

**Universidad de las Ciencias Informáticas  
Facultad 10**



**Título: Proceso de Gestión de Requisitos  
en el proyecto**

**“Sistema Integrado para Bibliotecas”**

Trabajo de Diploma para optar por el título de  
Ingeniero en Ciencias Informáticas

**Autor(es):**

Andy Díaz Moreno  
Osmel Ruíz González

**Tutor(es):**

Lissette Soto Pelegrín  
Elizabet González Alemán

Junio de 2007

*No basta saber, se debe también aplicar. No es suficiente querer, se debe también hacer.*

*Lo que puedes hacer, o has soñado que podrías hacer, debes comenzarlo. La osadía lleva en si, genio, poder y magia.*

*Johann Wolfgang Goethe*

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos ser autores de la presente tesis y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

Andy Díaz Moreno

Osmel Ruíz González

---

**Firma del primer autor**

---

**Firma del segundo autor**

Lisette Soto Pelegrín

Elizabet González Alemán

---

**Firma del primer tutor**

---

**Firma del segundo tutor**

## DATOS DE CONTACTO

### **Currículum**

#### **Elizabet González Alemán**

Licenciada en Ciencias de la Computación. Graduada en julio de 2002. Durante dos años trabajé en la Empresa Militar Industrial "Ernesto Che Guevara" de Villa Clara donde por el buen trabajo realizado me eximieron del servicio social al culminar el primer año. En este período desarrollé varios sistemas para el área económica, de los cuales, uno obtuvo primer lugar en las BTJ a nivel municipal.

En el 2005 ingresé en la UCI como especialista de la Infraestructura Productiva vinculándome al proyecto de Meteorología en el cual estuve por espacio de ocho meses. En noviembre del mismo año pasé a la Dirección de Producción 3 en la cual trabajo actualmente atendiendo las facultades 5 y 9. En estos momentos estoy vinculada al proyecto "Conceptualización de Soluciones para Refinerías" con la empresa Petróleos de Venezuela, S.A.

Imparto docencia en pregrado y mi categoría docente es instructor.

Contactos: elizabet@uci.cu

Teléfonos: 835 2414

#### **Lisette Soto Pelegrín**

Ing. Automática. Graduada en julio del 2003.

Desde el 2003 trabaja en la UCI como profesora de Máquinas Computadoras. En el 2004 participó durante 4 meses en la misión Identidad en Venezuela obteniendo resultados satisfactorios en la misma.

En el 2005 comenzó su trabajo en la Infraestructura productiva de la UCI como especialista de la dirección de Exportación de Software. En noviembre del 2005 comenzó a trabajar como directora de producción atendiendo la dirección de servicios web y portales.

En septiembre de 2006 emprendió su trabajo como directora de producción atendiendo los temas de Automática, Realidad Virtual, modelación y simulación de procesos, Radio y TV digital y Conocimiento Geológico.

La categoría docente es instructora y cursa estudios en la maestría de Gestión de Proyectos.

Contactos lisettesp@uci.cu.

Teléfonos 835-2413 y 835-2414.

## **AGRADECIMIENTOS**

En especial a mi mamá Alina, a mi papá Alejandro, a mis hermanos Alian y Olseydis, a mis abuelos, Homero, Alejandro, Domitila, Juana y a mis tíos Celia, Teresita, Luis, Orlando y Rafael, a mis primos Leandy, Rosy, Leonardo, Luis, Daniel, Marila, Helen y a todos mis familiares, a las tutoras Elizabet, Ailía y Lisette, a mi otra familia Dinaibys, Melva, Adalberto, Dilenia, a todos mis amigos, Yunior Pino, ychirinop, Alden Hernández, el Pisle, Yunior González, Osany Insua, Yan Pavel, Damicel Valero, Rabella, Super Yeyo, Edisnel Carrazana, Leonardo Góngora, a Osmel mi compañero de tesis, el mata, el letal, el sabinon, Yoenry Vanega, Ramses Ibarrola, Kenia Reyes, Lisset Rosas y a todos los otros que se me quedan del laboratorio 24, apto 112202, apto 112204, apto 112205, apto 124124, apto 84203.

A la Revolución que nos permitió estudiar en esta universidad y tener libertad plena en nuestras ideas.

**Andy**

A mi familia, especialmente a mi hermana que tanto cariño me ha dado, a mis padre que conjunto con mis tíos siempre me han apoyado, a mis abuelos que tanto me quieren, y a mi primo yuansy, a mi novia Ana Maria y mis amigos, Addelaxis, Isyoen, Erick, Noel, Julio Cesar, Ionian, Geykel, por su confianza.

A Andy, mi compañero de tesis, a mis amigos Trabajadores de la UCI, Germán, Juan Carlos, Fabio, Fonseca Pablo (papa), Mijail, Amaury, Luis Ruiz.

A la revolución cubana por darme la oportunidad de estudiar en una universidad de excelencia.

**Osmel**

## DEDICATORIA

**Andy**

A mis padres  
A mis hermanos, abuelos, tíos, primos, y familia  
A mi novia  
A Fidel y a la revolución  
A mis amigos

**Osmel**

A mi familia  
A mi hermana  
A mi novia  
A mis amigos  
A la revolución

## **RESUMEN**

A pesar del desarrollo alcanzado por la Industria del Software en los últimos años, hoy en día son muchos los problemas que la aquejan; la insatisfacción del cliente por el bajo e inaceptable desempeño del software, el incumplimiento de los requisitos y la falta de calidad son razones suficientes para que el trabajo, en aras de perfeccionar la industria sea incansable.

La causa fundamental que da pie a estos problemas radica en la inadecuada gestión de requisitos que se lleva a cabo en la mayoría de los proyectos. La insuficiente verificación de los requisitos a la hora de controlar los cambios, la poca validación, las inconsistencias indetectables entre requisitos, planes de proyecto, actividades y productos de trabajo así como la baja comunicación entre los clientes y el grupo de trabajo demuestran la falta de gestión de requisitos en los proyectos.

Para obtener un producto de calidad es imprescindible llevar a cabo el proceso de Gestión de Requisitos, en el presente trabajo de diploma se definen los procesos involucrados en la gestión de requisitos en los proyectos de la UCI, se proponen herramientas que ayudan a automatizar estos procesos y se establecen las métricas que permiten medir el funcionamiento de los mismos.

**PALABRAS CLAVE:** requisitos, gestión de requisitos, trazabilidad, métricas.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	5
Introducción.....	5
1.1 Conceptos y definiciones asociados al dominio del problema. ....	5
1.1.1 ¿Qué es un Proceso?.....	6
1.1.1.1 Descripción de las actividades del proceso. Diagrama de proceso. ....	7
1.1.1.2 Descripción de las características del proceso. Ficha de proceso. ....	7
1.2 Enfoque de la Gestión de Requisitos en modelos, normas y metodologías.....	9
1.2.1 Modelo Integrado de Capacidad y Madurez (CMMI) .....	9
1.2.2 Norma ISO 9001:2000.....	10
1.2.3 Proceso Unificado de Rational (RUP).....	12
1.3.5 Comparación entre modelo CMMI, la norma ISO 9001:2000, y la metodología RUP. ....	15
1.4 Resultado obtenido de la comparación entre el modelo CMMI, la norma, ISO 9001:2000, y la metodología RUP. ....	16
1.5 Conclusiones.....	17
CAPÍTULO 2: PROCESOS DE GESTIÓN DE REQUISITOS EN EL PROYECTO “SISTEMA INTEGRADO PARA BIBLIOTECAS” .....	18
Introducción.....	18
2.1 Descripción general.....	18
2.2 Proceso: Obtener y comprender los requisitos. ....	18
2.2.1 Consideraciones generales del proceso Obtener y comprender los requisitos. ....	18
2.2.2 Descripción del proceso Obtener y comprender los requisitos.....	19
2.2.3 Esquema del proceso Obtener y comprender requisitos.....	21
2.3 Proceso: Obtener el compromiso para desarrollar los requisitos.....	22
2.3.1 Consideraciones generales del proceso Obtener el compromiso para desarrollar los requisitos. ....	22
2.3.2 Descripción del proceso Obtener el compromiso para desarrollar los requisitos. ....	22
2.3.3 Esquema del proceso Obtener el compromiso para desarrollar los requisitos.....	24
2.4 Proceso: Gestionar los cambios en los requisitos.....	25

2.4.1 Consideraciones generales del proceso Gestionar los cambios en los requisitos.....	25
2.4.2 Descripción del proceso Gestionar los cambios en los requisitos. ....	25
2.4.3 Esquema del proceso Gestionar los cambios en los requisitos.....	27
2.5 Proceso: Mantener la trazabilidad bidireccional de los requisitos. ....	27
2.5.1 Consideraciones generales del proceso Mantener la Trazabilidad Bidireccional de los requisitos. ....	27
2.5.2 Descripción del proceso “Mantener la Trazabilidad Bidireccional de los requisitos”.....	28
2.5.3 Esquema del proceso Mantener la Trazabilidad Bidireccional de los requisitos.....	29
2.6 Proceso: Identificar inconsistencias entre el trabajo del proyecto y los requerimientos. ....	30
2.6.1 Consideraciones generales del proceso Identificar inconsistencias entre el trabajo del proyecto y los requerimientos.....	30
2.6.2 Descripción del proceso Identificar inconsistencias entre el trabajo del proyecto y los requerimientos.....	30
2.6.3 Esquema del Proceso Identificar inconsistencias entre el trabajo del proyecto y los requerimientos.....	32
2.7 Conclusiones.....	32
<b>CAPÍTULO 3: HERRAMIENTAS Y MÉTRICAS PARA MEDIR LOS PROCESOS PROPUESTOS.</b>	
.....	33
Introducción.....	33
3.1 Herramientas para Gestionar los Requisitos.....	33
3.1.1 Objetivos de las herramientas para Gestionar los Requisitos. ....	33
3.1.2 Funcionalidades de las herramientas para Gestionar los Requisitos. ....	34
3.1.3 Herramientas para la gestión de requisitos. ....	35
3.1.3.1 IBM Rational RequisitePro .....	35
3.1.3.2 DOORS.....	36
3.1.3.3 RTM Workshop .....	36
3.1.3.4 IRqA Integral Requisite Analyzer .....	36
3.1.3.5 CaliberRM .....	37
3.1.3.6 Open Source Requirements Management Tool (OSRMT).....	38
3.2.4 Comparación de las herramientas de gestión de requisitos. ....	39
3.2.5 Resultado obtenido de la comparación entre las herramientas CaliberRM, IrqA RTM Workshop, DOORS, y Rational RequisitePro. ....	39
3.2 Métricas.....	40

3.2.1. Enunciados de métricas. ....	40
3.3.2 Métricas para los procesos de Gestión de Requisito.....	41
3.3.2.1 Proceso Obtener y comprender los requisitos .....	41
3.3.2.1.1 Porcentaje de requisitos que cumplen con los criterios de evaluación y aceptación establecidos. ....	41
3.3.2.1.2 Porcentaje de requisitos que satisfacen las necesidades del cliente. ....	42
3.3.2.1.3 Cantidad de proveedores de requisitos seleccionados .....	42
3.3.2.2 Proceso Obtener el compromiso de los cambios en los requisitos. ....	42
3.3.2.2.1 Cantidad integrantes comprometidos con los cambios de los requisitos.....	42
3.3.2.2.2 Tiempo adicional que trae consigo el cambio.....	43
3.3.2.3 Controlar los cambios en los requisitos.....	43
3.3.2.3.1 Total de cambios realizados a un requisito.....	43
3.3.2.3.2 Total de cambios realizados en todos los requisitos .....	44
3.3.2.4 Mantener la trazabilidad bidireccional de los requisitos. ....	44
3.3.2.4.1 Definir el porcentaje de requisitos rastreados o trazados.....	44
3.3.2.4.2 Tiempo que demora rastrear un requisito.....	44
3.3.2.5 Proceso identificar inconsistencias entre el los productos de trabajo del proyecto y los requerimientos.....	45
3.3.2.5.1 Cantidad de inconsistencias encontradas. ....	45
3.3.2.5.2 Cantidad de cambios realizados.....	45
3.4 Conclusiones.....	45
CONCLUSIONES .....	47
RECOMENDACIONES.....	48
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	
GLOSARIO DE TÉRMINOS	

# INTRODUCCIÓN

## INTRODUCCIÓN

Desde que surge el primer ordenador hasta el momento actual, la Industria del Software ha evolucionado considerablemente. A mediados del siglo XX, se produjo lo que se le llamó la crisis del software pues los productos software tenían baja calidad, el tiempo y coste excedían lo acordado con el cliente y se cuestionaba la confiabilidad de los sistemas que se desarrollaban. Estos son algunos de los factores que dieron lugar a que se produjera una desestabilización el desarrollo del software. Desde entonces se han venido realizado grandes investigaciones en esta rama donde sobresale la urgente necesidad de dotar la Industria del Software de mecanismos necesarios para realizar buenas prácticas. Surge así la Ingeniería de Software<sup>1</sup> (IS), cuyo objetivo principal es elaborar productos de calidad que sean confiables, a bajos costos y que minimizaran el ciclo de desarrollo previamente definido.

Uno de los procesos claves en el desarrollo de software lo es sin lugar a dudas la Gestión de Requisitos, la cual garantiza que se cumplan las necesidades del cliente, a través de la búsqueda de la solución correcta y libre de ambigüedades, para finalmente transformarse en el sistema operacional que espera el cliente. El proceso de Gestión de Requisitos se describe en cinco pasos fundamentales:

1. Identificación de requisitos.
2. Análisis de requisitos y negociación.
3. Especificación de requisitos.
4. Modelado del sistema,
5. Validación de requisitos y gestión de requisitos.

Realizar una adecuada Gestión de Requisitos posibilita que el desarrollo del proyecto se tarde menos, se optimicen los recursos, se reutilicen los requisitos y que el usuario final participe en todo el proceso de desarrollo. Los requisitos deben quedar descritos clara y correctamente, de

---

<sup>1</sup> Ingeniería de Software: En 1968 Fritz Bayer la definió originalmente como “el establecimiento y uso de principios de ingeniería para obtener software económico que trabaje de forma eficiente en máquinas reales”.

## INTRODUCCIÓN

forma tal que se les pueda hacer un seguimiento durante todo el ciclo de vida del proyecto así como un adecuado control de cambios. (2)

En la actualidad las empresas desarrolladoras de software no realizan una adecuada Gestión de los Requisitos en sus proyectos, diferentes son los motivos que hacen que no exista un adecuado entendimiento para definir los requisitos, no se valore el impacto de estos en los planes, actividades y productos de trabajo del proyecto al ocurrir algún cambio, la trazabilidad en los requisitos es insignificante, no se mantiene un historial de los cambios que se realizan, existen inconsistencias entre las actividades, planes del proyecto y los productos de trabajo, etc. Todos estos aspectos describen la **situación problemática** del presente trabajo y de ella surge el **problema** que se pretende resolver: ¿Cómo garantizar la adecuada Gestión de los Requisitos en el proyecto “Sistema Integrado para Bibliotecas”?

En correspondencia se define como **objeto de estudio** los procesos de gestión de requisitos y el **campo de acción** se enmarca en la adaptación de los procesos de gestión de requisitos en el proyecto “Sistema Integrado para Bibliotecas”.

Para contribuir a la solución del problema científico antes planteado, se formuló la siguiente **hipótesis general de investigación**:

La correcta definición de procesos de Gestión de Requisitos en el proyecto “Sistema Integrado para Bibliotecas” garantizará una adecuada realización de las actividades en el proyecto permitiendo optimizar el ciclo de desarrollo, los costos y la satisfacción del cliente.

El **objetivo general** de este trabajo consiste en describir una propuesta de proceso para la Gestión de Requisitos en el proyecto “Sistema Integrado para Bibliotecas”. De aquí se derivan los siguientes **objetivos específicos**:

- Desarrollar una propuesta de procesos para el área de Gestión de Requisitos a partir de un estudio de diferentes modelos de procesos para empresas desarrolladoras de SW.

## INTRODUCCIÓN

- Definición de procesos que aseguren una adecuada Gestión de Requisitos en los proyectos productivos de la UCI.
- Proponer el uso de herramientas disponibles en el mercado para la realización correcta de los procesos involucrados en la gestión de requerimientos.
- Definir métricas sencillas para medir y monitorear el desarrollo de los procesos propuestos.

Los **aportes prácticos** proporcionados:

- Definición de los procesos involucrados en la Gestión de Requisitos del proyecto “Sistema Integrado para Bibliotecas”.
- Documentación de los procesos definidos para su aplicación en el proyecto.
- Propuesta de herramientas informáticas existentes que permitan a los miembros del proyecto conocer los procesos involucrados en la Gestión de Requisitos.
- Servirá de base al desarrollo de futuras herramientas informáticas propias que contemplen la automatización de los procesos.

Los métodos científicos usados en el trabajo se basan en el teórico y empírico, donde el primero incluye un análisis analítico-sintético e histórico-lógico y en el segundo se utilizan entrevistas.

***El presente trabajo está estructurado en tres capítulos:***

**Capítulo 1:** Describe diferentes enfoques de la Gestión de Requisitos en metodologías, estándares, modelos, normas utilizadas a nivel internacional, nacional y/o en la universidad, a partir de este análisis se seleccionan los procesos involucrados en la Gestión de Requisitos que serán utilizados en el proyecto.

## INTRODUCCIÓN

**Capítulo 2:** Se describen los procesos involucrados en la Gestión de Requisitos, según el modelo CMMI, y se presentan los roles y actividades relacionados con cada uno de estos procesos.

**Capítulo 3:** Se proponen herramientas existentes para automatizar el proceso de Gestión de Requisitos así como la definición de las métricas que permitirán medir y evaluar las diferentes actividades dentro del proceso.

## CAPITULO 1: FUNDAMENTACION TEÓRICA

### CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### Introducción

En este capítulo se realiza un estudio del estado del arte acerca de la Gestión de Requisitos a través de normas, modelos y metodologías de trabajo que abordan este tema. El capítulo concluye con una comparación entre estos enfoques que permite definir cuál es la más idónea para ser aplicarla en el proyecto “Sistema Integrado para Bibliotecas”.

#### 1.1 Conceptos y definiciones asociados al dominio del problema.

El software se ha convertido en el elemento clave de la evolución de los sistemas y productos informáticos (1). Según el estándar IEEE 729, **software** es la suma total de los programas de cómputo, procedimientos, reglas, documentación y datos asociados que forman parte de las operaciones de un sistema de cómputo.

El proceso de creación del software es materia de la Ingeniería del Software y este es un proceso complejo que involucra varias tareas de gestión y desarrollo. En su desarrollo se siguen modelos, estándares, normas, metodologías y otras técnicas que garantizan la calidad del producto, el cumplimiento con los plazos de entrega establecidos y la satisfacción de las expectativas del cliente.

Un **modelo de calidad** es un conjunto de buenas prácticas para el ciclo de vida del software, enfocado en los procesos de gestión y desarrollo de proyectos (3).

Las **normas** son documentos de conocimiento y uso público, aprobados por consenso y por un organismo reconocido; se establece, para usos comunes y repetidos, reglas, criterios o características para las actividades o sus resultados y procura la obtención de un nivel óptimo de ordenamiento en un contexto determinado (4).

## CAPITULO 1: FUNDAMENTACION TEÓRICA

Las **metodologías** tienen a su cargo la elaboración de estrategias de desarrollo de software que promuevan prácticas adoptativas en vez de predictivas, centradas en las personas o los equipos, orientadas hacia la funcionalidad y la entrega de comunicación intensiva y que requieren implicación directa del cliente. Algunas de las metodologías más utilizadas son: RUP, XP, MSF (5).

La **Gestión de Requisitos** es el “conjunto de actividades que ayudan al equipo de trabajo a identificar, controlar y seguir los requisitos y los cambios en cualquier momento” (1).

### **1.1.1 ¿Qué es un Proceso?**

La norma ISO 9000:2000 define un **proceso** como el “conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”.

Otros autores lo definen como la “secuencia de actividades que van añadiendo valor mientras se produce un determinado producto o servicio a partir de determinadas aportaciones” (8).

Todo proceso se describe mediante actividades y características las cuales permiten obtener métodos y criterios para controlarlo y realizarlo eficazmente. El esquema define que actividad se realiza, quienes y como lo hacen, mientras la ficha plantea cómo es el proceso, cuál es su propósito así como la relación entre actividades, entradas y salidas del mismo.

## CAPITULO 1: FUNDAMENTACION TEÓRICA

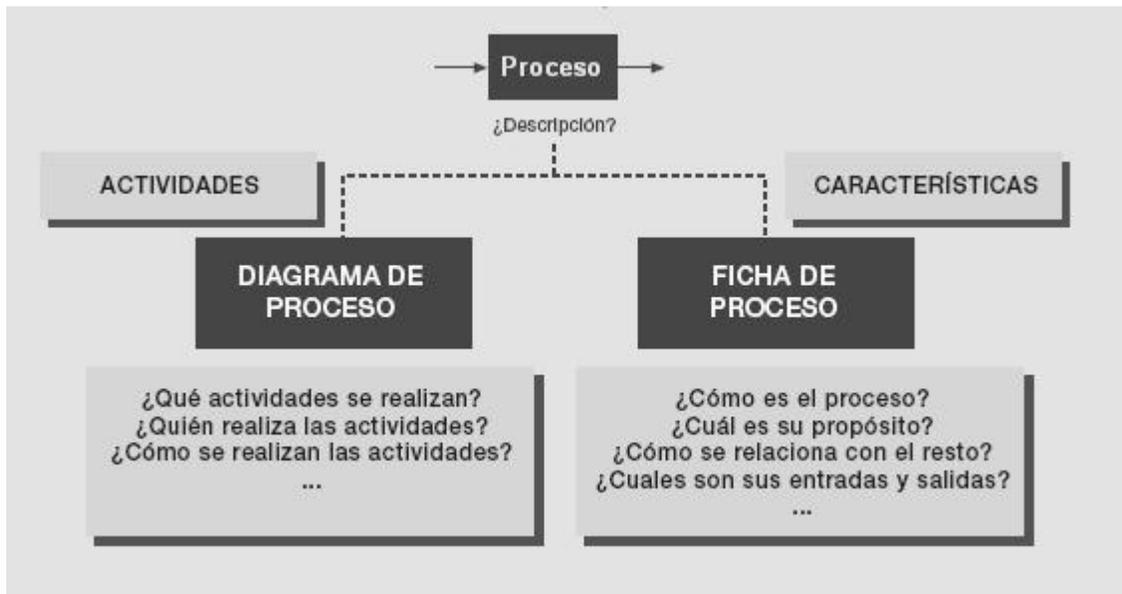


Figura 1. Descripción de un proceso a través de diagramas y fichas.

### 1.1.1.1 Descripción de las actividades del proceso. Diagrama de proceso.

Para describir el desarrollo de un proceso se emplea el esquema de proceso, donde se presentan las actividades y sus relaciones; se vinculan las actividades con sus respectivos roles, reflejando la relación de los actores presentes en el proceso. Se trata la correspondencia de **quién-qué**, donde la fila **quién** define los responsables y la fila **qué** define la actividad a realizar.

### 1.1.1.2 Descripción de las características del proceso. Ficha de proceso.

Para describir las características de un proceso se utiliza la ficha de proceso, esta ficha contempla todas aquellas características relevantes para el control de las actividades que se definen en el diagrama de proceso, así como para la gestión del proceso. La información que incluye es: categoría, responsable o propietario del proceso, misión u objetivo, propietario, límites, indicadores y alcance del proceso, variables de control, inspecciones, documentos y/o registros, y recursos. A continuación se explica cada uno de estos elementos.

**Categoría:** La clasificación a la que pertenece el proceso.

## CAPITULO 1: FUNDAMENTACION TEÓRICA

**Responsable o Propietario del proceso:** Es la función a la que se le asigna la responsabilidad del proceso y, en concreto, de que éste obtenga los resultados esperados (objetivos). Es necesario que tenga capacidad de actuación y debe liderar el proceso para implicar y movilizar a los actores que intervienen.

**Misión u objeto:** Es el propósito del proceso. Hay que preguntarse ¿cuál es la razón de ser del proceso?, o ¿para qué existe el proceso? La misión u objeto debe contener los indicadores y la tipología de resultados que interesa conocer.

**Alcance del proceso:** Aunque debe estar definido por el propio diagrama de proceso, el alcance pretende establecer la primera actividad (inicio) y la última actividad (fin) del proceso, para tener una visión de la extensión de las actividades.

**Límites del proceso:** Los límites del proceso están marcados por las entradas y las salidas, así como por los proveedores (quienes dan las entradas) y los clientes (quienes reciben las salidas). Esto permite reforzar las interrelaciones con el resto de procesos, y es necesario asegurarse de la coherencia con lo definido en el diagrama de proceso y en el propio mapa de procesos. El nivel de especificación en la definición de las entradas y salidas dependerá de la importancia de conocer los requisitos para su cumplimiento.

**Inspecciones:** Se refieren a las inspecciones sistemáticas que se hacen en el ámbito del proceso con fines de control del mismo. Pueden ser inspecciones finales o inspecciones en el propio proceso.

**Documentos y/o registros:** Se pueden referenciar en la ficha de proceso aquellos documentos o registros vinculados al proceso. En concreto, los registros permiten evidenciar la conformidad del proceso y de los productos con los requisitos.

## CAPITULO 1: FUNDAMENTACION TEÓRICA

**Variables de control:** Se refieren a aquellos parámetros sobre los que se tiene capacidad de actuación dentro del ámbito del proceso (es decir, que el propietario o los actores del proceso pueden modificar) y que pueden alterar el funcionamiento o comportamiento del proceso, y por tanto de los indicadores establecidos. Permiten conocer a priori sobre que parte o elemento del proceso se puede actuar para controlarlo.

### 1.2 Enfoque de la Gestión de Requisitos en modelos, normas y metodologías.

#### 1.2.1 Modelo Integrado de Capacidad y Madurez (CMMI)

Modelo desarrollado por el Instituto de Ingeniería del Software (SEI) de la Universidad Carnegie Mellon y publicada su primera versión en el año 2000. Tiene como propósito proveer una guía para mejorar los procesos de una organización y la capacidad para gestionar el desarrollo, la adquisición y el mantenimiento de productos y servicios (9) y describe un conjunto de buenas practicas, tanto de gestión como de ingeniería.

Este modelo ha ido evolucionando desde la publicación de la versión 1.0 que incluía CMM-SW (Ingeniería de Software) y SE-CMM (Ingeniería de Sistema) hasta su versión mas reciente CMMI para Desarrollo (CMMI for Development, CMMI-DEV) y CMMI para Desarrollo y para Desarrollo Integrado de Productos y Procesos (CMMI for Development + IPPD).

Los elementos principales del CMMI son las áreas de proceso (AP), o sea, procesos que se realizan un una organización para desarrollar productos y servicios. Dentro de estas AP se definen un conjunto de objetivos específicos y genéricos así como prácticas para desarrollar estos objetivos.

La implantación de CMMI conlleva definir previamente el tipo de representación que va a adoptar la empresa: continua o por niveles, donde las áreas de proceso, objetivos y prácticas son los mismos para ambas formas de representación. La diferencia radica en el orden en que se lleva a

## CAPITULO 1: FUNDAMENTACION TEÓRICA

la práctica la mejora de los procesos: en la representación continua se seleccionan los procesos a mejorar en el orden que decida la organización en base a sus objetivos de negocio, donde se rigen por su nivel de capacidad (de 0 a 5) los cuales establecen el orden en que se aplica cada una de las mejoras dentro de cada áreas de proceso. En caso de la representación por niveles las áreas de proceso a mejorar se eligen en un orden predefinido que viene dado por su asignación a niveles de madurez de la organización.

La Ingeniería de Requisitos es la disciplina encargada de definir las actividades necesarias para gestionar las necesidades de los usuarios de un sistema y asegurar que el producto final satisfaga las necesidades de estos, o sea resulte lo más perfecto posible para el usuario. CMMI aborda dos áreas de proceso relacionadas con esta disciplina: la gestión de requisitos y el desarrollo de requisitos.

La Gestión de Requisitos establece cinco subprácticas que tienen como objetivo asegurar que los requisitos que se incorporan a los planes de proyecto están consensuados adecuadamente entre todos los participantes en el mismo, y que a lo largo de toda la vida del proyecto no hay inconsistencias entre los requisitos, la planificación y los resultados del proyecto (16).

### **1.2.2 Norma ISO 9001:2000.**

La Organización Internacional para la Estandarización es una organización internacional no gubernamental que produce normas internacionales industriales y comerciales. Tienen como objetivo facilitar el comercio, el intercambio de información, y contribuir con unos estándares comunes para el desarrollo y transferencia de tecnologías. Dentro de la familia ISO se encuentra la norma ISO 9001:2000 que es la encargada de especificar los requisitos de un sistema de gestión de la calidad aplicada a empresas u organizaciones. Esta hace referencia a la Gestión de Requisitos en el **proceso relacionado con el cliente**, que se proponen varias actividades como:

## CAPITULO 1: FUNDAMENTACION TEÓRICA

Esta norma esta compuesta por varios capítulos que hacen referencia a los procesos de la Gestión de Requisitos. En el **proceso relacionado con el cliente**, se proponen actividades como:

- Determinar requisitos relacionados con el producto, donde la organización debe determinar: los requisitos que especifica el cliente, incluyendo otros para actividades de entrega y posterior a esta; los que no establece el cliente pero son necesarios para el uso especificado o previsto, cuando sea conocido; los legales y reglamentarios relacionados con el producto; y cualquier requisito adicional que decida incluir la organización.
- Revisión por parte de la organización de los requisitos relacionados con el producto, lo que debe efectuarse antes de obtener un compromiso a facilitar un producto al cliente. Se definen los requisitos del producto; así como deben resolver las diferencias entre los de contrato o pedido y los expresados previamente; y la organización tiene la capacidad para cumplir estos requisitos previamente definidos.
- Mantener registros de los resultados de la revisión y de las acciones originadas por la misma. Cuando el cliente no proporcione una declaración documentada de los requisitos, la organización debe confirmarlos antes de la aceptación. Hay que tener presente que cuando se cambien los requisitos del producto, la organización debe asegurarse de que la documentación pertinente sea modificada y de que el personal correspondiente sea consciente de los requisitos modificados. Hay que saber que en algunas situaciones, tales como las ventas por Internet, no resulta práctico efectuar una revisión formal de cada pedido. En su lugar, la revisión puede cubrir la información pertinente del producto, como son los catálogos o el material publicitario.
- La comunicación con el cliente, donde la organización debe determinar e implementar disposiciones eficaces para la comunicación con los clientes, relativas a la información

## CAPITULO 1: FUNDAMENTACION TEÓRICA

sobre el producto; las consultas, contratos o atención a pedidos, incluyendo las modificaciones; y la retroalimentación del cliente, con sus quejas incluidas.

- **Identificación y trazabilidad:** la organización debe identificar el producto por medios adecuados, a través de toda la realización del producto; debe identificar el estado del producto con respecto a los requisitos de seguimiento y medición así como controlar y registrar la identificación única del producto.

En el **proceso de seguimiento y medición** también propone hacer énfasis en el producto, se plantea que la organización debe medir y hacer un seguimiento de las características del producto para verificar que se cumplen los requisitos del mismo. Esto debe realizarse en las etapas apropiadas del proceso de realización del producto de acuerdo con las disposiciones planificadas. Debe mantenerse evidencia de la conformidad con los criterios de aceptación, los registros deben indicar la(s) persona(s) que autoriza(n) la liberación del producto. La liberación y la prestación del servicio no deben llevarse a cabo hasta que se hayan completado satisfactoriamente las disposiciones planificadas, a menos que sean aprobados de otra manera por una autoridad pertinente y, cuando corresponda, por el cliente.

### **1.2.3 Proceso Unificado de Rational (RUP)**

El Proceso Unificado de Rational (RUP, el original inglés Rational Unified Process), es un proceso de desarrollo de software y junto con el Lenguaje Unificado de Modelado UML, constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos. Está basado a seis principios claves: adaptar el proceso, balancear prioridades, colaboración entre equipos, demostrar valor iterativamente, elevar el nivel de abstracción, enfocarse en la calidad (11).

Dentro de RUP está presente el proceso de ingeniería de requisitos, el cual garantiza que se apliquen mecanismos para comprender lo que verdaderamente quiere el cliente; analizando sus necesidades, confirmando su viabilidad, negociando una solución razonable, especificando la

## CAPITULO 1: FUNDAMENTACION TEÓRICA

solución sin ambigüedades, validando la especificación y gestionando los requisitos. Estos mecanismos se definen en cinco pasos:

*Identificación de requisitos:* los requisitos se identifican teniendo en cuenta cuestiones de alcance, de comprensión y de volatilidad, RUP proporciona vías para solucionar estas cuestiones de forma organizada, sugiere un conjunto de actuaciones que van a ser útiles a la hora de obtener los requisitos, incluyendo tareas adicionales para grandes sistemas establece que cada uno de los productos obtenidos debe ser revisado por las personas que hayan participado en la obtención de sus requisitos.

*Análisis y negociación de requisitos:* los requisitos se agrupan por categorías y se organizan en subconjuntos, se estudia cada requisito en relación con el resto, se examinan los requisitos en su consistencia, complejidad y ambigüedad, y se clasifican en base a las necesidades de los clientes. Para esto se plantean una serie de cuestiones. Si los diferentes clientes no pueden facilitar los requisitos, el riesgo de error es muy alto. Los involucrados deben clasificar sus requisitos y discutir los posibles conflictos según su prioridad. Se identifican y analizan los riesgos asociados a cada requisito, se estima esfuerzo para valorar el impacto de cada requisito en el coste del proyecto y en el plazo de entrega. Se utiliza un procedimiento iterativo donde se irán eliminando, combinando y/o modificando cada requisito para cumplir los objetivos planteados.

*Especificación de requisitos:* es la actividad en la cual se genera el documento, que contiene las necesidades y funcionalidades del sistema, alcance del sistema, definiendo los requerimientos funcionales y los no funcionales del sistema.

*Modelado del sistema:* En este paso se trata de obtener la mayor cantidad de información. Es importante evaluar los componentes del sistema y sus relaciones entre sí, determinar como están reflejados los requisitos y valorar como se ha concebido la estética en el sistema.

## CAPITULO 1: FUNDAMENTACION TEÓRICA

*Validación de requisitos:* permite demostrar que los requerimientos definidos en el sistema son los que realmente quiere el cliente. Garantiza que todos los requerimientos presentes en el documento de especificación sigan los estándares de calidad. Revisa el cumplimiento de las características de la especificación de requisitos.

*Gestión de requisitos:* Son un conjunto de actividades que ayudan al equipo de trabajo a identificar, controlar y seguir los requisitos y los cambios en cualquier momento. Para identificar cada requisito se le asigna un identificador que toma la forma <tipo de requisito><número de requisito>.

El tipo de requisito toma algunos de los siguientes valores: F=requisito funcional, D=requisito de datos, C=requisito de comportamiento, I=requisito de interfaz, y S=requisito de salida. De esta forma, un requisito identificado como F09 indica que se trata de un requisito funcional y que tiene asignado el número nueve dentro de los citados requisitos.

Una vez identificados los requisitos, se desarrollan un conjunto de matrices para dar seguimiento a los mismos. La figura 1 muestra de forma esquemática este planteamiento. Cada matriz de seguimiento identifica los requisitos relacionados con uno o más aspectos del sistema o su entorno. Entre las posibles matrices de seguimiento citamos las siguientes:

Matriz de seguimiento de características.

Matriz de seguimiento de orígenes.

Matriz de seguimiento de dependencias.

Matriz de seguimiento de subsistemas.

Matriz de seguimiento de interfaces.

## CAPITULO 1: FUNDAMENTACION TEÓRICA

Requisitos	Aspecto específico del sistema o de su entorno						
	A01	A02	A03	A04	A05	Aii	
R01			✓		✓		
R02	✓		✓				
R03	✓			✓			✓
R04		✓			✓		
R05	✓	✓		✓			✓
Rnn	✓		✓				

Figure 1: Matriz de seguimiento genérica.

### **1.3.5 Comparación entre modelo CMMI, la norma ISO 9001:2000, y la metodología RUP.**

Establecer una comparación entre estos métodos tratados anteriormente ayuda a la toma de decisiones a la hora de seleccionar, uno de ellos, para adoptarlo en nuestra empresa ya que se podrá realizar una comparación rápida de cuál es la más conveniente, la completitud de cada una así como la que mayor ganancia reporta para la empresa.

La siguiente tabla recoge los principales aspectos a tener en cuenta a la hora de gestionar los requisitos, tales como: obtener y comprender los requisitos, validarlos, realizar el compromiso y controlar los cambios, obtener la matriz de trazabilidad y determinar las inconsistencias de los mismos en los planes, actividades y productos de trabajo. La marca indica que el método correspondiente contempla ese proceso.

## CAPITULO 1: FUNDAMENTACION TEÓRICA

Procesos de la Gestión de Requisitos.	Técnicas utilizadas para la mejora de procesos.		
	ISO 9001	CMMI	RUP
Obtención y entendimiento de los requerimientos.	✓	✓	✓
Validación de requisitos.		✓	✓
Obtener el compromiso de los requisitos.		✓	
Controlar los cambios en los requisitos.	✓	✓	✓
Mantener una trazabilidad bidireccional de los requisitos.	✓	✓	✓
Identificar inconsistencias entre los productos de trabajo del proyecto y los requerimientos.	✓	✓	✓

**Tabla 1. Comparación entre CMMI, ISO 9001:2000 y RUP.**

### **1.4 Resultado obtenido de la comparación entre el modelo CMMI, la norma, ISO 9001:2000, y la metodología RUP.**

Teniendo en cuenta la comparación realizada entre las normas, modelos y metodologías tratadas anteriormente, se selecciona el Modelo Integral de Madurez de Capacidades (CMMI) ya que el mismo contempla todos los procesos necesarios para implantar una adecuada Gestión de Requisitos en el proyecto “Sistema Integrado para Bibliotecas”, los cuales serán definidos en detalle en el próximo capítulo.

Otro aspecto resaltante, que apoyó la selección del modelo, es el hecho que grandes empresas que han adoptado la implantación de este modelo en sus fábricas han obtenido resultados sobresalientes en cuanto a organización y calidad en los productos que desarrollan.

Paralelo a esto se utilizará RUP como metodología auxiliar para definir los procesos de Gestión de Requisitos.

## **CAPITULO 1: FUNDAMENTACION TEÓRICA**

### **1.5 Conclusiones**

Este capítulo expone como el proceso de Gestión de Requisitos es de vital importancia en el ciclo de vida del desarrollo del software y como este proceso está presente en diferentes normas, modelos, estándares y metodologías como la ISO 9001:2000, RUP, CMMI, ISO/IEC.

Teniendo en cuenta las características más sobresalientes de cada uno de ellos se selecciona el Modelo Integral de Madurez de Capacidades como guía al proceso de Gestión de Requisitos en el proyecto “Sistema Integrado para Bibliotecas”.

## **CAPITULO 2: PROCESOS DE GESTIÓN DE REQUISITOS PARA EL PROYECTO “SISTEMA INTEGRADO PARA BIBLIOTECAS”**

### **CAPÍTULO 2: PROCESOS DE GESTIÓN DE REQUISITOS EN EL PROYECTO “SISTEMA INTEGRADO PARA BIBLIOTECAS”.**

#### **Introducción.**

En el presente capítulo se realiza una descripción de los procesos involucrados en el área de Gestión de Requisitos teniendo en cuenta el modelo CMMI y la metodología RUP, la descripción del proceso se hace teniendo en cuenta características relevantes para el control del proceso. Posteriormente se explica en detalle cada uno los aspectos imprescindibles para su implementación en los proyectos que se desarrollen en nuestra universidad y finalmente se presenta el esquema del proceso así como las relaciones entre todas las actividades que lo conforman y los diferentes roles asociados a cada una de estas actividades.

#### **2.1 Descripción general.**

La gestión de requisitos está presente en el nivel 2 de CMMI, la misma tiene como objetivo principal controlar los cambios en los requisitos del producto y los componentes del producto en el proyecto. Esto se materializa con la captura de requisitos, el compromiso de los integrantes del equipo a realizar y controlar los cambios, hacer la trazabilidad de los mismos e identificar inconsistencias entre esos requisitos, los planes, actividades y productos de trabajo.

#### **2.2 Proceso: Obtener y comprender los requisitos.**

Desarrolla una comprensión, por parte del equipo del proyecto, del significado de los requisitos solicitados por el cliente, generando un acuerdo compartido por ambas partes.

##### **2.2.1 Consideraciones generales del proceso Obtener y comprender los requisitos.**

Este proceso tiene similitud con el proceso de ingeniería de requisitos planteado por RUP, define como primer paso la identificación de requisitos, la cual consiste en realizar una captura preliminar de los requisitos. CMMI no contempla esta actividad; pero por su importancia se incluye en esta definición.

## **CAPITULO 2: PROCESOS DE GESTIÓN DE REQUISITOS PARA EL PROYECTO “SISTEMA INTEGRADO PARA BIBLIOTECAS”**

### **2.2.2 Descripción del proceso Obtener y comprender los requisitos.**

**Categoría:** Proceso de gestión de requisitos.

**Responsable:** Analista del sistema.

**Misión:** Obtener un entendimiento compartido de los requisitos para llegar a un acuerdo de los mismos por parte de los Proveedores de Requisitos y los Analistas del Sistema.

#### **Alcance**

- **Comienza:** Cuando se establecen los criterios para distinguir los proveedores de requisitos apropiados.
- **Incluye:** Criterios objetivos para la evaluación y aceptación de requisitos, puntualización de los requisitos, resultados de los análisis donde los criterios son previamente establecidos.
- **Concluye:** Cuando el jefe del proyecto asegura que todos los participantes en el proyecto entienden los requisitos y le asignan el mismo significado.

**Entradas:** Lista de requisitos.

**Proveedores:** Cliente.

#### **Actividades:**

- Los analistas del sistema elaboran criterios para seleccionar las personas que van a facilitar los requisitos (proveedores de requisitos).
- El cliente realiza la selección, basándose en los criterios definidos por los analistas y envía el listado con los proveedores de requisitos a los analistas del sistema.
- Los analistas elaboran los criterios de evaluación y aceptación de los requisitos (indicados clara y correctamente, completo, consistente el uno con el otro, identificado excepcionalmente, apropiado para implementar, verificable o comprobable, y detectable), se reúnen con los proveedores de requisitos, realizan la captura y obtienen la Especificación de Requisitos del Sistema (ERS).

## **CAPITULO 2: PROCESOS DE GESTIÓN DE REQUISITOS PARA EL PROYECTO “SISTEMA INTEGRADO PARA BIBLIOTECAS”**

- Los analistas del sistema evalúan los requisitos para asegurarse que reúnen los criterios de evaluación y aceptación donde se obtiene el resultado de análisis comparado con criterios.
- Si la ERS no cumplen con los criterios establecidos entonces se puntualizan nuevamente con los proveedores de requisitos, en caso contrario se les muestran a los proveedores de requisitos.
- Los Proveedores de Requisitos en conjunto con el cliente evalúan si la ERS cumple o no con sus necesidades; si no satisfacen sus expectativas se realiza una revisión y se le aplican nuevamente los criterios de evaluación y aceptación.
- Si cumplen con las necesidades del cliente entonces se llega a un acuerdo compartido con los Proveedores de Requisitos y los integrantes del proyecto, llegan a un entendimiento de la ERS y le asignan el mismo significado, posteriormente se genera el documento final con la ERS.

### **Salidas:**

- Especificación de Requisitos del Sistema.
- Criterios para seleccionar los Proveedores de Requisitos apropiados.
- Criterios para la evaluación y aceptación de los requisitos.

**Clientes:** Analistas del Sistema.

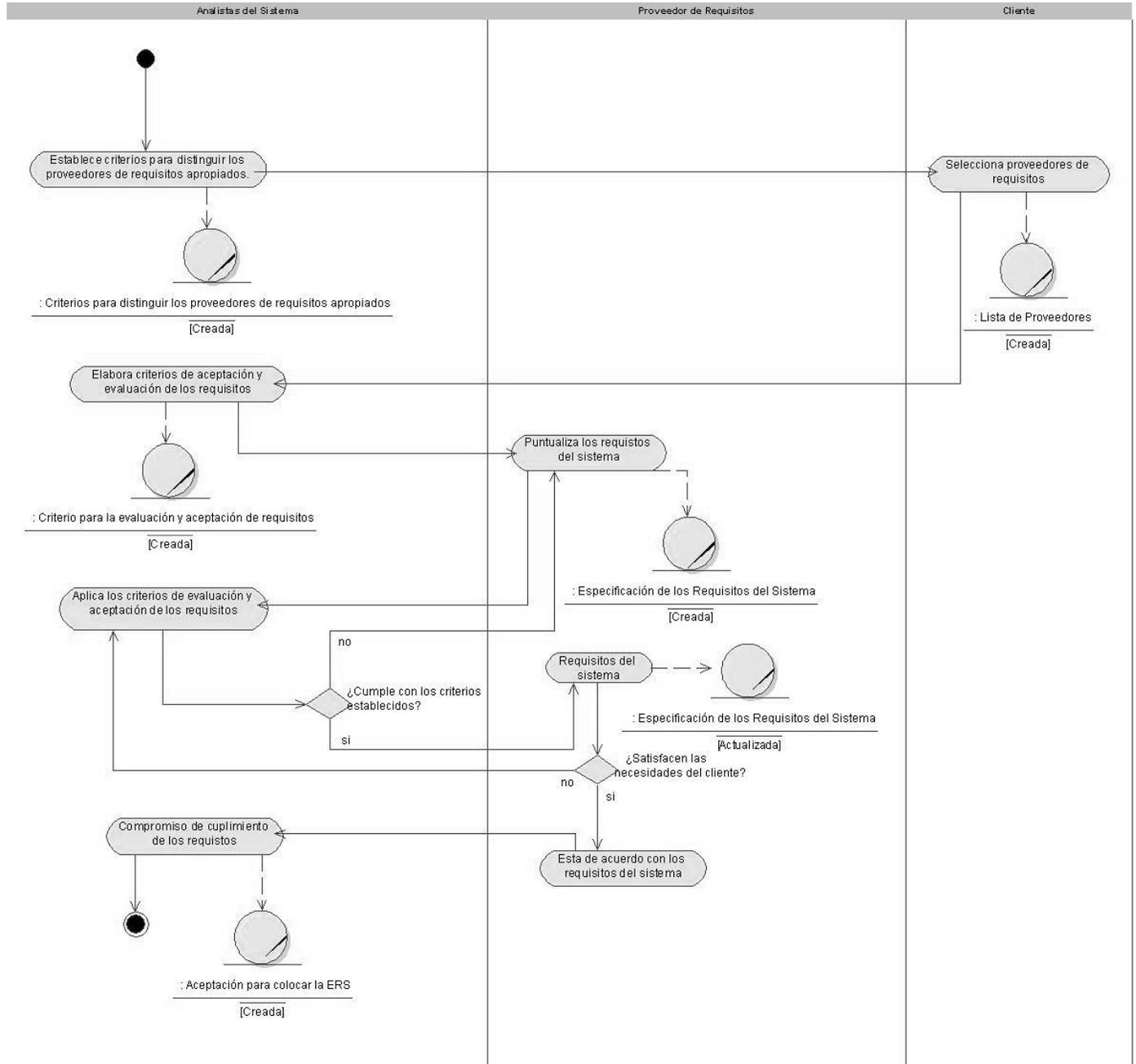
**Inspecciones:** Cuando se reúnan los proveedores de requisitos con los analistas del sistema para realizar la captura o ajustes de los requisitos, y al concluir el proceso de ERS.

**Registros:** Lista de criterios de selección de proveedores, lista proveedores, lista de criterios para la evaluación y aceptación de los requisitos, ERS.

**Variables de control:** Especificación de Requisitos del Sistema.

## CAPITULO 2: PROCESOS DE GESTIÓN DE REQUISITOS PARA EL PROYECTO “SISTEMA INTEGRADO PARA BIBLIOTECAS”

### 2.2.3 Esquema del proceso Obtener y comprender requisitos.



## CAPITULO 2: PROCESOS DE GESTIÓN DE REQUISITOS PARA EL PROYECTO “SISTEMA INTEGRADO PARA BIBLIOTECAS”

### **2.3 Proceso: Obtener el compromiso para desarrollar los requisitos.**

El propósito de este proceso es asegurar durante toda la vida del proyecto que haya un acuerdo entre todos los participantes acerca de los requisitos del proyecto y que los responsables de su implementación están dispuestos a llevarlos a la práctica.

#### **2.3.1 Consideraciones generales del proceso Obtener el compromiso para desarrollar los requisitos.**

Este proceso es similar a la actividad análisis y negociación de requisitos descrita en RUP, en el se identifican y analizan los riesgos asociados a cada requisito y se valora el impacto de cada uno considerando costo, esfuerzo y tiempo.

#### **2.3.2 Descripción del proceso Obtener el compromiso para desarrollar los requisitos.**

**Categoría:** Gestión de Requisitos.

**Responsable:** Grupo de Control de Cambios (GCC). Compuesto por arquitecto, líder de desarrollo, líder de prueba, representante de administradores, representante por parte del cliente, y analista.

**Misión:** Evaluar el impacto que atañe la incorporación de un nuevo requisito o el cambio en uno ya establecido. Negociar e inscribir los compromisos de los integrantes del proyecto con los mismos.

**Alcance.**

- **Comienza:** Cuando el líder de proyecto solicita realizar un compromiso para desarrollar un requisito antes de haberle realizado algún cambio.
- **Incluye:** Evaluar el impacto de los cambios en los planes del proyecto, actividades y productos de trabajo. Negociación e inscripción de compromisos con los integrantes del proyecto.
- **Concluye:** Cuando el líder del proyecto obtiene el compromiso para desarrollar el requisito que va a ser modificado.

## **CAPITULO 2: PROCESOS DE GESTIÓN DE REQUISITOS PARA EL PROYECTO “SISTEMA INTEGRADO PARA BIBLIOTECAS”**

**Entradas:** Requisitos que cambian o Especificación de Requisitos del Sistema.

**Proveedores:** Analistas del Sistema.

**Actividades:**

- El líder de proyecto solicita realizar un compromiso para desarrollar un requisito antes de haberle realizado algún cambio.
- El GCC evalúa el impacto que produciría aceptar el cambio o la creación de un nuevo requisito en los planes y productos de trabajo, considerando factores claves como tiempo, costo y esfuerzo. El GCC genera un documento donde se recoge la valoración del impacto.
- El GCC negocia e inscribe los compromisos con los integrantes del proyecto para desarrollar el requisito, y se genera un documento de Compromiso con los requisitos que van a ser modificados.
- El proceso concluye cuando el Líder del Proyecto obtiene el compromiso para desarrollar el requisito que va a ser modificado.

**Salidas:**

- Requisitos que van a ser cambiados.
- Compromiso con los requisitos que van a ser modificados.

**Clientes:** GCC.

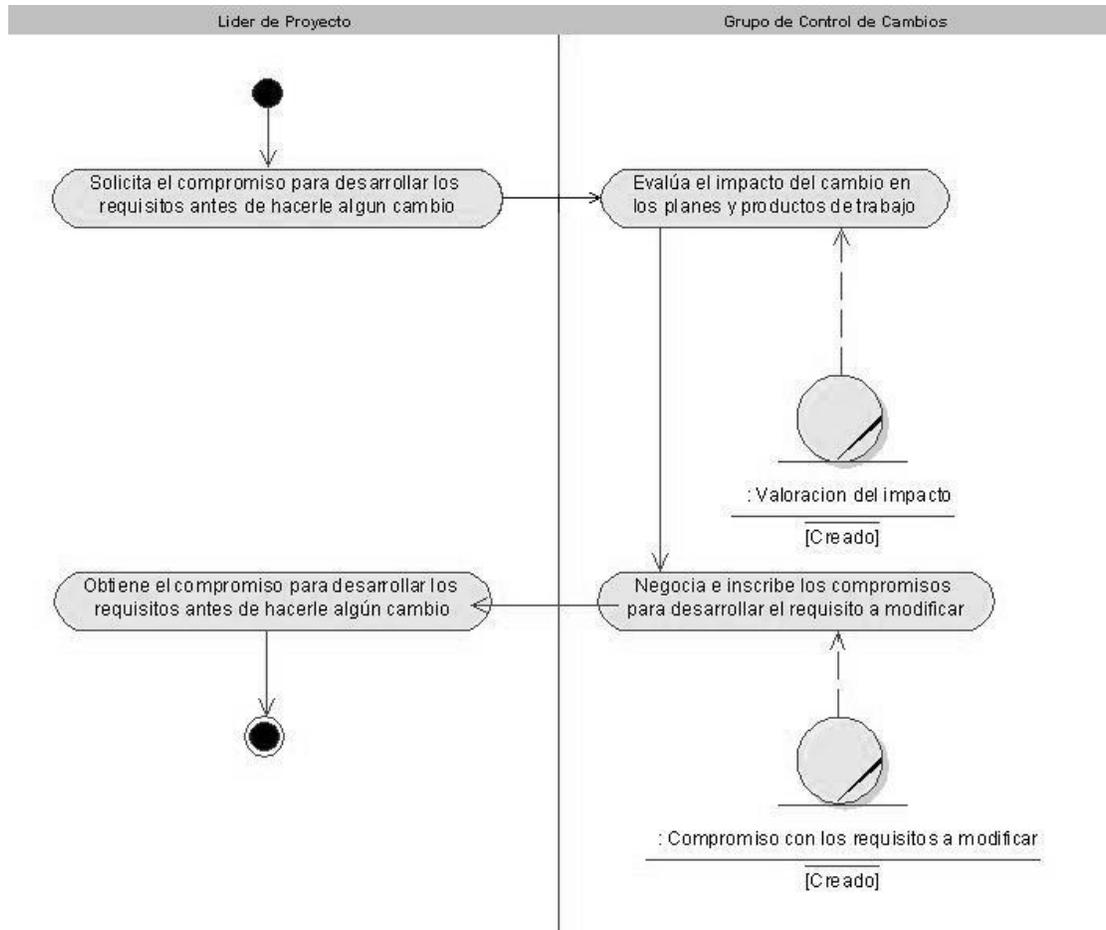
**Inspecciones:** Al iniciar el proceso, cuando se evalúa el impacto, negocia e inscriben los compromisos.

**Registros:** Planes de proyecto, actividades y productos de trabajo.

**Variables de control:** Valoración del impacto.

## CAPITULO 2: PROCESOS DE GESTIÓN DE REQUISITOS PARA EL PROYECTO “SISTEMA INTEGRADO PARA BIBLIOTECAS”

### 2.3.3 Esquema del proceso *Obtener el compromiso para desarrollar los requisitos.*



## CAPITULO 2: PROCESOS DE GESTIÓN DE REQUISITOS PARA EL PROYECTO “SISTEMA INTEGRADO PARA BIBLIOTECAS”

### **2.4 Proceso: Gestionar los cambios en los requisitos.**

Este proceso es el encargado de realizar un mantenimiento y control de la línea base de los requisitos y los cambios de datos que surgen en el proyecto.

#### ***2.4.1 Consideraciones generales del proceso Gestionar los cambios en los requisitos.***

Este proceso hace referencia a la Gestión de Configuración de Software (GCS), la cual es la encargada de controlar todos los cambios en el proyecto, ya sea un requisito o cualquier otro elemento que pueda presentar cambios durante el proceso de desarrollo del software.

#### ***2.4.2 Descripción del proceso Gestionar los cambios en los requisitos.***

**Categoría:** Gestión de Requisitos.

**Responsable:** Administrador de cambios.

**Misión:** Documentar los requisitos y los cambios que estos pueden sufrir durante el desarrollo del proyecto. Mantener el historial de los cambios con su razonamiento, evaluar el impacto de los cambios desde el punto de vista de los stakeholders y hacer los cambios de datos y requisitos pertinentes.

**Alcance.**

- **Comienza:** Documentar todos los requisitos y los cambios a estos que estén dados o generados por el proyecto.
- **Incluye:** Mantener el historial de cambio de los requisitos, evaluar el impacto de los cambios de requisitos desde el punto de vista de los afectados.
- **Concluye:** Realizar los cambios de datos y requisitos en el proyecto.

**Entradas:** ERS y los requisitos a ser cambiados.

**Proveedores:** Analistas del Sistema.

## **CAPITULO 2: PROCESOS DE GESTIÓN DE REQUISITOS PARA EL PROYECTO “SISTEMA INTEGRADO PARA BIBLIOTECAS”**

### **Actividades:**

- Comienza cuando el analista del sistema documenta los requisitos y los cambios que son dados o generados por el proyecto y los almacena en la Base de Datos de Requisitos (BDR).
- El administrador de cambios mantiene un historial de cada uno de los requisitos con su respectivo razonamiento para realizar los cambios.
- El GCC evalúa el impacto de los cambios desde el punto de vista de los implicados (stakeholders) en el proyecto.
- El proceso concluye cuando el GCC modifica los datos y requisitos en el proyecto que se encuentran en la BDR y cambia su estado.

### **Salidas:**

- Base de Datos de los Requisitos.

**Clientes:** GCC.

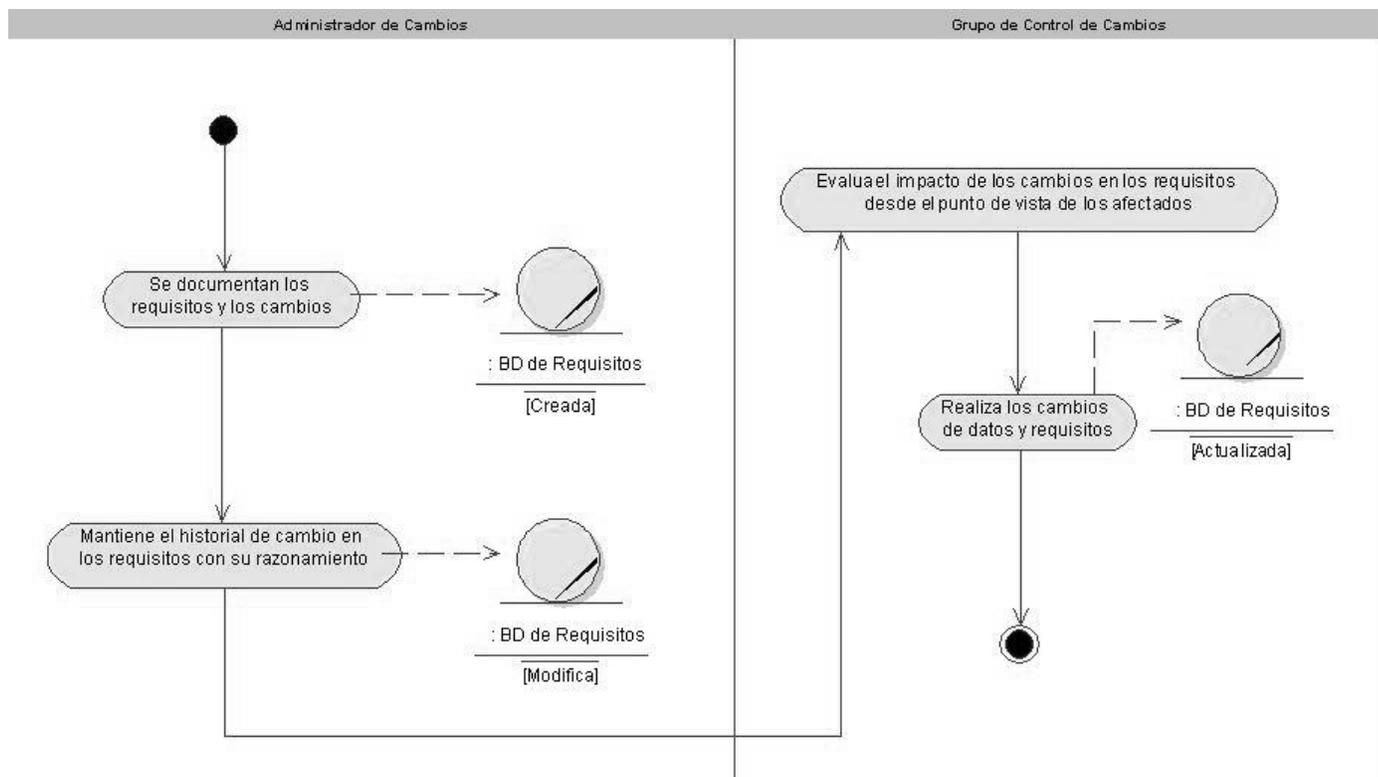
**Inspecciones:** Cada vez que se genere un cambio en los requisitos y al concluir el proceso.

**Registros:** ERS y listado de requisitos que van a cambiar.

**Variables de control:** Impacto desde el punto de vista de los afectados.

## CAPITULO 2: PROCESOS DE GESTIÓN DE REQUISITOS PARA EL PROYECTO “SISTEMA INTEGRADO PARA BIBLIOTECAS”

### 2.4.3 Esquema del proceso Gestionar los cambios en los requisitos.



### 2.5 Proceso: Mantener la trazabilidad bidireccional de los requisitos.

El propósito de este proceso es mantener la trazabilidad bidireccional entre los requisitos y los productos del proyecto. Para esto se toman un conjunto de medidas, acciones y procedimientos que permiten registrar e identificar cada requisito desde su origen hasta su destino final.

#### 2.5.1 Consideraciones generales del proceso Mantener la Trazabilidad Bidireccional de los requisitos.

CMMI propone pasos claramente definidos para mantener la trazabilidad bidireccional de los requisitos. Como metodología de apoyo para la descripción de este proceso se utiliza RUP para definir roles y actividades que son guía a todo el proceso.

## CAPITULO 2: PROCESOS DE GESTIÓN DE REQUISITOS PARA EL PROYECTO “SISTEMA INTEGRADO PARA BIBLIOTECAS”

### **2.5.2 Descripción del proceso “Mantener la Trazabilidad Bidireccional de los requisitos”.**

**Categoría:** Gestión de Requisitos.

**Responsable:** Analista del Sistema.

**Misión:** Realizar la traza o rastreo de un requisito desde su origen hasta los que deriven de él y viceversa.

**Alcance.**

- **Comienza:** Mantener la trazabilidad de los requisitos para asegurarnos que la fuente de requisitos de bajo nivel esta documentada.
- **Incluye:** Mantener la trazabilidad de los requisitos desde un requerimiento hasta que éste se derive y asigne a funciones, interfaces, objetos, personas, procesos y productos de trabajo.
- **Concluye:** Generar la matriz de trazabilidad de requisitos.

**Entradas:** Base de Datos de Requisitos.

**Proveedores:** Diseñador de BD.

**Actividades:**

- El proceso comienza cuando el Diseñador de BD selecciona los requisitos para realizar la trazabilidad y comprueba los datos.
- El analista mediante un Sistema de Rastreo busca las relaciones existentes entre un requisito y el resto de los requisitos, casos de uso, productos del proyecto, elementos del diseño, planes de pruebas, tareas del proyecto, en general todas las actividades, planes y productos que se generan en proyecto.
- El proceso concluye cuando el Analista del Sistema obtiene la matriz de trazabilidad desde el origen de los requisitos hasta los que se derivan de él y viceversa.

**Salidas:**

- Matriz de trazabilidad de requisitos

**Clientes:** Analista del Sistema.

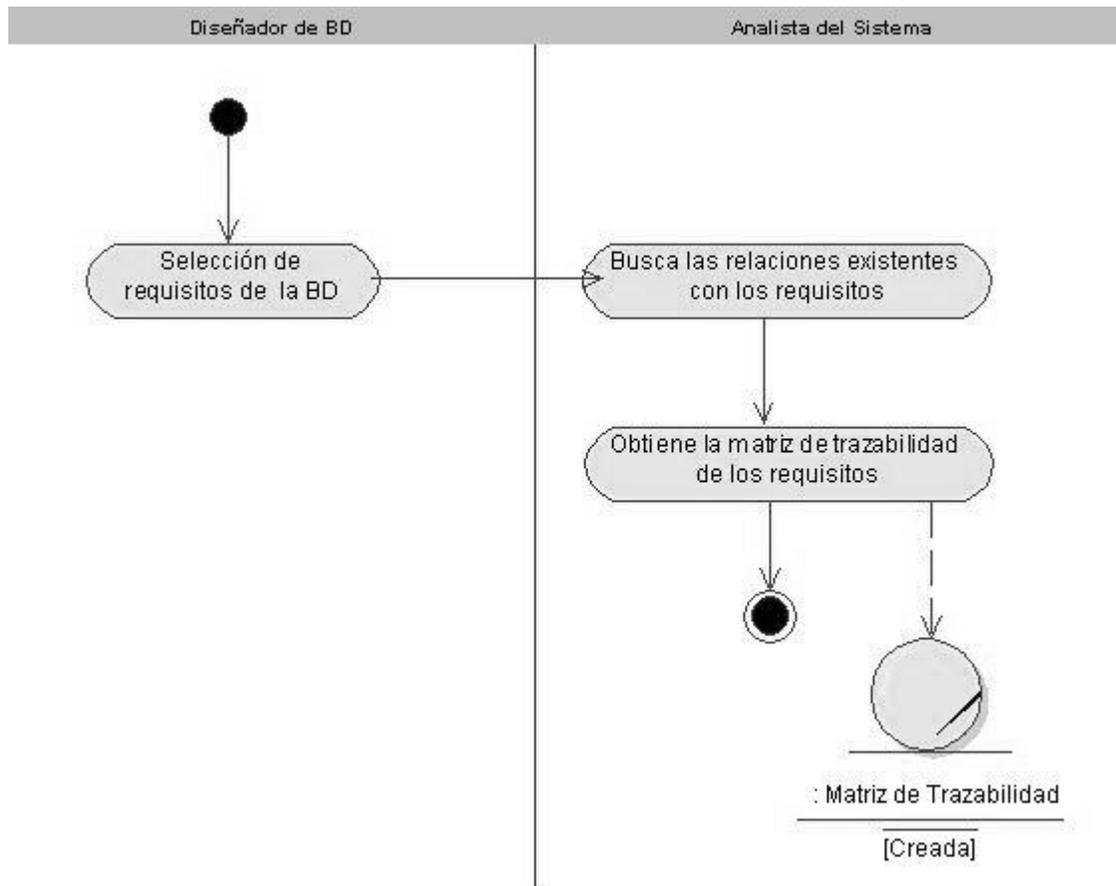
## CAPITULO 2: PROCESOS DE GESTIÓN DE REQUISITOS PARA EL PROYECTO “SISTEMA INTEGRADO PARA BIBLIOTECAS”

**Inspecciones:** Cuando se inicia el proceso, al buscar las relaciones entre requisitos, planes, actividades y productos del proyecto, y al finalizar el proceso.

**Registros:** Lista de requisitos a realizar la trazabilidad.

**Variables de control:** Sistema de rastreo de requisitos.

### 2.5.3 Esquema del proceso Mantener la Trazabilidad Bidireccional de los requisitos.



## CAPITULO 2: PROCESOS DE GESTIÓN DE REQUISITOS PARA EL PROYECTO “SISTEMA INTEGRADO PARA BIBLIOTECAS”

### **2.6 Proceso: Identificar inconsistencias entre el trabajo del proyecto y los requerimientos.**

#### ***2.6.1 Consideraciones generales del proceso Identificar inconsistencias entre el trabajo del proyecto y los requerimientos.***

El Proceso Unificado de Rational (RUP) hace énfasis sobre este proceso cuando utiliza la matriz de trazabilidad para identificar en que planes, actividades, artefactos o productos esta presente el requisito trazado. La norma ISO 9001:2000 de manera general aborda este proceso.

#### ***2.6.2 Descripción del proceso Identificar inconsistencias entre el trabajo del proyecto y los requerimientos.***

**Categoría:** Gestión de Requisitos.

**Responsable:** Grupo de Control de Cambios

**Misión:** Identificar las inconsistencias entre los requisitos del sistema, planes, actividades y productos de trabajo.

#### **Alcance.**

- **Comienza:** Cuando el GCC hace una inspección de la marcha del proyecto para comprobar si hay un acoplamiento general o existen inconsistencia entre los planes del proyecto, los productos de trabajo y los requisitos.
- **Incluye:** Acciones correctas a realizar por el planificador y por el analista del sistema.
- **Concluye:** Cuando se realizan todos los cambios en los requisitos o en los planes del proyecto correctamente propuestos por el GC o cuando no se encuentran inconsistencias en el proyecto.

**Entradas:** Actividades, planes, productos del proyecto y los requisitos actualizados.

**Proveedores:** Grupo de Control de Cambios

**Actividades:**

## **CAPITULO 2: PROCESOS DE GESTIÓN DE REQUISITOS PARA EL PROYECTO “SISTEMA INTEGRADO PARA BIBLIOTECAS”**

- El Grupo de Control de Cambios revisa los planes del proyecto, actividades y productos de trabajo buscando consistencias con los requisitos y los cambios hechos en ellos.
- Si no se encuentra inconsistencia concluye el proceso, en caso contrario se identifica la fuente y los razonamientos, generándose un documento de inconsistencias encontradas.
- Se ubican los cambios que necesitan ser realizados los cuales serán resultado de los cambios a la línea base de los requisitos en los planes del proyecto y productos de trabajo.
- El proceso concluye cuando el analista del sistema realiza los cambios pertinentes en las respectivas fuentes, planes del proyecto, actividades y productos de trabajo, e informa a los integrantes del proyecto del cambio realizado.

### **Salidas:**

- Documentación de inconsistencias incluidas fuentes, condiciones y razonamientos.
- Acciones de corrección.

**Clientes:** Analistas del sistema.

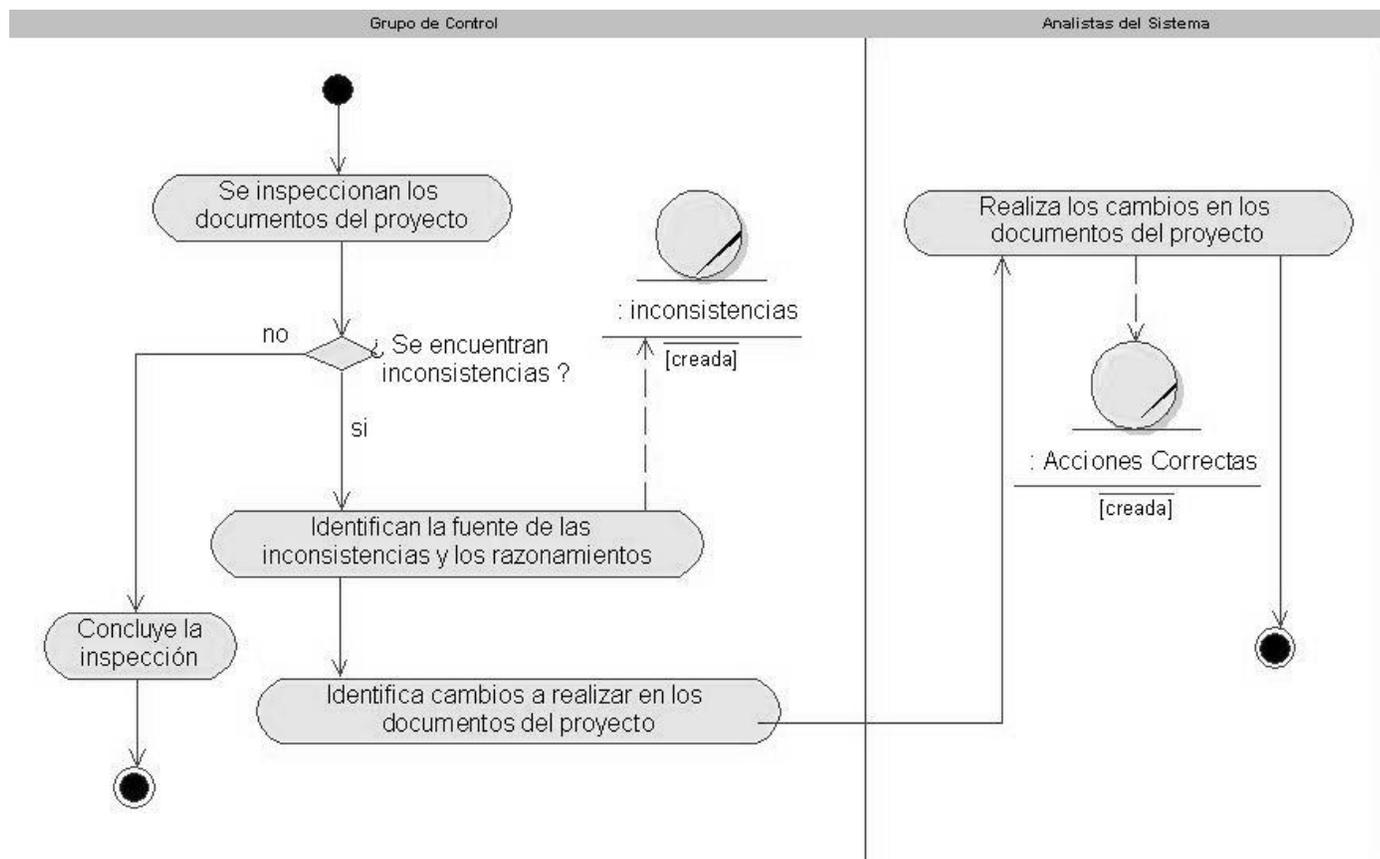
**Inspecciones:** Cada vez que se realice un cambio en los requisitos o surja uno nuevo.

**Registros:** Planes de proyecto, actividades y productos de trabajo.

**Variables de control:** Inconsistencias encontradas, cambios en los documentos del proyecto.

## CAPITULO 2: PROCESOS DE GESTIÓN DE REQUISITOS PARA EL PROYECTO “SISTEMA INTEGRADO PARA BIBLIOTECAS”

### 2.6.3 Esquema del Proceso Identificar inconsistencias entre el trabajo del proyecto y los requerimientos.



### 2.7 Conclusiones

El capítulo recoge la definición de los procesos presentes en el área de Gestión de Requisitos, se establecieron los roles y actividades asociados a cada actividad presente en este proceso lo cual constituye una herramienta fundamental a hora de implantar dicho proceso en el “Sistema Integral de Bibliotecas” o cualquier otro proyecto que adopte este esquema organizativo.

Para cada subproceso del proceso de Gestión de Requisitos se definió la ficha del proceso así como el diagrama de actividades asociado a este.

## **CAPITULO 3: HERRAMIENTAS Y METRICAS PARA MEDIR LOS PROCESOS PROPUESTOS**

### **CAPÍTULO 3: HERRAMIENTAS Y MÉTRICAS PARA MEDIR LOS PROCESOS PROPUESTOS.**

#### **Introducción**

El presente capítulo hace una especificación de las diferentes herramientas y métricas que pueden emplearse para medir los procesos propuestos en el capítulo dos. Se hace una comparación entre las diferentes herramientas automáticas existentes y finalmente se proponen algunas métricas que permitirán medir el funcionamiento de estos procesos dentro del proyecto en el cual esté implantado.

#### **3.1 Herramientas para Gestionar los Requisitos.**

Hoy en día la Ingeniería de Software cuenta con una elevada gama de herramientas automatizadas que apoyan y facilitan al desarrollo del software, aumentando la productividad y reduciendo los tiempos y costos. Dentro de estas herramientas se destacan las herramientas CASE (Ingeniería de Software Asistida por Computadoras), las cuales nos ayudan en todos los aspectos del ciclo de vida del software como son: diseño del proyecto, cálculo de costes, implementación de parte del código automáticamente con el diseño dado, compilación automática, documentación o detección de errores entre otras (13).

##### ***3.1.1 Objetivos de las herramientas para Gestionar los Requisitos.***

El uso de herramientas de gestión de requisitos proporciona enormes beneficios a las empresas desarrolladoras de software entre los que podemos citar:

1. Ahorro en costes de especificación y de desarrollo ya que minimiza el impacto de errores.
2. Mejora la calidad mediante el análisis y gestión de los requisitos.
3. Facilita la reutilización real. Mejora la productividad facilitando la reutilización real desde la especificación.
4. Reduce las no-conformidades del sistema.

## CAPITULO 3: HERRAMIENTAS Y METRICAS PARA MEDIR LOS PROCESOS PROPUESTOS

5. Permite administrar y controlar la especificación.
6. Ayuda a cumplir con estándares de calidad.
7. Proporciona un repositorio no propietario de especificación.
8. Centraliza toda la información del problema.
9. Especifica sistemas de forma estructurada y gráfica.
10. Proporciona una trazabilidad completa de la especificación.

### ***3.1.2 Funcionalidades de las herramientas para Gestionar los Requisitos.***

Todas las herramientas de gestión de requisitos en el mercado tienen un mismo objetivo: gestionar los requisitos del proyecto; sin embargo se diferencian en funcionalidades que implementan que añaden valor agregado a la gestión.

Estas herramientas permiten a los desarrolladores, básicamente importar documentos de diferentes formatos estándares procesadores de palabras; los elementos que componen el documento se someten a rigurosos cambios y con un efectivo control de versiones; se puede establecer una relación entre los elementos del documento y los atributos pueden ser asociados y a menudo relacionados con los elementos del sistema; pueden generarse una variedad de vistas de documentos utilizando tanto los atributos como las relaciones, generalmente vistas específicas tales como matrices de trazabilidad; pueden ser configuradas las plantillas de documentos para crear nuevos documentos compuestos.

Estas herramientas son genéricas, pues necesitan ser configuradas para soportar procesos de desarrollos de sistemas e ingeniería de requisitos específicos de cada sistema, las mismas son soportadas por la creación de plantillas de documentos, esquemas o diseño de atributos y tipos de relación y vistas de documentos. También incluyen procesos que son establecidos por los estándares IEEE y DoD.

## **CAPITULO 3: HERRAMIENTAS Y METRICAS PARA MEDIR LOS PROCESOS PROPUESTOS**

### ***3.1.3 Herramientas para la gestión de requisitos.***

La Gestión de Requisitos se ha convertido en un proceso de vital importancia en el desarrollo de todo proyecto, lo cual a desencadenado que el uso de herramientas que automaticen y agilicen este proceso. Dentro de las herramientas existentes para la gestión de requisitos sobresalen las herramientas comerciales entre las que se encuentran: IRQA (Integral Requisite Analyzer de TCP Sistemas e Ingeniería), DOORS/ERS (de Telelogic), RTM Workshop, Requisite Pro (Rational/IBM), Caliber-RM (Borland).

En el mundo del Software Libre esta línea de desarrollo no ha avanzado mucho siendo el Open Source Requirements Management Tool (OSRMT) la herramienta más destacada en este sentido.

#### ***3.1.3.1 IBM Rational RequisitePro.***

RequisitePro es una herramienta de la compañía Rational que permite tener un mayor control sobre los requerimientos planteados por el usuario y todos aquellos requerimientos técnicos o nuevos requerimientos de usuario que surjan durante el ciclo de vida del proyecto de software. Esta herramienta se centra en documentos, los que almacenan los requisitos asociados a documentos y a la vez guardarlos en la base de datos de requisitos. Trata el control de cambios en los requisitos, con trazabilidad para especificaciones de software y pruebas, muy relacionado con MS Word. Soporta bases de datos de Oracle sobre Unix o Windows y SQL Server. Permite crear relaciones de trazabilidad entre los requisitos gestionados por RequisitePro, su propiedad y la matriz de trazabilidad, y la validación de la especificación es hecha a través de la matriz de trazabilidad entre la especificación de Casos de Uso y documento Visión. Dentro de las desventajas que presenta esta la nula asociación de archivos externos con requisitos, no permite modelar el dominio del problema y no ofrece soporte a pruebas lo que hace necesario utilizar herramientas externas.

## **CAPITULO 3: HERRAMIENTAS Y METRICAS PARA MEDIR LOS PROCESOS PROPUESTOS**

### **3.1.3.2 DOORS**

DOORS(R) es la herramienta de administración de requisitos creada por Quality Systems and Software. Ésta considera los requisitos como objetos y los documentos como módulos. Tiene una orientación basada en objetos, comparado con RequisitePro y Caliber-RM, que manejan solamente requisitos y sus atributos. Esta orientada a organizaciones grandes que necesitan controlar complejos conjuntos de usuarios y requisitos de sistemas con una compleja trazabilidad. Proporciona buena visualización de tales documentos como jerárquicas y su lenguaje de extensión permite una gran variedad de soporte de herramientas a ser construidas (15).

### **3.1.3.3 RTM Workshop**

RTM Workshop es un producto elegante que puede soportar las necesidades de la GR de proyectos muy largos. Trata los requisitos como objetos, que pertenecen a las clases que corresponden a varios tipos de requisitos u otros proyectos artificiales tales como designar elementos o casos de prueba. Cada proyecto define esquemas de clases en la forma de un diagrama entidad-relación. La trazabilidad es manipulada por vínculos definidos entre objetos en dos clases (o dentro de la misma clase), basado en las relaciones de clases definidas en el esquema (16).

### **3.1.3.4 IRqA Integral Requisite Analyzer**

Es una herramienta de ingeniería de requisitos especialmente diseñada para soportar el proceso completo de ingeniería de requisitos. El ciclo de especificación incluye la captura de requisitos, análisis, especificación de sistema, validación y la organización de requisitos es soportada por modelos estándares.

En esta herramienta la asociación de requisitos con archivos externos es posible a través de archivos guardados en disco, archivos localizados y controlados por software. Los requisitos tienen diferentes clasificaciones: jerárquica, basada en la relación de trazabilidad existente entre ellos, basada en el dominio o gestión de atributos, basada en atributos definidos por el usuario, y

## **CAPITULO 3: HERRAMIENTAS Y METRICAS PARA MEDIR LOS PROCESOS PROPUESTOS**

basada en la partición de acceso, en el subsistema y relación con otros elementos de la especificación.

Para construir el modelo del dominio del problema dispone utiliza elementos del dominio del problema representados a través de clases conceptuales y diagramas para su representación grafica. Su trazabilidad se relaciona con los requisitos

Permite que la trazabilidad sea entre requisitos y: otros requisitos, elementos del dominio del problema (o sea: conceptos, entidades), elementos de la especificación de la solución, escenarios, clases de implementación, código fuente a través de la asociación con archivos externos, IRqA test cases, vistas de elementos relacionados, y matrices de trazabilidad.

Se validan las especificaciones y es aquí donde los requisitos del usuario y la especificación de la solución son gestionados, esto proporciona algunas herramientas para verificar que todos los requisitos son satisfechos y donde (en que parte de la solución). Por tanto no es necesario utilizar herramientas externas. Es fácil descubrir los elementos de la especificación que no están relacionados con ningún requisito.

Ofrece un soporte específico para las pruebas de aceptación donde se definen las pruebas de aceptación y sus atributos (pruebas de ambiente físicas y lógicas, responsabilidades, condiciones pre y post). Permite trazar requisitos y servicios con la integración de TestDirector.

### ***3.1.3.5 CaliberRM***

Es para sistemas grandes y complejos y proporciona una base de datos de requisitos con trazabilidad. La compañía ve los requisitos como parte del proceso de gestión de la calidad del software, el cual es considerado también, las pruebas (testing) y el trazado de defectos (defect tracking). CaliberRM está basado en Internet y maneja referencia de documentos, responsabilidad de usuario, trazabilidad, prioridad y estado entre otras características.

En la clasificación de requisitos esta nos brinda una clasificación jerárquica y una clasificación basada en el tipo de requisito. Esta herramienta no posee las habilidades de modelar el dominio

## **CAPITULO 3: HERRAMIENTAS Y METRICAS PARA MEDIR LOS PROCESOS PROPUESTOS**

del problema. Dispone de una creación de glosario, en el cual con sus términos puede representar los elementos del dominio del problema y sus definiciones. Para la trazabilidad, creación de relaciones y visualización Permite el establecimiento de relación de trazabilidad a través: el establecimiento de la trazabilidad entre requisitos y requisitos del proyecto, y se genera la Matriz de trazabilidad. También describe el proceso de validación textualmente asociada a cada requisito.

### ***3.1.3.6 Open Source Requirements Management Tool (OSRMT)***

Es una herramienta de especificación de requisitos desarrollada bajo la licencia GPL y escrita en lenguaje Java, interfaz sencilla con pocas opciones. Se necesita instalar una base de datos para la persistencia de la aplicación por ejemplo MySQL, y ejecutar unos scripts en la base de datos para crear la estructura requerida por la aplicación, crear los usuarios requeridos y posteriormente modificar un fichero de configuración de la aplicación para indicarle la base de datos que debe trabajar. Permite crear requisitos con las propiedades típicas como: nombre, descripción, tipo, esfuerzo, prioridad, y otros. Además relaciona los requisitos con los casos de uso pero no permite tratarlos de forma independientes, no permite organizar los requisitos, no presenta una apariencia visual de mucha calidad y es preciso configurarla para que funcione correctamente. Es flexible a la hora de generar informes con la herramienta iReports pero estos no funcionan a la perfección y se muestran en el orden en que se crean, no jerárquicamente. No presenta ninguna plantilla para crear informes de casos de uso.

Esta herramienta se encuentra en desarrollo activo pero necesita muchas mejoras, por lo que no se tiene en cuenta en la comparación.

## CAPITULO 3: HERRAMIENTAS Y METRICAS PARA MEDIR LOS PROCESOS PROPUESTOS

### 3.2.4 Comparación de las herramientas de gestión de requisitos.

Características	CaliberRM	IRqA	RTM Workshop	DOORS	RequisitePro
Asociación de Requisitos con Archivos	Medio	Alto	Medio	Bajo	
Clasificación de Requisitos	Bajo	Alto	Alto	Medio	Medio
Modelo del Dominio del Problema	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Trazabilidad, creación de relaciones y visualización	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto
Validación de la especificación	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio
Soporte de Pruebas	Bajo	Alto	Alto		
Generación de Reportes	Medio	Alto	Medio	Medio	Bajo

### 3.2.5 Resultado obtenido de la comparación entre las herramientas CaliberRM, IrqA RTM Workshop, DOORS, y Rational RequisitePro.

El análisis realizado a partir de la tabla comparativa arroja como resultado que la herramienta selecciona para la propuesta de implantación en el “Sistema Integral de Bibliotecas” es IRqA ya que esta presenta altas prestaciones para la gestión de requisitos, asocia de manera fácil los requisitos con archivos externos, clasifica los mismos, realiza el modelo de la construcción y dominio del problema utilizando una representación gráfica de este modelo, lleva una trazabilidad de requisitos, elementos del dominio del problema, pruebas, código fuente, y al final visualiza esta matriz donde se pueden rastrear los requisitos desde que se originan hasta que finalizan. Además incluye un amplio soporte de prueba, y una validación de la especificación de solución. Posee un componente IRqA@NET para Linux que funciona como cliente para conectarse al IRqA

## **CAPITULO 3: HERRAMIENTAS Y METRICAS PARA MEDIR LOS PROCESOS PROPUESTOS**

original que esta instalado en una PC con Windows, lo cual permite que todo el equipo acceda y gestione la información del proyecto IRqA conectándose al repositorio de Windows.

La desventaja de esta aplicación radica en que es software propietario.

### **3.2 Métricas.**

#### **3.2.1. Enunciados de métricas.**

¿Qué es una métrica?

Una métrica es la variable o medida de ciertos aspectos cuantitativos de un sistema los cuales serían el alcance, el tamaño, el coste, los riesgos, el esfuerzo, etc.

¿Qué es una métrica del software?

“Una métrica software es un atributo del entorno de desarrollo del software, derivada de la medida de los atributos de ciertos componentes del software”. Un atributo puede ser una cualidad, una propiedad o una característica de un objeto. En el entorno de desarrollo del software, el tamaño, el coste y el esfuerzo son los atributos del proyecto software.

El estándar IEEE 610.12 expresa que: “Una métrica del software es una medida cuantitativa del grado en el que un sistema, componente o proceso dispone de un atributo dado”.

Desde otro punto de vista una métrica de software es una correspondencia entre uno o más atributos del entorno de desarrollo del software, y cualquier otro atributo (15).

¿Qué es medir?

Proceso a través del cual se asigna o hace corresponder un número a los atributos de los objetos. Estos números son asignados por reglas claras y bien definidas. Hay que disponer de una descripción precisa de los atributos de los objetos que se pretenden captar numéricamente.

¿Qué es medir el software?

## CAPITULO 3: HERRAMIENTAS Y METRICAS PARA MEDIR LOS PROCESOS PROPUESTOS

Proceso a través del cual podemos cuantificar el software, medir el conjunto de recursos involucrados en el ciclo de desarrollo y medir también el propio proceso de desarrollo. Incluye elementos que son directamente medibles (como las líneas de código), y otros que son calculados a través de fórmulas o ecuaciones (como el esfuerzo de desarrollo o el coste del proyecto).

Las métricas del software se pueden clasificar de disímiles formas, estas pueden ser: directas o indirectas, primarias o secundarias, internas o externas, públicas o privadas, simples o complejas, primitivas o calculadas.

Existen diferentes tipos de métricas: **métricas del producto**, que miden los componentes, entregas o documentos resultantes de una actividad de proceso; **métricas de los recursos**, que miden las entidades requeridas por una actividad de proceso; y **las métricas del proyecto**, que miden las características del proyecto, así como la ejecución del mismo y la que utilizaremos en nuestro trabajo: **métricas del proceso**, las cuales miden los atributos de actividades relacionadas con el software.

### ***3.3.2 Métricas para los procesos de Gestión de Requisito.***

Las métricas expuestas a continuación permiten evaluar los procesos descritos en el capítulo anterior.

#### ***3.3.2.1 Proceso Obtener y comprender los requisitos***

##### ***3.3.2.1.1 Porcentaje de requisitos que cumplen con los criterios de evaluación y aceptación establecidos.***

Esta métrica permite conocer el porcentaje de requisitos que cumplen con los criterios de evaluación y aceptación establecidos. El por ciento de RCC se puede calcular de la siguiente forma:

$$RCC (\%) = (RCC \times 100) \div TR$$

## CAPITULO 3: HERRAMIENTAS Y METRICAS PARA MEDIR LOS PROCESOS PROPUESTOS

Donde:

TR: es el total de Requisitos del Sistema.

RCC: es la cantidad de requisitos que cumplen con los criterios de evaluación y aceptación.

### **3.3.2.1.2 Porcentaje de requisitos que satisfacen las necesidades del cliente.**

Calcula el por ciento de requisitos que cumplen con las necesidades del cliente. La métrica se calcula de la siguiente forma

$$RCNC (\%) = (RCNC \times 100) \div TR$$

Donde:

TR: Total de Requisitos.

RCNC: Requisitos que cumplen con las necesidades del cliente.

### **3.3.2.1.3 Cantidad de proveedores de requisitos seleccionados**

Calcula la cantidad de proveedores que fueron seleccionados de acuerdo a los criterios de selección de proveedores establecidos por el analista del sistema. La métrica se calcula de la siguiente forma:

$$PRS = TP - PRNS$$

Donde:

TP: Total de Proveedores

PRNS: Proveedores no seleccionados

PRS: Proveedores seleccionados

### **3.3.2.2 Proceso Obtener el compromiso de los cambios en los requisitos.**

#### **3.3.2.2.1 Cantidad integrantes comprometidos con los cambios de los requisitos.**

Permite calcular la cantidad de integrantes que se comprometen con los cambios que se le hace a un requisito.

### CAPITULO 3: HERRAMIENTAS Y METRICAS PARA MEDIR LOS PROCESOS PROPUESTOS

$$CICC = CIP - CINCC$$

Donde:

CICC: es la cantidad de integrantes comprometidos con los cambios.

CIP: es la cantidad de integrantes del proyecto.

CINCC: es la cantidad de integrantes que no se comprometen con los cambios.

#### **3.3.2.2 Tiempo adicional que trae consigo el cambio.**

Calcula el tiempo que se incluye al evaluar el impacto de los cambios en los planes del proyecto, actividades y productos de trabajo.

$$TAP = TT - TPAC$$

Donde:

TAP, es el tiempo adicional cuando los integrantes del proyecto se comprometen con el cambio.

TT, es el tiempo total del proyecto.

TPAC, es el tiempo del proyecto antes de los cambios.

#### **3.3.2.3 Controlar los cambios en los requisitos**

##### **3.3.2.3.1 Total de cambios realizados a un requisito**

Esta métrica permite calcular la cantidad de cambios que se le puede realizar a un requisito en específico.

$$TCR_i = CR_1 + CR_2 + CR_3 + \dots + CR_n$$

Donde:

TCR<sub>i</sub>: Total de cambios realizados a un requisito

CR<sub>1</sub>: Primer cambio realizado al requisito.

CR<sub>2</sub>: Segundo cambio realizado al requisito.

CR<sub>3</sub>: Tercer cambio realizado al requisito.

CR<sub>n</sub>: Enésimo cambio realizado al requisito

## CAPITULO 3: HERRAMIENTAS Y METRICAS PARA MEDIR LOS PROCESOS PROPUESTOS

### **3.3.2.3.2 Total de cambios realizados en todos los requisitos**

Permite calcular el total de cambios que se realizan en los requisitos.

$$TCRR = CRR_1 + CRR_2 + CRR_3 + \dots + CRR_n$$

Donde:

CRR1: Cambios realizados al primer requisito.

CRR2: Cambios realizados al segundo requisito.

CRR3: Cambios realizados al tercer requisito.

CRRn: Cambios realizados al enésimo requisito.

### **3.3.2.4 Mantener la trazabilidad bidireccional de los requisitos.**

#### **3.3.2.4.1 Definir el porcentaje de requisitos rastreados o trazados.**

Permite controlar el por ciento de las trazas que se le realizan a los requisitos en el proyecto.

$$TRT (\%) = (TRT \times 100) \div TR$$

Donde:

TRT: Total de requisitos trazados o rastreados.

TR: Total de Requisitos

#### **3.3.2.4.2 Tiempo que demora rastrear un requisito.**

Calcula el tiempo que demora el sistema de rastreo en encontrar un requisito.

$$TR = TFR - TIR$$

Donde:

TR, es el tiempo que se demora el sistema en rastrear un requisito.

TFR, es el tiempo final del rastreo.

TIR, es el tiempo de inicio del rastreo.

## CAPITULO 3: HERRAMIENTAS Y METRICAS PARA MEDIR LOS PROCESOS PROPUESTOS

*3.3.2.5 Proceso identificar inconsistencias entre el los productos de trabajo del proyecto y los requerimientos.*

### **3.3.2.5.1 Cantidad de inconsistencias encontradas.**

Esta métrica permite conocer la cantidad de inconsistencias en los planes del proyecto, actividades y productos de trabajo.

$$CTIE = IE_1 + IE_2 + IE_3 + \dots + IE_n$$

Donde:

CTIE, es la cantidad total de inconsistencias encontradas.

IE1, es la primera inconsistencia encontrada.

IE2, es la segunda inconsistencia encontrada.

IE3, es la tercera inconsistencia encontrada.

IEn, es la enésima inconsistencia encontrada.

### **3.3.2.5.2 Cantidad de cambios realizados.**

Muestra la cantidad de cambios que se realizan en los planes del proyecto, actividades y productos de trabajo.

$$CTCR = CR_1 + CR_2 + CR_3 + \dots + CR_n$$

Donde:

CTCR, es cantidad total de cambios realizados.

CR1, es el primer cambio realizado.

CR2, es el segundo cambio realizado.

CR3, es el tercer cambio realizado.

CRn, es el enésimo cambio realizado.

## **3.4 Conclusiones.**

La aplicación de herramientas para gestionar los procesos, en el área de la Gestión de Requisitos, es de gran importancia ya que automatizan los procesos y reduce la perdida de

### **CAPITULO 3: HERRAMIENTAS Y METRICAS PARA MEDIR LOS PROCESOS PROPUESTOS**

tiempo, costo y minimiza los esfuerzos. Paralelamente la implantación de las métricas definidas permitirán medir la calidad de estos procesos y en función de los resultados que arrojen mejorar el rendimiento del equipo de trabajo.

## CONCLUSIONES

### CONCLUSIONES

La elaboración del presente trabajo de diploma arroja las siguientes conclusiones:

- Realizar una adecuada gestión de requisitos en las empresas desarrolladoras de software es un factor clave para alcanzar el éxito.
- El área de Gestión de Requisitos está presente en las principales normas, modelos, estándares y metodologías definidas a nivel internacional como CMMI, ISO, RUP, ISO/IEC; lo cual consolida la enorme importancia e interés que se debe mostrar a esta área.
- La definición de los procesos de Gestión de Requisitos en el proyecto Sistema Integrado para Bibliotecas teniendo en cuenta varios aspectos fundamentales permitieron un mayor entendimiento de los mismos.
- Se propusieron herramientas para la automatización del proceso de Gestión de Requisitos.
- Se realizaron métricas por cada uno de los procesos definidos lo que permite que estos se evalúen y que apliquen la mejora de los mismos.

## RECOMENDACIONES

### RECOMENDACIONES

- Aplicar el proceso de Gestión de Requisitos estudiado en este trabajo a todos los proyectos productivos de nuestra universidad y en cualquier parte de nuestro país.
- Definir herramientas libres o de código abierto que sean capaces de realizar las mismas funciones que realizan las herramientas comerciales ya mencionadas.
- Profundizar en los estudios sobre la Gestión de Requisitos para contribuir al enriquecimiento del tema.
- Hacer un seguimiento de las métricas referente a su comportamiento para analizar sus tendencias en la práctica.
- Realizar un estudio de herramientas libres para evaluar su efectividad y realizar su posible migración.
- Hacer una comparación de los resultados obtenidos en las métricas en períodos de tiempos establecidos y tomar medidas si estos son negativos.
- Incorporar estudios realizados por otros especialistas referentes a las normas, modelos y estándares a nivel mundial que abordan el tema de la Gestión de Requisitos.
- Hacer un estudio detallado de la herramienta Open Source Requirements Management Tool para realizar un análisis de la completitud de la solución y adaptar la misma a los proyectos productivos de la universidad como solución libre.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA

1. **Wikipedia.** Herramienta CASE. [En línea] 2007. [Citado el: 15 de Abril de 2007.] [http://es.wikipedia.org/wiki/Herramienta\\_CASE](http://es.wikipedia.org/wiki/Herramienta_CASE).
2. —. Proceso Unificado de Rational. [En línea] 2007. [Citado el: 16 de Abril de 2007.] <http://es.wikipedia.org/wiki/RUP>.
3. —. Metodología (ingeniería de software). [En línea] 2007. [Citado el: 7 de Mayo de 2007.] [http://es.wikipedia.org/wiki/Metodolog%C3%ADa\\_\(ingenier%C3%ADa\\_de\\_software\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Metodolog%C3%ADa_(ingenier%C3%ADa_de_software)).
4. **Williams, Ricardo.** Un primer abordaje a la gestión de requerimientos. [En línea] 2006. [Citado el: 4 de Abril de 2007.] <http://www.siu.edu.ar/infosiu/&edicion=12&nota=75>.
5. **Quiñones, Ernesto.** Modelos de calidad de software y software libre. [En línea] 2006. [Citado el: 23 de Marzo de 2007.] [http://www.eqsoft.net/presentas/modelos\\_de\\_calidad\\_y\\_software\\_libre.pdf](http://www.eqsoft.net/presentas/modelos_de_calidad_y_software_libre.pdf).
6. **Pressman, Roger S.** *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico.* Quinta edición. 2002. pág. 589.
7. **J., Lizka Johany Herrera.** Técnicas y herramientas utilizadas en la ingeniería de requerimientos. [En línea] 2002. [Citado el: 28 de Abril de 2007.] <http://www.monografias.com/trabajos6/resof/resof2.shtml>.
8. **Instituto Nacional de Nacionalizacion de Chile.** Normalización. [En línea] 2005. [Citado el: 4 de Mayo de 2007.] <http://www3.inn.cl/faq/portada/index.php?sec=1>.
9. **Group, IBM Software.** IBM Rational RequisitePro. Gestión de requisitos a lo largo de todo el ciclo de desarrollo. [En línea] 2006. [Citado el: 4 de Abril de 2007.] <http://www.calidaddelsoftware.com/eventos/SoloRqstos2006//Solo%20Requisitos%202006/Rational%20RequisitePro.pdf>.
10. **Fernández Sánchez, Leidy y García Ávila, Lourdes.** Monografías. [En línea] 2005. [Citado el: 21 de Enero de 2007.] <http://www.monografias.com/trabajos41/requisitos-software/requisitos-software.shtml>.
11. **E. Fenton, Norman y Lawrence Pfleeger, Shari.** *Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach.* s.l. : Course Technology, 1998.

## BIBLIOGRAFÍA

12. **Company, The Reuse.** Trazabilidad Total con swREUSER. [En línea] 2006. [Citado el: 13 de Mayo de 2007.]  
<http://www.reusecompany.com/docs/Trazabilidad%20Total%20con%20swREUSER.pdf>.
13. **Casella, Serrana, Stella, Leonardo y Trujillo, Bernarda.** Ingeniería de requerimientos. [En línea] 2005. [Citado el: 7 de Abril de 2007.]  
<http://athenea.ort.edu.uy/publicaciones/ingsoft/ortsf/seminarios05/requerimientos.htm>.
14. **Beltrán Sanz, Jaime, y otros.** Guía para una Gestión Basada en Procesos. [En línea] 2002. [Citado el: 6 de Abril de 2007.] <http://www.r2h2.us.es/guiagestionprocesos.pdf>.
15. *DESDE ISO 9001 HACIA CMMI, PASOS PARA LA MEJORA DE LOS PROCESOS Y MÉTRICAS.* **Armas Andrade, Rolando, y otros.** 2005, Instituto Andaluz de Tecnología, pág. 140.



## ANEXOS

**Anexo 2:** Plantilla de Especificación de Requisitos del Sistema.

### 1. Introducción

#### 1.1 Propósito

*[Resumen del propósito de la especificación de requisitos en función de una mejor comprensión de estos]*

#### 1.2 Alcance

*[Breve descripción del alcance de los requisitos]*

#### 1.3 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas

#### 1.4 Referencias

*[Lista de documentos a los que se hace referencia]*

### 2. Descripción General

*[Se describen los factores generales que inciden en el proyecto y sus requisitos. No es el lugar para poner requisitos específicos sino un enfoque general de estos. Pueden incluirse elementos como:*

*Perspectivas del proyecto*

*Funciones generales.*

*Características de los usuarios*

*Restricciones*

*Conjeturas y dependencias*

*Subconjunto de requerimientos generales]*

### 3. Requisitos Funcionales

## ANEXOS

*[Esta sección describe los requisitos de funcionalidad expresados en lenguaje natural. Puede ser organizada por características comunes, por usuarios o por áreas de trabajo.]*

### 3.1.1 <Primer Requisito de funcionalidad>

*[Descripción del requerimiento]*

### 3.1.2 <Precedencia>

*[Especificar CU del Negocio con el que se relaciona]*

### 3.1.3 <Seguimiento>

*[Especificar CU del Sistema que implementa el requerimiento]*

## 4. Requisitos No Funcionales

### Usabilidad

*[Esta sección incluye todos los requerimientos que afectan la usabilidad. Por ejemplo:*

*Especificación e entrenamiento necesario para los usuarios en operaciones particulares*

*Especificación de requerimientos de conformidad con normas y estándares internacionales]*

*<Primer requerimiento de usabilidad>*

*[Descripción del requerimiento]*

*<Precedencia>*

*[Especificar CU del Negocio con el que se relaciona]*

*<Seguimiento>*

*[Especificar CU del Sistema que implementa el requerimiento]*

### Confiabilidad

*[Especificación de requerimientos de confiabilidad. Algunas sugerencias:*

*Especificación del por ciento de tiempo de accesibilidad en horas de uso, mantenimiento, operaciones de desgaste, etc*

*Promedio de tiempo entre fallas, generalmente se mide en horas pero puede medirse en días, meses o años.*

## ANEXOS

*Tiempo medio de reparación, tiempo promedio que puede demorarse en reparar algún sistema sin provocar un fallo*

*Rango máximo de defectos*

*<Primer requisito de confiabilidad>*

*[Descripción del requerimiento]*

*<Precedencia>*

*[Especificar CU del Negocio con el que se relaciona]*

*<Seguimiento>*

*[Especificar CU del Sistema que implementa el requerimiento]*

### **Rendimiento**

*[Se especifican las características de rendimiento por ejemplo:*

*Tiempo de respuesta en una transacción o traspaso de información (promedio y máximo)*

*Capacidad, por ejemplo cantidad usuarios permitidos*

*Recursos tecnológicos requeridos]*

*<Primer requerimiento de rendimiento>*

*[Descripción del requerimiento]*

*<Precedencia>*

*[Especificar CU del Negocio con el que se relaciona]*

*<Seguimiento>*

*[Especificar CU del Sistema que implementa el requerimiento]*

### **3.5 Soporte**

*[Especifica los requerimientos que soportan y mantienen el proyecto. Incluir estándares, convenciones, normas, etc]*

*<Primer requisito de soporte>*

*[Descripción del requerimiento]*

## ANEXOS

*<Precedencia>*

*[Especificar CU del Negocio con el que se relaciona]*

*<Seguimiento>*

*[Especificar CU del Sistema que implementa el requerimiento]*

### **Restricciones de diseño**

*[Especifica todas las restricciones de diseño para el desarrollo del proyecto]*

*<Primera restricción de diseño>*

*[Restricción del diseño]*

*<Precedencia>*

*[Especificar CU del Negocio con el que se relaciona]*

*<Seguimiento>*

*[Especificar CU del Sistema que implementa el requerimiento]*

### **Requerimiento de ayuda y documentación**

*[Describe todos los requisitos de ayuda y documentación que requiera el proyecto]*

### **Adquisición de Componentes**

*[Incluye todos los componentes que son necesarios adquirir para la ejecución del proyecto]*

### **Interfaz**

*[Se especifican los protocolos de comunicación, tipos de interfases, etc]*

*Interfases de Usuarios*

*Interfases con otros Hardware*

*Interfases con otros Software*

*Interfaces de Comunicación*

### **Requerimientos de licencias y patentes**

### **Legalizaciones, Copyright, y otras especificaciones legales**

### **Aplicación de estándares**

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

### GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Actividad:** Unidad tangible de trabajo realizada por un trabajador en un flujo de trabajo, de forma que (1) implica una responsabilidad bien definida para el trabajador, (2) produce un resultado bien definido (un conjunto de artefactos) basado en una entrada bien definida (otro conjunto de artefactos), y (3) representa una unidad de trabajo con límites bien definidos a la que, probablemente se refiere el plan de proyecto al asignar tareas a los individuos. También puede verse como la ejecución de una operación por un trabajador.

**Artefacto:** Pieza de información tangible que (1) es creada, modificada y usada por los trabajadores al realizar actividades; (2) representa un área de responsabilidad, y (3) es candidata a ser tenida en cuenta para el control de la configuración. Un artefacto puede ser un modelo, un elemento de un modelo, o un documento.

**Requisito:** Condición o capacidad que debe cumplir un sistema.

**Calidad:** Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una persona o cosa que permiten apreciarla con respecto a las restantes de su especie.

**Calidad del Software:** Gestión eficaz de los procesos de desarrollo de software para satisfacer la calidad.

**Cliente:** Una persona u organización, interna o externa a la organización productora que toma responsabilidad financiera por el sistema. El cliente es el último destinatario del producto desarrollado y sus artefactos.

**Componente:** Empaquetamiento físico de los elementos de un modelo.

**Documentador:** Es la persona a la que se hará llegar la información documentada del sistema para que se encargue de entregarla de tal forma que presente los manuales técnico, de usuario y de instalación, completos y ordenados como productos finales.

**Herramienta:** Software que se utiliza para automatizar las actividades definidas en el proceso.

**Metodología:** Conjunto de métodos de investigación apropiados al quehacer de una ciencia.

**Modelo:** Abstracción que incluyen lo esencial de un problema complejo o estructura, filtrando los detalles no esenciales, de forma que el problema se hace más comprensible.

**Norma:** Especificación que reglamenta procesos y productos para garantizar la interoperabilidad.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Producto:** Artefactos que se crean durante la vida del proyecto

**Proveedor de requisitos:** Persona encargada de facilitarle los requisitos al analista.

**Proyecto:** Esfuerzo de desarrollo para llevar un sistema a lo largo de un ciclo de vida.

**Rol:** Papel, cometido o función que tiene o desempeña que interpreta un actor.

**Trazabilidad:** Conjunto de medidas, acciones y procedimientos que permiten registrar e identificar cada producto desde su origen hasta su destino final y viceversa.

**UML:** Lenguaje de modelado visual consistente en el cual se expresan los resultados de numerosas metodologías de orientación a objetos existentes.

**Usuario:** Alguien o algo (como otro sistema fuera del sistema en consideración) que interactúa con el sistema que estamos desarrollando. Persona o grupo de personas que utilizan directamente los sistemas desarrollados.