
SEI. Taxonomía para riesgo de desarrollo de software (CARR et al. 1993).	
	Ingeniería del producto
Factor 1	Requerimientos.

Factor 2	Diseño.
Factor 3	Codificación y prueba unitaria.
Factor 4	Integración y prueba.
Factor 5	Especialidades de la ingeniería.
	Entorno de desarrollo
Factor 1	Proceso de desarrollo.
Factor 2	Sistema de desarrollo.
Factor 3	Proceso de Gestión.
Factor 4	Métodos de Gestión.
Factor 5	Entorno de trabajo.
	Restricciones del proyecto
Factor 1	Recursos.
Factor 2	Contrato.
Factor 3	Interfaces del proyecto.

Tabla 2. Resumen de factores de riesgos en proyectos de desarrollo de software.

1.2. Definiendo la GR.

Diferentes definiciones de la GR, pueden ayudar a tomar partido por una posición u otra, a continuación se citan algunas:

- *Enfoque sistemático para reducir la probabilidad de riesgos y/o limitar los daños causados por el riesgo mediante el uso de contramedidas adecuadas o acciones preventivas (MAP 1996b).*
- *El proceso formal en el que los factores de riesgos son sistemáticamente identificados, evaluados y mitigados (SEI 2000).*
- *La identificación, análisis y mitigación de riesgos en sistemas de información, a un nivel acorde al valor de los activos protegidos (CIAO 2000).*
- *La Gestión del Riesgo es una técnica que maneja los recursos empleables en el proyecto para limitar la diferencia entre su Estado*

Final Deseado (EFD) y su Estado Final Conseguido (EFC). Si la diferencia supera un límite establecido, se materializa un riesgo de incumplimiento del objetivo. Para asegurar la pertinencia del resultado suelen requerirse decisiones de realización de nuevas acciones que permitan reducir esa diferencia. Si el EFC está muy alejado del EFD, el proyecto incumplirá el objetivo; hasta su misma consecución puede resultar imposible (MARCELO et al. 2003).

- *Selección e implantación de las medidas o 'salvaguardas' de seguridad adecuadas para conocer, prevenir, impedir, reducir o controlar los riesgos identificados y así reducir al mínimo su potencialidad o sus posibles perjuicios. La GR se basa en los resultados obtenidos en el análisis de los riesgos (MAP 2006).*

Sobre la utilización del término *Gestión de Riesgos*, cabe señalar que existen posiciones que separan las actividades de análisis de las de gestión y también se utilizan los términos *tratamiento y administración* de riesgos. En esta investigación GR se refiere a los procesos que se encargan tanto de *planificar, identificar y analizar, como de responder al riesgo y seguir y controlar las actividades planificadas al respecto (PMI 2004).*

La investigación en la GR en el ámbito del software procura formalizar conocimiento orientado a la minimizar y/o evitar los riesgos, mediante la generación de principios y buenas prácticas de aplicación realista (ROPPONEN and LYYTINEN 2000). Hasta el momento se han propuesto y utilizado diferentes perspectivas de GR desde que Boehm (BOEHM, B. 1988) atrajo a la comunidad de Ingeniería del Software hacia esta rama. Sin embargo, es evidente que pocas organizaciones utilizan todavía de una forma explícita y sistemática métodos específicos para gestionar los riesgos en sus proyectos software (KONTIO 1997; KULIK and WEBER 2001; ESTÉVES and PASTOR 2005).

Durante el año 2001, KLCI realizó y publicó un estudio con más de 260 organizaciones de todo el mundo y el resultado arrojó que la inmensa mayoría de los participantes estaban enfrascados en la búsqueda e implementación de prácticas para la GR. La Figura 1 muestra otras conclusiones del estudio:



Figura 1: Utilización de algún marco para la GR

De acuerdo con este estudio, las razones más comunes para utilizar un marco informal son: la falta de procedimientos, las necesidades del proyecto mal definidas, la organización inexperta o inmadura y el compromiso del equipo (KULIK and WEBER 2001).

Según Hoffman (HOFFMAN 1998), aunque algunas organizaciones usen procesos formales de GR para otras partes de su negocio, demuestran una GR pobre en el ámbito general de los sistemas de información. Kontio y Basili (KONTIO 1997) enumeran tres razones principales para la baja tasa de divulgación de tecnologías de GR: falta de conocimiento sobre posibles métodos y herramientas, limitaciones prácticas y teóricas de los marcos de GR que entorpecen la facilidad de uso de estos métodos, y tercero, todavía hay pocos informes con evaluaciones sistemáticas o científicas que proporcionen feedback empírico sobre su viabilidad y beneficios.

El riesgo en un proyecto de desarrollo de software incluye componentes técnicos y de conocimiento del riesgo (JIANG *et al.* 2001). Diferentes estudios han mostrado que la mayoría de los proyectos fallan sobre todo en gestión, no tecnológicamente. Además, son los temas de naturaleza organizacional los factores de riesgos del proyecto más dominantes a la vez que son los que se tratan satisfactoriamente en menos de la tercera parte de los proyectos de desarrollo (DOHERTY N. 2001). Schmidt (SCHMIDT *et al.* 2001) plantea que los jefes de proyecto exitosos puntúan bajo aquellos factores sobre los que no tienen control o influencia como: conflictos entre departamentos usuarios, cambio del propietario o responsable ejecutivo del proyecto, volatilidad del personal, número de unidades de la organización implicadas y proyectos que involucran a múltiples proveedores. Otro aspecto que influye en estos temas es

la falta de reconocimiento sobre la importancia de los aspectos organizacionales que existe en gran parte de la comunidad profesional y académica vinculada a las tecnologías de la información y la comunicación, como muestran Doherty y King (DOHERTY N. 2001).

1.3. Marcos para la GR.

Varios autores han trabajado en temas como la evolución de las teorías sobre Riesgos y la comparación de modelos, métodos y metodologías. Por ejemplo, se ha dividido la GR en generaciones, para exponer mejor las características y progreso de cada una. La adscripción a una generación puede diferir para los autores debido a que la evolución es continua y no a saltos y también porque los modelos estudiados pueden variar en el tiempo, es decir, puede cambiar la forma en que es abordada la GR en un modelo.

En su *Estudio exploratorio sobre los métodos de gestión de proyectos de alto riesgo*, Marcelo, Rodenes y Torralba (MARCELO *et al.* 2003) plantean la evolución de los modelos de gestión de los riesgos en forma de sucesivas generaciones:

La primera generación: G1

Es la generación casuística o tradicional, donde se limitaban las tareas a la identificación de riesgos en los proyectos con técnicas basadas en cuestionarios, listas de incidencias y de las medidas para contrarrestarlas. Se identificaban casos de riesgo y se extrapolaban a otros proyectos. No hay una planificación específica. En esta generación se definen los *Riesgos tecnológicos* y las *Listas de comprobación de riesgos*.

Autores como A. Juan y J. Cueva, exponen datos sobre la historia del surgimiento de los riesgos tecnológicos (JUAN and CUEVA 2006; ORTEGÓN *et al.* 2005) y hacen referencia a:

- Años 40s: Con la teoría de la fiabilidad, arranque de la **Teoría del Riesgo en Sistemas Complejos** con el **Teorema de Lusser**: "*la probabilidad de éxito (no fallo) de una cadena de componentes es el producto de las probabilidades de éxito de sus elementos*".

- Años 60s: Análisis de riesgos **cuantitativo** (procesos markovianos) para describir el comportamiento de sistemas complejos con fallos ensayables y sin intervención manual (aleatoria); o **cualitativo** como los árboles de fallos para sistemas híbridos con la incertidumbre de la intervención humana y la imposibilidad de probar los impactos salvo por simulación.
- Años 70s: Método general de **Rasmussen** con 6 etapas: Definición del proyecto de seguridad y su sistema objetivo, análisis funcional de éste, identificación de riesgos, modelización del sistema, evaluación de consecuencias, síntesis y decisiones finales.

La segunda generación: G2

Es la generación taxonómica de análisis de riesgos en los proyectos, traduce a ese sector el análisis de riesgos en los sistemas, desarrollado en los ochenta junto a intentos poco articulados de análisis de riesgo en los negocios.

Marcelo, Rodenes y Torralba (COCHO *et al.* 2003), apuntan que los modelos de la G2 se han limitado a analizar los riesgos al inicio del proyecto y a planificar medidas y definen esta visión como "**preventiva**", "teorizante" y de medidas "curativas", improvisadas en mayor o menor medida, durante el avance del proyecto, para paliar los riesgos según se presentan. Posteriormente califican a los modelos de la G2 como "meramente **reactivos**, con unas relaciones de causa-efecto basadas sólo en una confianza que parte de experiencias poco validadas". Los marcos contenidos en esta generación:

1. Modelo de Boehm.
2. Modelo de Hall.
3. Modelo del SEI.
4. Modelo SPR (Software Productivity Research) de Capers Jones.
5. Modelo SERIM (Software Engineering Risk Management) de Karolak: IEEE.
6. Modelo del PMI.
7. Modelo de McFarlan (adelantos de G3)

Se coincide con los modelos adscritos, pero no totalmente con su caracterización, pues modelos tan internacionalmente utilizados, validados y reconocidos como los del SEI y PMI, son efectivamente preventivos pero ¿no puede una buena GR estar basada en el arte de prevenir y evitar su ocurrencia? Por otra parte, hay una contradicción semántica en la utilización de los términos **preventivo** y **reactivo**.

La tercera generación: G3

Es la generación causal o emergente, nacida a mediados de los 90 y referida en particular a sistemas de información. Surge de forma simultánea en Europa y en EEUU, partiendo de la preocupación por proyectos de tanto riesgo como la adquisición o el desarrollo de software. Articula una causalidad más explicativa y por lo tanto más predictiva entre los elementos del modelo, sobre todo entre los factores de riesgo y sus medidas reductoras o salvaguardas. Esta *cuasi-causalidad*, como la llaman Marcelo, Rodenes y Torralba, prepara el paso a la gestión de proyectos por los riesgos. Se apoya en modelos sistémicos, relacionales (redes de causas-efectos) y proactivos en el aseguramiento de los proyectos. Los marcos incluidos en esta generación (COCHO *et al.* 2003):

1. Eurométodo, del Consejo Superior de la Administración Electrónica de España.
2. MAGERIT: Metodología de Análisis y GEstión de Riesgos de los Sistemas de Información, del Consejo Superior de la Administración Electrónica de España.
3. ISPL (Information Services Procurement Library).
4. Proyectos de investigación europeos como RiskMan, DriveSPI, RiskDriver y los de autores como Moynihan, Barki y Schmidt.

Estéves (ESTÉVES and PASTOR 2005), propone un estudio de varios de los modelos que son utilizados para la GR. La Tabla 3, muestra algunos modelos ampliamente conocidos y fácilmente accesibles por sus nombres o por las organizaciones que los avalan, cada uno establece categorías para las funciones del riesgo en diferentes fases.

	Eurométodo	SEI	IEEE	PMI
Plan de Gestión				•
Identificación	•	•	•	•
Estimación	•	•	•	•
Evaluación	•	•	•	•
Planificación	•	•	•	•
Tratamiento	•	•	•	•
Seguimiento y Control	•	•	•	•
Comunicación		•		

Tabla 3. Modelos para la Gestión de Riesgo.

Además pueden citarse otras adecuaciones basadas en los modelos ya mencionados como el MSF: disciplina planteada por la Microsoft Solutions Framework (MFS 2002).

A continuación se profundiza en las particularidades de algunos de estas propuestas.

1.3.1. Modelo de Boehm

Sería imposible hablar de riesgos de software sin citar a Barry W. Boehm y sus trabajos, principalmente su libro "Software Risk Management" (BOEHM, BARRY 1989) y su artículo "Software Risk Management: Principles and Practices" (BOEHM, B. 1991). Para Boehm, la GR pasa por los dos fases fundamentales: Valoración del riesgo y Control del riesgo, en el Anexo 1a se muestra una vista de sus actividades.

Boehm incluye en su estudio una lista de diez riesgos (*Top 10 Software RiskItems*) muy generales y que pueden estar presentes en cualquier proyecto. Además plantea una serie de técnicas a aplicar en la gestión del riesgo:

- A. Contratar las personas claves proactivamente
- B. Construir equipos proactivamente (desarrollar valores compartidos, ...)
- C. Estimar los plazos y presupuestos reactivamente (con fondo para riesgos)

- D. Diseñar forfait proactivamente: usar el presupuesto/plazo fijo para priorizar los requerimientos; diseñar con arquitectura que permita retrasar lo no obligatorio; modular la funcionalidad entregada para adecuarla al presupuesto/plazo disponible.
- E. Desarrollar incrementalmente las funcionalidades (requerimientos prioritarios...)
- F. Desarrollar por prototipos (o sea, subconjuntos para 'comprar' información)
- G. Reducir requerimientos usando las priorizaciones desarrolladas para D, E, F.
- H. Analizar la misión: análisis organizacional, coste-beneficio, ingeniería del usuario
- I. Encapsular la información para reducir requisitos volátiles y reutilizar software.
- J. Comprobar los referentes y auditar por expertos externos antes de decidir
- K. Ingenierizar rendimientos con técnicas para simular, modelar, prototipar, afinar.
- L. Analizar las capacidades de las tecnologías informáticas para resolver F, C, E.

Estas técnicas son utilizadas para combatir una lista de riesgos que también propone Boehm y que, como puede verse en el Anexo 1b, incluye riesgos muy comunes y no se puede considerar precisamente una revelación en la actualidad. Incluso algún autor, como Sommerville (SOMMERVILLE 1996), los encuentra *un poco arbitrarios*.

1.3.2. Marco del SEI para la GR.

El SEI expone tres dimensiones que representan la visión holística de GR de software: la dimensión temporal, la dimensión humana y la dimensión metodológica (HIGUERA and HAIMES 1996).

La dimensión temporal, se descompone en la visión Macro, que representa la perspectiva global del ciclo de vida de adquisición y la visión Micro, que representa la vista del gerente del proyecto.

La dimensión humana se refiere a la dimensión intelectual de adquisición del software, la dimensión más crítica, pues el desarrollo del software es actividad intelectual. Esta dimensión aborda el aspecto individual, del equipo, la gestión y el stakeholder¹ (incluyendo los usuarios y los clientes)

La dimensión metodológica está dirigida a la adquisición y desarrollo de software para el cumplimiento de estas metas el marco metodológico se articula en dos grandes bloques: el Modelo de Madurez de Adquisición de Capacidad (SA-CMM) y el Modelo de Capacidad de Madurez del Software (SW-CMM); que su vez se basan en tres grupos de prácticas o metodologías apoyadas en estructuras básicas.

Prácticas:

- Evaluación de Riesgos de Software (SRE).
- Gestión Continua de Riesgos (CRM).
- Gestión de Riesgos del Equipo (TRM).
- Métrica de Riesgo.

Estructuras Básicas:

- Paradigma de GR.
- Taxonomía de Riesgo.
- Clínica de Riesgos.

El Paradigma de GR, no es por sí solo una metodología, pero se discute bajo un marco metodológico. En la Figura 2 se muestran las principales actividades como un círculo para representar que es este un proceso continuo con centro en la comunicación, que se convierte en el canal de información y a menudo es por esta razón el obstáculo mayor en la GR.

¹ Stakeholder o Representante, aunque suele usarse el término en inglés.

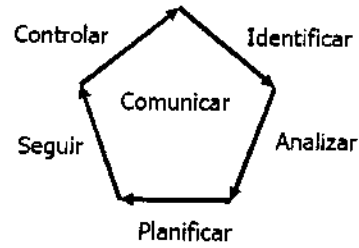


Figura 2: Actividades en el Paradigma SEI de GR.

El Marco SEI puede parecer complejo, sin embargo su visión completa, su dimensión humana y la importancia de la Comunicación en su Paradigma, son aspectos que lo hacen valioso para la GR.

1.3.3. Modelo de Hall

Este modelo define dos actividades principales: la evaluación y el control del riesgo. La GR en este modelo genera una estrategia para decidir qué hacer en cada momento y está basada en nueve teorías (MARCELO *et al.* 2003):

- Razona sobre la vulnerabilidad -probabilidad de riesgo- usando las Teorías de probabilidad, de incertidumbre y la de portfolio.
- Razona sobre el impacto -consecuencia del riesgo-, usando las Teorías de la utilidad, de juegos, del caos y/o la creatividad.
- Combina vulnerabilidad e impacto en el tiempo, usando la Teoría de la decisión y el Teorema de Bayes para elecciones dinámicas.

El Modelo 6-D, de las 6 disciplinas PPMDD (Planear, Producir, Medir, Mejorar, Diseñar, Descubrir) soporta la mejora continua del proceso SEI (Humphrey) modelo de madurez de procesos en el desarrollo de software CMM (*Capability Maturity Model*) que es un método de definir y gestionar los procesos a realizar por una organización. Las disciplinas, ilustradas en el Anexo 2, son las siguientes:

- Diseñar: transformar ideas en objetivos, creando y difundiendo la visión organizacional (CMM nivel 1)
- Planear: confrontar los recursos disponibles y los requerimientos derivados de los objetivos del proyecto (CMM nivel 2)

- Producir: implementar el plan para lograr el producto (CMM nivel 3)
- Medir: comparar los resultados esperados y los realiza (CMM nivel 4)
- Mejorar: aprender de experiencias como cambiar el plan (CMM nivel 5)
- Descubrir: concienciar sobre el futuro, razona sobre posibilidades con resultados inciertos buenos (oportunidades) o malos (riesgos).

Este modelo amplía el concepto del 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 de futuro). Pero no se debe elegir entre ambos modelos pues sólo la coexistencia de la conciencia de pasado y futuro con el ciclo completo PPMDD optimiza productos existentes y capitaliza nuevas oportunidades.

El modelo 6-D forma 4 ciclos de *conciencia* según se combinen las disciplinas del PPMDD:

Ciclo PPM	lo conocido	lógica
Ciclo MMP	lo pasado	memoria
Ciclo PPD	lo desconocido	imaginación
Ciclo DDP	lo futuro	emoción

Tabla 4. Ciclos de conciencia del Modelo de Hall.

1.3.4. Modelo de McFarlan.

Modelo definido por McFarlan y publicado en el año 1981 que se sitúa en la transición entre la segunda y tercera generación de GR. Tras considerar las 5 consecuencias clásicas del riesgo (fracaso en beneficios, coste, plazo del proyecto, rendimiento y compatibilidad con otros sistemas), define tres factores de riesgo (ALLER 2005; MARCELO *et al.* 2003):

1. Experiencia en la tecnología aplicable (factor subjetivo interno): la familiarización del equipo con el hardware, sistema operativo, gestores (DB, DC) y lenguajes comprendiendo también la absorción de experiencia externa, como puede ser la formación.

2. Estructuración del proyecto (factor subjetivo externo): Los objetivos iniciales del proyecto y sus resultados dependen de la claridad de los requerimientos trasladados por la organización *cliente* al equipo de desarrollo.
3. Tamaño del proyecto (factor objetivo, no reducible): Importa sobre todo la envergadura del proyecto (en coste años-hombre) relativo al tamaño de los que el equipo desarrolla normalmente.

Según la valoración de los factores de riesgo existen diferentes tipos de proyectos. En el Anexo 3 se muestran los valores que pueden tomar los factores y la interpretación de las métricas.

Se definen además en el modelo, cuatro grupos de salvaguardas:

Integración interna (en el equipo): fortalecimiento del equipo técnico mediante mecanismos de comunicación y control, jefatura experimentada, trabajo conjunto anterior, reuniones, actas, revisiones técnicas, participación en objetivos y asistencia externa.

Integración externa (con los clientes-usuarios): implicación de los clientes o usuarios en el proyecto mediante la comunicación en varios niveles, autoformación, autoinstalación, participación en los cambios, decisión de fechas clave y proceso de aprobación.

Planificación formal: estimación previa de secuencias-recursos (hitos, normas, aprobación, auditoría) y definición clara de las reuniones de evaluación.

Control formal de resultados: control de la ejecución mediante mecanismos de estima del progreso y no conformidades, acciones correctoras a tiempo (informes, disciplinas de control de cambios, reuniones en los hitos, informes de desvíos al plan).

1.3.5. Modelo RiskMan e iniciativa RiskDriver

RiskMan empezó en 1991 como proyecto del programa europeo EUREKA para desarrollar una metodología y herramienta que integre la gestión del riesgo en la gestión de todo tipo de proyectos. El método propuesto consiste en las etapas de identificación y evaluación de los riesgos (con

técnicas clásicas) y tras ellas se simulan varios planes para organizar la generación inicial de medidas adecuadas y lograr un mejor control de los riesgos durante el desarrollo del proyecto .

RiskDriver es una acción europea destinada a promover las mejores prácticas en la gestión de riesgo de proyectos y en la mejora de los procesos. RiskDriver define *que la gestión de proyectos conducida por sus riesgos es una gestión de proyecto que pone más énfasis en las incertidumbres y los planes de contingencia que puedan requerirse, así como una atención detallada al plan principal cuando y donde las cosas vayan mal.*

1.3.6. Modelo DriveSPI

DriveSPI (Risk-Driven Software Process Improvement) surge como resultado de aplicar metodologías de GR en varios proyectos pilotos de desarrollo de software en Europa entre los años 1995 y 1997. El objetivo era 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 GR, culminando en la definición de un conjunto de líneas guía. Esta metodología consta de los siguientes pasos:

- Establecer y mantener alcances y estrategias de GR.
- Identificar, documentar y clasificar riesgos.
- Definir métricas de riesgo.
- Desarrollar estrategias de mitigación.
- Monitorear y controlar riesgos.
- Mejorar prácticas de GR.

1.3.7. Eurométodo

El Eurométodo es un proyecto de la Comisión Europea, cuyos primeros planteamientos datan de 1989, y que culminó con el Eurométodo v.1.1 en 1996. Este marco metodológico ayuda a planificar y desarrollar contratos de proyectos y servicios referentes a sistemas de información (EUROMÉTDO 1996; MAP 1996a; MARCELO *et al.* 2003). Las tres orientaciones principales actuales de Eurométodo son:

1. **Apoya la relación contractual** entre clientes y proveedores de Sistemas de Información, lo que origina un **Dominio del contrato**. Trata dos dominios básicos.
 - El **Dominio Objetivo** de la adaptación del Sistema de Información (SI) contiene los procesos de las unidades organizativas y/o áreas de actividad funcional de la Entidad.
 - El **Dominio del proyecto** es otra organización, temporal, para realizar la adaptación del Sistema de Información del Dominio destinatario.
2. Proceso de contratación orientado a los productos **entregables**, claves en el proceso de producción de un SI ya que son la causa de que el proyecto exista y soportan las decisiones. Algunos, establecidos como objetivo del contrato, son particularmente importantes: debe ser perfecto el mutuo entendimiento entre cliente y proveedor de sus fines, significado y contenido. Para el cliente, los productos importan más que las tareas para obtenerlos (el *qué* importa más que el *cómo*). Para el proveedor importan también los medios para elaborar los productos.

Eurométodo prepara y ordena rigurosamente con una **Estrategia** y con **Planes de entregas** sucesivos el esqueleto de las relaciones cliente/proveedor en todo el proceso de desarrollo del contrato (sobre todo en la fase de producción de la adaptación del SI).

Dos dominios: dominio objetivo (de la adaptación del SI contiene los procesos de las unidades organizativas y/o áreas de actividad funcional de una entidad) y dominio del proyecto (organización temporal entre las organizaciones del cliente y el proveedor).

Eurométodo parte de un modelo inicial de *buenas prácticas* de mejora de la relación cliente-proveedor y de un modelo central de *estrategias orientadas a contingencia*, modelo que se ha ido convirtiendo en modelo de análisis de riesgos de los proyectos en la fase temprana de su contratación, definido de cómo se muestra en la Figura 3:

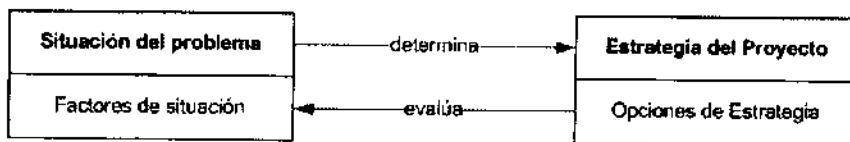


Figura 3: Heurística de Eurométodo

La gestión de riesgos del Eurométodo se compone de las siguientes fases:

- Análisis de riesgos.
- Planificación de la GR (estrategia de desarrollo y propuesta de hitos de decisión).
- Supervisión de riesgos (mide si las salvaguardas tienen éxito).

El submodelo Eurométodo de procesos se presenta en el Anexo 4.

1.3.7.1. Modelo ISPL

ISPL ("Information Services Procurement Library") es la librería de adquisición de sistemas de información y es en la práctica la segunda versión del Eurométodo (1999). En ella se proponen dos submodelos, el de **procesos** y el de **componentes**. Dentro del modelo de procesos se distingue el tipo de servicio que se va a prestar:

- **Servicio continuado.** Cuando las actividades a llevar a cabo tienen continuidad en el tiempo y no está definido un fin para esas actividades, por ejemplo mantenimientos.
- **Proyecto.** Cuando las actividades tienen un principio y un fin claro, además tienen un objetivo que hay que lograr en ese tiempo.

Cuando se inicia una actividad hay que planificar la gestión de riesgos, como puede verse en el Anexo 5a, el Anexo 5b además muestra la gestión del submodelo de componentes. Los entregables que planifica este método son los del contrato (que incluye los de la licitación y los hitos de decisión), los de la gestión de servicio (que incluye el plan y el informe) y los del objetivo del servicio (que incluye el producto descriptivo y el operacional).

1.3.8. Marco del PMI.

PMI es una organización mundialmente reconocida; su metodología de gestión de proyectos es detallada en el Project Management Body of Knowledge

(PMBok) y ha sido frecuentemente aplicada a la industria. Es una de las más completas en cuanto a las funciones básicas que cubre y que deben llevarse a cabo para una gestión efectiva de los riesgos “antes de que estos lleguen a ser amenazas para el éxito”.

La metodología desarrollada por PMI, consta de seis procesos. La Figura 4 provee una vista general de los procesos principales (PMI 2004).

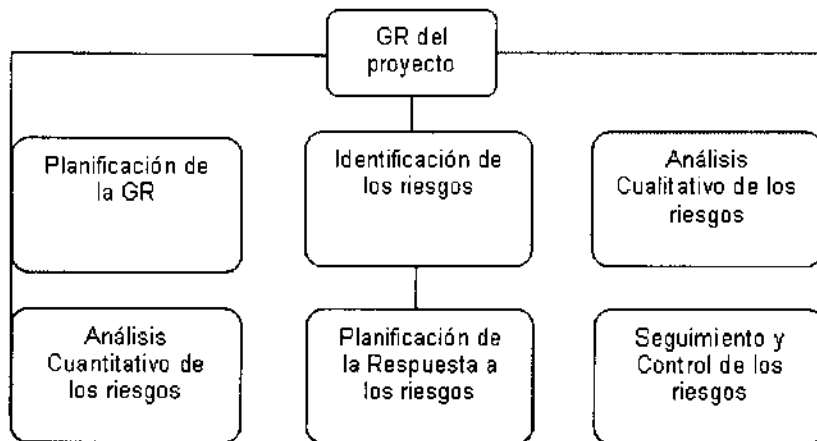


Figura 4: Procesos para la GR según PMI.

Estos procesos interactúan entre ellos y con otros procesos en otras áreas de conocimiento también. Cada proceso puede involucrar el esfuerzo de uno o más individuos o grupos de individuos basado en las necesidades del proyecto y cada proceso ocurre generalmente al menos una vez en cada fase del proyecto. A continuación se explican brevemente y en el Anexo 6 se ilustran los datos de entrada, herramientas y técnicas y resultados de estos procesos.

Planificación de la GR: Donde se definen y planifican las actividades del proyecto.

Identificación del riesgo: Consiste en determinar qué riesgos tienen probabilidad de afectar el proyecto y documentar las características de cada uno, esto no es un evento que ocurra una sola vez; este deberá ser ejecutado sobre una base regular sobre la duración del proyecto y deberá atender tanto los riesgos internos como externos.

Análisis Cualitativo del riesgo: Se centra en la priorización de los riesgos de forma subjetiva estimando y combinando su probabilidad de ocurrencia e impacto.

Análisis Cuantitativo: Se centra en la cuantificación y priorización de los riesgos de forma objetiva. Se pueden resaltar sus principales funciones: determinar la probabilidad de realizar un objetivo específico del proyecto y cuantificar el riesgo del proyecto y determinar el tamaño de costo.

Planificación de las Respuestas al riesgo: Es el proceso que permite desarrollar opciones y determinar acciones para reducir las amenazas de los objetivos del proyecto. Incluye la identificación y la asignación de individuos para tomar la responsabilidad de cada respuesta de cada riesgo.

Seguimiento y control del riesgo: Debe determinarse si las respuestas planificadas han sido ejecutadas como fue previsto, si han sido eficaces o si han provocado nuevas respuestas. Además debe determinarse si los supuestos del proyecto continúan siendo válidos, verificar si la exposición al riesgo ha cambiado y además analizar si se siguen las políticas y procedimientos adecuados.

1.3.9. MAGERIT

MAGERIT es una metodología española de carácter público, creada con los siguientes objetivos:

1. Sensibilizar a los responsables de los sistemas de información de la existencia de riesgos y de la necesidad de atajarlos a tiempo.
2. Ofrecer un método sistemático para analizar tales riesgos.
3. Ayudar a descubrir y planificar las medidas oportunas para mantener los riesgos bajo control.
4. Apoyar la preparación a la Organización para procesos de evaluación, auditoría, certificación o acreditación, según corresponda en cada caso.

En la Figura 5, se muestra el modelo de proceso en MAGERIT.

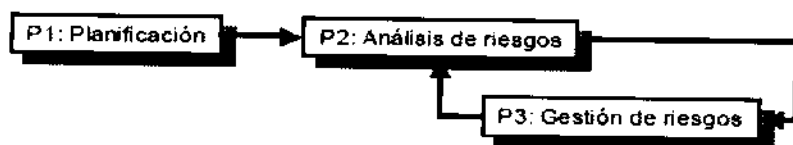


Figura 5: Modelo de procesos en MAGERIT.

Proceso P1 Planificación: Se establecen las consideraciones necesarias para arrancar el proyecto de *Análisis y Gestión de Riesgos*; se investiga la oportunidad de realizarlo; se definen los objetivos que ha de cumplir y el dominio (ámbito) que abarcará; se planifican los medios materiales y humanos para su realización; se procede al lanzamiento del proyecto.

Proceso P2 Análisis de riesgos: Se identifican los activos¹ a tratar, las relaciones entre ellos y la valoración que merecen; se identifican las amenazas significativas sobre aquellos activos y se valoran en términos de frecuencia de ocurrencia y degradación que causan sobre el valor del activo afectado; se identifican las salvaguardas² existentes y se valora la eficacia de su implantación; se estima el impacto y el riesgo al que están expuestos los activos del sistema; se interpreta el significado del impacto y el riesgo.

Proceso P3 GR: Se elige una estrategia para mitigar impacto y riesgo; se determinan las salvaguardas oportunas para el objetivo anterior; se determina la calidad necesaria para dichas salvaguardas; se diseña un plan de seguridad (plan de acción o plan director) para llevar el impacto y el riesgo a niveles aceptables; se lleva a cabo el plan de seguridad.

Estos tres procesos no son necesariamente secuenciales. El proceso P1 es claramente el iniciador del proyecto. El proceso P2 funciona como soporte del proceso P3 en el sentido de que la GR (P3) es una tarea continua soportada por las técnicas de análisis (P2). La GR supone siempre la alteración del conjunto de salvaguardas, bien porque aparecen nuevas salvaguardas, bien porque se reemplazan unas por otras, bien porque se mejoran las existentes. La GR puede suponer la alteración del conjunto de activos, bien porque

¹ Recursos del sistema de información o relacionados con éste, necesarios para que la Organización funcione correctamente y alcance los objetivos propuestos por su dirección MAP. *Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información. Método. (v 1.1)*. PÚBLICAS, M. D. A., Catálogo general de publicaciones oficiales, 2006.

² Procedimiento o mecanismo tecnológico que reduce el riesgo .

aparecen nuevos activos (elementos de salvaguarda que pasan a formar parte del sistema) o porque se eliminan activos del sistema. En definitiva, a lo largo del proceso P3 se recurrirá a tareas del proceso P2.

1.3.10. Tratamiento de riesgos en RUP.

El Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP) es una metodología guiada por casos de uso, centrada en la arquitectura, iterativa e incremental. RUP plantea que el primer paso hacia la división del proceso de desarrollo de software, consiste en separar las partes en cuatro fases atendiendo al momento en que se realizan: inicio, elaboración, construcción y transición. Cada una de las fases se divide una o más iteraciones como puede apreciarse en el Anexo 7.

En una iteración, deben entenderse las secuencias de actividades diferentes y buscarse el equilibrio entre ellas. Algunas secuencias de actividades han sido identificadas y descritas en los flujos de trabajo fundamentales de RUP. Hay otras secuencias que Jacobson, Booch y Rumbaugh (JACOBSON *et al.* 2000), reconocen no haber identificado formalmente, pero que perfectamente podrían ser tratadas de la misma forma que los flujos de trabajo, entre ellas, la *administración de riesgos*.

RUP propone crear una lista de riesgo en la fase de inicio. Al principio esto puede ser difícil por la falta de información pero conforme se va realizando el trabajo inicial se va apreciando cuáles serán los riesgos críticos- aquellos q han de ser mitigados para poder ofrecer una planificación y un coste y para determinar un objetivo de calidad. Para facilitar la administración de la lista de riesgos, se plantea seguir el siguiente esquema:

- **Descripción:** Comienza con una breve descripción y se van añadiendo detalles conforme se va aprendiendo.
- **Prioridad:** Se le asigna una prioridad al riesgo: crítico, significativo o rutinario
- **Impacto:** Qué partes del proyecto o del sistema se verán afectados por el riesgo.

- **Monitor:** Quién es responsable del seguimiento de un riesgo persistente.
- **Responsabilidad:** Qué individuo o unidad de la organización es responsable de eliminar el riesgo.
- **Contingencia:** Lo que ha de hacerse en caso de que el riesgo se materialice.

Los autores de la metodología refieren como una mala experiencia, el no tener una planificación de riesgos. Cuando no existe un esfuerzo consciente para actuar pronto sobre los riesgos, estos se manifiestan usualmente al final de la planificación, mientras se realizan las pruebas de integración y de sistema. Resolver a esa altura cualquier problema serio, que puede requerir amplias modificaciones del sistema, puede retrasar la entrega.

Al explicar los pasos a seguir en cada fase del proyecto, en RUP se perciben las siguientes actividades relacionadas con los riesgos:

1. **Inicio:** identificar los riesgos críticos, es decir, los q afectan la capacidad de construir el sistema y determinar si puede encontrarse una forma de mitigarlos, quizás en una etapa posterior. En esta fase se consideran solo los riesgos que afectan la viabilidad del sistema. Los no críticos son colocados en la lista de riesgos.
2. **Elaboración:** identifica los riesgos significativos, los que podrían perturbar los planes, costes y planificaciones de fases posteriores y los reduce a actividades que pueden ser medidas y presupuestadas
3. **Construcción:** materializar la monitorización de los riesgos críticos y significativos arrastrados desde las dos primeras fases y su mitigación.
4. **Transición:** no se definen tareas relacionadas con los riesgos.

Como puede analizarse en los elementos anteriormente descritos, si bien se define la identificación de los riesgos, las demás etapas que garantizan su gestión, no son suficientemente explicadas en RUP y no se exponen procedimientos a seguir para cumplir con las incompletas actividades propuestas. El formato para el registro de riesgos es ambiguo en cuanto a *se van añadiendo detalles conforme se va aprendiendo*, no se describen cuáles

son los detalles, ni qué debe aprenderse. Por otra parte, el análisis del riesgo no va más allá de la referencia al impacto solo como las *partes del proyecto o del sistema se verán afectados*, sin especificar la forma o al menos la profundidad del daño.

1.3.11. GR en modelos de calidad.

1.3.11.1. ISO/IEC 12207

ISO/IEC 12207 es una norma técnica que establece un marco de referencia común para los procesos del ciclo de vida del software con una terminología bien definida. Contiene procesos, actividades y tareas para aplicar durante la adquisición de un sistema que contiene software, un producto software puro o un servicio software y durante el suministro, desarrollo, operación y mantenimiento de productos software. Los procesos que se emplean son: los procesos principales, los procesos de apoyo y los procesos organizativos del ciclo de vida.

Dentro de los procesos organizativos del ciclo de vida se incluye la GR que tiene en este caso el propósito de identificar, analizar, tratar y monitorear los riesgos continuamente (INDECOPI 2006). Para su exitosa implementación se deben realizar las siguientes actividades:

1. Determinar el alcance de la GR a ser ejecutado.
2. Definir e implementar estrategias apropiadas para la GR.
3. Identificar los riesgos en la planificación de proyectos.
4. Analizar los riesgos en términos de probabilidad y consecuencias y determinar la prioridad en el tratamiento de estos riesgos.
5. Definir, aplicar y evaluar las mediciones de riesgos para determinar los daños, el estado del riesgo y el progreso de las actividades de tratamiento.
6. Seguir el tratamiento apropiado para corregir o evitar el impacto del riesgo basados en su prioridad, probabilidad y consecuencia u otros principios de riesgo definido.

1.3.11.2. CMMI

El Modelo Integrado de Capacidad y Madurez. (CMMI) es un modelo de calidad del software que clasifica las empresas en niveles de madurez y capacidad. Los niveles CMMI se muestran en la Figura 6.

Nivel	Características del proceso	Resultados
5 Optimizado	Se institucionaliza la mejora del proceso.	
4 Gestionado Cuantitativamente	El producto y el proceso se controlan cuantitativamente.	
3 Definido	Las prácticas técnicas se integran con las técnicas de gestión y se institucionalizan.	
2 Gestionado	Se institucionalizan las prácticas de gestión del proyecto.	
1 Inicial	El proceso es informal y ad-hoc.	

Figura 6: Niveles de CMMI y sus resultados.

En el nivel 2, en el Área de Proceso de Planificación de Proyectos se plantea que el plan debe incluir la *identificación y análisis de los posibles riesgos que pueda tener el proyecto*; pero la GR, como área de procesos, es contemplada en el nivel 3. Tiene como objetivo *identificar los problemas antes de que ocurran, y así planificar las actividades de administración de riesgos según lo que se necesite a través de los ciclos de vida del proyecto y atenuar impactos adversos en la obtención de los objetivos*.

Para llevar a cabo una exitosa GR, CMMI plantea las siguientes metas específicas y genéricas.

Tareas Genéricas

1. Prepararse para la GR.
2. Identificar y analizar los riesgos.

3. Mitigar riesgos.
4. Análisis y resolución de toma de decisiones.

Tareas Específicas

1. Determinar las fuentes y categorías de los riesgos.
2. Definir los parámetros de los riesgos.
3. Establecer la estrategia de GR.
4. Identificar riesgos.
5. Evaluar, categorizar y priorizar los riesgos.
6. Desarrollar los planes de la mitigación del riesgo.
7. Implementación del plan de GR.

1.4. Valoraciones sobre las perspectivas de la GR.

Dedolph, reflexiona sobre la GR en el ámbito del software y la figura como una *actividad olvidada (DEDOLPH 2003)*, pudiera ser esta una de las más fieles descripciones de la situación actual de la GR. Sin embargo otros autores apuestan por el protagonismo que ya alcanza el tema.

Alberts y Dorofee, plantean la necesidad del uso de mejores técnicas de análisis de requerimientos basados en la complejidad que adquieren hoy los ambientes operacionales y enumeran nuevas fuentes de riesgos que emanan hoy de esta complejidad como por ejemplo: los riesgos heredados, nuevos recursos de riesgos, riesgos por efectos combinatorios y riesgos por consecuencias en cascada (ALBERTS 2006).

En el Reporte Anual del Software Engineering Institute del pasado año (SEI 2000), se referencia investigaciones desarrolladas por este centro hasta la culminación de su año fiscal en septiembre de 2006. Entre ellas pueden citarse los estudios en taxonomía de riesgos, una serie de indicadores de riesgos para diagnóstico así como un caso de estudio. Además se desarrollaron estrategias de reducción de riesgos para la adquisición de software.

La Escuela de Negocios de la Universidad de Québec en Montreal, publica nuevamente una encuesta (UQAM 2007) que forma parte de la segunda fase de una investigación conjunta realizada con el PMI Research Department.

Cada encuestado recibe un resumen de la edición anterior (BESNER and HOBBS 2004) y un resumen de los resultados arrojados hasta el momento en la presente edición. El objetivo del cuestionario en el estudio del uso e importancia en la gestión de proyectos, de 70 herramientas y técnicas específicas (no se enfocan procesos generales y se ofrece una definición). Para cada herramienta o técnica, se plantearon las siguientes preguntas:

1. Nivel de uso.
2. Soporte de la organización.
3. Contribución potencial ante un uso mayor o mejor (de la herramienta o técnica) en los resultados de los proyectos.

Si se analizan los datos que Agueda (AGUEDA 2006) expone sobre la presente edición de la encuesta (julio 2006), puede notarse que las técnicas y herramientas relacionadas con la palabra "riesgos" no aparecen entre las 10 más utilizadas actualmente. Sin embargo, como muestra la Tabla 4, 3 de las 4 técnicas incluidas en la lista, están entre las 10 con un potencial mayor de contribución.

Técnica o herramienta	Contribución Potencial	Nivel de Uso
Documentos de GR	4	34
Ranking de Riesgos	6	29
Base de Datos de Riesgos	7	59
Representación gráfica de la información de los Riesgos	39	22

Tabla 5. Lugar ocupado en la lista de las 70 técnicas y herramientas.

Se coincide con los criterios de este autor, sin embargo, cuando se refiere a las técnicas o herramientas que contienen el término, deja fuera el Plan de Contingencias, que está estrechamente relacionado con la GR y la Asignación

de responsables de Riesgos¹. Otros datos que muestran la importancia que debe tomar este campo en un futuro no muy lejano, se muestran en el Anexo 8.

Conclusiones

Los interesados en la gestión de proyectos de software -y nótese que no se hace referencia solo a los ingenieros o a los certificados como "Project Managers" o entendidos en estos temas- reconocen la importancia de cualquier marco para el tratamiento de los riesgos, investigan sobre sus fuentes e impactos, cada vez mayores en ambos casos y avizoran su aporte vital a la mejora de los proyectos si estos marcos se usan con mayor frecuencia, organización y profundidad... entonces, es necesario, que tanto a nivel mundial, como nacional y muy inexcusablemente, en los proyectos de la Universidad de las Ciencias Informáticas, se trabaje sobre la base de:

1. Cambiar y ampliar la óptica con que se ven los perfiles del Riesgo, no puede continuar siendo sujeto omitido en nuestra Gestión de Proyectos
2. Educar a los equipos de desarrollo de software a comenzar la Gestión del Proyecto con la Gestión de sus Riesgos.
3. El esfuerzo y el tiempo que empleen los equipos de desarrollo de software, en comprender la GR y aplicarla a su trabajo concienzudamente, devendrá en la calidad de sus procesos, la calidad de sus productos y en la satisfacción de sus clientes.
4. Y por último, un objetivo difícil pero necesario y alcanzable, ir desde la Gestión de los Riesgos del Proyecto hasta la Gestión del Proyecto por sus Riesgos.

¹ En el original *Assignment of risk ownership* que según la definición especificada para el estudio, es "La situación cuando a un miembro del personal del proyecto se le da la responsabilidad fundamental de algunos riesgos del proyecto."

Capítulo II. Principios y métodos para la obtención del Modelo de GR en PDSW.

Introducción

En este capítulo se plantea el estudio de la GR a nivel nacional y en la UCI para un mejor dominio de la situación problemática. Del análisis los marcos para la GR analizados en el Capítulo I en correspondencia con las peculiaridades de los procesos productivos en la institución, emanan aspectos fundamentales a tener en cuenta para la concepción del modelo de GR, pues no puede adoptarse un marco muy novedoso o complejo pero descontextualizado. Además se explican los métodos científicos utilizados para el desarrollo de la investigación así como elementos de la teoría de muestreo aplicados.

Desarrollo

2.1. Estudios preliminares acerca de la situación problemática.

2.1.1. GR en Cuba.

Para realizar un estudio sobre la GR en proyectos de desarrollo de software en Cuba, debe verse primero el tema a niveles organizacionales.

El tratamiento de los riesgos se manifiesta en los Planes de Seguridad y los Planes de Contingencia de manera general, siendo débil la GR como elemento de la propia Gestión del Proyecto y como una actividad más en el desarrollo de software. Estos planes son vitales, pero frecuentemente solo tienen en cuenta los riesgos de tipo tecnológico.

Por otra parte, puede citarse el estudio de la Ing. Leidy Fernández y la Dra. Lourdes García (de Empresa de Telecomunicaciones de Cuba SA y la Universidad Central de las Villas respectivamente) quienes en el artículo *Gestión del riesgo en la fase de ingeniería de requisitos de un proyecto software* (FERNÁNDEZ and GARCÍA 2007) proponen la GR como una actividad conformada por los siguientes pasos:

Paso 1: Identificación de riesgos.

Paso 2: Evaluación de los riesgos.

Paso 3: Planificación de riesgos.

Paso 4: Supervisión de los riesgos.

Las autoras concluyen que el tratamiento proactivo de los riesgos asociados a los requisitos del software permite al gestor del proyecto adoptar, desarrollar e implementar adecuadamente las actividades de gestión de estos, en función de obtener productos de calidad que satisfagan las necesidades del cliente, manteniendo el equilibrio de plazo y costo del proyecto en virtud de lograr un mejor desempeño del proceso de Ingeniería de Requisitos en la pequeña y mediana empresa de software. El manejo de los riesgos asociados a los requisitos, organizados y gestionados a través de las diferentes taxonomías propuestas en este trabajo, puede constituirse en una útil herramienta para los gestores y equipos de desarrollo.

2.1.2. GR en la UCI.**2.1.2.1. La Universidad de las Ciencias Informáticas.**

La estrategia cubana de informatización está contenida en el Programa Rector de la Informatización de la Sociedad en Cuba, en el que se contemplan en el 2006 siete áreas de acción (MINREX 2005) que se ilustran en el Anexo 9:

1. Infraestructura, Tecnologías y Herramientas.
2. Formación Digital.
3. Fomento de la Industria Nacional de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
4. Investigación, Desarrollo y Asimilación de Tecnologías.
5. Utilización de las TIC en la Dirección.
6. Sistemas y Servicios Integrales para los ciudadanos.
7. Utilización de las TIC en el Gobierno, la Administración y la economía.

En aras de **fomentar la Industria Nacional de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones**, la promoción de la Industria Cubana del Software (ICSW) en el ámbito internacional ha tenido como línea estratégica aprovechar la enorme credibilidad que tiene Cuba en sectores tales como la salud, la educación y el deporte. Continuar la producción sostenida de software de alta calidad en prestaciones, imagen y soporte, para satisfacer las

necesidades nacionales en estos sectores, tiene ya una positiva repercusión en el incremento de la exportación (MINREX 2005).

La ICSW está llamada a convertirse en una significativa fuente de ingresos nacional, como resultado del correcto aprovechamiento de las ventajas del considerable capital humano disponible. La UCI y el sistema de empresas cubanas vinculadas a este trabajo juegan un papel importante en el desarrollo de la tanto de la ICSW como en la materialización de los proyectos asociados al programa cubano de informatización.

La tarea de transformar la informática en un campo boyante internacionalmente y en una de las ramas más productivas para el país, requiere, inevitablemente lograr el respaldo de un sólido sistema de educación superior donde es trascendental el lugar que ocupa la UCI. Sobre el objetivo de este centro Fidel Castro Díaz-Balart planteó:

El propósito fundamental es lograr un centro de excelencia para la formación masiva de profesionales de nivel superior. Ello debe alcanzarse con la ejecución de ambiciosos programas curriculares y de producción y con la aplicación de las más modernas tecnologías en la docencia.(CASTRO DÍAZ-BALART 2004)

La búsqueda de soluciones ha conllevado a la vinculación Universidad-Industria no solo en el sistema educacional cubano sino de todo el mundo; es esta una alianza estratégica de intercambio donde la primera obtiene la facilidad de aplicar sus investigaciones, de vincular sus estudiantes y profesores al mundo empresarial y de funcionar como una entidad empresarial; la segunda recibe el conocimiento y la innovación constante que generan las universidades. De esta forma, la UCI, constituye un nuevo modelo de formación–producción–investigación.

Las facultades se vinculan a proyectos productivos y se especializan en segundos perfiles asociados a líneas de producción tales como: Bioinformática, Informática Educativa y Multimedia, Realidad Virtual, Inteligencia Organizacional, Seguridad Informática, Administración de Redes y otras. El principio del proceso docente educativo: es la Formación desde la Producción. Planes de estudio diseñados de manera flexible y con posibilidades de cambio.

Se pretende que la UCI se convierta en la vanguardia del desarrollo de software en Cuba y de lleve la informatización a todos los sectores de la sociedad.

2.1.2.2. Proceso de Desarrollo de Software en la UCI

Aunque no hay un modelo único de producción en la UCI, para todos los proyectos se siguen metodologías de desarrollo de software al menos para definir el proceso y los roles, en la mayoría de los casos es el RUP y en algunos Programación Extrema (XP).

Trujillo considera que se puede trabajar mucho más en la planificación y en la definición de los procesos pues aunque dos proyectos que trabajan en una misma línea de producción usen la misma metodología para guiar el proceso lo aplican de manera totalmente diferente. Uno de los mayores problemas está en que los procesos no se documentan, aunque se ha avanzado muchísimo al respecto, en la eficacia de estos documentos y en la entrega de los mismos a los asesores de calidad para la liberación del producto. Otro elemento que se debe fortalecer es la gestión de la calidad, tiempo, costo y recursos y el uso de estándares así como la reutilización de código.

En investigaciones realizadas se encuestaron líderes de proyecto, planificadores y desarrolladores, de todas las líneas de producción y facultades de la universidad. Los resultados reflejan que hay definición de roles y flujos de procesos en la mayoría de los proyectos. Sin embargo, más de la mitad de los proyectos no tiene planificador, y solo el 55% utiliza herramientas para llevar a cabo su labor.

La aplicación de Personal Software Process (PSP) y Team Software Process (TSP) es mínima y se considera que no hay una buena planificación a nivel de persona y a nivel de equipo, lo que repercute negativamente en la eficiente planificación del proyecto.

Otro elemento que golpea los proyectos en la UCI es la comunicación con el cliente, no se ha convertido en una práctica la firma de la aceptación de los entregables, por solo citar un ejemplo. En resumen, *se ha identificado que existen muchos proyectos en los que el desarrollo de software tiene un alto porcentaje de artesanía y trabajo a la medida, deficiencias en la definición de*

los flujos de procesos, roles y responsabilidades, los cuales no siempre responden a sus necesidades y a la metodología utilizada, afectándose la eficiencia, la calidad, y el tiempo de desarrollo de un producto. Esto empeorará con el aumento de la fuerza de trabajo y de la demanda del cliente, ocasionando que el desarrollador se sienta desorientado y no sepa qué hacer en cada momento, ni a quién dirigirse. La planificación del trabajo tanto personal como a nivel de equipo no es la mejor, en la mayoría de los casos no se siguen estándares establecidos en la Ingeniería de Software, afectándose la efectividad del equipo de desarrollo (TRUJILLO 2007).

2.1.2.3. ¿Se gestionan los riesgos en la UCI?

En las entrevistas realizadas para la investigación a los involucrados con el tema (gestores, ingenieros de software, clientes, estudiantes, profesores), se reconoce la carencia de conocimientos sobre los marcos para la Gestión de Riesgos y por tanto de su aplicación. De cierta forma, el personal vinculado a los proyectos, conocen los riesgos que podrían afectar su trabajo, pero ni siquiera son correctamente planteados pues se referencia la incertidumbre (aunque no como una probabilidad) mas no la pérdida o el impacto que puedan ocasionar; no son registrados y mucho menos se procede a su análisis o gestión. Puede considerarse que de manera poco consciente se identifican los riesgos para proyectos específicos apoyándose en la muy conocida técnica del análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades).

Los planes de estudio de la UCI y sus proyectos productivos necesitan la incorporación y asimilación de un modelo de Gestión de Riesgos que permita a sus estudiantes y futuros egresados aplicar las técnicas formales para identificar, estudiar y eliminar las fuentes de riesgo antes de que empiecen a amenazar el cumplimiento de los objetivos de los proyecto software.

No se trata, de maximizar o de enriquecer la GR dentro de un proyecto, sino, de ante todo, combatir aquellos desarrolladores, que tristemente son la mayoría, que prescinden de 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, de 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 sus software.

El segundo paso, será más sencillo, cuando se haya disciplinado el primer grupo, es imposible instruir a los desarrolladores de software, si ellos pertenecen a este gran grupo de ingenieros y gestores de software (incluye tradicionales, convencionales) que omiten el tratamiento de riesgos, sólo necesitan comprender que estos riesgos determinan en gran medida el desarrollo óptimo de un software, siendo su análisis y gestión un apéndice imprescindible a cumplimentar; que se considera como productos especialmente delicados los destinados a la educación; tomando en cuenta la pobre existencia y aplicación de Modelos o técnicas de GR a productos de esta índole, y lo poco en cuenta que se toma a la hora de desarrollar un software.

En las entrevistas previas con los involucrados con el tema (gestores, ingenieros de software, clientes, estudiantes, profesores), se reconoce la carencia de conocimientos sobre los marcos para la GR y por tanto de su aplicación, sin embargo, ante la interrogante general sobre los riesgos que afectan los proyectos productivos en la UCI, se plantean mayoritariamente los siguientes:

- Grado de seguridad bajo en la estimación del tamaño del producto.
- El cliente no tiene una idea formal de lo que desea.
- El cliente no acepta gastar su tiempo en reuniones formales de requisitos para identificar el ámbito del proyecto.
- El cliente tiene limitaciones para participar en las revisiones.
- El cliente no entiende el proceso del software.
- No se ha desarrollado al menos una descripción escrita del proceso del software a emplear en el proyecto.
- Desconocimiento por parte de los miembros del proyecto, del PDSW.
- Insuficiente preparación de los jefes de proyecto y personal técnico.

- Las revisiones técnicas formales de las especificaciones de requisitos, diseño y código, no son realizadas sistemáticamente.
- No se llevan a cabo regularmente revisiones técnicas de los procedimientos de prueba y de los casos de prueba.
- Los resultados de las revisiones técnicas, incluyendo los errores encontrados y recursos empleados, no son documentados correctamente.
- Los mecanismos para asegurarse de que el trabajo realizado en un proyecto se ajusta a los estándares de ingeniería del software no son dominados por los analistas de los proyectos.

Estos pueden señalarse entre otros riesgos relacionados con aspectos tecnológicos, del entorno de desarrollo y la preparación y disponibilidad del personal idóneo para el trabajo en el proyecto. Un análisis detallado de los resultados de estas entrevistas puede consultarse en el Capítulo III.

A pesar de estas generalidades, debe reconocerse que la asignación de temas para los trabajos de diploma ha constituido un factor impulsor de los estudios y aplicación de la GR. Hasta el momento se han desarrollado satisfactoriamente las siguientes investigaciones:

1. Desarrollo y perfeccionamiento de herramientas para la gestión de riesgos en proyectos de producción de software, Facultad 3.
2. Análisis y gestión de riesgos para el desarrollo de las aplicaciones del proyecto APS, Facultad 7.
3. Análisis de riesgos en la planificación de proyectos informáticos aplicados a la salud en Cuba, Facultad 7.
4. Una guía para el tratamiento de riesgos para el software educativo en la UCI, Facultad 9.
5. Gestión de Riesgos en el Proyecto de Informatización del Conocimiento Geológico en Cuba, Facultad 9.

Sin embargo, ninguno de estos temas abarca la adopción de un marco de GR en el plano del desarrollo de software UCI, que merece atención y aplicación urgente y general.

2.2. Análisis de los enfoques de GR estudiados en correspondencia con las necesidades y acciones en la UCI.

Después de razonar sobre la situación problemática presentada, el problema y teniendo en cuenta el estudio de los marcos existentes para la GR, se identifican algunos elementos importantes a tener en cuenta en la concepción del modelo:

¿Por qué el modelo no puede seguir solamente las tendencias de la G1? Los modelos adscritos a esta generación, se limitan solo a la identificación de los riesgos y la toma de medidas para enfrentar o mitigar el riesgo de forma general. El desarrollo de software en la UCI, precisa mucho más, no basta con identificar los eventos que pueden afectar los procesos y productos y comportarse de manera reactiva.

¿Por qué simplemente no adoptar un modelo de la G3? Los modelos adscritos a esta generación, revolucionariamente proponen gestionar el proyecto por sus riesgos, sin embargo podría ser este un paso muy novedoso pero peligroso para la UCI cuando la gestión de sus proyectos de desarrollo de software es aun inmadura y el trabajo en equipo no es sólido.

Se concluye por tanto, que esta primera incursión formal en las prácticas de GR, debe comenzarse utilizando procedimientos de la G2, haciendo énfasis en la necesidad del carácter proactivo de cualquier modelo que se adopte. Esto no implica que se puedan incorporar las mejores experiencias y enseñanzas de otros marcos de GR.

Entre los modelos de la G2, las propuestas del SEI y del PMI, sobresalen por su reconocimiento, integralidad, actualidad y aplicación internacional: ¿Por qué no seguir estrictamente uno de estos modelos? Como se explica en el Capítulo I, el modelo del SEI presenta una completa pero compleja estructura para ser íntegramente implementado en la UCI. La metodología del PMI no fue concebida sobre la base de proyectos de software, sin embargo propone una

estructura bien definida para la GR con datos de entrada, herramientas y técnicas y datos de salida bien definidos para sus procesos, aunque no trabaja como el SEI, las actividades de comunicación que tan necesarias son a la UCI por el carácter docente de la producción. El PMI trabaja además de manera profunda la etapa de la planificación de la GR como parte de la planificación del proyecto. Es esta una fase que se suele violentar en nuestros proyectos, por lo que adoptándola como proceso inicial en la GR, se apoya y refuerza la Planificación de los Proyectos.

¿Por qué no adoptar simplemente las acciones propuestas por RUP? Como se describe en el Capítulo I, RUP no propone las actividades de GR formalmente en los flujos de trabajo y estas no completan todo un proceso sino que se centran más en la identificación, aunque debe destacarse la idea de convertir los riesgos críticos en casos de uso. Además, la adopción de los modelos de GR no entra en contradicción con la manera propuesta por RUP para llevar el proceso de desarrollo. He aquí otro elemento importante para la concepción del modelo: dado su carácter iniciador en el tema, y la falta de experiencia y generalización en las políticas de Gestión de Proyectos seguidas por la UCI, el modelo GR no debe entorpecer el proceso de desarrollo de software, no debe ser impuesto y debe jugar un papel facilitador y de apoyo a la propia Gestión del Proyecto, proporcionando vías para mejores estimaciones de tiempo y costo y con el propósito fundamental del cumplimiento de los objetivos.

Por otra parte, la GR, como área de procesos, no es contemplada en CMMI hasta el Nivel 3, la UCI necesita mucho esfuerzo aún para certificar tal nivel. Sin embargo, por la importancia que tienen los riesgos para el éxito de los proyectos, no cabe esperar más para que estos sean manejados. Este paso prepararía a la institución para alcanzar más rápido este nivel.

2.3. Métodos Científicos de Investigación.

El método científico de investigación es la forma de abordar la realidad, de estudiar la naturaleza, la sociedad y el pensamiento, con el propósito de descubrir su esencia y sus relaciones (ROLANDO ALFREDO HERNÁNDEZ LEÓN 2002).

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron métodos teóricos y empíricos:

Los primeros permitieron estudiar características de la GR que no son observables directamente y facilitaron la construcción del modelo propuesto e hipótesis de investigación; permitieron además el conocimiento sobre el estado del arte de la GR, su evolución desde el surgimiento de los primeros enfoques hasta la fecha, su relación con otros fenómenos y áreas de la Gestión de Proyectos, así como su aislamiento como objeto de estudio.

Método Histórico-Lógico: El método histórico permitió estudiar la trayectoria real de la GR y acontecimientos fundamentales en el decursar de su historia. El método lógico permitió investigar las leyes generales tema y las peculiaridades de los marcos estudiados. La utilización de este método posibilitó que el estudio no se limitara a una simple descripción de los hechos sino que facilitó el descubrimiento de la lógica objetiva del desarrollo histórico de la GR.

Método Analítico-Sintético: Mientras que el análisis permitió el estudio de cada uno de los factores que influyen en la realización de la GR en su relativa independencia uno de otro, la síntesis permitió descubrir las relaciones existentes entre un factor y otro, así como la interacción dialéctica que se establece entre ellos y el condicionamiento mutuo que ejercen sobre la GR.

Método Hipotético-Deductivo: A partir de la hipótesis y siguiendo reglas lógicas de deducción se logró arribar a nuevos conocimientos y predicciones, posteriormente son sometidas a verificaciones empíricas. Además, se dedujeron y explicaron leyes e hipótesis de menor nivel de generalidad y abstracción, a partir de propuestas de mayor nivel de generalidad, abstracción y lógica: de GR en proyectos de desarrollo de software a GR en proyectos de desarrollo de software en la UCI.

Método Modelación: Se utilizó para la obtención de la propuesta: un modelo de tipo teórico para la GR.

Los segundos permitieron describir y explicar las características fenomenológicas de la GR a través de observaciones y del uso de técnicas

opináticas. Los métodos particulares dentro de los empíricos se aplicaron con el objetivo de recolectar los datos necesarios para identificar la problemática y distinguir las causas de estas, así como determinar la magnitud de su influencia.

Observación: Debido a que es un procedimiento fácil de llevar a cabo y que permite percibir directamente, los hechos de la realidad objetiva sobre las acciones que se realizan de forma informal o formal en la UCI para la GR. Se considera que la observación fue bien planeada y conducida de manera hábil y sistemática para garantizar la validez y confiabilidad del método. Según el papel desempeñado por la investigadora se realizó observación participante; según los medios utilizados se realizaron observaciones tanto estructuradas como no estructuradas; según el lugar donde se realizaron, las observaciones fueron reales y oportunas. El método fue utilizado en distintos momentos de la investigación: para la caracterización de la situación problemática, el planteamiento del problema y la hipótesis.

Entrevista: Se realizaron conversaciones planificadas para obtener conocimientos cualitativos sobre los problemas que afectan la producción en la UCI y la utilización de las prácticas de GR. Para la realización de las entrevistas se tuvo clara la hipótesis de investigación y las relaciones que se quieren demostrar entre las variables, para poder elaborar el cuestionario y seleccionar el método estadístico más apropiado para procesar los datos obtenidos y lograr los objetivos propuestos.

Encuesta: Las encuestas contaron con una estructura lógica formada por un cuestionario rígido a ser respondido por el encuestado. Se estableció un orden correcto de las preguntas y se utilizaron preguntas cerradas, semicerradas, directas, indirectas, de contenido, de filtro y de control, para conocer los criterios sobre la forma en que se organiza y se lleva a cabo la producción de software en la UCI, así como la importancia, utilización y conocimiento de la GR.

2.3.1. Entrevistas y Encuestas: Diseño y teoría de muestreo.

Es necesario señalar que para obtener el tamaño de la muestra no se refieren aquí cálculos estadísticos de relación con la población estudiada. La utilización del método científico Observación, permitió obtener una vista externa del fenómeno estudiado donde se pudo apreciar como factor determinante, la homogeneidad de la población estudiada con relación al dominio y utilización de las prácticas de la GR, lo que permitió la investigación con base a la selección de muestras muy pequeñas con respecto al tamaño significativo de la población.

2.3.1.1. Entrevistas

Se realizó con el objetivo de identificar el grado de conocimiento de los involucrados acerca de la GR, su utilización a nivel nacional y en la UCI, y su aplicación en los proyectos de desarrollo de software, así como para distinguir aspectos a incluir en el modelo para facilitar su aplicación y efectividad.

La población a estudiar fue el personal involucrado en los proyectos de desarrollo de software en Cuba y como unidad de estudio el individuo que integra este grupo.

Se consideró una muestra de 37 individuos seleccionados utilizando el muestreo intencional, técnica no probabilística que permite elegir explícitamente los elementos que son representativos o con posibilidades de brindar mayor información. En este caso la muestra se seleccionó teniendo en cuenta:

1. Experiencia en la Gestión de Proyectos.
2. Experiencia en empresas o entidades dedicadas a servicios y desarrollo de software.

La composición de la muestra para la realización de la entrevista se corresponde con la Figura 6 y como apoyo, en el Anexo 10 puede consultarse la estructura cuantitativa correspondiente.

Entrevistados

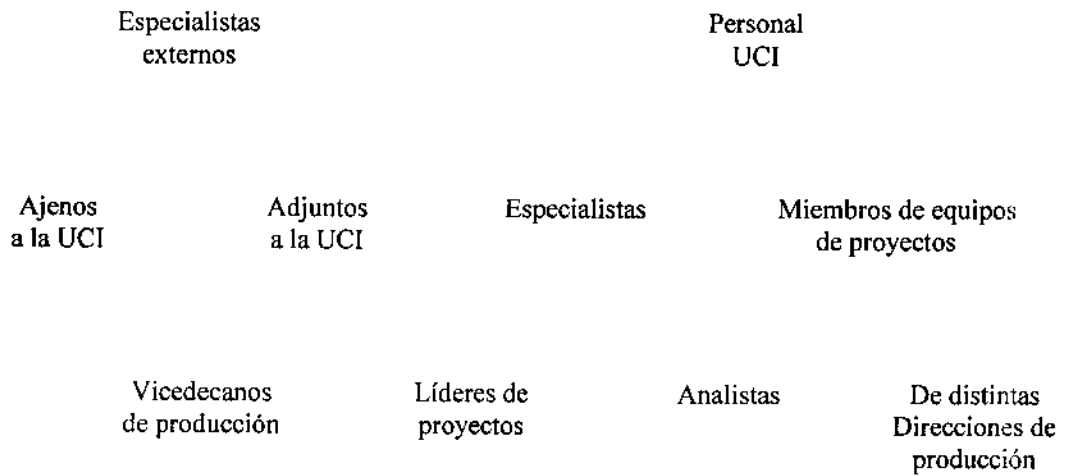


Figura 7. Composición de la muestra para la entrevista.

Los especialistas externos fueron seleccionados de entidades como ETECSA, DESOFT, ESI, SIFER e instituciones de educación superior como el ISPJAE, UNICA, UCLV y la Universidad de Camagüey.

En el Anexo 11 puede consultarse el diseño de la entrevista.

2.3.1.2. Encuestas

Se realizaron dos encuestas. De forma general, la composición de las muestras para la realización de las encuestas se corresponde con la Figura 7, aunque para cada caso se detallarán los valores cuantitativos según corresponda.

Encuestados

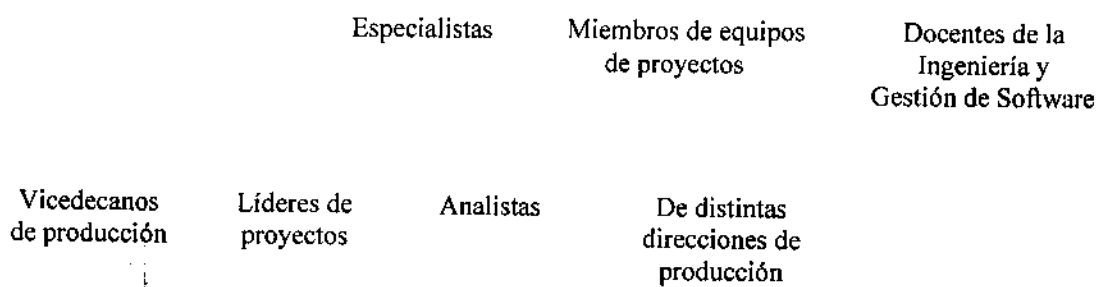


Figura 8. Composición de la muestra para las encuestas.

2.3.1.2.1. Encuesta acerca del dominio sobre las prácticas de Gestión de Riesgos y su importancia y uso en la UCI.

La encuesta diseñada con el objetivo de distinguir peculiaridades en la organización del PDSW en la UCI, el uso adecuado de metodologías al respecto y el empleo de acciones relacionadas con el tratamiento de los riesgos.

La población a estudiar estuvo conformada por el personal relacionado con los proyectos de desarrollo de software de la UCI y como unidad de estudio el individuo que integra este grupo.

Se considera una muestra de 70 personas, seleccionadas utilizando el muestreo intencional, técnica no probabilística que permite elegir explícitamente los elementos que son representativos o con posibilidades de brindar mayor información. En este caso la muestra se seleccionó teniendo en cuenta:

1. Experiencia en la Gestión de Proyectos Informáticos.
2. Experiencia en empresas o entidades dedicadas a servicios y desarrollo de software.
3. Vinculación a la producción en la UCI.
4. Conocimientos de la Ingeniería y Gestión de Software.

En el Anexo 12a, se grafica la constitución cuantitativa de la muestra según los estratos encuestados.

Con el análisis de las respuestas a este cuestionario, se pretende identificar el empleo de acciones relacionadas con el tratamiento de los riesgos en el PDSW.

En la encuesta se evaluaron los indicadores de la variable relacionada con las acciones de GR en la UCI, los mismos se detallan en la Tabla 6:

Indicador	Subindicador
Organización del Proceso de Desarrollo de Software.	Utilización de modelo preestablecido.
	Conocimientos sobre el modelo o metodología utilizada.
	Inclusión de acciones de riesgos en el modelo utilizado
Aplicación de acciones de GR	Conocimiento de conceptos asociados.
	Solidez de respuestas ante cambios previstos.
	Solidez de respuestas ante cambios imprevistos.

Tabla 6. Indicadores y subindicadores valorados en la encuesta.

En el Anexo 13 se puede ver el diseño de la encuesta aplicada.

2.3.1.2.2. Encuesta acerca de la utilización de las actividades de Gestión de Riesgos en RUP.

Esta encuesta fue realizada con el objetivo de identificar las potencialidades e insuficiencias en la utilización del Proceso Unificado de Desarrollo (RUP) como metodología mayormente utilizada para el desarrollo de software, así como la aplicación de las actividades que propone para la GR.

La población a estudiar estuvo conformada por el personal relacionado con los proyectos de desarrollo de software de la UCI y como unidad de estudio el individuo que integra este grupo.

Se consideró una muestra de 56 individuos, seleccionados utilizando el muestreo intencional, técnica no probabilística que permite elegir explícitamente los elementos que son representativos o con posibilidades de brindar mayor información. En este caso la muestra se seleccionó teniendo en cuenta:

1. Experiencia en la Gestión de Proyectos.
2. Experiencia en empresas o entidades dedicadas a servicios y

construcción de software.

3. Experiencia en la docencia en Ingeniería y Gestión de Software.

En el Anexo 12b se grafica la constitución cuantitativa de la muestra según los estratos encuestados.

En la encuesta se evaluaron los indicadores de la variable relacionada con las acciones de GR en la UCI, los mismos se detallan en la Tabla 7:

Indicador	Subindicador
Aplicación de acciones de GR en RUP	Utilización
	Conocimiento de la metodología
	Adaptabilidad al entorno UCI
	Inclusión de acciones de riesgos
	Aplicación de las actividades propuestas para tratamiento de los riesgos

Tabla 7. Indicadores y subindicadores valorados en la encuesta.

En el Anexo 14 puede consultarse el diseño de la encuesta aplicada.

2.3.2. Método para la evaluación del modelo propuesto.

La realización de pronósticos se apoya en dos tipos generales de métodos: los de base objetiva y los de base subjetiva. Los métodos objetivos utilizan técnicas matemáticas bien fundamentadas, para procesar la información disponible; pero estas técnicas resultan impotentes para captar la evolución futura de situaciones con alto grado de incertidumbre como la que se investiga. De aquí que se hace necesario la utilización de métodos que estén estructurados a partir de la aceptación de la intuición como una comprensión sinóptica de la realidad social, y basados en la experiencia y conocimiento de personas considerados expertos en la materia a tratar. Estos métodos denominados subjetivos son conocidos como métodos de consulta o evaluación de expertos (LISSABET 1998).

Se entiende por **experto**, según R. Durand (DURAND 1971): *tanto al individuo*

*en sí como a un grupo de personas u organizaciones capaces de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema en cuestión y hacer recomendaciones respecto a sus momentos fundamentales con un máximo de competencia. El lema de la evaluación de expertos, según V. Zatsiorski (ZATSIORSKI 1989) es: *Dos cabezas piensan más que una.**

El método de evaluación de expertos se emplea para comprobar la calidad y efectividad de los resultados de las investigaciones, tanto en su concepción teórica como de su aplicación en la práctica social, es decir, el impacto que se espera obtener con la aplicación de los resultados teóricos de la investigación en la práctica, cuando resulta imposible o muy difícil realizar las mediciones por métodos más precisos

Etapas del método de evaluación de expertos

Entre las etapas principales de realización de la evaluación de una investigación a través del método de evaluación de expertos se encuentran las siguientes (LISSABET 1998; RAMÍREZ and TOLEDO 2005):

Elaboración del objetivo

Se debe formular en función de valorar el Modelo Teórico y su correspondiente concreción en el modelo propuesto, tanto en la calidad de la concepción teórica y metodológica de su elaboración como la efectividad que se obtendrá con su aplicación en la práctica.

Selección de los expertos

Puede realizarse según los siguientes criterios:

- Competencia.
- Creatividad.
- Disposición a participar en la encuesta.
- Conformidad.
- Capacidad de análisis.
- Espíritu colectivista y autocrítico.
- Efectividad de su actividad profesional.

Seleccionar una cantidad pequeña de expertos exagera el papel de cada uno

de ellos, y cuando la cantidad seleccionada es muy grande, resulta un tanto difícil lograr una opinión concordante. A continuación se refieren dos formas de encontrar el número deseado:

- Gráfico de Dalkay, citado por V. Zatsiorski (ZATSIORSKI 1989) y que puede ser consultado en el Anexo 15.
- Asumiendo una ley de probabilidad binomial mediante la expresión:

$$m = \frac{p * (1 - p) * k}{i^2}$$

Donde:

m: Número de expertos.

i: Nivel de precisión deseado.

p: Proporción estimada de errores de los expertos.

k: Constante asociada al nivel de confianza elegido.

Elaboración y entrega de cuestionarios.

Para la elaboración del cuestionario o guía debe tenerse en cuenta los principios generales de la teoría de la comunicación y, además, crear mecanismos que reduzcan los sesgos en las respuestas. Se debe facilitar que el experto valore alternativas a sus respuestas y solicitar que exponga sus argumentos sobre la concepción teórica y sobre los resultados que se obtendrán en la práctica social con la aplicación de los resultados de la investigación.

Procesamiento de la información.

Incluye no sólo el tratamiento matemático y estadístico de la misma, sino también aspectos de elaboración especial. El análisis matemático y estadístico de la información comprende el tratamiento diferenciado, según sean las respuestas correspondientes a las preguntas de la guía, en dependencia del objetivo que se persiga en la investigación y en consecuencia, del enfoque que se le de a las preguntas, y por tanto, a las respuestas que se obtengan.

Se establece un conjunto de preindicadores que dan paso a la elaboración de los criterios de evaluación. Los evaluadores reciben la ponencia y dos modelos:

uno para que valore el peso relativo de cada criterio y otro para realizar una evaluación cuantitativa de cada criterio con una escala de 1-5; la apreciación cualitativa con una clasificación final del proyecto en excelente, bueno, aceptable, cuestionable y malo; y las sugerencias en términos de adiciones, mejoras o supresiones a la propuesta. Para registrar la evaluación de los expertos, se sugiere el empleo de una tabla de doble entrada, como se muestra en el Anexo 16.

Para cada criterio se determina la media aritmética de los expertos que evalúan el criterio j :

$$\bar{C}_j = \frac{\sum_{i=1}^m C_{ij}}{mj}$$

El grado de concordancia de todos los expertos para todas las preguntas se calcula utilizando el Coeficiente de Concordancia de Kendall, por lo que se hace necesario asignar un rango a cada evaluación dada por el experto i a los j criterios.

La suma de rangos que se obtiene a partir de los valores ya definidos se expresa como:

$$S_j = \sum_{i=1}^m R_{ij}$$

Esta expresión refleja la suma de rangos correspondientes a la evaluación realizada por los expertos a la pregunta j , donde R_{ij} es el rango asociado a la evaluación del experto i a la pregunta j .

El valor medio de las sumas de los rangos se define por:

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

La suma de los cuadros de las desviaciones de los rangos se calcula con:

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

Con todos estos valores es posible entonces calcular el Coeficiente de Concordancia de Kendall (W) a través de la expresión:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}$$

Este coeficiente expresa el grado de asociación entre K variables semejantes, tal medida puede ser particularmente útil en estudio de confiabilidad entre expertos o pruebas (test). El valor $W=0$ significa ausencia de concordancia en la evaluación emitida por los expertos. El valor $W=1$ significa unidad de concordancia en la evaluación emitida por los expertos.

Las pruebas o técnicas estadísticas que se emplean para determinar si existe significación estadística, en los resultados de la evaluación de los expertos, para el coeficiente de concordancia W calculado, son:

a) Para muestras pequeñas:

Si $n=7$ ó $n<7$, los valores críticos de S asociados con la significación de W para los niveles de significación 0,05 y 0,01 aparecen en el Anexo 17.

b) Para muestras grandes:

Si $n>7$, la expresión dada en la fórmula $\chi^2_{real} = m(n-1)W$, está aproximadamente distribuida como Chi Cuadrada con $df=n-1$. La probabilidad asociada con un valor tan grande de χ^2 se determina utilizando la tabla que aparece en el Anexo 18. Este valor es el llamado χ^2_{tabla} .

Para que exista consistencia en el trabajo de los expertos debe cumplirse que $\chi^2_{real} > \chi^2_{tabla}$

Si existe consistencia, el peso de cada criterio se calcula promediando lo que cada uno de ellos le asigna a cada criterio entre 100, si no, debe repetirse la evaluación (LEÓN 2005).

Conociendo el peso de cada criterio y la calificación dada por los evaluadores en una escala de 1 a 5 se puede construir la tabla de calificación de cada criterio con el formato presentado en el Anexo 19, y se determina el índice de aceptación IA del proyecto.

$$IA = P \times C / 5$$

Donde:

P: Peso de los criterios.

C: Criterio promedio concedido por los expertos.

Si:

$IA > 0,7$ Probabilidad alta de éxito.

$0,7 > IA > 0,5$ Probabilidad media de éxito.

$0,5 > IA > 0,3$ Probabilidad baja de éxito.

$0,3 > IA$ Fracaso seguro.

Conclusiones.

A través del análisis de los marcos para la GR en correspondencia con las peculiaridades de los procesos productivos en la institución, se identificaron pautas a tener en cuenta para el modelo, entre ellas: seguir pautas de la G2, con las tendencias oportunas y factibles de la G3, haciendo énfasis en los procesos de planificación y comunicación además de los tradicionales en la GR. Los métodos científicos de la investigación posibilitan la contrastación de la hipótesis y la obtención del conocimiento científico, es por ello que son descritos en el capítulo. La importancia que reviste la evaluación del modelo hizo que también tuviera un lugar privilegiado en este capítulo la descripción de las fases para la aplicación del método de expertos.

Capítulo III. Modelo de GR en PDSW. Análisis de los resultados de los métodos empleados en su concepción y evaluación.

Introducción

En este capítulo primeramente se exponen los resultados de las entrevistas y encuestas aplicadas que son, en definitiva, un elemento determinante para la propuesta. Se describe el modelo en cuestión, su estructura, procesos, participantes y se propone una guía para su desarrollo. Por último, y no menos importante se exponen los resultados de la evaluación del modelo realizada por los expertos seleccionados.

Desarrollo

3.1. Análisis de los resultados de las Entrevistas.

El 86% de los entrevistados consideran que se conocen algunos riesgos que pueden afectar el desarrollo del proyecto, pero el 100% reconoce que no son debidamente identificados utilizando alguna guía formal en ninguna de las fases del proceso de desarrollo.

En el 76,6% de los proyectos se discuten los problemas presentados pero solo el 34% documenta las soluciones como vía para la retroalimentación de los proyectos.

De forma general son utilizadas metodologías preestablecidas para el desarrollo en los procesos productivos, pues el 94% de los entrevistados así lo considera. Sin embargo solo el 17% tiene conocimiento de que estas metodologías incluyan acciones de GR.

El 94% de los entrevistados considera que las metodologías utilizadas en la UCI para el desarrollo de software no se adaptan al entorno de producción, aspecto preocupante si se tiene en cuenta la misión de la universidad.

Solo el 34% de los consultados conoce los conceptos de Riesgo y Gestión de Riesgos y solo el 22% tiene una percepción correcta de ambos términos, lo que demuestra la incultura sobre el tema.

El 100% de los interpelados concede gran importancias a la GR para el cumplimiento de los objetivos del proyecto y considera necesario en consecuencia, la creación y aplicación de un modelo con este propósito en la UCI

3.2. Análisis de los resultados de las Encuestas.

3.2.1. Encuesta acerca del dominio sobre las prácticas de GR y su aplicación e importancia en la UCI.

Los resultados de esta encuesta, se corresponden cualitativamente con los resultados de la entrevista previa. El 97.14% de los encuestados considera que se conocen algunos riesgos que pueden afectar el desarrollo del proyecto, pero el 100% reconoce que no son debidamente identificados utilizando alguna guía formal en alguna de las fases del proceso de desarrollo.

En el 80% de los proyectos se discuten los problemas presentados pero solo el 8.93% de esta cifra, documenta las soluciones como vía para la retroalimentación de los proyectos, lo que representa un 7.14% del total.

De forma general son utilizadas metodologías preestablecidas para el desarrollo en los procesos productivos, pues el 81.43% de los entrevistados así lo considera. Sin embargo solo el 28.57% tiene conocimiento de que estas metodologías incluyan acciones de GR, estando integrado este pequeño grupo en su mayoría por docentes y analistas en los proyectos.

El 87.14% de los entrevistados considera que las metodologías utilizadas en la UCI para el desarrollo de software no se adaptan al entorno de producción, aspecto preocupante si se tiene en cuenta la misión de la universidad.

Solo el 38.57% de los entrevistados conoce los conceptos de Riesgo y Gestión de Riesgos (no se dieron casos de que se conociera un término y no el otro) y solo el 35.71% tiene una percepción correcta de ambos términos, lo que demuestra la incultura sobre el tema.

Todos los elementos presentados a valorar, para el logro del éxito del proyecto, fueron considerados de alta importancia y el 94.64% de los encuestados los reconoce como parte de la GR efectiva. El 100% de los interpelados concede gran importancias a la GR para el cumplimiento de los objetivos del proyecto y

considera necesario en consecuencia, la creación y aplicación de un modelo con este propósito en la UCI.

3.2.2. Encuesta acerca de la utilización de las actividades de Gestión de Riesgos en RUP.

El 87.5% de los encuestados identifica a RUP como metodología utilizada en los procesos de desarrollo de software del proyecto, sin embargo el 56% considera que no se adapta al entorno de producción de la UCI y lo que puede resultar aún más alarmante, de los encuestados que utilizan RUP, el 75.51% plantea que son menos los pasos que sigue de RUP que los que no sigue. Valdría la pena preguntarse de qué manera entonces la metodología guía el proceso, o qué se entiende por seguir una metodología, sería este un interesantísimo tema a investigar.

Solo el 42.86% de los entrevistados conoce los conceptos de Riesgo y Gestión de Riesgos y solo el 23.21% tiene una percepción acertada de ambos términos, lo que demuestra la incultura sobre el tema.

De los encuestados que plantean utilizar RUP, solo el 33.93% está al tanto de que RUP propone acciones para la GR, los que conocen este aspecto son en su mayoría los analista y profesores de la disciplina Ingeniería y Gestión de Software. Nuevamente surgen nuevas interrogantes: ¿hasta qué punto conocen los especialistas y miembros de los equipos de proyecto, la metodología más utilizada y asimilada en los planes de estudio?

Solo un encuestado ha implementado las acciones propuestas por RUP para el tratamiento de los riesgos en el proyecto.

El 100% de los interpelados concede gran importancias a la GR para el cumplimiento de los objetivos del proyecto y considera necesaria en consecuencia, la creación y aplicación de un modelo con este propósito en la UCI.

3.3. Valoraciones generales.

Los resultados tabulados demuestran la inexistencia de una cultura general sobre la GR en proyectos de desarrollo de software. Se identifican problemas

merecedores de una profunda investigación en el dominio de RUP y su uso y adaptabilidad al entorno UCI.

A pesar de la carencia de conocimientos sobre los marcos de GR, se reconoce unánimemente la importancia de sus prácticas para el cumplimiento de los objetivos del proyecto y la necesidad de guiar las acciones que hoy se realizan de manera informal y aislada, hacia la creación e implantación de un modelo de GR en el desarrollo de software en la UCI.

Con apoyo de la metodología del Marco Lógico (CAMACHO *et al.* 2001; ORTEGÓN *et al.* 2005), fue conformado un Árbol de Problemas, donde se grafican las causas y efectos entorno al problema identificado para lograr un análisis más profundo de este y registrar temas que pueden servir como bases de futuras investigaciones. El Árbol de Problemas puede consultarse en el Anexo 20.

Sobre esta base y los estudios previos, se realiza la siguiente propuesta en aras del cumplimiento del objetivo fundamental de esta investigación y la solución del problema planteado.

3.4. Modelo para GR en la UCI.

3.4.1. Estructura del modelo.

El modelo propuesto consta de seis procesos que se muestran en la Figura 8.

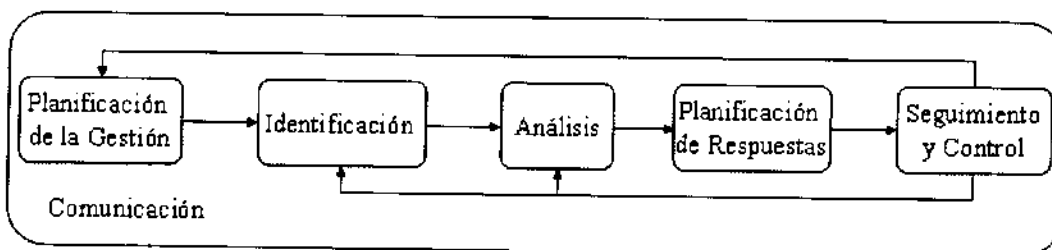


Figura 9. Submodelo de procesos.

Para el desarrollo de cada proceso se definen actividades y tareas a realizar.

La descripción de las tareas se apoya en una tabla que recoge:

Proceso: Identificador y nombre del proceso donde se desarrolla.

Actividad: Identificador y nombre de la actividad donde se desarrolla la tarea.

Tarea: Identificador y nombre de la tarea.

Objetivos: Propósitos a alcanzar con la realización de la tarea.

Datos de entrada: Informaciones que pueden ser resultados de otras tareas o documentos, informes, registros y planes del proyecto.

Herramientas y técnicas: Instrumentos y procedimientos posibles a emplear para realizar la tarea y obtener un producto o resultado.

Resultados: Productos de salida que pueden ser entregables del proyecto o bien estados necesarios del proyecto.

Participantes: Roles imprescindibles para la realización de la tarea.

El identificador está compuesto por números y letras. Los primeros representan el orden (que no es en ningún caso estricto) y las últimas especifican:

P: si se trata de un Proceso

A: si se trata de una Actividad

T: si se trata de una Tarea

De esta forma, por ejemplo, el identificador P3A2T1 representa la Tarea 1, de la Actividad 2, del Proceso 3, mientras que P5A3 representa la Actividad 3, del Proceso 5. No existen los identificadores A1 o T3, pues las actividades y tareas no se desarrollan de forma aislada.

3.4.2. Especificación de los participantes

Promotor

Es una figura singular encargada de perfilar la oportunidad de la GR.

Debe ser una persona con visión de la GR dentro de un proyecto de software.

El promotor tiene su papel en la tarea P1A1T1.

Gestor de Riesgos

Es el encargado de guiar y dirigir los procesos en función de lograr una GR exitosa.

Los gestores que obtienen resultados favorables mantienen un alto nivel de disciplina a la hora de adoptar decisiones; ello no significa que sean

dogmáticos y burocráticos, sino que el gestor:

- Se asegura que se delimita debidamente el alcance de la situación
- Identifica y valora los riesgos
- Identifica opciones válidas para reducir el riesgo a un nivel aceptable
- Recoge información apropiada y válida para valorar el riesgo y las opciones y para supervisar el riesgo
- Utiliza razonamientos bien fundados al realizar los intercambios
- Se decide por una línea de acción concreta.

El Gestor de Riesgos se designa en P1A2T2.

Equipo de GR

Las responsabilidades de este equipo son:

- Llevar a cabo las tareas de GR
- Recopilar, procesar y consolidar datos
- Elaborar los informes previstos en el desarrollo de los procesos

El Equipo de GR se determina en P1A2T3 y sus tareas se formalizan en P1A3T2.

Comité de Seguimiento y Control

Las responsabilidades de este comité son:

- Resolver las incidencias durante el desarrollo de la GR en el proyecto
- Asegurar la disponibilidad de recursos humanos con los perfiles adecuados y su participación en las actividades donde es necesaria su colaboración (por ejemplo, la capacitación para la identificación de los riesgos).
- Cumplimentar los hitos de GR y su influencia en la línea de base del proyecto.
- Cumplir las tareas asignadas para el seguimiento y control de la GR en el proyecto.

El comité puede estar integrado por quienes desempeñan roles que en el

proyecto, están también relacionadas con el seguimiento y el control de forma general, no necesariamente tiene que ser creado con el propósito exclusivo de seguir y controlar solo las actividades relacionadas con la GR si estas se desarrollan en el seno del proyecto.

El Comité de Seguimiento y Control se crea en la tarea P1A2T3 y sus funciones se formalizan en P1A3T2.

3.4.3. Descripción de los procesos, actividades y tareas.

Proceso P1 Planificación de la Gestión de los Riesgos.

La planificación es el proceso de decidir cómo enfocar, planificar y ejecutar las actividades de GR para el proyecto.

El objetivo principal de este proceso es establecer el marco general de referencia para la realización de la GR y por qué no, como apoyo para determinar la viabilidad del proyecto, si se realizan inscritas en la etapa de planificación del mismo. Además, la planificación permite motivar e involucrar a la Dirección o Gerencia del Proyecto, sobre la base de razonar la oportunidad de realizar la GR y además permite crear las condiciones humanas y materiales para su buen desarrollo.

Actividad P1A1 Estudio de oportunidad.

Tarea P1A1T1 Determinar la oportunidad.

Actividad P1A2 Determinación del alcance del proyecto.

Tarea P1A2T1 Objetivos y restricciones generales.

Tarea P1A2T2 Determinar dominio y límites.

Tarea P1A2T3 Identificación del entorno.

Actividad P1A3 Planificación de la GR.

Tarea P1A3T1 Planificar el trabajo.

Tarea P1A3T2 Determinar los recursos necesarios

Actividad P1A4 Factibilidad de la GR.

Tarea P1A4T1 Estimar costos y beneficios de la GR.

Tarea P1A4T2 Decidir la realización de la GR.

Actividad P1A5 Comunicación de resultados.

Tarea P1A5T1 Comunicar resultados al equipo del proyecto.

Tarea P1A5T2 Documentar experiencias.

La **Guía para el desarrollo de la Planificación de la GR**, puede consultarse en el Anexo 21a.

Proceso P2 Identificación de los Riesgos.

Consiste en determinar qué riesgos tienen probabilidad de afectar el proyecto y documentar las características de cada uno. No es un proceso que ocurra una sola vez sino que deberá ser ejecutado según una base regular sobre la duración del proyecto y/o según los resultados del Seguimiento y Control de los riesgos.

El proceso consta de las siguientes actividades y tareas:

Actividad P2A1 Selección de herramientas y técnicas a aplicar.

Tarea P2A1T1 Capacitar acerca de herramientas y técnicas.

Tarea P2A1T2 Analizar información histórica.

Tarea P2A1T3 Seleccionar herramientas y técnicas.

Actividad P2A2 Identificación de riesgos.

Tarea P2A2T1 Identificar los riesgos.

Tarea P2A2T2 Caracterizar los riesgos.

Actividad P2A3 Comunicación de resultados.

Tarea P2A3T1 Comunicar resultados al equipo del proyecto.

Tarea P2A3T2 Documentar experiencias.

La **Guía para el desarrollo de la Identificación de los Riesgos**, puede consultarse en el Anexo 21b.

Proceso P3 Análisis de los Riesgos

Es el proceso de examinar los riesgos en detalle para determinar su extensión, sus interrelaciones y su importancia a través del análisis cualitativo y/o cuantitativo de la probabilidad de ocurrencia y el impacto asociados.

Es importante analizar la probabilidad de cada riesgo y sus consecuencias en

los objetivos del proyecto, como también en el grado total del proyecto y distinguir cuáles son los riesgos que requieren atención urgente.

Consideraciones sobre la realización de los análisis cualitativo y cuantitativo.

La aplicación de un análisis cualitativo como primer paso, puede servir para realizar un trabajo de priorización previo y enfocar el análisis cuantitativo posterior a los riesgos de mayor trascendencia según los objetivos del proyecto.

Los riesgos luego de un análisis cualitativo pueden ser listados por prioridades separadamente por el costo, tiempo o alcance y el gestor del proyecto puede decidir cuáles gestionar primero o realizar el análisis cuantitativo para tener datos más precisos sobre las pérdidas que pueden darse.

Si bien el análisis cuantitativo de los riesgos puede ser más costoso por el tiempo que requiere y la preparación del personal acerca de las técnicas a emplear, es muy necesario en ocasiones, para esclarecer los atributos del riesgo y minimizar la incertidumbre que entraña el tema "riesgo". Aunque es importante acotar que las técnicas matemáticas pueden causar una falsa impresión si no son correctamente aplicadas.

El análisis cuantitativo de los riesgos debe repetirse después de P4 y como parte P5 para determinar si el riesgo ha sido disminuido realmente e indicar la necesidad de más o menos acciones de GR.

El proceso consta de las siguientes actividades y tareas:

Actividad P3A1 Análisis cualitativo de los riesgos.

Tarea P3A1T1 Estimar la probabilidad y el impacto del riesgo.

Tarea P3A1T2 Priorizar los riesgos.

Actividad P3A2 Análisis cuantitativo de los riesgos.

Tarea P3A2T1 Cuantificar la probabilidad de ocurrencia del riesgo.

Tarea P3A2T2 Cuantificar el impacto del riesgo.

Tarea P3A2T3 Priorizar los riesgos.

Actividad P3A3 Análisis de los atributos del Riesgo.

Tarea P3A3T1 Verificar exactitud de los datos, estimaciones y cálculos

realizados.

Actividad P3A4 Comunicar resultados.

Tarea P3A4T1 Comunicar resultados al equipo del proyecto.

Tarea P3A4T2 Documentar experiencias.

La **Guía para el desarrollo del Análisis de los Riesgos**, puede consultarse en el Anexo 21c.

Proceso P4 Planificación de las Respuestas a los Riesgos.

El principal objetivo de la Planificación de las Respuestas a los Riesgos es desarrollar un plan detallado para controlar los riesgos más importantes identificados durante el análisis de riesgos e integrarlo en los procesos de gestión estándar del proyecto para garantizar su realización.

Las actividades de planificación convierten la lista de riesgos con prioridades en planes de acción. Esto implica desarrollar acciones para cada uno de los riesgos principales, establecer prioridades para las acciones de un riesgo, y crear un plan integrado de GR o sea, implementar las tareas en la programación del proyecto.

El proceso consta de las siguientes actividades y tareas:

Actividad P4A1 Valoración de la estrategia para enfrentar el riesgo.

Tarea P4A1T1 Identificar estrategias viables frente al riesgo.

Tarea P4A1T2 Seleccionar estrategia para enfrentar el riesgo.

Actividad P4A2 Planificación de las Respuestas.

Tarea P4A2T1 Identificar respuestas según estrategia.

Tarea P4A2T2 Planificar respuesta.

Tarea P4A2T3 Valorar factibilidad de la respuesta.

Actividad P4A3 Comunicar resultados.

Tarea P4A3T1 Comunicar resultados al equipo del proyecto.

Tarea P4A3T2 Documentar experiencias.

La **Guía para el desarrollo de la Planificación de las respuestas a los Riesgos**, puede consultarse en el Anexo 21d.

Proceso P5 Seguimiento y Control de los Riesgos.

El Seguimiento y control de los riesgos es esencial para la implementación de un PGR eficaz. Permite asegurar que las tareas que implementan medidas preventivas o planes de contingencia, se realizan en el tiempo previsto dentro de las restricciones de recursos del proyecto.

Las respuestas a los riesgos planificadas son incluidas en el PGP y ejecutadas durante el ciclo de vida del proyecto, pero el trabajo del Equipo de GR enmarcado en el proyecto, debe ser continuamente monitoreado con vistas a controlar el desenvolvimiento de los riesgos, tanto los nuevos, como las modificaciones en los ya identificados.

El Seguimiento y control de los riesgos involucra ejecutar el PGR de manera que se dé respuesta a los eventos de riesgo sobre la vida del proyecto. Cuando ocurren los cambios, el ciclo básico de identificar, cuantificar y responder, es repetido. Es importante entender que hasta el análisis más completo y exhaustivo no puede identificar todos los riesgos y probabilidades de manera correcta; para esto se requiere control e iteración.

El proceso consta de las siguientes actividades y tareas:

Actividad P5A1 Seguimiento de los riesgos

Tarea P5A1T1 Aplicar métricas para valoración de la calidad de procesos, técnicas y herramientas y resultados.

Tarea P5A1T2 Monitorear el estado de los riesgos.

Actividad P5A2 Control de los riesgos.

Tarea P5A2T1 Verificar cumplimiento de las respuestas a los riesgos.

Tarea P5A2T2 Verificar cumplimiento de los hitos de GR.

Tarea P5A2T3 Tomar decisiones sobre las pautas de GR.

Actividad P5A3 Comunicación de resultados.

Tarea P5A3T1 Comunicar resultados al proyecto.

Tarea P5A3T2 Documentar experiencias.

La **Guía para el desarrollo del Seguimiento y Control de los Riesgos**, puede consultarse en el Anexo 21e.

Proceso P6 Comunicación de la Información sobre los Riesgos.

Es importante tener presente que en muchas ocasiones los integrantes de un equipo conocen los riesgos, pero no los comunican en la forma adecuada. Por lo general, es fácil informar de los riesgos hacia abajo en la cadena de mando (desde la dirección hasta los miembros), pero es difícil hacerlo en sentido contrario. En todos los niveles, las personas pretenden conocer los riesgos de los niveles inferiores, pero muchas veces no los comunican abiertamente a quienes están a un nivel más alto. El flujo de información restringido relacionado con los riesgos es un factor que puede aumentar la aparición de riesgos porque las decisiones acerca de estos riesgos deben tomarse con menos información. En la jerarquía del proyecto, los responsables deben ser los primeros en mostrarse abiertos y comunicativos en lo relacionado con los riesgos y asegurarse de que todo el mundo comprende perfectamente los procesos, actividades y tareas que se emprenden.

Este proceso debe formalizar las lecciones aprendidas y los elementos y herramientas relevantes del proyecto y plasmar esta información en un formato reutilizable para el equipo, el resto de los proyectos y hasta para la institución. Su papel en las actividades de GR es además estratégico y organizativo. Esta fase se conoce también como *aprovechamiento* o *aprendizaje* de los riesgos para destacar los conocimientos que se obtienen en términos de experiencia adquirida, así como la propia mejora del proceso de GR. La **Comunicación de la información sobre los riesgos** debe constituirse como un proceso continuado durante la GR y puede ponerse en práctica en cualquier momento. Se centra en la consecución de tres objetivos claves de forma general:

- 1 Proporcionar calidad a las actividades de GR para que el equipo pueda obtener información.
- 2 Hacer acopio de las lecciones aprendidas, especialmente las relativas a la identificación de riesgos y a las estrategias de mitigación, para que otros equipos puedan hacer uso de ellas. Esta información permitirá aumentar la base de conocimientos de los riesgos.
- 3 Mejorar el proceso de GR gracias a la información proporcionada por el equipo.

Para la consecución de estos objetivos en cada uno de los procesos ya descritos se implementa una actividad y tareas para que la comunicación no quede restringida a algún proceso de la GR. Y es que el equipo necesita ser informado y saberse informado.

Este proceso no es solo un canal para que fluyan datos en el proyecto, la Comunicación debe ganar dimensiones y convertirse en la vía para estipular la información de manera formal y reutilizable: el mismo proyecto y otros, podrán utilizarla como información histórica y aprender de ella.

En la Figura 9, se muestra cómo deben fluir los datos en la **Comunicación de la información sobre los riesgos**, en todos los casos las líneas indican relaciones bidireccionales.

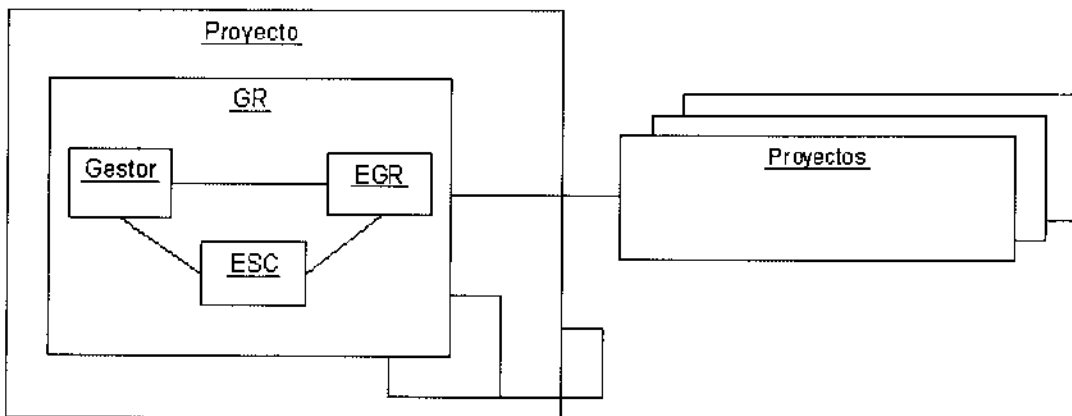


Figura 10. Flujo de la información en el proceso.

3.5. Correspondencia de los modelos de calidad con la propuesta.

Los procesos, actividades y tareas que conforman el modelo propuesto, como la GR misma, están enfocados al logro del cumplimiento de los objetivos del proyecto, de productos y procesos con calidad sobre la base de la disminución de los riesgos. Es por esto que no está desligado de las actividades que proponen importantes modelos y estándares internacionales de calidad, como puede verse en la Tabla 8.

ISO/IEC 12207	CMMI	Modelo
Determinar el alcance de la GR a ser ejecutado.		P1
Identificar los riesgos en la planificación de proyectos.	Identificar riesgos. Determinar las fuentes y categorías de los riesgos. Definir los parámetros de los riesgos.	P2
Analizar los riesgos en términos de probabilidad y consecuencias y determinar la prioridad en el tratamiento de estos riesgos.	Evaluar, categorizar y priorizar los riesgos.	P3
Definir, aplicar y evaluar las mediciones de riesgos para determinar los daños, el estado del riesgo y el progreso de las actividades de tratamiento. Definir e implementar estrategias apropiadas para la GR.	Desarrollar los planes de la mitigación del riesgo. Establecer la estrategia de GR. Implementación del plan de GR.	P4
Seguir el tratamiento apropiado para corregir o evitar el impacto del riesgo basados en su prioridad, probabilidad y consecuencia u otros principios de riesgo definido.		P5
		P6

Tabla 8. Correspondencia de los modelos de calidad con la propuesta.

3.6. Análisis de los resultados de la evaluación del modelo propuesto.

A continuación se describen las etapas seguidas para la evaluación por los expertos, según las fases referidas en el Capítulo II.

Objetivo

Valorar la calidad de la concepción teórica y metodológica del Modelo para GR en la UCI y la efectividad que se obtendrá con su aplicación en PDSW.

Selección de los expertos

Los expertos fueron seleccionados siguiendo el criterio de Efectividad de la actividad profesional por ser el que logra mayor objetividad en la evaluación del resultado y a la vez es el más cómodo para proceder a realizar la selección de los expertos. La cantidad de expertos se calculó según la propuesta de Dalkay: 10 expertos para lograr un error de 0.1.

Para aumentar la calidad de la evaluación se tuvo en cuenta en los expertos su reconocida experiencia y prestigio profesional avalados por su alta calificación científico-técnica, conocimiento profundo de la Gestión de Proyectos y la GR y resultados satisfactorios en la producción. En el Anexo 23 se grafica la composición del grupo según las áreas de los especialistas.

Elaboración y entrega de cuestionarios.

Primeramente se delimitaron los preindicadores para la evaluación, que fueron sometidos a la valoración de los expertos. Con el resultado de las opiniones finalmente se concretaron los criterios de evaluación y los pesos para cada uno de los grupos de criterios, tal como se muestra en la tabla del Anexo 24.

Fueron entregados dos cuestionarios a los expertos:

1. Para la evaluación del Modelo a través de la valoración del peso relativo de cada criterio, puede consultarse el Anexo 25. para ver su diseño.
2. Para calificación cuantitativa de cada criterio con una escala de 1 a 5 y para valoración cualitativa final del proyecto en excelente, bueno, aceptable, cuestionable o malo, y recomendaciones, señalamientos o simplemente, consideraciones sobre la propuesta. Puede consultarse el Anexo 26 para conocer su diseño.

Procesamiento de la información.

Con esta información se elaboró la tabla de valores del peso relativo de cada criterio, véase el Anexo 27.

Los resultados del cálculo realizado fueron:

$$W = 0.2619$$

$$\chi^2_{\text{real}} = 28.809$$

$$df = 11$$

$$\chi^2_{(11; 0,01)} = 24.72$$

$$\chi^2_{\text{real}} > \chi^2_{\text{tabla}}$$

$$28.809 > 24.72$$

Los resultados de la evaluación realizada por los expertos, son de significación estadística, es decir, hay evidencias suficientes para plantear, a un 99% (=0.01) de confiabilidad que los 10 expertos concuerdan en la efectividad del Modelo propuesto, tanto en su concepción teórica como en los resultados que se obtendrán con su aplicación en PDSW de la UCI.

Por último se construyó la tabla de calificación de cada criterio (ver Anexo 28) que ayudó en el cálculo del Índice de Aceptación de 0.7207; como este valor es mayor que 0.7 la probabilidad de éxito es alta.

Conclusiones

El análisis de las entrevistas y encuestas aplicadas como métodos científicos empíricos de investigación, permitió profundizar en el conocimiento del problema para lograr concretar la propuesta de un Modelo para GR en la UCI. La aplicación de la validación de esta idea mediante el método de multicriterio de expertos arrojó resultados satisfactorios que avalan y estimulan la implantación futura del modelo.

Conclusiones

El Modelo de GR para la UCI surge luego de identificar las características y tendencias de la GR, analizar los principales marcos de GR y su evolución, comprender la necesidad de uso en la UCI y las peculiaridades del proceso productivo, en aras de la mejora del mismo puesto que la propuesta:

- Recoge las prácticas adecuadas según el entorno donde debe aplicarse, no es una réplica descontextualizada de otros marcos de GR analizados.
- Fomenta la comunicación del equipo de proyecto, dentro de este y de este con su entorno.
- Promueve la reutilización y registro de datos, no solo de los riesgos sino de la información histórica del proyecto.
- Se inserta, apoya y complementa la planificación, seguimiento y control, y de forma general, la Gestión de Proyectos.
- Apoya la gestión de los recursos en el proyecto, pues el impacto de los riesgos afectan directamente los recursos.
- Los procesos, actividades y tareas propuestos, son aplicables en cualquier fase del proyecto, lo que facilita su implantación en todo proyecto donde sea oportuna la GR.
- Recoge las actividades propuestas por estándares de calidad internacionales.
- Los resultados de los instrumentos aplicados ayudaron a identificar otros problemas de investigación.
- Los expertos concuerdan en su efectividad, tanto en la concepción teórica como en los resultados que se obtendrán con su aplicación.

En resumen, se definen procesos que permiten planificar las actividades sobre los riesgos, identificarlos, analizarlos, planificar las respuestas ante ellos, seguir y controlar los riesgos en el contexto del proyecto, así como comunicar la información generada al respecto. Precisamente son estas acciones formales las que posibilitan gestionar los riesgos en PDSW de la UCI, cumpliéndose de esta forma, el objetivo general de esta investigación.

Recomendaciones

Las recomendaciones están enfocadas a la mejora de la concepción de modelo y a la estrategia a seguir para su futura implantación en los proyectos de desarrollo de software de la UCI.

En cuanto a los aspectos a tener en cuenta para el perfeccionamiento del Modelo de GR en PDSW en la UCI, se recomienda:

- Perfeccionar el diseño del Registro de Riesgos según los datos necesarios de los procesos.
- Establecer las métricas para la evaluación de los procesos del Modelo y la eficacia de la GR para el proyecto.
- Realizar un estudio sobre las herramientas para la GR y su futura utilización como apoyo al Modelo propuesto.
- Complementar el modelo con una *Guía de Herramientas y Técnicas de GR*, de la cual ya se tienen los primeros esbozos.

En cuanto a la implantación del Modelo para la GR en PDSW en la UCI se recomienda:

- Continuar la introducción del modelo en el desarrollo del Proyecto Atención Primaria de Salud de la Facultad 7 y comenzar en los proyectos pilotos seleccionados en la Facultad 9.
- Sobre la base de los resultados de la introducción del Modelo, efectuar el estudio de su factibilidad económica.
- Formalizar la propuesta de una estrategia curricular sobre la incorporación del tema Gestión de Riesgos en las asignaturas de Ingeniería y Gestión de Software y Cursos Optativos.
- Elaborar la estrategia de implementación del Modelo en la UCI.

Referencias Bibliográficas

- AGUEDA, A. *La realidad de la práctica del Project Management*, 2006. [Marzo 2007] [Disponible en: <http://legnita.wordpress.com/2006/08/07/la-realidad-de-la-practica-del-project-management/#comment-92>]
- ALBERTS, C. *Common Elements of Risk*, 2006.
- ALLER, N. *Mejora y ampliación de la aplicación de gestión de riesgos bajo el framework JRisk para empresa dedicada a realizar proyectos de software*. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica en Informática. Oviedo, 2005.
- BARKI, H. A. Toward an assessment of sw development risk. *Journal of Management Informatio System Risk*, 1993, Vol 10.
- BESNER, C. and B. HOBBS. *An Empirical Investigation of Project Management Practice. A Summary of the Survey Results*. Montreal, University of Quebec at Montreal. School of Bussines Administration, 2004. 24.
- BOEHM, B. *Software Risk Management*. IEEE Computer, 1989.
- . *Software Risk Management: principles and practices*. IEEE, 1991.
- . *A Spiral Model of Software Development and Enhancement*. IEEE Computer, 1988.
- CAMACHO, H.; L. CÁMARA, et al. *El Enfoque del marco lógico:10 casos prácticos*. Madrid, Fundación CIDEAL Acciones de Desarrollo y Cooperación, 2001. p. 84-87082-17/3
- CANCELADO, A. *Sistema de administración de riesgos en tecnología informática*, 2006.
- CARR, M. J.; S. L. KONDA, et al. *Taxonomy-Based Risk Identification*. Pittsburgh, Software Engineering Institute, 1993.
- CASTRO DÍAZ-BALART, F. *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Hacia un desarrollo sostenible en la Era de la Globalización. 2*. La Habana. Editorial Científico-Técnica, 2004.

REFERENCIAS

- CIAO. *Practices for Securing Critical Information Assets*. Critical Infrastructure Assurance Office, 2000.
- COCHO, J. M.; M. R. ADAM, *et al.* *Estudio exploratorio sobre los métodos de gestión de proyectos de alto riesgo*. Primer Congreso SOporte del COnocimiento con la TECnología, SOCOTE, Valencia. España, 2003.
- CRAMM CCTA Risk Analysis and Management Method (CRAMM) v5.0, 2003.
- CHARETTE, R. N. *Software Engineering Risk Analysis and Management*. McGraw-Hill/Intertext, 1989.
- DEDOLPH, M. The neglected management activity: Software risk management *Bell Labs technical journal*, 2003, 8(3).
- DOHERTY N., K., M. An investigation of the factors affecting the successful treatment of organizational issues in systems development projects *European Journal of Information Systems*, 2001, 10: 147-160.
- DURAND, R. El método Delphy y la perspectiva del Hidrógeno. *Revista Metra*, 1971, 11.
- ESTÉVES, J. and J. A. PASTOR. *Implementación y Mejora del Método de Gestión Riesgos del SEI en un proyecto universitario de desarrollo de software*, 2005.
- . *Towards the Unification of Critical Success Factors for ERP implementations*. 10th Annual BIT Conference, Manchester UK, 2000.
- EUROMÉTDO El proyecto eurométodo. Ejercicio de validación de EM v0, 1996.
- FERNÁNDEZ, L. and L. GARCÍA. *Gestión del riesgo en la fase de ingeniería de requisitos de un proyecto software*, 2007
- FUENTE, A. A. J. and J. M. C. LOVELLE. Gestión de Riesgos. en: *Proyectos de Informática*. . 2006.
- GARCÍA, W. *Gestión de Proyectos Informáticos*. Administración de Proyectos, 2006.

- HIGUERA, R. P. and Y. Y. HAIMES. *Software Risk Management*. Pittsburgh, Pennsylvania, Carnegie Mellon University. Software Engineering Institute, 1996.
- HOFFMAN, T. Risk management still a wild frontier *Computerworld*, 1998, 32: 10.
- INDECOPI. *Norma Técnica peruana NTP-ISO/IEC 12207*, 2006.
- ISO/IEC. *Information technology. Security techniques. Management of information and communications technology security*, 2004. 13335-1.
- JACOBSON, I.; G. BOOCH, et al. *El proceso unificado de desarrollo de software*. Pearson Educación S.A, 2000.
- JIANG, J.; G. KLEIN, et al. Information Systems Success as impacted by risks and development strategies *IEEE transactions on Engineering Management*, 2001, 48: 46-55.
- JONES, C. *Assessment and Control of Software Risks*. Prentice Hall, 1994.
- JUAN, A. and J. CUEVA. *Gestión de Riesgos*, 2006.
- KONTIO, J. *Empirical Evaluation of a risk management Method*. SEI conference on risk management, 1997.
- KULIK, P. and C. WEBER. *Software Risk Management Practices 2001*.
- LEÓN, D. R. A. H. *Curso básico de gestión de proyectos 2005*.
- LISSABET, J. *La utilización del método de evaluación de expertos en la valoración de los resultados de las investigaciones educativas*. Universidad Pedagógica de Granma 1998.
- MAP El proyecto Eurométodo. Ejercicio de validación de EM v0, 1996a.
- . *Eurométodo v1.0. Diccionario*. 1996b.
- . *Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información. Método. (v 1.1)*. PÚBLICAS, M. D. A., Catálogo general de publicaciones oficiales, 2006.
- MARCELO, J.; M. RODENES, et al. *Estudio exploratorio sobre los métodos de gestión de proyectos de alto riesgo*. Primer Congreso

REFERENCIAS

SOporte del COnocimiento con la TEcnología, SOCOTE, Valencia. España, 2003.

MFS Disciplina de administración de riesgos v.1.1, 2002

MINREX. *La informatización en Cuba*, 2005. [Febrero 2007]. Disponible en:

http://www.cubaminrex.cu/Sociedad_Informacion/Cuba_SI/Informatizacion.htm

ORTEGÓN, E.; J. F. PACHECO, *et al.* *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Santiago de Chile, Naciones Unidas. CEPAL, 2005. p. 92-1-322719-1

PMI. *Project Management Body of Knowledge*. PMI Communications, 2004.

PRESSMAN, R. S. *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*. 5. Mc Graw-Hill/Interamericana de España, S.A, 2002.

RAMÍREZ, L. and A. TOLEDO. *Algunas consideraciones acerca del método de evaluación utilizando el criterio de expertos*, 2005.

ROLANDO ALFREDO HERNÁNDEZ LEÓN, S. C. G. *El Paradigma Cuantitativo de la Investigación Científica*, 2002.

ROPPONEN, J. and K. LYYTINEN *Components of Software Development Risk: How to address Them?* *IEEE transactions on software engineering*, 2000, 26: 98-111.

SCHMIDT, R.; K. LYYTINEN, *et al.* *Identifying software project risks, an international Delphi study* *Journal of Management Information Systems*, 2001, 17: 5-36.

SEI. *Risk Management*, 2000. [Mayo 2007]. Disponible en: http://www.sei.cmu.edu/news-at-sei/columns/the_cots_spot/2000/march/cots-mar00.htm

SOMMERVILLE, I. *Software Engineering*. Addison-Wesley, 1996.

REFERENCIAS

TRUJILLO, Y. *Modelo de Factoría de Software aplicando inteligencia* La Habana, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2007.

UQAM. *Welcome to the study on The Reality of Project Management Practice* 2007. [Marzo 2007]. Disponible en: <http://www.surveymonkey.com/DisplaySummary.asp?SID=1993451&U=199345126557>

ZATSIORSKI, V. *Metrología Deportiva*. La Habana, Editorial Pueblo y Educación, 1989.

Bibliografía

ALQUIER, A. M.; E. CAGNO, *et al.* Analysis of external and internal risks in project early phase, 1999.

BROADLEAF. *Tutorial notes: The Australian and New Zealand standard on risk management, AS/NZS 4360:2004*, 2004.

CIAO. *Practices for Securing Critical Information Assets*. Critical Infrastructure Assurance Office, 2000.

DEDOLPH, M. The neglected management activity: Software risk management *Bell Labs technical journal*, 2003, 8(3).

HALL, E. *Managing Risk. Methods for Software Systems Development*. Addison-Wesley Longman Inc., 1998.

HOFFMAN, T. Risk management still a wild frontier *Computerworld*, 1998.

ISO/IEC. *Information technology. Security techniques. Management of information and communications technology security*, 2004. 13335-1.

JIANG, J.; G. KLEIN, *et al.* Information Systems Success as impacted by risks and development strategies *IEEE transactions on Engineering Management*, 2001, 48: 46-55.

JONES, C. *Assessment and Control of Software Risks*. Prentice Hall, 1994.

MAP. *Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información. Método. (v 1.1)*. PÚBLICAS, M. D. A., Catálogo general de publicaciones oficiales, 2006.

MFS Disciplina de administración de riesgos v.1.1, 2002

NORRIS, C.; J. PERRY, *et al.* *Project Risk Analysis and Management*, 2004.

BIBLIOGRAFÍA

NUCHERA, A. H. Una introducción a la gestión de riesgos tecnológicos *Gestión de la innovación y de la tecnología*, 2004.

SMITH, P. Thirteen ways to mismanage development project risk: How to avoid those erroneous routes *Product Development and Management Association*, 2002.

SMITH, P. and G. MERRIT Dealing with project risks successfully *Product Development Best Practice Report*, 2002.

VERA, A. *Herramienta Software para la Planificación Estructurada de Proyectos*. Escuela Superior de Informática. Castilla, Universidad de Castilla-La Mancha, 2003.

YENES, P. M. *Diccionario de Gestión del Conocimiento e Informática*. Madrid, Fundación DINTEL, 2000.

YUSUFF, M. N. *Contemporary Approaches to projects risk management: assessment and recommendations*, 2006.

Glosario de Términos y Acrónimos.

Términos.

Actividad: Concepto utilizado en el modelo de procesos, que agrupa un conjunto de tareas con criterios funcionales

Activos: Recursos del sistema de información o relacionados con éste, necesarios para que la organización funcione correctamente y alcance los objetivos propuestos por su dirección

Análisis de los riesgos: Es el proceso de examinar los riesgos en detalle para determinar su extensión, sus interrelaciones y su importancia a través del análisis cualitativo y/o cuantitativo de la probabilidad de ocurrencia y el impacto asociados.

Calidad: Conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades explícitas o implícitas.

Calidad del software: Es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario. La calidad del software ha pasado de una simple inspección y detección de errores a un cuidado total en su proceso de fabricación, desarrollo y mantenimiento; y es que el correcto funcionamiento de éste es fundamental para el óptimo comportamiento de los sistemas informáticos.

Comunicación de la información sobre los riesgos: Proceso que posibilita que fluyan los datos en el proyecto y además las vías para estipular la información sobre los riesgos de manera formal y reutilizable, para que el mismo proyecto y otros, puedan utilizarla como información histórica y aprender de ella.

Dominio: Unidades en las que se centra la GR.

Equipo: Es un grupo de trabajo constituido por una serie de profesores, investigadores, colaboradores y alumnos unidos para acometer un determinado proyecto o avanzar en el conocimiento y en la investigación teórica y aplicada.

Feedback o retroalimentación: Es un elemento de evaluación que permite al emisor saber si el mensaje enviado es recibido y si fue interpretado correctamente por el receptor.

Formal: Expresado en un lenguaje de sintaxis restringida con una semántica definida basada en conceptos establecidos.

Gestión de Riesgos: Se refiere a los procesos que se encargan tanto de planificar, identificar y analizar, como de responder al riesgo y seguir y controlar las actividades planificadas al respecto.

Gestión de proyecto: La Gestión de Proyectos tiene como finalidad principal la planificación, el seguimiento y control de las actividades y de los recursos humanos y materiales que intervienen en el desarrollo de un Sistema de Información o en la vida de un proyecto.

Herramientas: Utensilios o provisiones necesarias para poder emprender un proyecto de software. Soportan los procesos de desarrollo de software modernos.

Identificación de los riesgos: Consiste en determinar qué riesgos tienen probabilidad de afectar el proyecto y documentar las características de cada uno. No es un proceso que ocurra una sola vez sino que deberá ser ejecutado según una base regular sobre la duración del proyecto y/o según los resultados del Seguimiento y Control de los riesgos.

Impacto: Alcance de lo que sucedería si el riesgo se materializara (la dimensión efecto). Pérdida que ocasiona el riesgo.

Incertidumbre: Inseguridad dada por la posibilidad con que un evento o condición puede ocurrir.

Información: Conocimientos sobre objetos, como por ejemplo hechos, *eventos*, cosas, *procesos* o ideas, inclusive conceptos, que dentro de un contexto determinado poseen un significado concreto. Mensajes que se utilizan para representar un hecho o un concepto dentro de un proceso de comunicación a fin de incrementar los conocimientos.

Informal: Expresado en lenguaje natural.

Ingeniería de Software: Tratamiento sistemático de todas las fases del ciclo de vida del software.

Modelo: Arquetipo que se toma como pauta a seguir.

Persona: Las personas son seres humanos que intervienen en el proceso de desarrollo, a diferencia del término abstracto trabajadores. Los principales autores de un proyecto software son los arquitectos, desarrolladores, ingenieros de prueba, y el personal de gestión que les da soporte, además de los usuarios, clientes y otros interesados.

Planificación: La planificación es el establecimiento de objetivos, y la decisión sobre las estrategias y las tareas necesarias para alcanzarlos.

Planificación de la GR: Establecimiento de objetivos de la GR, y la decisión sobre las estrategias y las tareas necesarias para alcanzarlos. Es el proceso de decidir cómo enfocar, planificar y ejecutar las actividades de GR para el proyecto.

Planificación de las respuestas a los riesgos: Implica desarrollar acciones para cada uno de los riesgos principales, establecer prioridades para las acciones de un riesgo, y crear un plan integrado de GR, lo que conlleva implementar las acciones de riesgo en una programación de proyecto asignando dichas tareas a individuos y realizando un seguimiento activo de su estado.

Prácticas: Representan un medio para la consecución de objetivos específicos, de manera segura y precisa, sin necesidad de cumplir criterios o reglas preestablecidas.

Proceso: Es un conjunto de actividades y resultados asociados que producen un resultado.

Proceso de Desarrollo de Software: Es la definición del conjunto completo de actividades necesarias para transformar los requisitos de un usuario en un producto. Un proceso es una plantilla para crear proyectos.

Producto: Conjunto de artefactos que se crean durante la vida del proyecto, como los modelos, código fuente, ejecutables y documentación.

Proyecto: Combinación de recursos humanos y no humanos reunidos en una organización temporal para conseguir un propósito, tiene un punto de comienzo definido y con objetivos definidos mediante los que se identifican.

Proyecto de Software: El elemento organizativo a través del cual se gestiona el desarrollo de software. El resultado de un proyecto es una versión de un producto.

Recursos: Conjunto de elementos disponibles para resolver una necesidad o llevar a cabo una tarea.

Requerimiento: Son capacidades o características que debe tener el sistema o modelo desarrollo para satisfacer la demanda y/o necesidad del cliente.

Salvaguarda: Procedimiento o mecanismo tecnológico que reduce el riesgo.

Seguimiento y Control de los riesgos: Es un proceso esencial para la implementación de un PGR eficaz. Permite asegurar que las tareas asignadas que implementan medidas preventivas o planes de contingencia, se realizan en el tiempo previsto dentro de las restricciones de recursos del proyecto.

Sistema de Información Conjunto de elementos físicos, lógicos, de comunicación, datos y personal que permiten el almacenamiento, transmisión y proceso de la información.

Submodelo de Procesos: Descripción funcional (esquema explicativo) de la GR.

Tarea: Concepto utilizado en el submodelo de procesos, que conlleva las acciones a realizar, los productos y documentos a obtener, y las técnicas utilizables en su realización

Técnicas: Sucesión ordenada de acciones que se dirigen a un fin concreto, conocido y que conduce a unos resultados precisos. Conjunto de heurísticas y procedimientos que se apoyan en estándares: utilizan una o varias notaciones específicas en términos de sintaxis y semántica y cumplen criterios de calidad en cuanto a la forma de obtención del producto asociado.

Tecnología: Es una característica propia del ser humano consistente en la capacidad de éste para construir, a partir de materias primas, una gran variedad de objetos, máquinas y herramientas, así como el desarrollo y

perfección en el modo de fabricarlos y emplearlos con vistas a modificar favorablemente el entorno o conseguir una vida más segura. El ámbito de la Tecnología está comprendido entre la Ciencia y la Técnica propiamente dichas.

Tiempo: Variable que no se puede modificar. No se puede, alargar, estirar, comprar o detener. Sin embargo, se puede estimar, organizar y medir. Mientras mejor se controle el uso del tiempo, más eficiente será el trabajo.

Unidad: Entidades que van desde organizaciones, instituciones, empresas, proyectos, áreas y fases del proyecto, que pueden estar o no, en el dominio de la GR.

Acrónimos

CMM: Capability Maturity Model, Modelo de Capacidad y Madurez.

CMMI: Modelo de Madurez de Capacidades Integrado.

CRM: Continuous Risk Management, Gestión Continua de Riesgos.

DESOFT: Empresa cubana de DEsarrollo de SOFTware.

DriveSPI: Risk-Driven Software Process Improvement, Mejora del Proceso de Software basado en Directivas de Riesgo.

EDT: Estructura de Descomposición o Desglose del Trabajo, del inglés Work Breakdown Structure.

ESI: Empresa Servicios Informáticos, de Cuba.

ICSW: Industria Cubana del Software.

IEC: International Electrotechnical Commission, Comisión Internacional de Electrónica.

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, una asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización.

ISO: International Standards Organization, Organización Internacional de Estándares.

ISPJAE: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.

ISPL: Information Services Procurement Library, Librería de Adquisición de Sistemas de Información.

MAGERIT: Metodología de Análisis y GEstión de Riesgos de los sistemas de Información de las AdminisTraciones Públicas.

MAP: Ministerio de Administraciones Públicas, España.

MFS: Microsoft Framework Solutions, Soluciones de la Plataforma Microsoft.

MIC: Ministerio de Informática y Comunicaciones, Cuba.

PDSW: Proyecto de Desarrollo de Software.

PGP: Plan de Gestión del Proyecto.

PGR: Plan de Gestión de Riesgos.

PMBok: Project Management Body of Knowledge, Cuerpo del Conocimiento de Gestión de Proyectos.

PMI: Project Management Institute, Instituto de Gestión de Proyectos.

PSP: Personal Software Process, Proceso de Software Personal.

RUP: Rational Unified Process, Proceso Unificado de Desarrollo.

SEI: Software Engineering Institute, Instituto de Ingeniería de Software.

SIFER: Servicios Informáticos del Ferrocarril, Cuba.

SRE: Software Risk Evaluation, Evaluación de Riesgos de Software.

TRM: Team Risk Management, Gestión de Riesgos del Equipo.

TSP: Team Software Process, Proceso de Software en Equipo.

UCI: Universidad de las Ciencias Informáticas.

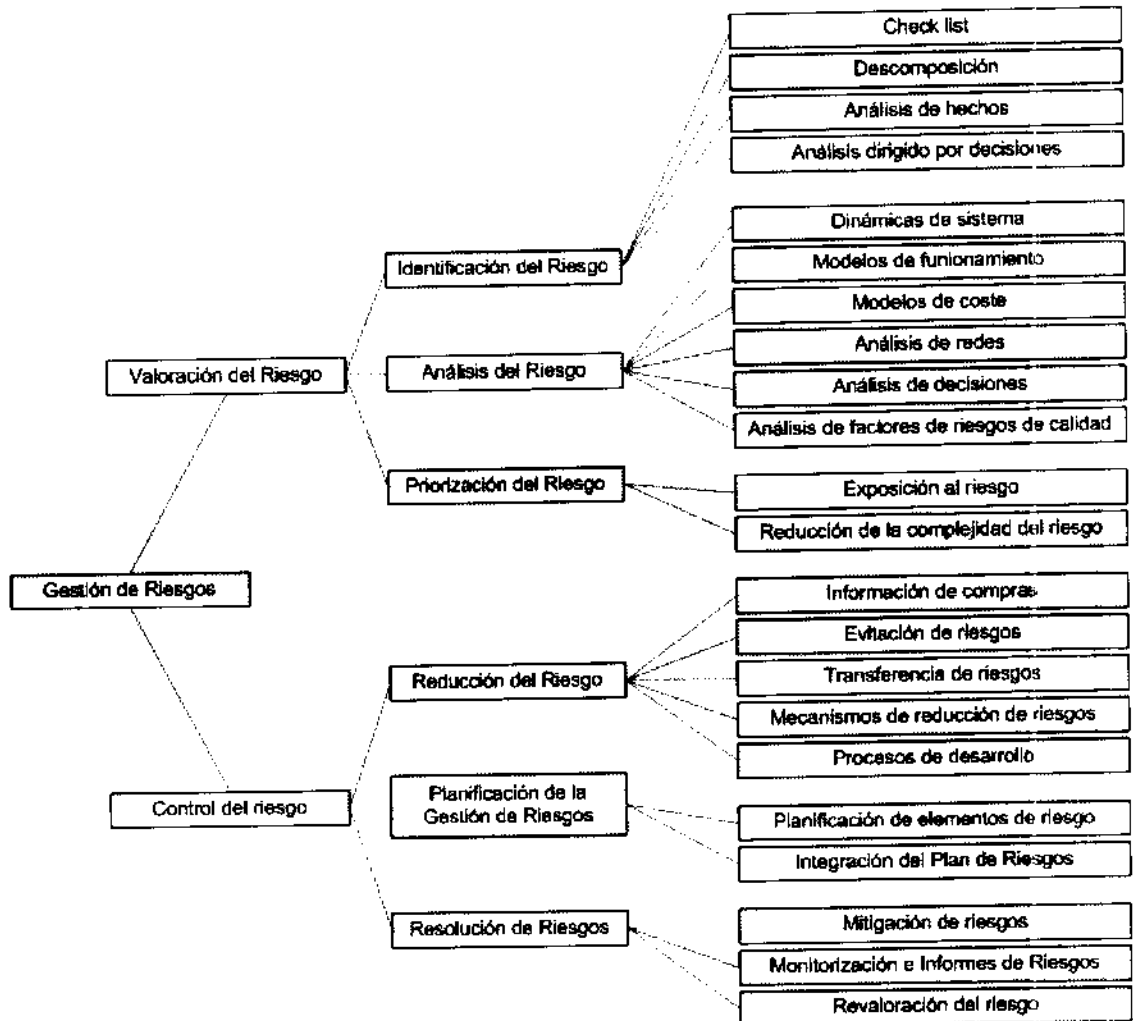
UCLV: Universidad Central de las Villas "Martha Abreu"

UNICA: Universidad de Ciego de Ávila.

Anexos

Anexo 1. Elementos de riesgo según Boehm.

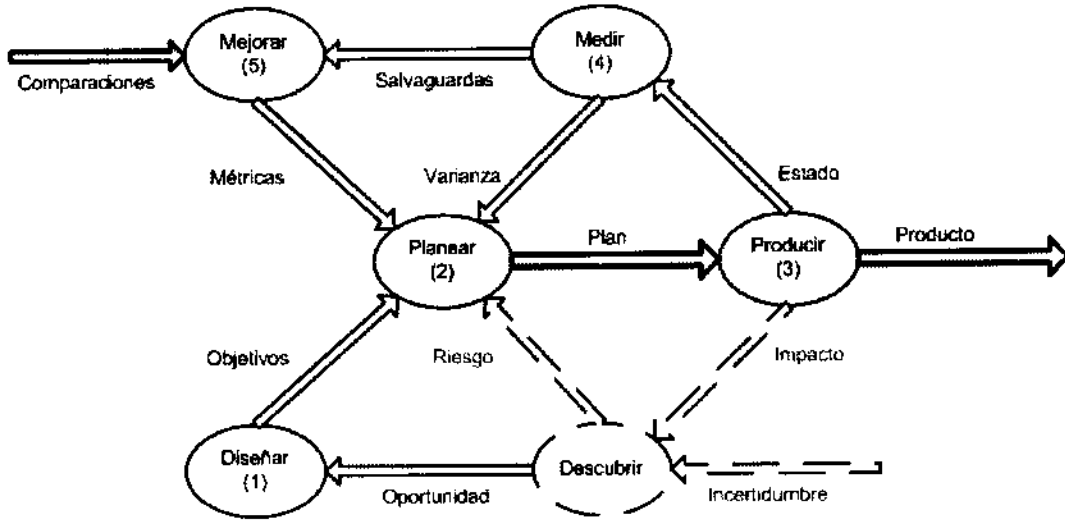
Anexo 1a. Pasos de la GR.



Anexo 1b. Elementos y técnicas de GR.

Elemento de riesgo	Técnica de gestión del riesgo											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Insuficiencias de personal (Recursos)	X	X										
Planificaciones y presupuestos poco realistas (Recursos)			X	X	X		X					
Desarrollo de las funciones y propiedades erróneas (Requerimientos)						X		X				
Desarrollo erróneo del interfaz de usuario (Requerimientos)						X		X				
Especificaciones excesivas (Requerimientos)				X		X	X	X				
Continua corriente de cambios en los requisitos (Requerimientos)					X				X			
Deficiencias en componentes proporcionados externamente (Subcontratas)										X	X	
Deficiencias en tareas desarrolladas externamente (Subcontratas)		X		X						X		
Deficiencias en rendimiento del sistema al funcional realmente (Diseño)											X	
Exprimir las capacidades de las tecnologías informáticas (Diseño)								X		X	X	X

Anexo 2. Modelo de Hall.



Anexo 3. Modelo de Mac Farlan.

Inexperiencia tecnológica	0	0	0	0	1	1	1	1
Desestructuración	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.1	.1
Tamaño	.0	.1	.0	.1	.0	.1	.0	.1
Composición de factores	000	001	010	011	100	101	110	111
RIESGO	0	1	2	3	4	5	6	7

En la tabla anterior los valores se interpretan de la siguiente forma:

Métrica en los factores:

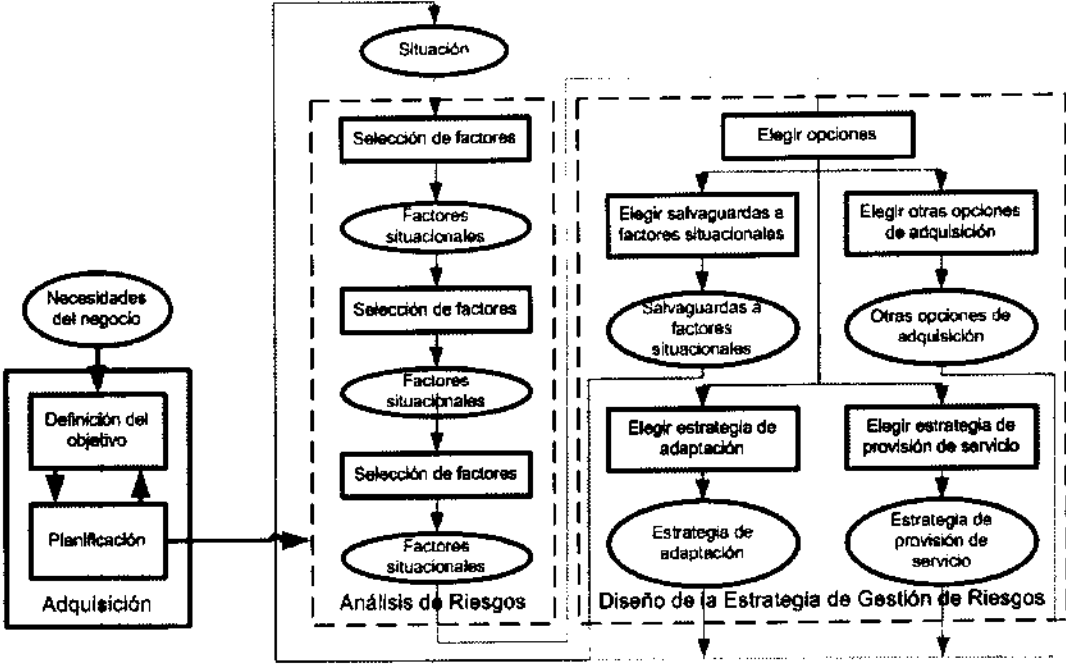
- 0 = bajo
- 1 = alto

Métrica en el riesgo:

- 0 = muy bajo
- 1 = bajo
- 2 = muy bajo (y poco manejable)
- 3 = bajo (y poco manejable)
- 4 = bajo-medio f. 5 = medio
- 6 = alto

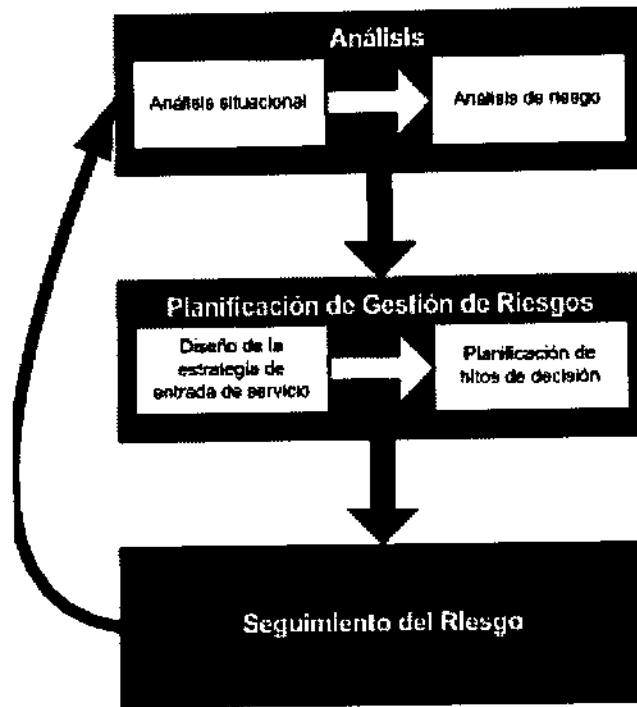
7 = muy alto

Anexo 4. Submodelo de procesos de Eurométodo.

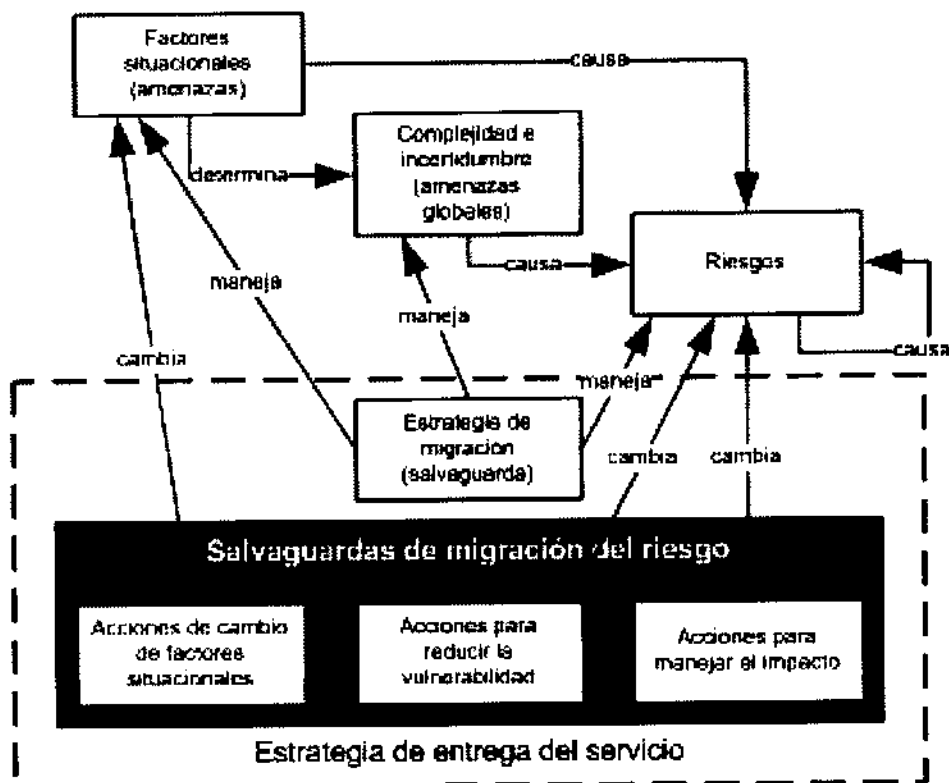


Anexo 5. ISPL.

Anexo 5a. Procesos de la GR.

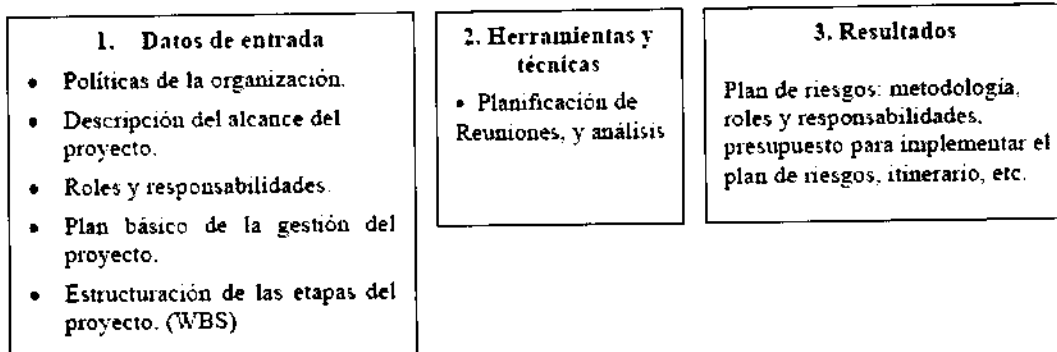


Anexo 5b. Gestión del modelo de componentes.

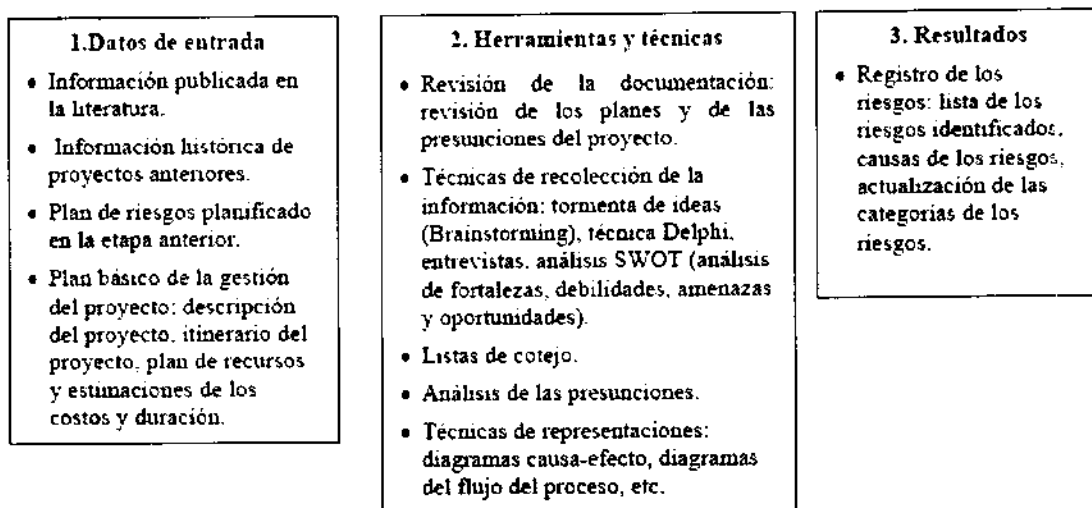


Anexo 6. Entradas, herramientas, técnicas y resultados de los procesos según PMI.

Anexo 6a. Datos de entrada, herramientas, técnicas y resultados de la Planificación de la Gestión de riesgo.



Anexo 6b. Datos de entrada, herramientas, técnicas y resultados de la Identificación del riesgo.



Anexo 6c. Datos de entrada, herramientas, técnicas y resultados del Análisis Cualitativo del riesgo.

1. Datos de entrada	2. Herramientas y técnicas	3. Resultados
<ul style="list-style-type: none"> • Información histórica de riesgos de proyectos anteriores. • Plan de riesgos del proyecto. • Registro de los riesgos: lista de los riesgos identificados, causas de los riesgos, actualización de las categorías de los riesgos 	<ul style="list-style-type: none"> • Probabilidad e impacto del riesgo. • Matriz de probabilidad e impacto • Categorización de los riesgos 	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de los riesgos actualizado. Este incluye: lista priorizada de los riesgos, riesgos agrupados por categorías, lista de riesgos que necesitan una acción inmediata, lista de riesgos para análisis adicionales

Anexo 6d. Datos de entrada, herramientas, técnicas y resultados del Análisis Cuantitativo del riesgo.

1. Datos de entrada	2. Herramientas y técnicas	3. Resultados
<ul style="list-style-type: none"> • Información histórica de riesgos de proyectos anteriores. • Plan de riesgos. • Registro de riesgos etapa anterior: lista de riesgos por importancia, lista de riesgos para posteriores análisis, tendencias y resultados de análisis cualitativos. • Plan de la gestión del proyecto: plan de itinerario y plan de costos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas de recolección de datos: entrevistas, distribuciones de probabilidad, y juicio de los expertos. • Técnicas de modelación y análisis cuantitativo de los riesgos: análisis de sensibilidad, valor monetario esperado (EMV), simulación montecarlo, Árboles de decisión 	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de riesgos actualizados: lista de los riesgos cuantificados, análisis probabilístico del proyecto, análisis de probabilidad del costo y tiempo de ejecución

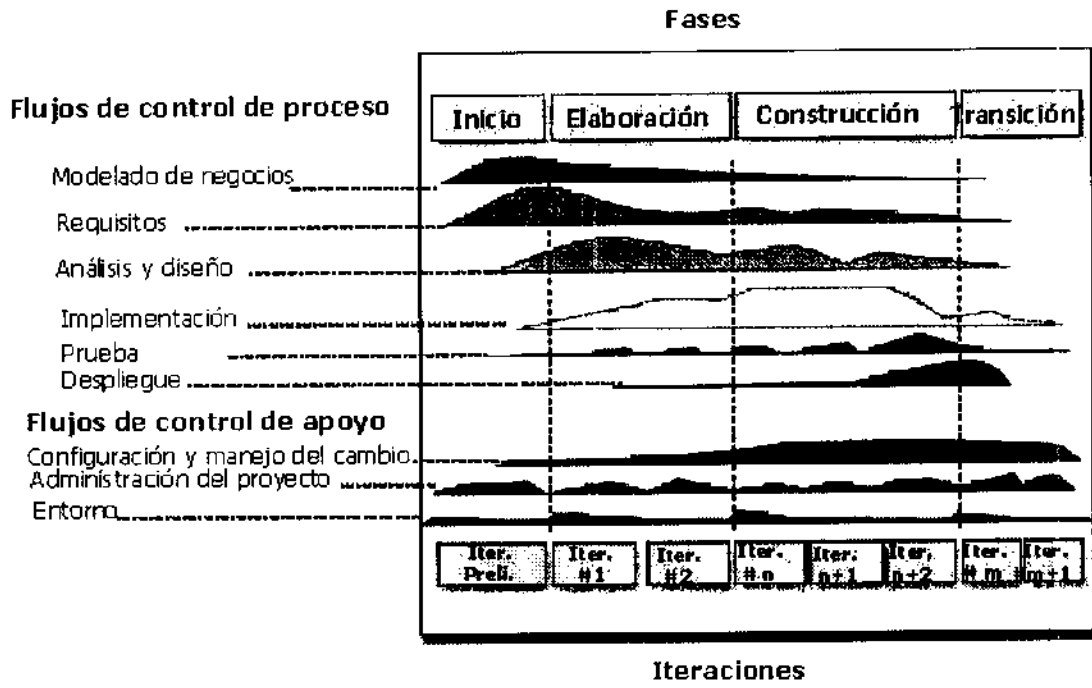
Anexo 6e. Datos de entrada, herramientas, técnicas y resultados de la Planificación de las Respuestas al riesgo.

<p>1. Datos de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plan de riesgo de la gestión. • Registro de los riesgos actualizados. • Tendencias cualitativas y cuantitativas del análisis del riesgo 	<p>2. Herramientas y técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estrategias para los riesgos negativos: evitar, transferir, eliminar, reducir y aceptar. • Estrategias para los riesgos positivos y oportunidades • Planes de contingencia 	<p>3. Respuestas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registro de riesgos actualizado. • Plan de gestión del proyecto actualizado. • Plan de contingencia de respuesta al riesgo
---	---	--

Anexo 6f. Datos de entrada, herramientas, técnicas y resultados del Seguimiento y Control del riesgo.

<p>1. Datos de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plan de riesgos de la gerencia. • Registro de los riesgos actualizados. • Cambios aprobados por la gerencia. • Información del desempeño de trabajo. • Reportes de rendimiento 	<p>2. Herramientas y técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auditoria del plan de respuesta al riesgo. • Resúmenes periódicos de los planes de riesgo. • Técnicas de medición de desempeño. 	<p>3. Respuestas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acciones correctivas. • Sugerencias de cambios en el proyecto. • Actualización del plan de respuesta al riesgo. • Recomendaciones de acciones preventivas. • Gestión del proyecto actualizado
--	--	---

Anexo 7. Estructura de RUP



Anexo 8. Resultados parciales de la encuesta UQAM-PMI 2007.

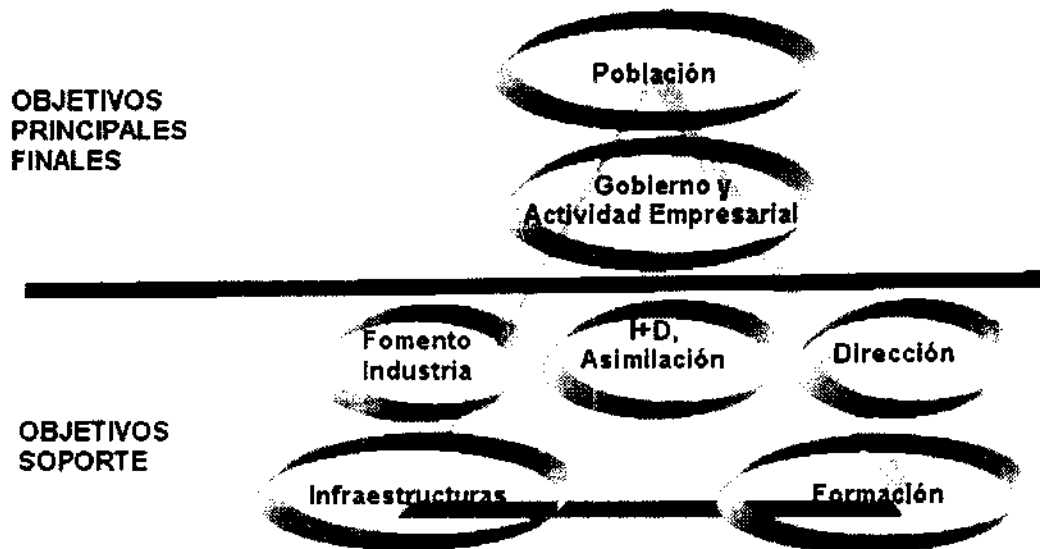
Anexo 8a. Nivel de Uso de las técnicas o herramientas.

Técnica o herramienta	Nivel de Uso		
	Alto	Muy Alto	Total (encuestados)
Documentos de GR	24% (194)	10% (85)	824
Ranking de Riesgos	23% (189)	9% (76)	821
Asignación de responsables de Riesgos	23% (188)	8% (69)	824
Representación gráfica de la información de los Riesgos	15% (126)	5% (38)	817
Planes de Contingencia	23% (188)	8% (63)	826
Base de Datos de Riesgos	13% (110)	5% (43)	829

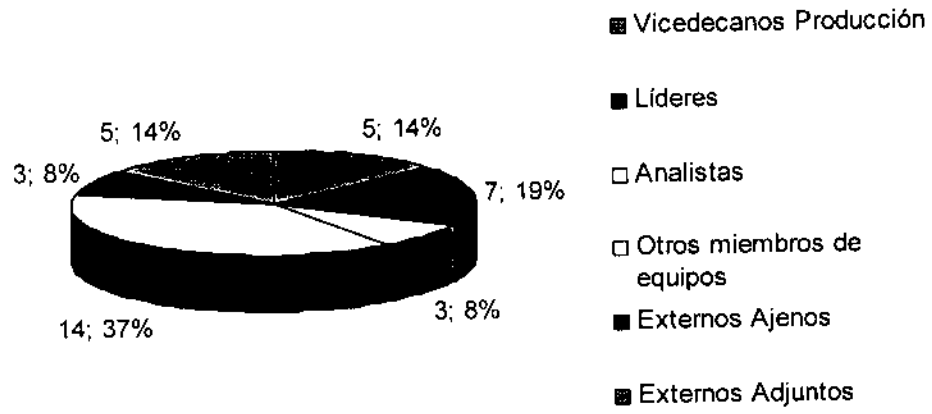
Anexo 8b. Contribución Potencial de las técnicas o herramientas.

Técnica o herramienta	Contribución Potencial		
	Alto	Muy Alto	Total (encuestados)
Documentos de GR	34% (275)	27% (221)	814
Ranking de Riesgos	34% (270)	26% (212)	800
Asignación de responsables de Riesgos	34% (276)	26% (209)	809
Representación gráfica de la información de los Riesgos	25% (205)	20% (162)	806
Planes de Contingencia	36% (290)	25% (203)	811
Base de Datos de Riesgos	31% (249)	30% (245)	811

Anexo 9. Áreas de la estrategia cubana de informatización.



Anexo 10. Composición cuantitativa de la muestra para la entrevista.



Anexo 11. Guía para entrevista.**Introducción**

- Saludo.
- Informar brevemente el objetivo: Identificar el grado de conocimiento de los involucrados acerca de la GR, su utilización a nivel nacional y en la UCI, y su aplicación en los proyectos de desarrollo de software, así como para distinguir aspectos a incluir en el modelo para facilitar su aplicación y efectividad.
- Reconocer la importancia, respeto y confidencialidad de los criterios del entrevistado.

Desarrollo

1. ¿Cuáles han sido sus experiencias en el trabajo relacionado con la Gestión de Proyectos?
2. ¿Cuáles han sido sus experiencias en el trabajo relacionado con el desarrollo de software?
3. ¿En los proyectos en los que ha trabajado o trabaja, se ha tenido conocimiento sobre los riesgos que puedan afectar su buen término?
4. ¿Estos riesgos son identificados en algunas fases específicas del PROCESO DE DESARROLLO? ¿En cuál(es)?
5. ¿Cuándo el proyecto ha enfrentado algún problema, se han documentado las experiencias sobre su solución para que sean utilizadas posteriormente?
6. ¿Los proyectos se desarrollan de acuerdo a alguna metodología formal preestablecida y conocida?
7. ¿Incluye la metodología utilizada actividades relacionadas con el tratamiento de los riesgos?
8. ¿Cuáles son las metodologías más utilizadas en los procesos de desarrollo de software en la UCI?
9. ¿Considera que se adaptan al entorno de producción de la UCI?
10. ¿Conoce el concepto del término *Riesgo*?
11. ¿Conoce el concepto del término *Gestión de Riesgos*?

12. ¿Qué entiende por riesgo para un proyecto de desarrollo de software?
13. ¿Se realizan acciones de tratamiento o Gestión de Riesgos en la UCI?
¿Cuáles?
14. ¿Proponen las metodologías utilizadas acciones para la Gestión de Riesgos en sus fases? ¿Son implementadas estas acciones? Argumente su respuesta.
15. ¿Qué importancia le concede a la Gestión de Riesgos para el cumplimiento de los objetivos del proyecto?
16. ¿Considera relevante y necesario la adopción de un modelo para la Gestión de Riesgos en los proyectos de desarrollo de software de la UCI?
17. ¿Qué características debe cumplir este modelo?

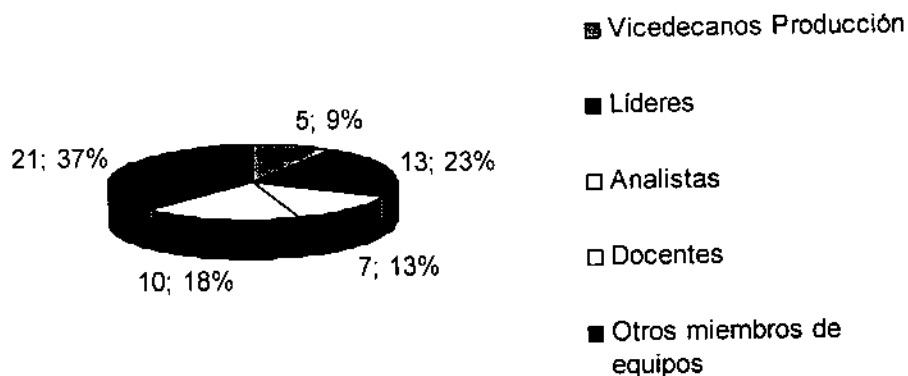
Conclusiones

- Agradecer nuevamente su cooperación.
- Despedida.

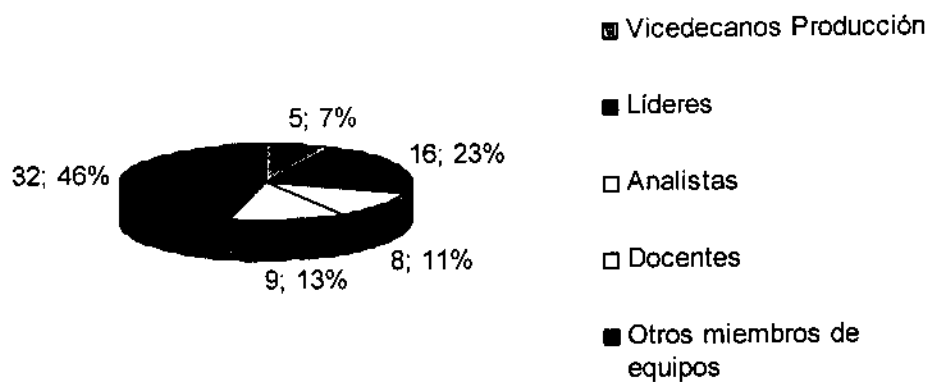
NOTA: Para los especialistas externos, ajenos a la UCI las preguntas van dirigidas a su entidad.

Anexo 12. Composición cuantitativa de la muestra para las encuestas.

Anexo 12a. Composición cuantitativa de la muestra para la encuesta *acerca del dominio de las prácticas de GR, su importancia y uso en la UCI.*



Anexo 12b. Composición cuantitativa de la muestra para la encuesta *acerca de la utilización de las actividades de GR en RUP.*



Anexo 13. Encuesta acerca del dominio de las prácticas de Gestión de Riesgos y aplicación e importancia en la UCI.

Con el análisis de las respuestas a este cuestionario, se pretende identificar el empleo de acciones relacionadas con el tratamiento de los riesgos en Proyectos de Desarrollo de Software. Agradecemos su sinceridad en las respuestas y le garantizamos la confidencialidad y anonimato de sus criterios. Le rogamos especificar los roles que ha desempeñado en proyectos anteriores y el rol que desempeña actualmente.

Roles anteriores _____

Rol o roles actuales _____

Las preguntas están relacionadas con su experiencia en el trabajo en proyectos de desarrollo de software en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

1. ¿En los proyectos en los que ha trabajado o trabaja, se ha tenido conocimiento sobre los riesgos que puedan afectar su buen término?

Sí ___ No ___ Otro criterio _____

2. ¿Estos riesgos son identificados en alguna fase específica del proceso de desarrollo de software?

Sí ___ No ___ Otro criterio _____

a. ¿En qué fase? _____

3. ¿Cuándo el proyecto ha enfrentado algún problema, se han documentado las experiencias sobre su solución para que sean utilizadas posteriormente?

Sí ___ No ___ Otro criterio _____

4. ¿Los proyectos se desarrollan de acuerdo a alguna metodología formal preestablecida y conocida?

Sí ___ No ___ Otro criterio _____

b. ¿Cuál? _____

5. ¿Incluye la metodología utilizada actividades relacionadas con el tratamiento de los riesgos?

Sí ___ No ___ Otro criterio _____

6. ¿Conoce de la existencia de un área en la Gestión de Proyectos que se encarga de la Gestión de Riesgos?

Sí ___ No ___ Otro criterio _____

7. ¿Qué importancia le concede a los siguientes elementos para el éxito del proyecto?

N: Ninguna P: Poca M: Media A: Alta

Acciones	N	P	M	A
El proyecto conoce los eventos que pueden dañarlo.				
El proyecto conoce los eventos que pueden dañarlo y conoce la forma de enfrentarlos.				
El proyecto investiga sobre problemas que han afectado a otros proyectos y planifica acciones para evitarlos.				
El proyecto conoce que hay eventos inevitables y no se desgasta en evitarlos sino en mitigar su impacto una vez materializado el evento.				
Los miembros del equipo se reúnen a debatir sobre los riesgos.				
El proyecto conoce el costo que puede tener la materialización de un riesgo con alta probabilidad de ocurrencia y lo tiene en cuenta en la estimación del presupuesto y la planificación del proyecto.				

8. ¿Conoce que las acciones anteriores forman parte de una eficaz Gestión de Riesgos?

Sí ___ No ___ Otro criterio _____

9. ¿Considera relevante y necesario la adopción de un modelo para la Gestión de Riesgos en los proyectos de desarrollo de software de la UCI?

Sí ___ No ___ Otro criterio _____

10. ¿Qué características considera que debe cumplir este modelo?

¡Gracias nuevamente por su colaboración!

Anexo 14. Encuesta acerca de la utilización de las actividades de GR en RUP.

Con el análisis de las respuestas a este cuestionario, se pretende identificar potencialidades e insuficiencias en la utilización del Proceso Unificado de Desarrollo (RUP) como metodología mayormente utilizada para el desarrollo de software. Agradecemos su sinceridad en las respuestas y le garantizamos la confidencialidad y anonimato de sus criterios. Le rogamos especificar los roles que ha desempeñado en proyectos anteriores y el rol que desempeña actualmente.

Roles anteriores _____

Rol o roles actuales _____

Las preguntas están relacionadas con su experiencia en el trabajo en proyectos de desarrollo de software en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

1. ¿Es utilizada la metodología RUP en los procesos de desarrollo de software del proyecto?

Sí ___ No ___ Otro criterio _____

2. ¿Considera que se adapta al entorno de producción de la UCI?

Sí ___ No ___ Otro criterio _____

3. ¿La metodología RUP es utilizada estrictamente?

Sí ___ No ___ Otro criterio _____

4. ¿Considera que son más los pasos que sigue de RUP que los que no sigue?

Sí ___ No ___ Otro criterio _____

5. ¿Conoce el concepto del término *Riesgo*?

Sí ___ No ___ Otro criterio _____

6. ¿Conoce el concepto del término *Gestión de Riesgos*?

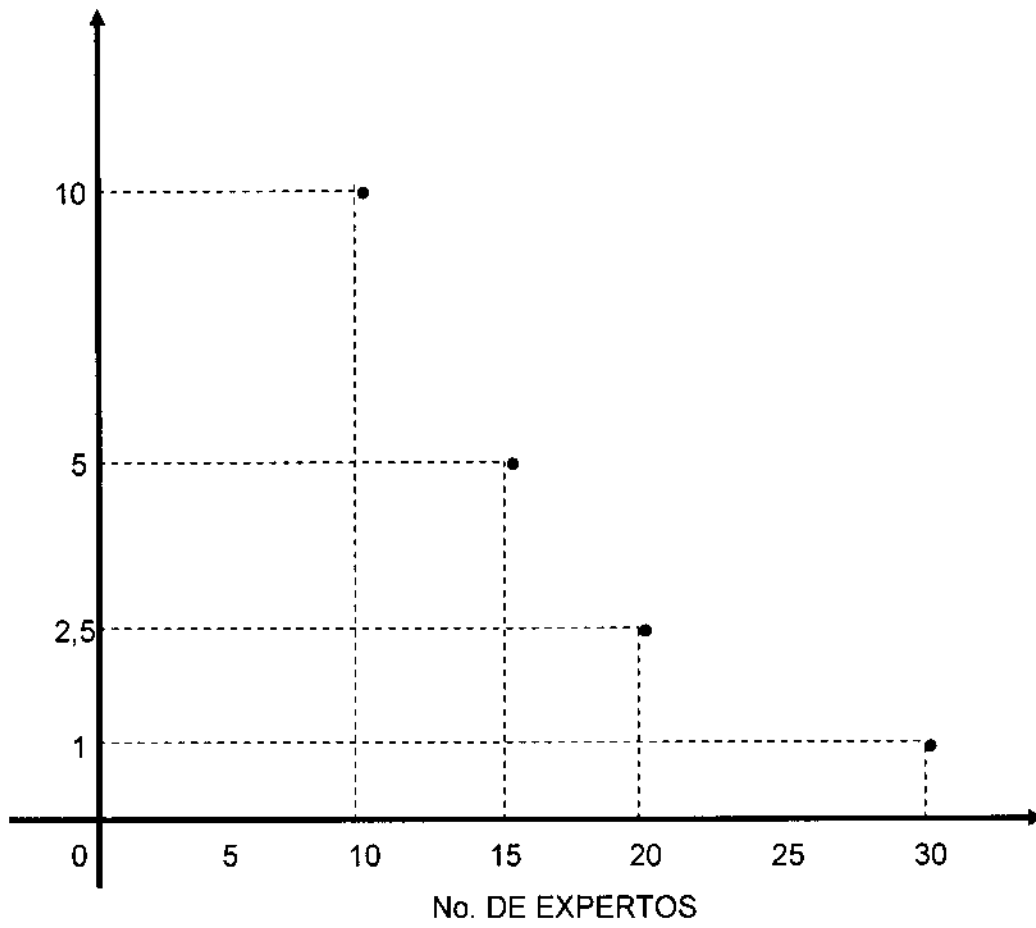
Sí ___ No ___ Otro criterio _____

7. ¿Qué entiende por riesgo para un proyecto de desarrollo de software?

8. ¿Propone RUP acciones para la Gestión de Riesgos en sus fases?
Sí___ No___ Otro criterio_____
9. ¿Ha implementado alguna de estas acciones en el proyecto?
Sí___ No___ Otro criterio_____
10. ¿Qué importancia le concede a la Gestión de Riesgos para el cumplimiento de los objetivos del proyecto?
Ninguna___ Poca___ Media___ Alta___
11. ¿Considera relevante y necesario la adopción de un modelo para la Gestión de Riesgos en los proyectos de desarrollo de software de la UCI?
Sí___ No___ Otro criterio_____
12. ¿Qué características debe cumplir este modelo?

¡Gracias nuevamente por su colaboración!

Anexo 15. Gráfico para selección de cantidad de expertos.

ERROR DE LA
EVALUACIÓN EN %

Anexo 16. Tabla de los valores del peso relativo de cada criterio

Grupo	Criterio	Expertos									
		1	2	.	.	i	.	.	m	\bar{c}	
G_1	1	C_{11}	C_{21}								
	2	C_{12}	C_{22}								
	.										
$G_{...}$.										
	.										
	j										C_{ij}
G_q	.										
	.										
	n										C_{mn}
T		T									

Donde:

q: cantidad de grupos

m: es la cantidad de expertos

n: cantidad de preguntas o criterios

\bar{c} : media aritmética de los expertos que evalúan el criterio j

Anexo 17. Valores críticos del coeficiente de concordancia de Kendall.

		n		
		5	6	7
M	VALORES AL NIVEL DE SIGNIFICACIÓN DE 0,05			
	5	112,3	182,4	276,2
	10	231,2	376,7	571,0
	15	349,8	570,5	864,9
	20	468,5	764,4	1 158,7
M	VALORES AL NIVEL DE SIGNIFICACIÓN DE 0,01			
	5	142,8	229,4	343,8
	10	309,1	494,0	737,0
	15	475,2	758,2	1 129,5
	20	641,2	1 022,2	1 521,9

Anexo 18. Valores críticos de Chi cuadrada

df	Probabilidad			
	0,10	0,05	0,01	0,001
1	7,78	9,49	13,28	18,46
2	9,24	11,07	15,09	20,52
3	10,64	12,59	16,81	22,46
4	12,02	14,07	18,48	24,32
5	13,36	15,51	20,09	26,12
6	14,68	16,92	21,67	27,88
7	15,99	18,31	23,21	29,59
8	17,28	19,68	24,72	31,36
9	18,55	21,03	26,22	32,91
10	19,81	22,36	27,69	34,53
11	21,06	23,68	29,14	36,12
12	22,31	25,00	30,58	37,70
13	23,54	26,30	32,00	39,29
14	24,77	27,59	33,41	40,75
15	25,99	28,87	34,80	42,31
16	27,20	30,14	36,19	43,82
17	28,41	31,41	37,57	45,32
18	33,20	36,42	42,98	51,18
19	34,38	37,65	44,31	52,65

Anexo 19. Tabla de Calificación de cada criterio

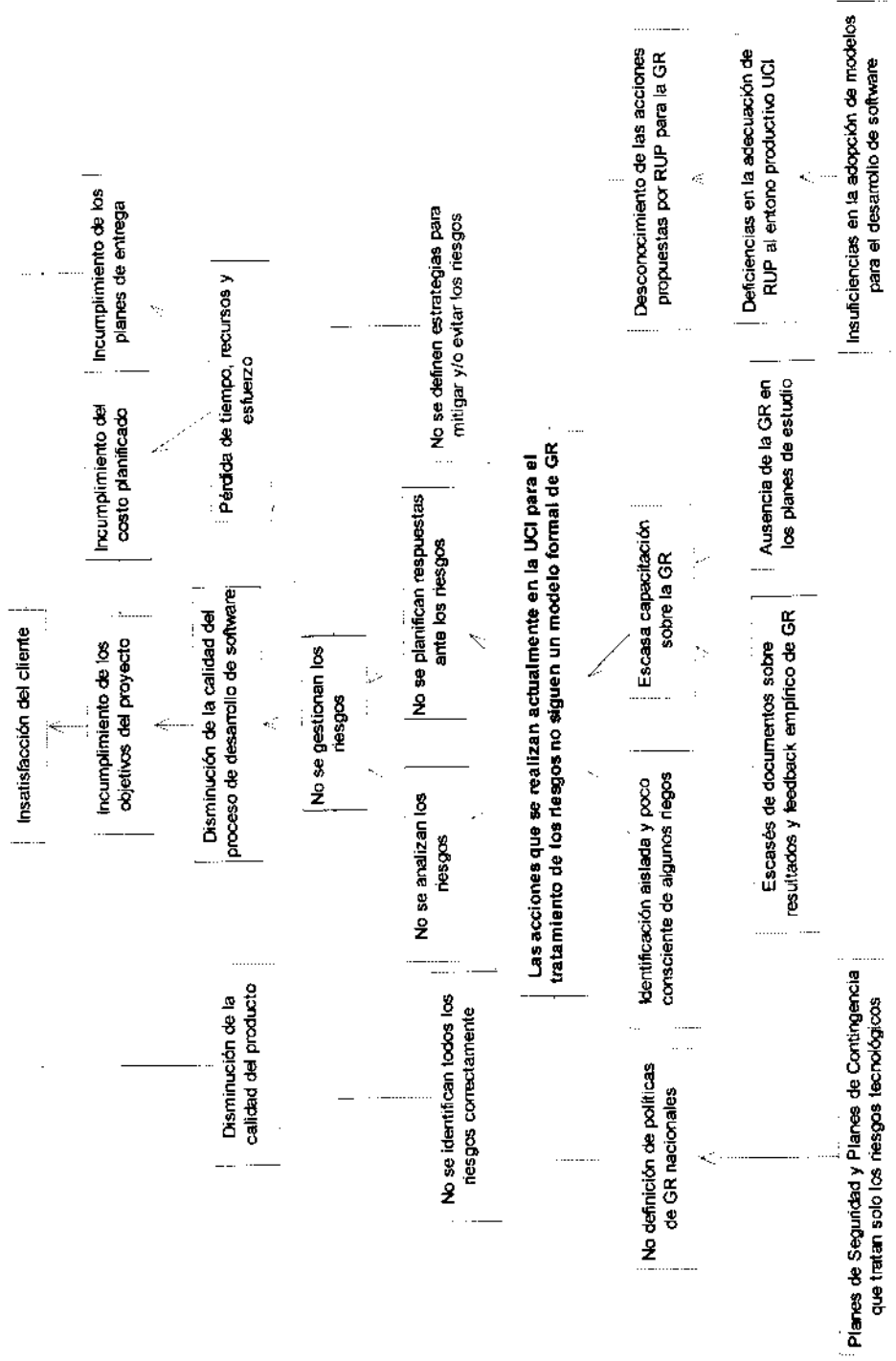
Criterios	Calificación (c)					P	P x c
	1	2	3	4	5		
1							
2							
.							
.							
n							
Total							

Donde:

P: Peso de los criterios.

c: Criterio promedio concedido por los expertos.

Anexo 20. Árbol de problemas.



Anexo 21. Guías para el desarrollo de los procesos de GR

Anexo 21a. Guía para el desarrollo de la Identificación de los Riesgos.

Actividad P1A1: Estudio de oportunidad.

Proceso	P1 Planificación de la Gestión de los Riesgos
Actividad	P1A1 Estudio de oportunidad.
Tarea	P1A1T1 Determinar la oportunidad de la GR.
Objetivos	
Identificar, motivar y justificar el interés de la Dirección del proyecto en la realización de la GR.	
Datos de entrada	
Documentación histórica del proyecto.	
Herramientas y técnicas	
Entrevistas.	
Reuniones.	
Resultados	
Informe preliminar recomendando la realización de la GR.	
Sensibilización y apoyo de la Dirección a la realización de la GR.	
Participantes	
Promotor.	

Se fundamenta la oportunidad de la realización de la GR, enmarcándola en el desarrollo de las demás actividades del proyecto. La GR no debe ser un proceso impuesto, sus prácticas deben sentirse necesarias y aprenderse sobre esta base.

La iniciativa para la realización de la GR parte de un promotor interno o externo al proyecto. Para apoyar su objetivo, puede elaborarse un cuestionario-marco para provocar la reflexión sobre aspectos conocidos que pueden devenir en problemas para el proyecto si no son atendidos a tiempo. De las respuestas al cuestionario-marco y de las entrevistas con integrantes del equipo o el personal relacionado, el promotor realiza el Informe preliminar recomendando llevar a

cabo la GR. El Informe preliminar es presentado a la dirección que puede decidir aprobar la propuesta o bien retrasar o rechazar la inclusión de la GR en el proyecto.

Actividad P1A2: Determinación del alcance del proyecto.

Una vez que se ha constatado la oportunidad de realizar la GR y se cuenta con el apoyo de la dirección, se definen los objetivos del proceso dentro del proyecto, su dominio y sus límites. Se realiza una primera identificación del entorno y de las restricciones generales a considerar.

Proceso	P1 Planificación de la Gestión de los Riesgos
Actividad	P1A2 Definición del alcance del proyecto.
Tarea	P1A2T1 Definir objetivos y restricciones generales.
Objetivos	
Determinar los objetivos de la GR en el proyecto.	
Determinar las restricciones generales que se imponen.	
Datos de entrada	
Documentación histórica del proyecto.	
Plan de Gestión del Proyecto (PGP), que no necesariamente estará completamente definido en ese momento.	
Informe preliminar.	
Herramientas y técnicas	
Entrevistas.	
Reuniones.	
Resultados	
Especificación detallada de los objetivos de la GR.	
Relación de restricciones generales.	
Participantes	
Equipo del proyecto.	

La GR puede perseguir objetivos a muy corto plazo tales como el aseguramiento de cierto sistema o un cierto proceso de negocio, o puede

pretender objetivos más amplios como el análisis global de la seguridad del proyecto. Para incorporar las restricciones a la GR, estas pueden agruparse por distintos conceptos:

- 1 **Restricciones políticas o gerenciales:** Típicas de organizaciones gubernamentales o fuertemente relacionadas con organismos gubernamentales, bien como proveedores o como suministradores de servicios, como es el caso de la UCI.
- 2 **Restricciones estratégicas:** Derivadas los objetivos de la Organización.
Restricciones geográficas. Derivadas de la ubicación física del proyecto o de su dependencia de medios físicos de comunicaciones.
- 3 **Restricciones temporales:** Que toman en consideración situaciones coyunturales: conflictividad laboral, crisis internacional, cambio de la propiedad, reingeniería de procesos, etc.
- 4 **Restricciones estructurales:** Tomando en consideración la organización interna, por ejemplo, procedimientos de toma de decisiones, etc.
- 5 **Restricciones funcionales:** Que tienen en cuenta los objetivos de la institución y las empresas o entidades involucradas.
- 6 **Restricciones legales:** Leyes, reglamentos, regulaciones sectoriales, contratos externos e internos, etc. Restricciones relacionadas con el personal. Perfiles laborales, compromisos contractuales, compromisos sindicales, carreras profesionales, etc.
- 7 **Restricciones metodológicas:** Derivadas de la naturaleza de la institución o del cliente y sus hábitos o habilidades de trabajo que pueden imponer una cierta forma de hacer las cosas.
- 8 **Restricciones culturales:** La "cultura" o forma interna de trabajar puede ser incompatible con ciertas salvaguardas teóricamente ideales.
- 9 **Restricciones presupuestarias:** Limitaciones en el gasto que (aunque no se haya estimado el presupuesto de la GR) pueden o no, estar definidas.

Proceso	P1 Planificación de la Gestión de los Riesgos
Actividad	P1A2 Determinación del alcance del proyecto.
Tarea	P1A2T2 Determinar dominio y límites.

Objetivos
Determinar el dominio y alcance de la GR.
Datos de entrada
PGP. Resultados de la tarea P1A2T1 : Objetivos y restricciones generales.
Herramientas y técnicas
Reuniones de análisis.
Resultados
Relación de unidades ¹ que se verán afectadas como parte del dominio del proyecto. Lista de roles relevantes en las unidades incluidas en el dominio. Designación del Gestor de Riesgos.
Participantes
Equipo del proyecto.

La tarea presume un principio básico: la GR debe centrarse en un dominio limitado, pues un proyecto de ámbito demasiado amplio o indeterminado podría ser inabarcable, por excesivamente generalista o por demasiado extendido en el tiempo, con perjuicio en las estimaciones de los elementos del análisis. Además, las restricciones pueden imponer restricciones en el dominio de la GR.

La lista de roles relevantes conlleva al análisis de las responsabilidades ya previstas en el proyecto, lo que puede facilitar la elección del Gestor de Riesgos.

Proceso	P1 Planificación de la Gestión de los Riesgos
Actividad	P1A2 Determinación del alcance del proyecto.
Tarea	P1A2T3 Identificación del entorno.
Objetivos	

¹ Procesos, subprocesos, entidades, empresas, organizaciones e instituciones relacionadas con el proyecto.

Definir el dominio. Definir las relaciones dominio-entorno.
Datos de entrada
PGP. Resultados de la tarea P1A2T1: Objetivos y restricciones generales. Resultados de la tarea P1A2T2: Determinación del dominio.
Herramientas y técnicas
Entrevistas. Reuniones. Estructura de Descomposición o Desglose del Trabajo (EDT)
Resultados
Caracterización del entorno con la lista de roles relevantes a considerar. Esquema de relación dominio-entorno. Conformación del Equipo de GR. Conformación del Comité de Seguimiento de GR.
Participantes
Equipo del proyecto.

Esta tarea realiza un estudio global del dominio del proyecto, con objeto de identificar sus funciones y finalidades principales y sus relaciones con el entorno, así como sus tendencias de evolución. El perfil general de las unidades, producto obtenido en la tarea anterior, se amplía en ésta con la información proporcionada por los responsables de las diversas áreas de dichas unidades.

Nuevamente la revisión de los roles fundamentales involucrados de cualquier forma con el proyecto, coadyuva la formación del Comité de Seguimiento, pues las acciones que posteriormente se planificarán y ejecutarán en el marco de la gestión del proyecto, deben ser seguidas y controladas siguiendo este precepto.

Actividad P1A3: Planificación de la GR.

Se determina el trabajo que supone la realización del proyecto. Se elabora el

plan de trabajo para la realización de la GR. Se determinan los participantes en el proyecto, sus responsabilidades y su modo de actuación.

Proceso	P1 Planificación de la Gestión de los Riesgos.
Actividad	P1A3 Planificación de la GR.
Tarea	P1A3T1 Programar las actividades.
Objetivos	
Plantear las actividades de la GR.	
Datos de entrada	
Resultados de la tarea P1A2T1 : Objetivos y restricciones generales.	
Resultados de la tarea P1A2T2 : Determinación del dominio.	
Resultados de la tarea P1A2T3 : Esquema relación dominio-entorno.	
Herramientas y técnicas	
Entrevistas	
Reuniones	
Resultados	
Plan de Gestión de Riesgos (PGR): Programación de actividades de la GR.	
Participantes	
El comité de seguimiento	
Equipo del proyecto.	
Responsables de las unidades incluidas en el dominio	

Proceso	P1 Planificación de la Gestión de los Riesgos.
Actividad	P1A3 Planificación de la Gestión.
Tarea	P1A3T2 Determinar recursos necesarios.
Objetivos	
Asignar los recursos necesarios (humanos, de organización, técnicos, etc.) para la realización de la GR.	

Datos de entrada
PGP. Resultados de la tarea P1A3T1 : Programación de actividades de la GR.
Herramientas y técnicas
Planificación de proyectos.
Resultados
Comunicaciones al personal participante de su asignación al proyecto. PGR: Disponibilidad de recursos necesarios.
Participantes
Equipo de GR. Gestor de Riesgos. Responsables de unidades del dominio.

Proceso	P1 Planificación de la Gestión de los Riesgos
Actividad	P1A3 Planificación de la Gestión
Tarea	P1A3T3 Planificar el trabajo
Objetivos	Definir las funciones y responsabilidades los participantes Elaborar el calendario concreto de realización de las distintas etapas, actividades y tareas de GR en el proyecto. Verificar la disponibilidad de los medios materiales necesarios.
Datos de entrada	PGP. Resultados de la tarea P1A3T1 : Programación de actividades de la GR. Resultados de la tarea P1A3T2 : Recursos necesarios.
Herramientas y técnicas	Planificación de proyectos.

Resultados
PGR: Cronograma de GR en el proyecto. Responsabilidades de los participantes. Disponibilidad de los medios materiales necesarios Descripción de hitos.
Participantes
Equipo del proyecto.

Actividad: Estimación de costos.

La tarea posibilita el dimensionamiento del proyecto. En función de la dimensión estimada y de los objetivos del proyecto se escogen algunas de las técnicas a utilizar en el proyecto. Por otra parte la tarea también dimensiona el proyecto en cuanto a su coste y los retornos o beneficios que puede aportar, para que la Dirección pueda tomar con fundamento la decisión de emprenderlo y asignar los recursos necesarios para su desarrollo.

Proceso	P1 Planificación de la Gestión de los Riesgos
Actividad	P1A4 Factibilidad de la GR.
Tarea	P1A4T1 Estimar costos.
Objetivos	
Determinar el volumen de recursos necesarios para la ejecución de la GR: humanos, temporales y financieros.	
Datos de entrada	
PGP. PGR.	
Herramientas y técnicas	
Análisis coste-beneficio. Planificación de proyectos.	
Resultados	

PGR: Informe de Estudio de factibilidad de la GR.
Participantes
Equipo de GR. Gestor de Riesgos.

Proceso	P1 Planificación de la Gestión de los Riesgos
Actividad	P1A4 Factibilidad de la GR.
Tarea	P1A4T2 Decidir la realización de la GR.
Objetivos	
Decidir a partir de la factibilidad determinada en la tarea anterior, si es pertinente o no, proceder con la realización de la GR.	
Datos de entrada	
Resultados de la tarea P1A3T1 : Informe de Estudio de factibilidad de la GR.	
Herramientas y técnicas	
Reuniones de análisis.	
Resultados	
Informe de aprobación de la GR.	
Participantes	
Líder de proyecto. Gestor de Riesgos. Equipo del proyecto. Entidades o especialistas involucrados con la economía y financiación del proyecto.	

Actividad: Comunicación de resultados.

La comunicación de los resultados en la planificación, además de la definición de las actividades que a continuación se describen, tiene hasta el momento antecedentes en la comunicación de los integrantes del equipo de sus responsabilidades y la discusión a través de las reuniones de análisis y

planificación, de los informes y decisiones tomadas en cada caso.

Proceso	P1 Planificación de la Gestión de los Riesgos
Actividad	P1A5 Comunicación resultados.
Tarea	P1A4T1 Comunicar resultados al proyecto.
Objetivos	
Informar al equipo del proyecto de los resultados de las actividades.	
Datos de entrada	
PGP. PGR.	
Herramientas y técnicas	
Reuniones de análisis y planificación.	
Resultados	
Equipo informado y motivado por la GR.	
Participantes	
Equipo del proyecto.	

En cada una de las tareas que así lo requieren, se documenta el proceso a través de informes y el PGR, sin embargo, debe registrarse las buenas o malas prácticas aplicadas que conformarán también la información histórica del proyecto.

Proceso	P1 Planificación de la Gestión de los Riesgos
Actividad	P1A5 Comunicar resultados.
Tarea	P1A4T1 Documentar experiencias.
Objetivos	
Verificar la documentación de cada tarea del proyecto. Documentar además las experiencias personales, vivencias y todos los datos que puedan servir para análisis posteriores.	
Datos de entrada	

Objetivos y resultados de las tareas. Actas de reuniones realizadas.
Herramientas y técnicas
Reuniones. Entrevistas.
Resultados
Equipo con GR respaldada y documentada.
Participantes
Equipo de GR. Equipo del proyecto.

Anexo 21b. Guía para el desarrollo de la Identificación de los Riesgos.

Actividad: Selección de herramientas y técnicas a aplicar para la identificación.

Los miembros del equipo necesitan conocer los procesos de desarrollo de software, la tecnología utilizada, el dominio de aplicación del proyecto, su alcance, los contratos, los protocolos de entrevistas.

Proceso	P2 Identificación de los Riesgos
Actividad	P2A1 Selección de herramientas y técnicas a aplicar.
Tarea	P2A1T1 Capacitar el equipo.
Objetivos	
Garantizar que las herramientas y técnicas sean conocidas y correctamente aplicadas por los integrantes del equipo.	
Datos de entrada	
Documentación en la materia. PGR: Roles y responsabilidades.	
Herramientas y técnicas	
Reuniones. Talleres u otras formas docente-metodológicas.	
Resultados	
Equipo apto y acto para enfrentar el proceso. Comunicaciones al Equipo de GR de su responsabilidad en el proceso.	
Participantes	
Equipo de GR. Gestor de Riesgos. Asesores, tutores, profesores y consultores designados para guiar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Puede incluirse el promotor.	

Proceso	P2 Identificación de los Riesgos
----------------	---

Actividad	P2A1 Selección de herramientas y técnicas a aplicar.
Tarea	P1A1T2 Analizar información histórica.
Objetivos	
<p>Recopilar información histórica sobre GR en proyectos similares o en el mismo proyecto.</p> <p>Analizar estos datos apoyándose en comparaciones de las técnicas y herramientas y las peculiaridades del proyecto.</p>	
Datos de entrada	
<p>PGP.</p> <p>Información histórica.</p>	
Herramientas y técnicas	
<p>Reuniones de análisis.</p>	
Resultados	
<p>Resumen para selección de técnicas y herramientas:</p> <p style="padding-left: 40px;">Elementos comunes en gestiones de riesgos anteriores.</p> <p style="padding-left: 40px;">Pautas para la selección de herramientas y técnicas adecuadas para la identificación de riesgos en este proyecto.</p>	
Participantes	
<p>Equipo de GR.</p> <p>Jefe de GR.</p>	

La información histórica sobre lo que realmente ocurrió en proyectos previos o en fases o versiones anteriores de este mismo proyecto, puede ser especialmente útil en identificar riesgos potenciales. A continuación se propone un resumen de las fuentes que pueden proveer información sobre resultados históricos del proyecto.

1. Conocimiento del equipo del proyecto: los miembros individuales del equipo del proyecto pueden recordar ocurrencias previas o suposiciones.
2. Informe de análisis financiero: Los informes financieros puede ser una fuente importante de información para la función de administración de

riesgos; los balances y los estados de pérdidas y ganancias son fuentes básicas de información sobre la organización.

3. No obstante los informes financieros son solamente una faceta del registro del sistema de una organización, ellos representan una fuente importante de información de la identificación de riesgos. El balance de la organización, por ejemplo revela la existencia de varios tipos de activos, los cuales guían al auditor para buscar información de las posibles pérdidas a que están expuestos los activos. Simultáneamente el balance también puede indicar cuanto dinero o capital esta disponible como medida de capacidad de retención de perdidas.
4. Diagramas de flujo: El análisis de los diagramas de flujo de las operaciones pueden alertar al administrador de riesgos de aspectos inusuales de las operaciones de la firma, un diagrama de flujo de las operaciones internas de la organización - revelando el tipo y secuencia de sus actividades - viendo la firma como una unidad de procesamiento en busca de descubrir todas las contingencias que puedan interrumpir sus procesos. El beneficio mas positivo del uso de diagramas de flujo es probablemente que fuerza al administrador de riesgos a familiarizarse con los aspectos técnicos de las operaciones de la organización.
5. Organigramas: Un organigrama revela las divisiones de la organización, reportando sus relaciones, los organigramas también proveen al identificador de riesgos un entendimiento de la naturaleza y el campo de acción de las operaciones de la organización.
6. Políticas existentes: El auditor necesitará las políticas existentes para evaluar el alcance de la identificación de riesgos y de la información recogida.
7. Reportes de pérdidas: Otra importante fuente de información que puede ayudar en la identificación de riesgos es el registro de la organización de sus propias pérdidas pasadas; el examen de los registros de pérdidas indicarán las clases de pérdidas que han ocurrido, calculando el grado de riesgo de ciertas actividades u operaciones.
8. Entrevistas: Otra importante fuente de información que puede ayudar en la

identificación de riesgos son las entrevistas con personal clave con la organización; alguna información no es registrada en documentos o registros solamente existiendo en la mente de ejecutivos y empleados. Las siguientes son algunas de las personas claves a entrevistar: ingenieros de planta, jefe de personal, administradores de seguridad, empleados y supervisores.

9. Inspecciones: Es la herramienta más usada para obtener un buen conocimiento de las operaciones porque:

- Ayuda a familiarizar al auditor con la organización
- Ayuda a indicar las posibles ratas de protección
- Ayuda a revelar las posibles pérdidas

Proceso	P2 Identificación de los Riesgos.
Actividad	P2A1 Selección de herramientas y técnicas a aplicar.
Tarea	P2A1T3 Seleccionar herramientas y técnicas.
Objetivos	
Elegir las herramientas y técnicas a aplicar en concordancia con el resumen realizado con este propósito.	
Datos de entrada	
Resultados de la tarea P2A1T2: Resumen para selección de técnicas y herramientas.	
Herramientas y técnicas	
Reuniones.	
Resultados	
Justificación de las herramientas y técnicas a aplicar.	
Participantes	
Gestor de Riesgos.	
Equipo de GR.	

El uso de técnicas y herramientas para la identificación no es excluyente, pueden complementarse unas con otras. A continuación se resumen algunas:

- Revisión de Información histórica.
- Técnicas de captación de información.
 - Tormenta de ideas.
 - Técnica Delphi
 - Entrevistas
 - Identificación de causa raíz
 - Análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades)
- Listas de chequeo
- Análisis de hipótesis, escenarios y premisas.
- Técnicas de diagramación
 - Diagramas causa-efecto
 - Diagramas de influencia
 - Flujogramas

Actividad: Identificación de los riesgos.

Proceso	P2 Identificación de los Riesgos.
Actividad	P2A2 Identificación de los Riesgos.
Tarea	P2A2T1 Declarar los riesgos.
Objetivos	
Declarar los riesgos del proyecto.	
Datos de entrada	
Resultados de la tarea P2A1T3 : Justificación de las herramientas y técnicas a aplicar.	
Herramientas y técnicas	
Las seleccionadas en tarea anterior.	
Resultados	
Registro de riesgos.	
Participantes	

El equipo de proyecto
El equipo de identificación.
Clientes.
Entidades relacionadas con el proyecto.

En el Anexo 23 se muestra una guía para conformar el Registro de Riesgos. Los aspectos a registrar variarán en dependencia de la profundidad y proceso en el que se trabaje en el registro. De esta forma, por ejemplo, durante el proceso de identificación, no se planifican las respuestas y mucho menos se han controlado estas respuestas.

Proceso	P2 Identificación de los Riesgos
Actividad	P2A2 Identificación de los Riesgos
Tarea	P2A2T2 Caracterizar los riesgos.
Objetivos	
Determinar las características fundamentales de cada riesgo declarado.	
Datos de entrada	
Registro de riesgos. Documentación histórica.	
Herramientas y técnicas	
Reuniones. Entrevistas. Árbol causa-efecto.	
Resultados	
Registro de riesgos: Frecuencia. Causas o fuentes. Eventos potenciales. Posibles respuestas.	
Participantes	

El Equipo de GR.

Clientes.

Eventos potenciales de riesgo. Son ocurrencias discretas tales como desastres naturales o como el retiro de un miembro específico del equipo que puedan afectar al proyecto, estos deberán ser identificados en adición a la fuente de riesgo cuando la probabilidad de ocurrencia o la magnitud de pérdida es relativamente grande. Mientras que los eventos potenciales de riesgo son rara vez específicos a un área de aplicación.

Actividad: Comunicación de resultados.

Como conclusión de P2, es necesario retroalimentar a todos los participantes sobre los resultados de lo que también fruto del esfuerzo del resto de los miembros del equipo del proyecto, que juegan un papel fundamental en la aplicación de las técnicas y herramientas de identificación. Si bien puede parecer que esta sea la tarea que cierra P2, lo cierto es solo que es la base y el inicio de la estrategia a seguir para gestionar los riesgos identificados.

Uno de los problemas más citados en el área de la GR es la falta de datos sobre resultados de su aplicación, he aquí uno de los resultados más importantes como información histórica: el registro de riesgos, no debe perderse entonces la oportunidad de que desde el inicio todo el proyecto conozca cómo marcha el trabajo.

Proceso	P2 Identificación de los Riesgos
Actividad	P2A3 Comunicación resultados.
Tarea	P2A3T1 Comunicar resultados al proyecto.
Objetivos	
Informar al equipo del proyecto de los resultados de las actividades.	
Datos de entrada	
Registro de Riesgos.	
Herramientas y técnicas	
Reuniones.	

Resultados
Equipo informado y motivado por la GR.
Participantes
Equipo de GR. Equipo del proyecto.

En cada una de las tareas que así lo requieren, se documenta el proceso a través de informes y el PGR, sin embargo, debe registrarse las buenas o malas prácticas aplicadas que conformarán también la información histórica del proyecto.

Proceso	P2 Identificación de los Riesgos
Actividad	P2A3 Comunicación de resultados.
Tarea	P2A3T2 Documentar experiencias.
Objetivos	
Verificar la documentación de cada tarea del proyecto. Documentar además las experiencias personales, vivencias y todos los datos que puedan servir para análisis posteriores.	
Datos de entrada	
Objetivos y resultados de las tareas. Actas de reuniones realizadas.	
Herramientas y técnicas	
Reuniones. Entrevistas.	
Resultados	
Equipo con GR respaldada y documentada.	
Participantes	
Equipo de GR. Equipo del proyecto.	

Anexo 21c. Guía para el desarrollo del Análisis de los Riesgos.

Actividad: Análisis cualitativo de los riesgos.

Proceso	P3 Análisis de los Riesgos
Actividad	P3A1 Análisis cualitativo de los riesgos.
Tarea	P3A1T1 Estimar la probabilidad y el impacto del riesgo.
Objetivos	
Estimar la probabilidad de ocurrencia del riesgo.	
Estimar la el impacto del riesgo.	
Datos de entrada	
Registro de riesgos.	
Herramientas y técnicas	
Matriz impacto-probabilidad.	
Resultados	
Registro de riesgos.	
<ul style="list-style-type: none"> • Priorización de los riesgos según su probabilidad de ocurrencia e impacto. • Especificación de riesgos que requieren respuestas en corto plazo. • Especificación de riesgos recomendados para análisis cuantitativo. 	
Participantes	
Equipo de GR.	

Proceso	P3 Análisis de los riesgos.
Actividad	P3A1 Análisis cualitativo de los riesgos.
Tarea	P3A1T2 Priorizar los riesgos.
Objetivos	
Priorizar el riesgo tomando como base la caracterización del análisis cualitativo.	
Datos de entrada	

PGP. PGR. Registro de riesgos.
Herramientas y técnicas
Reuniones de análisis.
Resultados
Registro de riesgos. Priorización de los riesgos según su probabilidad de ocurrencia e impacto. Especificación de riesgos que requieren respuestas en corto plazo. Especificación de riesgos recomendados para análisis cuantitativo.
Participantes
Equipo de GR.

Todas las consideraciones anteriores desembocan en una clasificación de cada riesgo significativo, determinándose si:

1. es **crítico** en el sentido de que requiere atención urgente y debe ser sometido al análisis cuantitativo.
2. es **grave** en el sentido de que requiere atención y debe ser sometido al análisis cuantitativo.
3. es **apreciable** en el sentido de que pueda ser objeto de estudio para su tratamiento.
4. es **asumible** en el sentido de que no se van a tomar acciones para impedirlo.

Actividad: Análisis cuantitativo de los riesgos.

Proceso	P3 Análisis de los Riesgos
Actividad	P3A2 Análisis cuantitativo de los riesgos
Tarea	P3A2T1 Cuantificar la probabilidad de ocurrencia del riesgo.
Objetivos	
	Calcular la probabilidad de ocurrencia del riesgo.

Datos de entrada
Registro de Riesgos.
Herramientas y técnicas
El método de estado natural. Análisis de sensibilidad. Análisis de árboles de decisión.
Resultados
Registro de riesgos. Quantificación de la probabilidad.
Participantes
Equipo de GR.

Proceso	P3 Análisis de los Riesgos
Actividad	P3A2 Análisis cuantitativo de los riesgos.
Tarea	P3A2T2 Cuantificar el impacto del riesgo.
Objetivos	Calcular el costo que puede ocasionar el riesgo para el proyecto.
Datos de entrada	Registro de riesgos.
Herramientas y técnicas	Valor monetario esperado. Sumas Estadísticas. Simulación. Árboles de decisión. Opinión experta.
Resultados	Registro de riesgos.

Cuantificación del impacto.
Participantes
Equipo de GR.

Proceso	P3 Análisis de los riesgos.
Actividad	P3A1 Análisis cuantitativo de los riesgos.
Tarea	P3A2T2 Priorizar los riesgos.
Objetivos	
Priorizar el riesgo tomando como base la caracterización del análisis cuantitativo.	
Datos de entrada	
PGP. PGR. Registro de riesgos.	
Herramientas y técnicas	
Reuniones de análisis.	
Resultados	
Registro de riesgos. Priorización de los riesgos según su probabilidad de ocurrencia e impacto. Especificación de riesgos que requieren respuestas en corto plazo.	
Participantes	
Equipo de GR.	

Luego del análisis cuantitativo la clasificación del riesgo establecida en el análisis cualitativo puede variar.

Actividad: Análisis de los atributos del riesgo.

Proceso	P3 Análisis de los Riesgos.
----------------	-----------------------------

Actividad	P3A3 Análisis de los atributos del Riesgo.
Tarea	P3A3T1 Verificar exactitud de los datos, estimaciones y cálculos realizados.
Objetivos	
Revisar la exactitud de los atributos de probabilidad e impacto estimados o calculados, para asegurar la exactitud del análisis.	
Datos de entrada	
Información histórica. Registro de Riesgos.	
Herramientas y técnicas	
Análisis de los datos y estimaciones realizadas.	
Resultados	
Registro de riesgos. Estimación y/o cuantificación de la probabilidad rectificada. Estimación y/o cuantificación del impacto rectificada.	
Participantes	
Equipo de GR.	

Actividad: Comunicación de resultados.

Proceso	P3 Análisis de los Riesgos
Actividad	P2A3 Comunicación resultados.
Tarea	P2A3T1 Comunicar resultados al proyecto.
Objetivos	
Informar al equipo del proyecto de los resultados de las actividades.	
Datos de entrada	
Registro de Riesgos.	
Herramientas y técnicas	
Reuniones.	

Resultados
Equipo informado y motivado por la GR.
Participantes
Equipo de GR. Equipo del proyecto.

En cada una de las tareas que así lo requieren, se documenta el proceso a través de informes y el PGR, sin embargo, debe registrarse las buenas o malas prácticas aplicadas que conformarán también la información histórica del proyecto.

Proceso	P2 Identificación de los Riesgos
Actividad	P2A3 Comunicación de resultados.
Tarea	P2A3T2 Documentar experiencias.
Objetivos	
Verificar la documentación de cada tarea del proyecto. Documentar además las experiencias personales, vivencias y todos los datos que puedan servir para análisis posteriores.	
Datos de entrada	
Objetivos y resultados de las tareas. Actas de reuniones realizadas.	
Herramientas y técnicas	
Reuniones. Entrevistas.	
Resultados	
Equipo con GR respaldada y documentada.	
Participantes	
Equipo del proyecto.	

Algunos de los aspectos que se sugiere analizar para la documentación de la experiencia, son por ejemplo, las discrepancias con la información histórica

manejada, los resultados de la aplicación de las técnicas para la estimación y el cálculo del impacto y la probabilidad, si la información recogida en el P2 fue útil y suficiente para realizar P3 con éxito, entre otros.

Anexo 21d. Guía para el desarrollo de la Planificación de las Respuestas a los Riesgos.

Actividad: Valoración de la estrategia para enfrentar el riesgo.

Proceso	P4 Planificación de las Respuestas a los Riesgos
Actividad	P4A1 Valoración de la estrategia para enfrentar el riesgo.
Tarea	P4A1T1 Identificar estrategias viables frente al riesgo.
Objetivos	
Valorar las estrategias que pueden seguirse para enfrentar el riesgo pues no necesariamente puede identificarse siempre una sola.	
Datos de entrada	
PGP. PGR. Registro de riesgos: Caracterización y recomendaciones provenientes del análisis.	
Herramientas y técnicas	
Reuniones de análisis.	
Resultados	
Registro de riesgos. Posibles estrategias	
Participantes	
Equipo de GR.	

Aunque pueda parecer innecesario recoger en el registro las posibles estrategias, esto puede servir en el futuro para otros análisis de riesgos pues la estrategia poco factible en un momento del proyecto o para un proyecto, puede ser la idónea en otro momento o para otro proyecto.

Proceso	P4 Planificación de las Respuestas a los Riesgos
Actividad	P4A1 Valoración de la estrategia para enfrentar el riesgo.
Tarea	P4A1T2 Seleccionar estrategia para enfrentar el riesgo.

Objetivos
Elegir la estrategia de entre las identificadas como posibles para enfrentar un riesgo.
Datos de entrada
PGP. PGR. Registro de riesgos. Caracterización y recomendaciones provenientes del análisis. Posibles estrategias.
Herramientas y técnicas
Reuniones de análisis.
Resultados
Registro de riesgos. Estrategia a seguir y justificación de su selección.
Participantes
Equipo de GR.

Actividad: Planificación de las respuestas.

Es esta una actividad que, como indica su nombre, involucra elementos básicos de la Gestión de Proyectos como una actividad más de planificación.

Proceso	P4 Planificación de las Respuestas a los Riesgos
Actividad	P4A2 Planificación de las respuestas.
Tarea	P4A2T1 Identificar respuestas según estrategia.
Objetivos	
Plantear acciones concretas que permitan cumplir con la estrategia seleccionada.	
Datos de entrada	
PGP. PGR.	

Registro de riesgos. Caracterización y recomendaciones provenientes del análisis. Posibles estrategias.
Herramientas y técnicas
Reuniones de análisis.
Resultados
Registro de riesgos. Respuestas planteadas para cada riesgo.
Participantes
Equipo de GR.

No basta solo seleccionar una estrategia seguir, deben plantearse acciones concretas a cumplir, ser preactivos o reactivos no es simplemente una consigna, deben perseguirse objetivos viables y medibles que permitan minimizar los riesgos.

Proceso	P4 Planificación de las Respuestas a los Riesgos
Actividad	P4A2 Planificación de las respuestas.
Tarea	P4A2T2 Planificar respuestas.
Objetivos	
Planificar los recursos y cronograma para el cumplimiento de cada respuesta especificada.	
Datos de entrada	
PGP. PGR. Registro de riesgos. Respuestas planteadas para cada riesgo.	
Herramientas y técnicas	
Reuniones de análisis. Técnicas de gestión de proyectos.	

Análisis financiero del proyecto.
Resultados
Registro de riesgos. Respuestas planificadas para cada riesgo.
Participantes
Equipo de GR.

Proceso	P4 Planificación de las Respuestas a los Riesgos
Actividad	P4A2 Planificación de las respuestas.
Tarea	P4A2T3 Valorar la factibilidad de las respuestas.
Objetivos	
Analizar la factibilidad de las respuestas planteadas en cuanto a los recursos involucrados y el tiempo necesario para su cumplimiento, pues estas tendrán efecto en la línea base del proyecto.	
Datos de entrada	
PGP. PGR. Registro de riesgos. Respuestas planificadas para cada riesgo.	
Herramientas y técnicas	
Reuniones de análisis. Técnicas de gestión de proyectos. Análisis financiero del proyecto.	
Resultados	
PGP. PGR. Registro de riesgos. Respuestas planificadas para cada riesgo.	

Participantes	
Equipo de GR. Gestores de proyecto y de riesgos.	
Actividad: Comunicación de resultados.	
Proceso	P4 Planificación de las respuestas.
Actividad	P4A4 Comunicación resultados.
Tarea	P4A4T1 Comunicar resultados al proyecto.
Objetivos	
Informar al equipo del proyecto de los resultados de las actividades.	
Datos de entrada	
Registro de Riesgos.	
Herramientas y técnicas	
Reuniones.	
Resultados	
Equipo informado y motivado por la GR.	
Participantes	
Equipo de GR. Equipo del proyecto.	

En cada una de las tareas que así lo requieren, se documenta el proceso a través de informes y el PGR, sin embargo, debe registrarse las buenas o malas prácticas aplicadas que conformarán también la información histórica del proyecto.

Proceso	P2 Identificación de los Riesgos
Actividad	P2A4 Comunicación de resultados.
Tarea	P2A4T2 Documentar experiencias.
Objetivos	
Verificar la documentación de cada tarea del proyecto.	

Documentar además las experiencias personales, vivencias y todos los datos que puedan servir para análisis posteriores.
Datos de entrada
Objetivos y resultados de las tareas. Actas de reuniones realizadas.
Herramientas y técnicas
Reuniones. Entrevistas.
Resultados
Equipo con GR respaldada y documentada.
Participantes
Equipo del proyecto.

Anexo 21e. Guía para el desarrollo del Seguimiento y control de los riesgos.

Actividad: Seguimiento de los Riesgos.

Proceso	P5 Seguimiento y Control de los Riesgos.
Actividad	P5A1 Seguimiento de los Riesgos.
Tarea	P5A1T1 Aplicar métricas para valoración de la calidad de procesos, técnicas y herramientas y resultados.
Objetivos	
Establecer y aplicar las métricas para valoración de la calidad y eficacia de las técnicas empleadas y los resultados obtenidos.	
Datos de entrada	
PGR. Registro de riesgos.	
Herramientas y técnicas	
Recopilación de datos.	
Resultados	
Informe sobre aplicación de métricas.	
Participantes	
Equipo de GR. Comité de Seguimiento y Control.	

Pueden aplicarse métricas como:

- Idoneidad de las Estrategias.
- Confiabilidad de la Lista de Riesgos.
- Efectividad de las Prioridades de los Riesgos.
- Efectividad de los Planes de Contingencia y Mitigación, entre otras.

Es este un tema que merece un profundo estudio.

Proceso	P5 Seguimiento y Control de los Riesgos.
Actividad	P5A1 Seguimiento de los Riesgos.

Tarea	P5A1T2 Monitorear curso de los riesgos.
Objetivos	
Verificar y actualizar el estado de los riesgos según el efecto que sobre él tenga la estrategia trazada y las respuestas ejecutadas.	
Datos de entrada	
PGP. PGR. Registro de riesgos.	
Herramientas y técnicas	
Reanálisis de los riesgos. Reuniones de chequeo de riesgos.	
Resultados	
Registro de riesgos: Planificación de nuevas respuestas. Resultados del reanálisis. Recomendaciones para la realización a profundidad de los procesos P3 y P4. PGR.	
Participantes	
Equipo de GR. Comité de Seguimiento y Control.	

Las respuestas planificadas para un riesgo pueden o no surtir el efecto deseado, es por ello que no puede dejarse para el cierre del proyecto, el balance de este elemento. El seguimiento será una actividad que se realice tantas veces como sea necesaria después de planificada y puesta en ejecución una respuesta.

Actividad: Control de los riesgos.

Proceso	P5 Seguimiento y Control de los Riesgos
Actividad	P5A2 Control de los Riesgos.

Tarea	P5A2T1 Verificar cumplimiento de las respuestas a los riesgos.
Objetivos	
Controlar las acciones relacionadas con las respuestas a los riesgos en el contexto del proyecto. Verificar línea de base del proyecto.	
Datos de entrada	
PGP. PGR. Registro de riesgos.	
Herramientas y técnicas	
Auditoría de riesgos.	
Resultados	
Elementos para toma de decisiones.	
Participantes	
Equipo de GR.	

Proceso	P5 Seguimiento y Control de los Riesgos
Actividad	P5A2 Control de los Riesgos.
Tarea	P5A2T2 Verificar cumplimiento de los hitos de GR.
Objetivos	
Verificar cumplimiento de los hitos de GR y línea de base del proyecto.	
Datos de entrada	
Plan de Gestión del Proyecto. Plan de GR. Registro de riesgos.	
Herramientas y técnicas	
Reuniones de chequeo de riesgos.	

Resultados
Registro de riesgos.
Participantes
Equipo de GR.

Proceso	P5 Seguimiento y Control de los Riesgos
Actividad	P5A2 Control de los Riesgos.
Tarea	P5A2T3 Tomar decisiones sobre las pautas de GR.
Objetivos	
Definir direcciones en que debe basarse la gestión de un riesgo sobre la base de la eficacia de su gestión hasta ese momento. Podrán mantenerse las pautas anteriores si la gestión ha sido eficaz o de necesitarse más elementos para su mejor análisis, o bien redefinirse en caso de no obtenerse los resultados esperados.	
Datos de entrada	
PGP. PGR. Registro de riesgos. Informe sobre aplicación de métricas.	
Herramientas y técnicas	
Reuniones de chequeo de riesgos.	
Resultados	
Registro de riesgos.	
Participantes	
Equipo de GR.	

Actividad: Comunicación de resultados.

Proceso	P5 Planificación de las respuestas.
----------------	--

Actividad	P5A3 Comunicación resultados.
Tarea	P5A3T1 Comunicar resultados al proyecto.
Objetivos	
Informar al equipo del proyecto de los resultados de las actividades.	
Datos de entrada	
Registro de Riesgos.	
Herramientas y técnicas	
Reuniones.	
Resultados	
Equipo informado y motivado por la GR.	
Participantes	
Equipo de GR. Equipo del proyecto.	

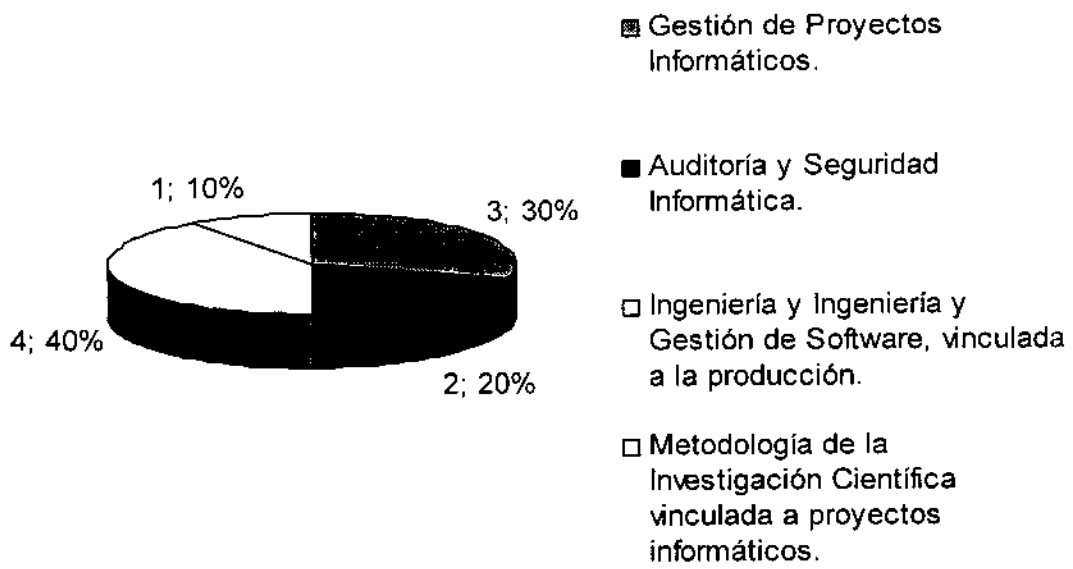
En cada una de las tareas que así lo requieren, se documenta el proceso a través de informes y el PGR, sin embargo, debe registrarse las buenas o malas prácticas aplicadas que conformarán también la información histórica del proyecto.

Proceso	P5 Planificación de las respuestas.
Actividad	P5A3 Comunicación de resultados.
Tarea	P5A3T2 Documentar experiencias.
Objetivos	
Verificar la documentación de cada tarea del proyecto. Documentar además las experiencias personales, vivencias y todos los datos que puedan servir para análisis posteriores.	
Datos de entrada	
Objetivos y resultados de las tareas. Actas de reuniones realizadas.	

Herramientas y técnicas
Reuniones. Entrevistas.
Resultados
Equipo con GR respaldada y documentada.
Participantes
Equipo del proyecto.

Anexo 22. Formato para el Registro de Riesgos.

Registro de Riesgos								
Proyecto: Nombre del proyecto.								
Nombre del riesgo. Un nombre que lo identifique de manera rápida.								
Descripción del riesgo. Permite tener una representación más completa del alcance del riesgo y de los perjuicios potenciales para el proyecto.								
Frecuencia.								
Causas o fuentes.								
Eventos potenciales.								
Posibles respuestas.								
Variaciones del mismo riesgo que se puedan identificar para evitar tener el mismo riesgo con distintos nombres o tener riesgos identificados que se solapen.								
Personas o entidades implicadas en el riesgo y que en caso de cualquier cambio o decisión deben ser consultadas previamente								
Análisis del Riesgo.								
Fecha de Análisis								
Impacto								
Probabilidad								
Estrategia para tratamiento del riesgo								
Respuestas: Se hace referencia a la planificación de la respuesta en el PGR si esta ya fue incluida en él, si no, se describen las posibles respuestas par el riesgo.								
Monitorización								
Indicadores de que se pueda producir el riesgo. La evaluación de éstos indicadores definirá cuan cerca estamos en cada momento de que se produzca el riesgo.								
Modos de evaluación de los indicadores, previsión de la frecuencia con que debe reevaluarse el riesgo, personas o entidades implicadas en la reevaluación, etc.								

Anexo 23. Composición del grupo de expertos.

Anexo 24. Criterios de evaluación y pesos para cada uno de los grupos.

Grupo	Criterio	Peso
G1	Criterios de mérito científico.	20
	Calidad de la investigación.	
	Novedad científica.	
	Aporte científico.	
G2	Criterios de implantación	30
	Necesidad del empleo del modelo.	
	Satisfacción de las necesidades de la producción.	
	Garantía de principios básicos de la gestión de proyectos.	
G3	Criterios de generalización	20
	Facilidades de comprensión.	
	Facilidades de uso.	
	Adaptabilidad a diferentes entornos de producción de software.	
G4	Criterios de impacto	30
	Contribución al Proceso de Desarrollo de Software.	
	Contribución a la gestión de proyectos.	
	Posibilidades de aplicación.	

Anexo 25. Cuestionario para la evaluación del Modelo de GR en la UCI.

Estimado(a) colega:

Usted ha sido seleccionado, por su calificación científico-técnica, sus años de experiencia y los resultados alcanzados en su labor profesional, como experto para evaluar los resultados teóricos de esta investigación.

En este cuestionario debe precisar el peso que le concede a cada criterio de evaluación de acuerdo a su opinión y garantizando que el peso total de cada grupo se corresponda con los que se señalan a continuación:

Grupo	Peso
G1	20
G2	30
G3	20
G4	30

Grupo	Criterio	Peso
G1	Criterios de mérito científico.	
	Calidad de la investigación.	
	Novedad científica.	
	Aporte científico.	
		20
G2	Criterios de implantación	
	Necesidad del empleo del modelo.	
	Satisfacción de las necesidades de la producción.	
	Garantía de principios básicos de la gestión de proyectos.	
		30
G3	Criterios de generalización	
	Facilidades de comprensión.	

Grupo	Criterio	Peso
	Facilidades de uso.	
	Adaptabilidad a diferentes entornos de producción de software.	
		20
G4	Criterios de impacto	
	Contribución al Proceso de Desarrollo de Software.	
	Contribución a la gestión de proyectos.	
	Posibilidades de aplicación.	
		30

Sus criterios y opiniones se manejarán de forma anónima. Agradecemos por anticipado su valiosa colaboración.

Anexo 26. Cuestionario para la calificación de los criterios de evaluación.

Estimado (a) colega:

Usted ha sido seleccionado, por su calificación científico-técnica, sus años de experiencia y los resultados alcanzados en su labor profesional, como experto para evaluar los resultados de esta investigación, le agradecemos que ofrezca sus ideas y criterios sobre las bondades, deficiencias e insuficiencias que presenta el **Modelo de GR en la UCI** en su concepción teórica y en su futura aplicación en los procesos de desarrollo de software.

Debe valorar los aspectos que se relacionan a continuación utilizando una escala de 1 a 5, donde 5 indica el máximo (por ejemplo, máxima calidad).

Criterio	Calificación
Criterios de mérito científico.	
Calidad de la investigación.	
Novedad científica.	
Aporte científico.	
Criterios de implantación	
Necesidad del empleo del modelo.	
Satisfacción de las necesidades de la producción.	
Garantía de principios básicos de la gestión de proyectos.	
Criterios de generalización	
Facilidades de comprensión.	
Facilidades de uso.	
Adaptabilidad a diferentes entornos de producción de software.	
Criterios de impacto	
Contribución al Proceso de Desarrollo de Software.	
Contribución a la gestión de proyectos.	
Posibilidades de aplicación.	

- Valoración final

Elementos a suprimir.

Elementos a mejorar.

Elementos a añadir.

- Categoría final del proyecto

___ Excelente: Alta novedad científica, con aplicabilidad y resultados relevantes.

___ Bueno: Novedad científica, resultados destacados.

___ Aceptable: Suficientemente bueno con reservas.

___ Cuestionable: No tiene relevancia científica y no se auguran buenos resultados.

___ Malo: No aplicable.

Sus criterios y opiniones se manejarán de forma anónima, además le agradecemos por anticipado su valiosa colaboración y estamos seguros que sus sugerencias y señalamientos críticos contribuirán a perfeccionar el Modelo para GR en la UCI, tanto en su concepción teórica como en su futura aplicación en PDSW.

Anexo 27. Valores del peso relativo de cada criterio según los expertos.

Grupo	Criterio	Expertos										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
G ₁	1	6	8	8	7	7	6	6	8	6	8	7
	2	7	6	7	6	7	7	8	7	8	6	6,9
	3	7	6	5	7	6	7	6	5	6	6	6,1
G ₂	4	10	10	11	10	8	10	10	11	7	9	9,6
	5	10	10	11	10	13	12	10	11	12	11	11
	6	10	10	8	10	9	8	10	8	11	10	9,4
G ₃	7	4	5	8	7	7	6	6	8	8	8	6,7
	8	8	8	7	6	7	7	8	7	7	7	7,2
	9	8	7	5	7	6	7	6	5	5	5	6,1
G ₄	10	8	6	8	11	10	11	10	10	10	11	9,5
	11	11	12	12	11	10	11	10	12	10	11	11
	12	11	12	10	8	10	8	10	8	10	8	9,5
T		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Anexo 28. Calificación de los Criterios por los expertos.

Criterios	Calificación (c)					P	P × c
	1	2	3	4	5		
1					X	0,07	0,35
2					X	0,069	0,345
3				X		0,061	0,244
4					X	0,096	0,48
5					X	0,011	0,055
6				X		0,094	0,376
7					X	0,067	0,335
8					X	0,072	0,36
9				X		0,061	0,244
10				X		0,095	0,38
11					X	0,011	0,055
12				X		0,095	0,38
Total							3,604