



Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 15

Título: Procedimiento para la Ingeniería de Requisitos en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana del CEIGE.

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

Autor(a): Jenni Manso Martínez

Tutor(a): Ing. Liannis Soria Barreda

Ciudad de la Habana, Junio del 2010

DECLARACIÓN DE AUTORÍA



Declaro ser autora de la presente tesis y reconozco 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 _____.

Jenni Manso Martínez



Firma del Autor(a)

Liannis Soria Barreda

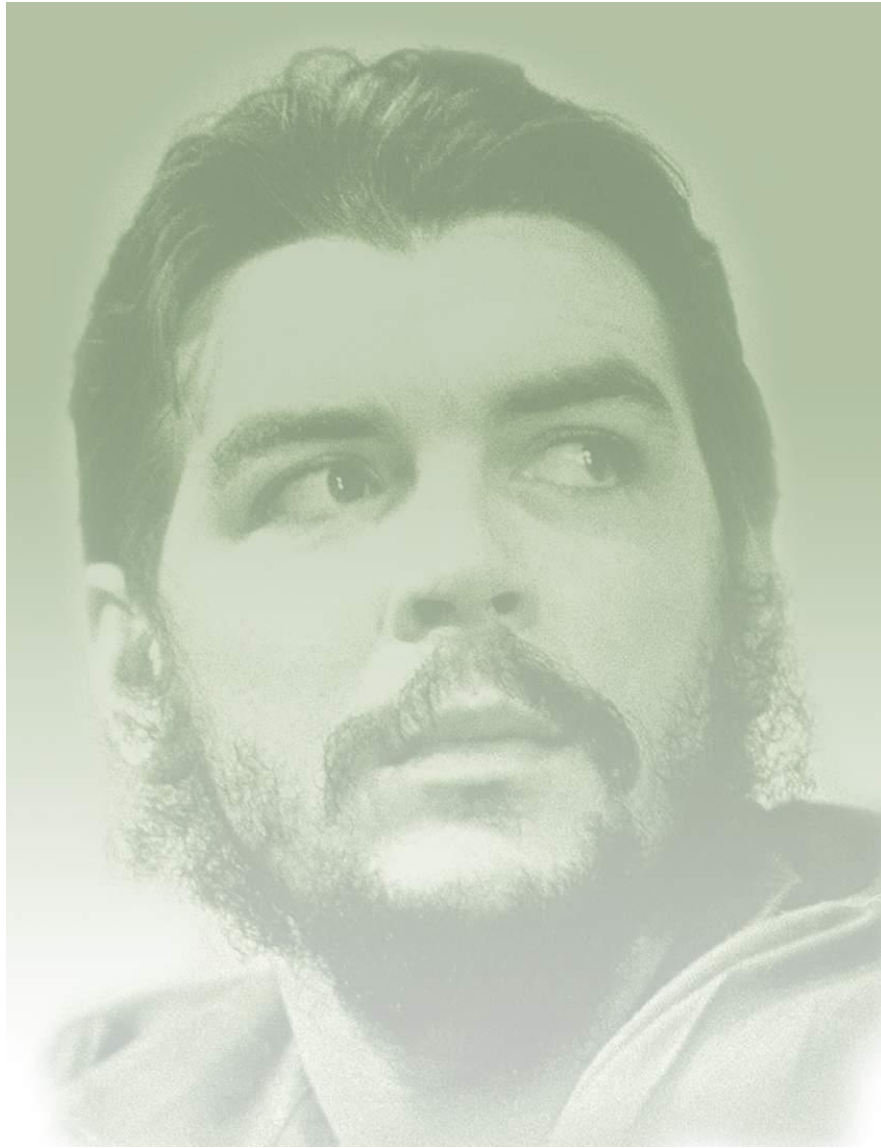


Firma del Tutor(a)

DATOS DE CONTACTO

Tutor(a): Ing. Liannis Soria Barreda.

- ✓ Ingeniera en Ciencias Informáticas graduada en el 2007 en la Universidad de Ciencias Informáticas con Título de Oro.
- ✓ Instructora de la Facultad 15.
- ✓ Correo electrónico lsoria@uci.cu.
- ✓ Tutora de tres trabajos de diplomas y Presidenta de dos tribunales en los cursos 2007 – 2008 y 2008 – 2009 en la Facultad 4
- ✓ Analista principal del Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana del CEIGE.



"Esta gran humanidad ha dicho ¡Basta! y ha echado a andar, y su marcha de gigantes ya no se detendrá"

Ernesto Guevara de la Serna

AGRADECIMIENTOS

La esencia de la vida es seguir hacia adelante, en un único sentido, llena de posibilidades y puertas que se abren. En cada una de ellas estarán presentes esas personas que día a día forman una parte importante de la VIDA.

Quisiera agradecer a mis padres por saber guiarme y brindarme su apoyo en este largo camino para conformar un futuro donde he depositado todos mis sueños y aspiraciones. Simplemente por estar a mi lado para ayudarme a superar las metas, por su amor, dedicación y empeño, ellos son mi ejemplo y modelo a seguir, los verdaderos protagonistas de mis éxitos.

A mi familia que me ha brindado su cariño y es la fuerza que me impulsa, a mis tías y tíos, mis primos, mis abuelitos lindos, me siento orgullosa de todos ustedes, por ser el aire que respiro. Por su paciencia y esfuerzo constante.

Los amigos son ángeles que nos ayudan a ponernos de pie cuando nuestras alas olvidan cómo volar. Quiero agradecerles a ellos por ser más que amigos, a Alberto que lo eres todo, Anabel sin tí no podía lograrlo, Yenier, Taime, Surima, Adrielito, Carlos, Ángel, Tatiana, Yarida, Frank, Natacha, Rubén, son tantos que es imposible mencionarlos a todos, sólo gracias, muchas gracias por estar ahí, por haberlos conocido, por ser parte de mi vida, por dedicarme un poquito de su tiempo que espero sea eterno en sus corazones.

A mi tutora por la ayuda brindada en la realización de este trabajo y saber guiarme correctamente con su ejemplo.

A la Revolución Cubana y a Fidel, por darme los medios para crear un futuro digno, por la educación y en general por hacer de mí una persona de bien.

A todos, muchas gracias, de todo corazón...

Jenni Manso Martínez

DEDICATORIA

A mis padres por su sacrificio de tantos años y apoyo para alcanzar todas las metas que me propuse. Por su amor incondicional, por sus ansias en mi superación profesional, por saber guiarme para realizar buenas decisiones a lo largo de mi vida, a ellos dedico este trabajo. A mi familia, amigos, compañeros de aula, a todos ellos por estar presentes en este pedacito de vida.

Jenni Manso Martínez

RESUMEN

El proceso de Ingeniería de Requisitos es reconocido como la etapa crucial en un proyecto de desarrollo de software. En la actualidad en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana del CEIGE¹ no se cuenta con un procedimiento para la correcta realización de esta etapa.

Para la realización de la presente investigación se realizó un estudio de las diversas etapas que componen la Ingeniería de Requisitos, además de la importancia que se le atribuye para la correcta realización de los procesos que se llevan a cabo en el proyecto. Se indagó en las metodologías, herramientas, notaciones para el modelado de los procesos de negocio y las aplicaciones para la gestión de los requisitos existentes en el mundo para conformar un proyecto de software eficiente y de alta calidad. Además se detallaron cada una de las etapas propuestas, identificando las actividades a seguir, los roles, artefactos, técnicas y herramientas.

Permitió corroborar la necesidad de contar con un procedimiento para la realización de las etapas de elicitación, especificación, validación y gestión de los requisitos, para satisfacer las necesidades de los clientes y cumplir con los compromisos pactados.

Palabras Clave

Ingeniería de Requisitos, procedimiento, elicitación, especificación, validación, gestión de requisitos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
1.1 Introducción	5
1.2 Ingeniería de Requisitos	5
1.2.1 ¿Cómo se clasifican los requisitos del software?.....	6
1.2.2 Etapas de la Ingeniería de Requisitos	7
1.2.2.1 Elicitación de los requisitos.....	8
1.2.2.2 Especificación de los requisitos	10
1.2.2.3 Validación de los requisitos	10
1.2.2.4 Gestión de los requisitos	10
1.2.3 Técnicas para el proceso de Ingeniería de Requisitos.....	11
1.2.3.1 Técnicas de obtención de requisitos.....	11
1.2.3.2 Técnicas de especificación de requisitos.....	13
1.2.3.3 Técnicas de validación de requisitos	15
1.2.4 Importancia de la Ingeniería de Requisitos en un proyecto de desarrollo de software	16
1.2.5 Ingeniería de Requisitos en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana	18
1.3 Metodologías de desarrollo del Software	19
1.3.1 RUP (Rational Unified Process).....	19
1.3.2 XP (Extreme Programming o Programación Extrema).....	22
1.3.3 MSF (Microsoft Solution Framework).....	24
1.3.4 Scrum.....	24
1.4 Notaciones existentes para el Modelado de Proceso de Negocio	25
1.4.1 IDEF	25
1.4.2 Petri Nets.....	25
1.4.3 BPMN (Business Process Modeling Notation)	26
1.5 Herramientas existentes para el modelado	27
1.5.1 Visual Paradigm	27
1.5.2 Rational Rose.....	28
1.6 Aplicaciones existentes para la gestión de los requisitos	28

1.6.1 Tiger Pro.....	28
1.6.2 OSRMT (Open Source Requirements Management Tool).....	28
1.6.3 REM (Requirements Manager).....	29
1.7 Conclusiones	29
CAPÍTULO 2: ELICITACIÓN DE REQUISITOS	31
2.1 Introducción	31
2.2 Elicitación de requisitos.....	31
2.2.1 Conceptos básicos del Modelo de Procesos de Negocio.....	32
2.3 Descripción de la notación BPMN	33
2.3.1 Objetos de flujo.....	33
2.3.2 Objetos de conexión.....	39
2.3.3 Swimlanes	40
2.3.4 Artefactos	41
2.4 Flujo para la Elicitación de los Requisitos	42
2.4.1 Obtener información de la organización	43
2.4.2 Comprender el negocio	44
2.4.3 Describir los procesos de negocio	45
2.4.4 Revisar los procesos de negocio	46
2.4.5 Validar los procesos de negocio	47
2.4.6 Identificar los requisitos del sistema	48
2.4.7 Revisar los requisitos del sistema.....	48
2.4.8 Validar los requisitos del sistema.....	49
2.4.9 Firma del negocio.....	50
2.5 Técnicas de captura de requisitos definidas en el procedimiento.....	51
2.6 Herramientas propuestas en la etapa de elicitación de requisitos	51
2.7 Conclusiones	51
CAPÍTULO 3: ESPECIFICACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS REQUISITOS.....	52
3.1 Introducción	52
3.2 Flujo para la Especificación y Validación de los requisitos	52
3.2.1 Identificar los conceptos del negocio	53

3.2.2 Describir los conceptos del negocio.....	54
3.2.3 Revisar los conceptos del negocio	55
3.2.4 Describir los requisitos funcionales.....	55
3.2.5 Construir los prototipos de interfaz de usuario.....	56
3.2.6 Describir las salidas del sistema.....	57
3.2.7 Revisar la descripción de los requisitos funcionales	58
3.2.8 Validar con el cliente	58
3.2.9 Firma del negocio	59
3.3 Técnicas de especificación y validación de los requisitos propuestas en el procedimiento	59
3.4 Herramientas propuestas en las etapas de especificación y validación de los requisitos	60
3.5 Conclusiones	60
CAPÍTULO 4: GESTIÓN DE LOS REQUISITOS	61
4.1 Introducción	61
4.2 Gestión de requisitos	61
4.2.1 Trazabilidad de los requisitos	61
4.2.2 Matriz de Trazabilidad	61
4.2.3 Gestión de cambios de los requisitos	62
4.2.3.1 Proporcionar matriz de trazabilidad	62
4.2.3.2 Modificar todos los productos afectados.....	63
4.3 Herramientas propuestas para la Gestión de los requisitos.....	63
4.4 Conclusiones	63
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
GLOSARIO DE TÉRMINOS	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Modelo tradicional en cascada.....	8
Figura 2: Modelo de caso de uso	14
Figura 3: Estadísticas de fallas de los proyectos de software	18
Figura 4: Fases e Iteraciones de la metodología de RUP	22
Figura 5: Metodología de Programación Extrema	23
Figura 6: Metodología MSF.....	24
Figura 7: Actividad	37
Figura 8: Subproceso.....	37
Figura 9: Nodo de decisiones	38
Figura 10: Flujo de Frecuencia.....	39
Figura 11: Flujo de Mensajes	40
Figura 12: Asociación	40
Figura 13: Piscina	40
Figura 14: Calle	41
Figura 15: Objeto de datos.....	41
Figura 16: Grupos.....	42
Figura 17: Anotaciones de texto.....	42
Figura 18: Gráfico del flujo de trabajo en el proceso de elicitación.....	43
Figura 19: Gráfico de flujo en la etapa de especificación y validación de los requisitos	53
Figura 20: Flujo de trabajo del proceso gestión de cambios.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Definición de los eventos	34
Tabla 2: Tipos de eventos.....	37
Tabla 3: Tipos de actividades	38
Tabla 4: Tipos de decisiones	39
Tabla 5: Técnicas de captura de requisitos.....	51
Tabla 6: Técnicas de especificación y validación de los requisitos.....	60

INTRODUCCIÓN

El mundo actual está inmerso en el constante avance y perfeccionamiento de las tecnologías. Con el progreso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) se evidencia un notable incremento en la industria del desarrollo de software, esto se ve materializado en las inversiones que realizan las grandes compañías para desarrollar nuevos proyectos que satisfagan las necesidades de los usuarios. La mayoría de los proyectos no brindan los resultados esperados o nunca llegan a terminarse. Entre las disímiles causas que provocan dichos fracasos están: la planificación irreal del proyecto, además de la incapacidad para estimar con precisión aceptable los recursos necesarios para realizar un proyecto de software, entre otros, pero la causa de mayor impacto es la relacionada con un manejo ineficiente de la gestión de los requisitos.

Según la IEEE² un requerimiento es la condición o capacidad que debe poseer un sistema o un componente de un sistema para satisfacer un contrato, un estándar, una especificación u otro documento formalmente impuesto. Por tanto en el proceso de definir lo que debe hacer el software, la gestión de requisitos tiene primordial importancia. (1)

Los problemas relacionados con la gestión de los requisitos son los más complejos de resolver, además constituyen el principal causante de la cancelación de proyectos y en caso de que logren ser terminados, no cumplirán con las expectativas del cliente y traerían consigo gastos tanto materiales como de recursos humanos totalmente innecesarios.

En nuestro país, además de la existencia de empresas de desarrollo de software como DESOFT S.A (Empresa Nacional de Software), SOFTEL (Soluciones Informáticas para el Sistema de Salud), CEDAI (Empresa de Automatización Integral), SEGURMÁTICA (Seguridad Informática), GET (Software de Gestión Turística), TEICOS (Soluciones informáticas para el MINAZ), existe la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) que tiene como objetivo la formación de ingenieros informáticos capaces de enfrentar los problemas tecnológicos existentes en el mundo actual. Una de las vías de formación de estos ingenieros es mediante los diferentes Centros Productivos que existen en cada facultad, que vinculan los estudiantes a la producción como una forma de aprendizaje a través de la práctica.

En la Universidad de las Ciencias Informáticas se han realizado esfuerzos independientes para obtener procedimientos para la Ingeniería de Requisitos, teniendo en cuenta las características de los proyectos productivos para los que se desarrollaron estos procedimientos, los cuales no han sido socializados, por esta razón no han podido ser consultados por los analistas del proyecto.

Específicamente en nuestra facultad, en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana del CEIGE la ausencia de una guía o de un procedimiento para la Ingeniería de Requisitos durante el desarrollo de software, trae consigo situaciones que limitan y dificultan el proceso. Este proceso se ha visto afectado, como consecuencia de la inexistencia de esta guía, por la inestabilidad de los requisitos que ha provocado una demora en la producción del software, ya que en la mayoría de los casos no existe un control de los cambios, los cuales han afectado en gran medida el trabajo realizado en el proyecto, donde los analistas al no utilizar la matriz de trazabilidad no son capaces de predecir el impacto que tienen estos cambios y desconocen las modificaciones que se le han realizado a los requisitos. Existen problemas con la planificación del proyecto, debido a que no se cuenta con una documentación que especifique los requisitos más significativos, así como su complejidad. Producto de esta situación en los subsistemas que se desarrollan para la Aduana, tampoco se cuenta con las vías necesarias para determinar correctamente los requerimientos del sistema, provocando que los analistas no tengan el control necesario sobre los productos de trabajo que se generan en su captura y que desconozcan como se deben gestionar estos una vez que se han identificado y descritos. Debido a esta situación la calidad del trabajo realizado por los miembros de los equipos se ha visto afectada, lo que ha provocado además retrasos en los compromisos pactados con el cliente.

Dada la anterior situación problemática se tiene como **problema a resolver** la necesidad de definir un procedimiento para realizar la Ingeniería de los Requisitos a los sistemas que se desarrollan en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana del CEIGE de la Facultad 15.

El **objeto de estudio** en el cual está enmarcado el problema es: Procesos de Ingeniería de Requisitos.

El **campo de acción** está enmarcado en: Procesos de Ingeniería de Requisitos en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana del CEIGE de la Facultad 15.

Para solucionar el problema científico se tiene como **objetivo general** proponer un procedimiento para la Ingeniería de Requisitos en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana del CEIGE.

Como posible **resultado** se espera obtener un procedimiento para la Ingeniería de Requisitos que permita establecer una comunicación eficiente entre el cliente y el equipo de desarrollo, además de facilitar el trabajo de los analistas provocando que la calidad del trabajo que se realice en los equipos de desarrollo se eleve y el producto que se entregue al cliente tenga la calidad requerida.

Para lograr de forma exitosa estos objetivos se plantean las siguientes **tareas investigativas**:

- ✓ Definir el marco teórico-conceptual de trabajo.
- ✓ Caracterizar los procesos relacionados a los requisitos que se realizan en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana del CEIGE.
- ✓ Caracterizar el procedimiento de gestión de requisitos del proceso de mejora de la universidad.
- ✓ Especificar la notación para el modelado de procesos BPMN³.
- ✓ Especificar las técnicas de captura de requisitos.
- ✓ Especificar los artefactos a generar para la gestión de requisitos.
- ✓ Describir el procedimiento propuesto para el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana del CEIGE.

En cumplimiento a las distintas tareas antes mencionadas, se pusieron en práctica los siguientes **métodos de investigación**:

Métodos teóricos:

- ✓ **Analítico – sintético:** Posibilitando procesar toda la información enfocada hacia la investigación de los procesos de captura de requisitos, permitiendo organizar y simplificar el análisis de todo el volumen de datos a recopilar en fracciones más factibles.
- ✓ **Histórico – lógico:** Para conocer los antecedentes y tendencias actuales en los procesos de levantamiento de requisitos.

Métodos empíricos:

- ✓ **Revisión de documentación:** Consiste en la consulta de documentación auxiliar, sobre uno o varios temas relacionados con el trabajo.
- ✓ **Revisión – Bibliográfica:** Para detectar, extraer y recopilar la información relevante y necesaria relacionada con el problema planteado. Comprendiendo la investigación y consultando todas las fuentes de información posibles.

Estructura del documento:

Este documento se encuentra estructurado en 4 capítulos que se describen a continuación:

Capítulo 1: Es la fundamentación teórica del trabajo, aquí se exponen los conceptos utilizados en el trabajo de diploma para el correcto entendimiento de la solución propuesta en el mismo, así como su estrecha relación con la Ingeniería de Requisitos. Además de las tendencias, tecnologías y técnicas empleadas internacionalmente, en la universidad y en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana del CEIGE para la solución del problema que se enfrenta.

Capítulo 2: Se comenzará a describir la solución propuesta en este trabajo de diploma especificando cómo debe realizarse la elicitación de los requisitos en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana del CEIGE. Para esto se detallarán los pasos a seguir, los artefactos que deben ser generados y las técnicas que pueden ser empleadas.

Capítulo 3: En este capítulo se propondrá la forma en que deben ser especificados los requisitos obtenidos y los artefactos que deben ser generados, así como las técnicas que se aplicarán para realizar la validación de los requisitos del sistema.

Capítulo 4: Por último se detallarán los pasos que se deben seguir para lograr una correcta trazabilidad de los requisitos, así como los artefactos y las herramientas que se deben utilizar. Además se especificará cómo debe realizarse la gestión de cambios de los requisitos, los pasos a seguir, el personal involucrado, los artefactos y las herramientas que se utilizarán.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Introducción

En este capítulo se abordarán los conceptos utilizados para darle solución al problema planteado, realizando un estudio sobre los requisitos, su gestión y las etapas que contiene, mediante las cuales se define la dirección y el alcance del proyecto de desarrollo de software; exponiendo la importancia que se le atribuye a la correcta administración de los requisitos, donde la clave para darle solución reside en el incremento de la calidad de los diferentes procesos de la Ingeniería de Requisitos.

1.2 Ingeniería de Requisitos

Desde el surgimiento de la industria de desarrollo de software y con el avance de las tecnologías se evidencia una mayor exigencia en la creación de un producto de software que cumpla con las expectativas de los clientes y usuarios. Debido a esta situación se ha hecho imprescindible realizar grandes cambios en el proceso de producción de los diversos software y mejorar los métodos que permitan coordinar y establecer el trabajo en equipos entre los desarrolladores y los clientes, como vía para lograr una administración correcta de los requisitos identificados, los cuales sean adecuados y permitan decidir, con el mayor porcentaje de exactitud posible, lo que se debe desarrollar en el producto.

En un proyecto de desarrollo es necesario comprender y realizar correctamente todas las tareas relacionadas con la determinación de las necesidades o las condiciones a satisfacer para el nuevo producto de software, para esto es necesaria la Ingeniería de Requisitos. Una vez que se toman en cuenta todos los requisitos para realizar una correcta gestión de los mismos es indispensable contar con ciertas habilidades y conocimientos; puede ser un proceso arduo que permanece durante todo el ciclo de vida del proyecto, por esta razón es importante identificar a todas las personas involucradas y asegurar que entienden las implicaciones que esto trae consigo para producir un sistema con calidad. Existen numerosos estudios sobre la Ingeniería de Requisitos, a continuación se analizarán diversos conceptos al respecto:

“La Ingeniería de Requisitos es el uso sistemático de procedimientos, técnicas, lenguajes y herramientas para obtener con un coste reducido el análisis, documentación, evolución continua de las necesidades del usuario y la especificación del comportamiento externo que satisfaga las necesidades del mismo.” (2)

En la Ingeniería de Requisitos, es necesario conocer la naturaleza del sistema, entender lo que desean los clientes, delimitar el alcance del sistema teniendo en cuenta el tiempo disponible, el presupuesto y el personal asignado. El proceso de Ingeniería de Requerimientos, involucra a todas las actividades necesarias para crear y mantener el documento de especificación de requerimientos del sistema. Para realizar este proceso, es necesario previamente obtener un análisis que indique si es factible continuar con el desarrollo del sistema, además de conocer las necesidades del cliente para tener un contexto general del sistema. El objetivo de la Ingeniería de Requerimientos es obtener un documento formal donde se especifiquen las características que debe cumplir el sistema que se va a desarrollar. Estas características y restricciones son definidas en común acuerdo por el cliente y los usuarios del sistema. (3) Se pretende en gran medida comunicar las necesidades del cliente para conformar un sistema que resuelva los problemas, o sea, es el proceso de desarrollar las especificaciones de software. (4)

"La Ingeniería de Requerimientos es la disciplina para desarrollar una especificación completa, consistente y no ambigua, la cual servirá como base para acuerdos comunes entre todas las partes involucradas y en dónde se describen las funciones que realizará el sistema." (5) Otras fuentes asumen que: "Es el proceso mediante el cual se intercambian diferentes puntos de vista para recopilar y modelar lo que el sistema va a realizar. Este proceso utiliza una combinación de métodos, herramientas y actores, cuyo producto es un modelo del cual se genera un documento de requerimientos." (6)

1.2.1 ¿Cómo se clasifican los requisitos del software?

Los requisitos se pueden dividir en requisitos funcionales y no funcionales. (7)

Requisitos Funcionales

Los requisitos funcionales describen lo que el sistema o el software deben hacer. La funcionalidad es la capacidad útil proporcionada por uno o más componentes de un sistema. A veces se le llaman a los requisitos funcionales, conductual u operacional porque ellos especifican las entradas (los estímulos) al

sistema, los rendimientos (las contestaciones) del sistema y las relaciones conductuales entre ellos. En algunos casos, los requisitos funcionales también pueden declarar explícitamente lo que el sistema no debe hacer.

Requisitos no Funcionales

Los requisitos no funcionales son propiedades o cualidades que el producto debe tener. Debe pensarse en estas propiedades como las características que hacen al producto atractivo, usable, rápido y confiable. Los requisitos no funcionales forman una parte significativa de la especificación. Son importantes para que clientes y usuarios puedan valorar las características no funcionales del producto.

1.2.2 Etapas de la Ingeniería de Requisitos

El proceso de Ingeniería de Requisitos se descompone en diversas etapas. Muchos estudiosos en la materia han transmitido su punto de vista sobre el proceso, que permite un mejor entendimiento de su consistencia y a la vez ayuda a los ingenieros de software a trabajar en base a la solución de un problema. Los autores Dorfman y Thayer, consideran que la Ingeniería de Requisitos implica las tareas de elicitación, especificación y validación, pero además incluyen el análisis, que permite al analista representar el dominio de la información y a su vez la administración de requerimientos de software, siendo esta última la que se encarga de la planificación y el control de todas las actividades. (8)

Diversos autores descomponen el proceso de Ingeniería de Requisitos con enfoques diferentes, por ejemplo Rzepka lo considera está conformado por tres actividades fundamentales: (9) Elicitar los requerimientos de las diversas fuentes individuales; asegurar que las necesidades de los usuarios son consistentes y factibles, además de validar que los requerimientos que se derivaron son un reflejo exacto de las necesidades del cliente. Por su parte Williams plantea que el proceso de Ingeniería de Requisitos implica tres tipos de etapas: (10)

- ✓ Elicitación: Se trabaja estrechamente con los usuarios a fin de conocer la problemática en detalle. La esencia de esta etapa consiste en extraer de diversas maneras el conocimiento relevante del problema.

- ✓ Especificación: Es el proceso de documentación del comportamiento deseado del sistema. Una especificación puede ser vista como un acuerdo entre usuarios y desarrolladores del software.
- ✓ Validación: Permite asegurar que las especificaciones reflejan correctamente las intenciones de clientes y usuarios.

En la figura 1 se puede observar el modelo tradicional en cascada para las etapas especificadas anteriormente. En el ejemplo presentado, la elicitación lleva a la especificación y la misma inicia la validación.

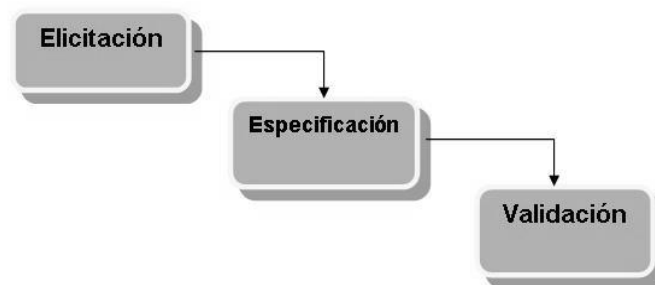


Figura 1: Modelo tradicional en cascada

Existen diferentes conceptos pero es válido destacar que la mayoría de los autores coinciden en que las actividades que se llevan a cabo en la Ingeniería de Requisitos comienzan en la etapa de elicitación, incluyendo la especificación, hasta la validación de los requisitos. A continuación se exponen diversos conceptos de cada una de estas etapas:

1.2.2.1 Elicitación de los requisitos

El proceso de elicitación, también conocido como proceso de captura de los requisitos es la actividad mediante la cual el equipo de desarrollo de un sistema de software extrae de cualquier fuente de información disponible, las necesidades que debe cubrir dicho sistema. El objetivo de la elicitación es mostrar el conocimiento oculto sobre las necesidades de clientes y el sistema a desarrollar para la comprensión de todos los participantes en el problema. Durante el desarrollo de las actividades es necesario identificar las fuentes de información, conocer lo mejor posible el dominio del problema, reutilizar especificaciones de requisitos y utilizar las técnicas habituales de elicitación. (11)

En esta etapa se obtiene como resultado el Documento Especificación de Requisitos del Software (ERS) que no es más que “una colección estructurada de información que contiene los requisitos funcionales del sistema”. (12)

Según la IEEE, la ERS debe poseer ciertas características: (13)

- ✓ Correcta: Sí y sólo sí, contiene todos los requisitos que el software debe satisfacer.
- ✓ No ambigua: Sí y sólo sí, cada requisito tiene una única interpretación.
- ✓ Completa: Sí y sólo sí, incluye los siguientes elementos:
 - a) Todos los requisitos funcionales y no funcionales son conocidos, además de ser documentados en la ERS.
 - b) Están definidas todas las responsabilidades del sistema respecto a los datos de entrada, tanto válidos como no válidos y respecto a los datos de salida.
 - c) En los documentos de la ERS todas las figuras, tablas, diagramas y definiciones de términos están nombrados y referenciados.
- ✓ Verificable: Sí y sólo sí, se puede comprobar por una persona o máquina mediante un procedimiento finito y cuya relación costo-beneficio sea aceptable que cada requisito está en el sistema desarrollado.
- ✓ Consistente: Sí y sólo sí, ningún subconjunto de la misma entra en contradicción con otro subconjunto.
- ✓ Clasificada: La ERS cumple con esta característica si cada requisito puede ser identificado de manera única y tiene un atributo que indica su importancia desde el punto de vista de los interesados. Todos los requisitos no son igualmente importantes, algunos son críticos para el sistema y otros son deseables, conocer estos atributos es útil para planificar las iteraciones.
- ✓ Modificable: Sí y sólo sí, puede ser modificada fácilmente manteniendo la completitud y consistencia. Mantener la traza de los requisitos, organizarlos adecuadamente y usar referencias cruzadas contribuye a hacerla modificable.
- ✓ Traceable: La ERS es posible de rastrear si está claro el origen de cada requisito y es posible determinar los elementos relacionados en etapas posteriores del desarrollo.

1.2.2.2 Especificación de los requisitos

El término de especificación tiene diversos significados, según Pressman: La especificación de requisitos, puede ser un documento escrito, un modelo gráfico, una colección de escenarios de uso, un prototipo o una combinación de lo anteriormente citado, donde se describe qué se va a desarrollar, no el cómo ni el cuándo. (2) La especificación delimita cada elemento del sistema y describe la información que entra y sale del mismo. Una especificación es un documento que define, de forma completa, precisa y verificable, los requisitos, el diseño, el comportamiento y otras características de un sistema o componente de un sistema. (12)

1.2.2.3 Validación de los requisitos

La validación de requisitos examina las especificaciones para asegurar que todos los requisitos del sistema han sido establecidos sin ambigüedad, sin inconsistencias, sin omisiones, que los errores detectados hayan sido corregidos y que el resultado del trabajo se ajusta a los estándares establecidos para el proceso, el proyecto y el producto. (2) Tiene como principal objetivo demostrar que la definición de requisitos define el sistema que quiere el usuario y encuentra problemas en el documento de requisitos antes de comprometer recursos a su implementación.

1.2.2.4 Gestión de los requisitos

La gestión de requisitos es un conjunto de actividades que ayudan al equipo de desarrollo a identificar, controlar, seguir los requisitos y los cambios en cualquier momento. Se establece la trazabilidad de todos los requisitos aprobados y se administran los cambios a realizar a estos requisitos. (2) Se definen las necesidades de los clientes y en esta etapa tendrán lugar usuarios, directivos y técnicos, implicados en el proyecto conociendo cada uno su papel y responsabilidad. La participación de todos ellos es de vital importancia ya que la ausencia de uno haría más probable que el producto no responda a las necesidades planteadas, llevando al fracaso de la implementación. (10)

1.2.3 Técnicas para el proceso de Ingeniería de Requisitos

Para satisfacer las exigencias actuales de los usuarios y proveer un producto de calidad, los analistas utilizan una variedad de métodos a fin de obtener de una manera más precisa la información sobre una situación dada. Por lo general se utilizan los que sean necesarios para complementar el trabajo y asegurar una investigación completa. Por la complejidad del proceso, la Ingeniería de Requisitos propone técnicas o métodos que permiten realizarlo de una forma más eficiente y precisa.

1.2.3.1 Técnicas de obtención de requisitos

Entrevista

Las entrevistas son utilizadas para recopilar información de manera verbal, mediante preguntas que realiza el analista a los diferentes especialistas, pueden ser gerentes o empleados, los cuales son los usuarios del sistema o aquellos que proporcionan datos. La entrevista no es una interrogación sino una forma de dialogar, conversar con el fin de analizar las características de la organización. El analista debe seleccionar cuidadosamente al personal basándose en sus conocimientos de la organización, ya que los datos de la misma no están disponibles en ninguna otra forma. (14) El principal objetivo es adquirir información general, es importante crear una atmósfera abierta sin presiones como una sección de preguntas y respuestas libres para proporcionar la oportunidad de conocer las ideas y creencias del entrevistado. Las preguntas tienen ciertas estructuras básicas que se deben conocer. Los dos tipos básicos son: (15) **preguntas abiertas** que permiten al entrevistado expresar de manera flexible y en consideración de su experiencia responder a lo que se le pregunta y las **preguntas cerradas** que limitan las respuestas disponibles de los entrevistados mediante una lista de opciones o alternativas de respuestas.

Observación

Con la observación el analista puede obtener hechos que no los puede adquirir de ninguna otra forma. Además proporciona información en relación con la forma en que se llevan a cabo las actividades, no es lo mismo que se diga cómo se realiza un proceso determinado a que el analista esté presente en el mismo. Las preguntas sobre el uso de la documentación, la forma en que se realizan las tareas y los pasos

específicos que se llevan a cabo, pueden contestarse rápidamente si se observan las operaciones. (16) Mediante la observación el analista se adentra más a la organización y crea un vínculo más estrecho con relación a lo que satisface al usuario, sus principales problemas o necesidades. La observación se realiza para adquirir un entendimiento de los procesos de una forma más segura y precisa. (17) (14)

Maestro/Aprendiz

Es una técnica en donde el papel del aprendiz es representado por los analistas o desarrolladores y los usuarios representan al maestro. Los desarrolladores, con el papel de aprendiz, participan en un entrenamiento con los usuarios finales del sistema. El aprendiz hará uso de la observación y podrá cuestionar sobre el origen y significado de las tareas que realice. También, el aprendiz podrá realizar algunos trabajos bajo la supervisión del maestro, con el fin de proponer bosquejos o alternativas de solución. El principal objetivo es proporcionar detalles al aprendiz en tareas específicas del usuario final. (18)

Cuestionarios

Consiste en un conjunto de preguntas presentadas a un grupo de personas para su respuesta. La forma de la pregunta puede influir en las respuestas, por lo que hay que planearlas cuidadosamente. Las preguntas suelen distinguirse en dos categorías: abiertas y cerradas. Son especialmente útiles en la etapa exploratoria de la investigación, cuando el analista busca penetrar en el pensamiento del encuestado. El éxito de esta técnica combinada, depende de la habilidad del entrevistador y de la preparación del cuestionario. (19)

Tormenta de ideas/ Lluvia de ideas (Brainstorming)

La tormenta de ideas, también conocida como lluvia de ideas, tormenta de cerebros, sirve de guía para elegir un tema o una idea, cuando el analista no está seguro sobre lo que va a escribir o se encuentra bloqueado. Es una técnica muy útil y ayuda a juntar ideas antes de comenzar el trabajo, con el objetivo de hacer un listado con todo lo que está relacionado con el tema elegido y ayuda en el momento de comenzar a escribir. Como técnica de grupo, es imprescindible la participación espontánea de todos. (17)

Esta técnica generará muchas ideas y también soluciones a algún problema determinado. Se aprovecha la capacidad de todos y no de unos pocos. Genera un sentido de responsabilidad compartido. (20)

Talleres

Son reuniones con sesiones intensivas y estructuradas concentradas en uno o dos días con las partes interesadas. Es precisa una preparación previa para definir con los participantes la finalidad del taller, facilitarles la información histórica, además de que el taller ha de ser dirigido por un experto para garantizar que todos los participantes aportan sus puntos de vista y no desviarse del propósito del mismo. Una vez capturados los requisitos en el taller se registran junto con todas las cuestiones y acciones resultantes. Tiene la ventaja de reunir a los participantes para debatir las cuestiones más controvertidas y resolver así requisitos aparentemente divergentes, satisfaciendo a todas las partes. (21)

1.2.3.2 Técnicas de especificación de requisitos

Notaciones Gráficas

Es una manera ilustrativa de generar la especificación de los requerimientos mediante un conjunto de modelos. Los modelos utilizan un lenguaje gráfico, complementado con anotaciones textuales que describen el problema a resolver y el sistema a desarrollar, para una comprensión del sistema existente a reemplazar, mejorar o para especificar el sistema requerido. Por lo que existen diferentes tipos de modelos que se basan en varios enfoques de abstracción y representan al sistema desde diferentes perspectivas. (3)

1. **Perspectiva Externa:** En la que se modela el contexto o entorno del sistema. Como es el caso de los modelos de contexto donde se definen los límites del sistema, diferenciando el sistema y su entorno.
2. **Perspectiva de Comportamiento:** Se utiliza para describir todo el sistema o sea como se comporta en general. Como es el caso de los modelos de flujo de datos que modelan el comportamiento de datos en el sistema, muestran cómo fluyen los datos a través de una secuencia de pasos de procesamiento.

- 3. **Perspectiva Estructural:** Donde se modela la arquitectura del sistema o la estructura lógica de los datos procesados por éste. Como es el caso del modelo entidad relación que muestra las entidades de datos y sus atributos asociados, además de las relaciones entre estas entidades.
- 4. **Perspectiva Orientada a Objeto:** Donde se combinan los modelos de comportamiento y el estructural, representando los datos mediante objetos y expresando los requerimientos del sistema utilizando casos de uso, realizan el diseño utilizando objetos y desarrollan el sistema en un lenguaje de programación orientado a objetos como lo es Java⁴ o C++⁵.

Los **Modelos de Casos de Uso:** Permiten que los desarrolladores de software y los clientes lleguen a un acuerdo sobre los requerimientos, es decir, sobre las condiciones y posibilidades que debe cumplir el sistema. Sirve como acuerdo entre el cliente y desarrolladores, además proporciona las bases fundamentales para el análisis el diseño y las pruebas. En la figura 2 se observa un ejemplo de un modelo de caso de uso, en este caso perteneciente al módulo Medio de Transporte Internacional (MTI).

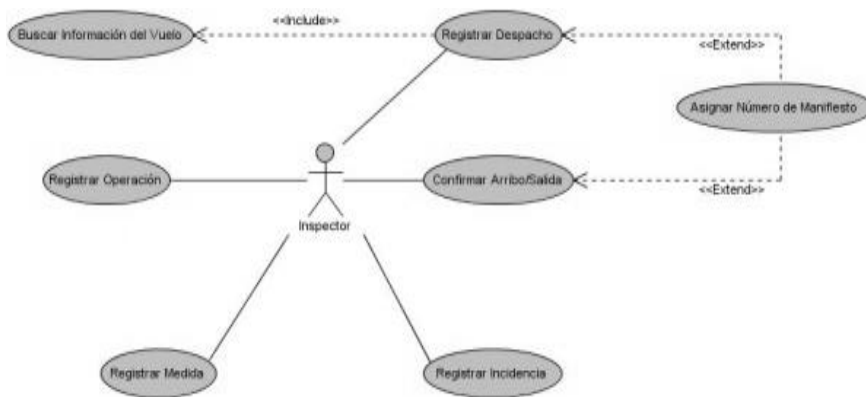


Figura 2: Modelo de caso de uso

Casos de Uso

Los casos de uso son una técnica para especificar el comportamiento de un sistema: “Un caso de uso es una secuencia de interacciones entre un sistema y actores que usan alguno de sus servicios.” (22) Permiten mostrar el contorno (actores) y el alcance (requisitos funcionales expresados como casos de uso) de un sistema. Describen la secuencia de interacciones que se producen entre el sistema y los

actores del mismo para realizar una determinada función. La ventaja esencial de los casos de uso es que resultan muy fáciles de entender para el usuario o cliente, sin embargo carecen de la precisión necesaria si no se acompañan con una información textual o detallada con otra técnica. (19)

Especificación Matemática

La especificación de los requerimientos es redactada usando notaciones que se basan en conceptos matemáticos como el de máquinas de estados finitos o conjuntos. Estas especificaciones no ambiguas reducen los argumentos sobre la funcionalidad del sistema entre el cliente y el desarrollador. Sin embargo muchos clientes no comprenden las especificaciones formales y se rehúsan a aceptarlas como contrato del sistema. (3)

1.2.3.3 Técnicas de validación de requisitos

Revisiones del Documento de Requerimientos

Es un proceso manual, en el que se involucran varias personas para verificar el documento final de requerimientos. Participan tanto el personal del cliente como de los desarrolladores, en la revisión de anomalías y omisiones. El equipo de revisores debe verificar la consistencia de cada requerimiento y la integridad de los mismos como un todo, también se comprueba que el documento de requerimientos cumpla con los criterios establecidos de validación. Los conflictos, contradicciones, errores y omisiones deben señalarse durante la revisión y registrarse formalmente. (3)

Construcción de prototipos

Algunas propuestas se basan en obtener los prototipos de interfaz de usuario que cumplan con la especificación de los requisitos realizada, sin tener la totalidad de la funcionalidad del sistema, lo que permita al usuario hacerse una idea de la estructura de la interfaz del mismo. Esta técnica tiene el problema de que el usuario debe entender que lo que está viendo es un prototipo y no el sistema final. (19) Los prototipos permiten al desarrollador crear un modelo del software que debe ser construido. El prototipo es evaluado por el cliente y el usuario para refinar los requerimientos del software y de esta manera satisfacer las necesidades del cliente, además de permitir al mismo tiempo una mejor

comprensión del problema por parte del equipo de desarrollo. (3) Según Kotonya & Sommerville existen varias clasificaciones para la construcción de prototipos, entre estos se encuentran: (16)

- ✓ **Prototipo evolutivo:** Es sencillamente realizar evoluciones o iteraciones sobre la base del mismo prototipo hasta determinar claramente los requerimientos.
- ✓ **Prototipo Bosquejado:** El analista simula las respuestas del sistema y realiza los bosquejos de las interfaces de usuario. También se puede llevar el caso de uso, bosquejar la interfaz de usuario y mediante el diálogo, manejar la interactividad entre el usuario y el sistema.
- ✓ **Prototipo (Tangible y Usable):** Los términos tangible y usable se refieren a desarrollar una aplicación (software) con la cual se debe interactuar como si fuera la aplicación final.

Matrices de trazabilidad

Esta técnica consiste en marcar los objetivos del sistema y chequearlos contra los requisitos del mismo. Es necesario ir viendo qué objetivos cubre cada requisito, de esta forma se podrán detectar inconsistencias u objetivos no cubiertos. (19)

Generación de casos de pruebas

Los requerimientos deberán ser probados. Si las pruebas pueden ser consideradas como parte del proceso de validación, esto frecuentemente permite describir los problemas en los requerimientos y posteriormente encontrar soluciones acordes con los mismos. (3)

1.2.4 Importancia de la Ingeniería de Requisitos en un proyecto de desarrollo de software

En la actualidad la Ingeniería de Requisitos se identifica como una buena práctica en el desarrollo de un software que constituye en gran medida el éxito de los proyectos, posibilita la comprensión de los problemas que se necesita solucionar y brinda las vías posibles para resolverlos. Las principales ventajas que se le atribuye a la Ingeniería de Requisitos es la obtención de un producto que cumple con todas las condiciones para satisfacer a los clientes, logrando la mejora en la productividad y la calidad del sistema.

Los **principales beneficios** que se obtienen de la Ingeniería de Requisitos son: (23)

- ✓ Permite gestionar las necesidades del proyecto en forma estructurada: Cada actividad de la Ingeniería de Requisitos consta de una serie de pasos organizados y bien definidos.
- ✓ Mejora la capacidad de predecir cronogramas de proyectos: Proporciona un punto de partida para controles subsecuentes y actividades de mantenimiento, tales como estimación de costos, tiempo y recursos necesarios.
- ✓ Disminuye los costos y retrasos del proyecto: Muchos estudios han demostrado que reparar errores por un mal desarrollo no descubierto a tiempo, es sumamente caro; especialmente aquellas decisiones tomadas durante la Ingeniería de Requisitos.
- ✓ Mejora la comunicación entre equipos: La especificación de requerimientos representa una forma de consenso entre clientes y desarrolladores.
- ✓ Evita rechazos de usuarios finales: Obliga al cliente a considerar sus requisitos cuidadosamente y revisarlos dentro del marco del problema, por lo que se le involucra durante todo el desarrollo del proyecto.

La Ingeniería de Requisitos tiene vital importancia, según las estadísticas casi el 50% de los proyectos de desarrollo de software existentes entregan un producto que no será utilizado nunca, ya que muchos de estos proyectos no satisfacen los requisitos de los clientes. De 1027 proyectos analizados, sólo el 12,7% se consideraron éxitos, la gran mayoría fracasaron por la deficiente atención a la gestión de requisitos, entre otros aspectos. Según estudios realizados por diversas compañías como Bell Labs⁶ e IBM⁷ determinaron que el 80% de todos los defectos del software ocurren en la fase de requisitos. Un error en la etapa de Requerimientos provocó que un sensor mal programado destruyera el súper-cohete europeo Ariane 5. Ocurrió como resultado de mantener un requisito del software del Ariane 4, no necesario para el Ariane 5, relacionado con la velocidad horizontal y ángulo de ataque detectado por un sensor de vuelo. (24) Los proyectos de desarrollo de software no llegan a culminarse o presentan determinadas fallas (Figura 3) debido principalmente a errores que surgen en la etapa de Ingeniería de Requisitos. (25)

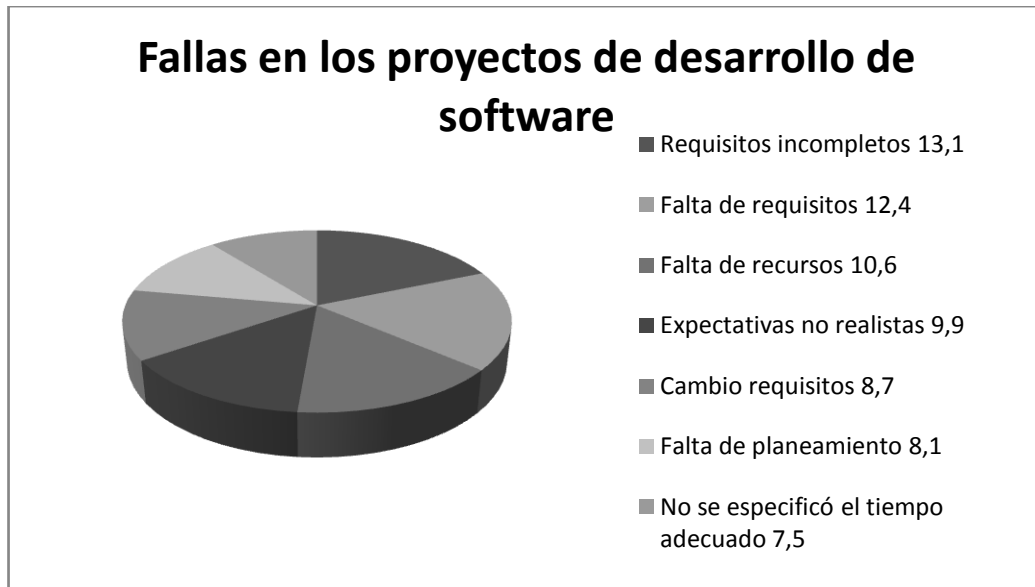


Figura 3: Estadísticas de fallas de los proyectos de software

1.2.5 Ingeniería de Requisitos en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana

En el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana no existe un proceso definido que guíe la Ingeniería de Requisitos en los subsistemas que se desarrollan. Esta se realiza en cada equipo de trabajo teniendo en cuenta las experiencias de sus integrantes en trabajos anteriores. Los principales problemas que se han detectado en la gestión de los requisitos son:

- ✓ Desconocimiento total por parte de los analistas de las técnicas a utilizar en cada una de las etapas de la Ingeniería de Requisitos.
- ✓ Trabajo desorganizado del equipo de desarrollo que trae consigo conflictos entre los requisitos.
- ✓ Una vez que son modificados los requisitos, los analistas desconocen cómo gestionar los cambios de los mismos.
- ✓ Los analistas no hacen uso de una matriz de trazabilidad, por lo tanto se desconoce en qué medida puede afectar el proceso de desarrollo un cambio que se solicite en cualquiera de los elementos que componen el software que se desarrolla.

- ✓ Los artefactos que se generan por los diferentes equipos de desarrollo, no presentan uniformidad, por lo que el trabajo de todos los miembros del proyecto se ve afectado.

1.3 Metodologías de desarrollo del Software

1.3.1 RUP (Rational Unified Process)

Según Jacobson, entre otros autores, definen que RUP es uno de los procesos de desarrollo más generales de los existentes actualmente en el mundo, aunque en realidad está creado para adaptarse a cualquier tipo de proyecto y no sólo de software. Se caracteriza por ser: (26)

- ✓ **Dirigido por casos de uso.** Los casos de uso no sólo son una herramienta para especificar los requisitos; ellos guían el diseño, la implementación, pruebas y son utilizados para la estimación de tiempo y esfuerzo de desarrollo.
- ✓ **Centrado en la arquitectura.** Los arquitectos moldean el sistema desde varios puntos de vista (vistas arquitectónicas), para darle una forma que permita que el sistema evolucione.
- ✓ **Iterativo e incremental.** Es útil dividir el proyecto en iteraciones que resultan en un incremento del producto.

Un proyecto realizado siguiendo RUP se divide en cuatro fases fundamentales:

- ✓ **Inicio:** El objetivo en esta etapa es determinar la visión del proyecto.
- ✓ **Elaboración:** En esta etapa el objetivo es determinar la arquitectura óptima.
- ✓ **Construcción:** En esta etapa el objetivo es obtener la capacidad operacional inicial.
- ✓ **Transición:** El objetivo es obtener el release (liberaciones) del proyecto.

El ciclo de vida es llevado bajo dos disciplinas, dentro de la primera se detallarán los dos flujos de trabajo más importantes que se llevan a cabo en la Ingeniería de Requisitos:

Disciplina de Desarrollo

- ✓ **Modelamiento de Negocio:** Entender los procesos del negocio.

Los **objetivos** del modelamiento del negocio son:

- i. Comprender la estructura y la dinámica de la organización en la cual se va a implantar un sistema.
- ii. Comprender los problemas actuales de la organización e identificar las mejoras potenciales.
- iii. Asegurar que los consumidores, usuarios finales y desarrolladores tengan un entendimiento común de la organización.
- iv. Derivar los requerimientos del sistema que va a soportar la organización.

Los principales **artefactos** que se obtienen como resultado del modelamiento del negocio son: Modelo de casos de uso del negocio, Modelo de objetos del negocio, Especificaciones complementarias del negocio y el Glosario de términos.

La descripción del negocio tendrá entre sus **actividades** principales:

1. La identificación de los procesos de negocio.
 2. Delimitación del modelo de casos de uso del negocio.
 3. La especificación de los casos de uso del negocio.
 4. La identificación de trabajadores y entidades del negocio que ejecutan las realizaciones de los casos de uso del negocio.
 5. Detallar la definición de las entidades del negocio y las responsabilidades de los trabajadores del negocio.
- ✓ **Requerimientos:** Trasladar las necesidades del negocio a un sistema automatizado.

Los **objetivos** del Flujo de Trabajo de Requerimientos son:

- i. Definir el ámbito del sistema.
- ii. Definir una interfaz de usuarios para el sistema, enfocada en las necesidades y metas del usuario.
- iii. Establecer y mantener un acuerdo entre clientes y otros involucrados sobre lo que el sistema debería hacer.
- iv. Proveer a los desarrolladores un mejor entendimiento de los requisitos del sistema.

- v. Proveer una base para estimar recursos y tiempo de desarrollo del sistema.
- vi. Proveer una base para la planeación de los contenidos técnicos de las iteraciones.

Los **artefactos** que se construyen en este flujo son: Modelo de casos de uso, Caso de uso, Glosario de términos, Especificación de requisitos, Plan de administración de requisitos, Documento visión y el Paquetes de caso de uso.

Como parte de este flujo de trabajo las principales **actividades** que se realizan son:

1. Identificar y clasificar requisitos.
 2. Encontrar actores y casos de uso.
 3. Priorizar casos de uso.
 4. Detallar casos de uso.
 5. Estructurar el modelo de casos de uso.
- ✓ **Análisis y Diseño:** Trasladar los requerimientos dentro de la arquitectura de software.
 - ✓ **Implementación:** Crear un software que se ajuste a la arquitectura y que tenga el comportamiento deseado.
 - ✓ **Pruebas:** Asegurar que el comportamiento requerido es el correcto y que los elementos solicitados estén presentes.

Disciplina de Soporte

- ✓ **Configuración y administración del cambio:** Guardar todas las versiones del proyecto.
- ✓ **Administrando el proyecto:** Administrar los horarios y recursos.
- ✓ **Ambiente:** Administrar el ambiente de desarrollo.
- ✓ **Distribución:** Hacer todo lo necesario para la salida del proyecto.

En la figura 4 se muestra cómo se comportan los flujos de trabajo en cada fase del ciclo de desarrollo de un software que utilice la metodología RUP.

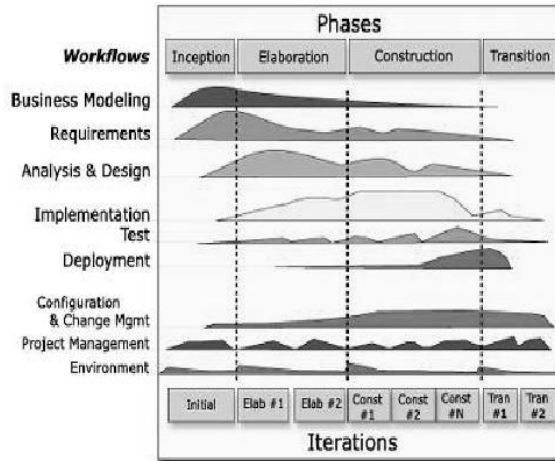


Figura 4: Fases e Iteraciones de la metodología de RUP

1.3.2 XP (Extreme Programming o Programación Extrema)

XP es una de las metodologías de desarrollo de software más exitosas en la actualidad, utilizada para proyectos de corto plazo, pequeño equipo y cuyo plazo de entrega era ayer. La metodología consiste en una programación rápida o extrema, cuya particularidad es tener como parte del equipo al usuario final, pues es uno de los requisitos para llegar al éxito del proyecto. (27)

Características de XP:

Pruebas Unitarias: Se basa en las pruebas realizadas a los principales procesos, lo que permite determinar las fallas que pudieran ocurrir. Es como si el equipo de desarrollo se adelantara para obtener los posibles errores del sistema.

Re fabricación: Se basa en la reutilización de código, para lo cual se crean patrones o modelos estándares, siendo más flexible al cambio.

Programación en pares: Una particularidad de esta metodología es que propone la programación en pares, la cual consiste en que dos desarrolladores participen en un proyecto en una misma estación de trabajo. Cada miembro lleva a cabo la acción que el otro no está haciendo en ese momento.

En la figura 5 se puede observar las fases de la metodología Programación Extrema:

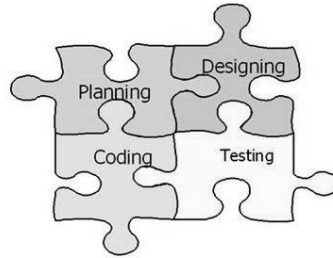


Figura 5: Metodología de Programación Extrema

¿Qué es lo que propone XP?

- ✓ Empieza en pequeño y añade funcionalidad con retroalimentación continua.
- ✓ El manejo del cambio se convierte en parte sustantiva del proceso.
- ✓ El costo del cambio no depende de la fase o etapa.
- ✓ No introduce funcionalidades antes que sean necesarias.
- ✓ El cliente o el usuario se convierte en miembro del equipo.

Derechos del Cliente: El manejo del cambio se convierte en parte fundamental del proceso. El costo del cambio no depende de la fase o etapa, no introduce funcionalidades antes que sean necesarias. El cliente o el usuario se convierten en miembro del equipo. Saber el estado real y el progreso del proyecto para añadir, cambiar o quitar requerimientos en cualquier momento. Obtener lo máximo de cada semana de trabajo. Decidir cómo se implementan los procesos para crear el sistema con la mejor calidad posible. Pedir al cliente en cualquier momento aclaraciones de los requerimientos para poder estimar el esfuerzo para implementar el sistema. (27)

Derechos del Desarrollador: Decidir cómo se implementan los procesos. Crear el sistema con la mejor calidad posible. Pedir al cliente en cualquier momento aclaraciones de los requerimientos. Estimar el esfuerzo para implementar el sistema. Cambiar los requerimientos en base a nuevos descubrimientos. (28)

1.3.3 MSF (Microsoft Solution Framework)

MSF es la metodología empleada por Microsoft⁸ para el desarrollo de software. MSF es un conjunto de principios, modelos, disciplinas, conceptos, lineamientos y prácticas probadas, que de acuerdo al contexto de proyecto, al tamaño del equipo, la frecuencia de entregas, entre otras, serán recomendables de aplicar. Es una metodología flexible e interrelacionada que controla la planificación, el desarrollo y la gestión de proyectos tecnológicos.

MSF tiene las siguientes características:

- ✓ **Adaptable:** Es parecido a un compás, usado en cualquier parte como un mapa, del cual su uso es limitado a un específico lugar.
- ✓ **Escalable:** Puede organizar equipos tan pequeños entre 3 o 4 personas, así como también, proyectos que requieren 50 personas a más.
- ✓ **Flexible:** Es utilizada en el ambiente de desarrollo de cualquier cliente.
- ✓ **Tecnología Agnóstica:** Puede ser usada para desarrollar soluciones basadas sobre cualquier tecnología. (28)

En la figura 6 se observa la metodología que propone Microsoft para el desarrollo del software.



Figura 6: Metodología MSF

1.3.4 Scrum

Scrum es una metodología ágil de gestión de proyectos y su principal objetivo consiste en elevar al máximo la productividad de un equipo reduciendo a niveles muy bajos la burocracia y actividades no orientadas a producir software que funcione, produciendo resultados en períodos muy breves de tiempo a

través de iteraciones, es una metodología ideal para proyectos cuyos requerimientos se encuentren bajo constantes cambios. Está diseñado especialmente para adaptarse a los cambios que puedan presentarse en los requerimientos, lo cual es imprescindible para alcanzar una alta competitividad. Los requerimientos y las prioridades se revisan, además de que se ajustan durante el proyecto en intervalos muy cortos. La recogida de requisitos para crear un producto se realiza teniendo en cuenta la visión del cliente y del usuario. Al final, el objetivo es entregar algo que funcione, para que el usuario pueda probarlo y se puedan introducir los cambios necesarios antes de que sea demasiado tarde. (29)

1.4 Notaciones existentes para el Modelado de Proceso de Negocio

El Modelado de Procesos de Negocio consiste en describir la realidad de manera que esta pueda ser entendida. Por esta razón, es importante contar con una notación que permita modelar con la mayor claridad posible la esencia del negocio.

1.4.1 IDEF

Las técnicas de modelamiento IDEF fueron desarrolladas para representar y modelar los procesos, además de las estructuras de datos de una forma integrada. La familia IDEF consiste de varias técnicas independientes; entre ellas las más conocidas son IDEF0 (Modelamiento Funcional), IDEF1X (Modelamiento de Datos), e IDEF3 (Captura descriptiva de procesos). Las técnicas IDEF0 e IDEF3 son las más estrechamente relacionadas con BPM⁹. Entre los beneficios de la notación está su simplicidad, dado que usa la construcción notacional llamada ICOM (Input-Output-Control-Mechanism). Esto facilita que sólo los expertos se involucren en la toma de decisiones, también facilita la descomposición jerárquica de actividades. Entre las desventajas se pueden encontrar que sus diagramas son estáticos, sin representación del tiempo; por lo que no permite representar el modelo desde una perspectiva de su comportamiento. (30)

1.4.2 Petri Nets

No es una técnica para el modelamiento de procesos, dado que se originó para el modelamiento de sistemas. Sin embargo es quizás la única que ha sido considerada también para modelar los procesos.

Las Petri Nets básicas son representaciones matemáticas-gráficas de los sistemas, facilitando un análisis de la estructura y el comportamiento dinámico de los sistemas modelados. Un gráfico está compuesto por estados y conjunto de transiciones. Las desventajas de las Petri Nets básicas es que no son lo suficientemente manejables para poder ser útiles en el modelamiento de alto nivel de procesos del negocio muy complejos. (30)

1.4.3 BPMN (Business Process Modeling Notation)

BPMN, según sus siglas en inglés, Business Process Modeling Notation es una notación para el modelado de procesos de negocio. Es un estándar desarrollado por el grupo BPMI¹⁰, que representa una notación gráfica estandarizada que permite el modelado de procesos de negocio, en un formato de flujo de trabajo (workflow).

El principal objetivo de BPMN es proveer una notación estándar que sea fácilmente entendible por parte de todos los involucrados e interesados del negocio (ya sean los analistas o los usuarios del negocio). Tiene la finalidad de servir como lenguaje común para cerrar la brecha de comunicación que frecuentemente se presenta entre el diseño de los procesos de negocio y su implementación. BPMN define un Diagrama de Procesos de Negocio (BPD), basado en la técnica de diagramado de flujos, que ajusta modelos gráficos de operación de procesos de negocio. Un modelo de procesos de negocio será una red de objetos gráficos, correspondientes a actividades y controles de flujo que definen su orden de ejecución. (31) Un BPD (diagrama de procesos de negocio) se estructura con un grupo de elementos gráficos. Las cuatro categorías básicas de elementos son:

Objetos de flujo: Son los elementos gráficos centrales de un BPD, definen el comportamiento de los procesos de negocio, se agrupan en: Eventos, Actividades y Nodo de Decisiones (Gateways).

Objetos de conexión: Existen tres tipos que proveen la función de conexión entre los objetos de flujo: Flujo de Secuencia, Flujo de Mensaje y Asociación.

Swimlanes: Muchas técnicas de modelados utilizan las piscinas y las calles como mecanismo de organización de actividades en categorías visuales separadas para ilustrar las diferentes capacidades funcionales o responsabilidades.

Artefactos: Son usados para proveer información adicional sobre el proceso. No está limitado el número de artefactos que se pueden agregar a un diagrama para que éste represente más apropiadamente al contexto del negocio. La versión actual de BPMN predefine sólo tres tipos de artefactos: Objetos de datos, Grupo y Anotación de texto.

1.5 Herramientas existentes para el modelado

En la actualidad existen diversas herramientas automatizadas que apoyan el proceso de gestión de requisitos, permitiendo al equipo de desarrollo de un proyecto de software un mayor control del trabajo, reduciendo los costos y retrasos. Además de fomentar una mayor comunicación en los equipos de trabajo, mejora la calidad, facilita la reutilización real desde la especificación y reduce las no conformidades del sistema. Se realizó un estudio de las dos herramientas más utilizadas en los proyectos productivos tanto en el mundo como en la universidad dando como resultado:

1.5.1 Visual Paradigm

Visual Paradigm para UML¹¹ es una herramienta profesional que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue. El Visual Paradigm como herramienta de modelado posee licencia gratuita. Ayuda a una construcción más rápida de aplicaciones de calidad y permite el dibujo de todos los tipos de diagramas de clases, código inverso, generar código desde diagramas y generar documentación, así como una serie de tutoriales con demostraciones interactivas y proyectos. Ofrece un diseño centrado en casos de uso y enfocado al negocio que genera un software de mayor calidad. Cuenta con un modelo y código que permanece sincronizado en todo el ciclo de desarrollo, además de la disponibilidad de múltiples versiones, múltiples plataformas y capacidad de integrarse en los principales IDEs¹².

Permite la creación de diagramas mucho más rápido que cualquier herramienta en el mercado, además de la extensibilidad y diseño personalizado de apoyo. Tiene como característica principal ser mucho más fácil de utilizar en mercado en cuanto al uso que las herramientas CASE-UML le proporcionan, una buena interoperabilidad con otras aplicaciones y brinda muchas razones para ser el elegido dentro de un mercado que abarca muchas opciones. (32)

1.5.2 Rational Rose

Es una herramienta de modelación visual que provee el modelado basado en UML. Es en la actualidad, una de las herramientas CASE más potentes, es la herramienta que comercializan los desarrolladores de la Corporación Rational. Soporta de forma completa la especificación de UML. Brinda la posibilidad de generar y realizar ingeniería inversa en varios lenguajes de programación. Permite que haya varias personas trabajando a la vez en el proceso iterativo controlado, para ello posibilita que cada desarrollador opere en un espacio de trabajo privado que contiene el modelo completo y tenga un control exclusivo sobre la propagación de los cambios en ese espacio de trabajo. (33)

1.6 Aplicaciones existentes para la gestión de los requisitos

La correcta gestión de los requisitos en el desarrollo de los proyectos es un proceso clave para asegurar el éxito de los mismos. En la actualidad, existen aplicaciones que se utilizan para realizar la gestión de los requisitos. A continuación se realiza un análisis de las principales herramientas en el mundo.

1.6.1 Tiger Pro

Tiger Pro es una herramienta para la definición de requisitos, ayuda a escribirlos de forma correcta, definirlos y detectar posibles errores al capturarlos, especialmente para proyectos basados en la programación orientada a objetos. Entre las ventajas de Tiger Pro está que soporta gestión de riesgos, además de que incluye ejemplos de proyectos para cargar en el programa. Genera gráficos para ayudar a comprender las características del proyecto con el que se está trabajando. Es válido aclarar que Tiger Pro no cuenta con el respaldo de una gran empresa y por tanto no se garantiza el soporte del producto. Solamente está disponible para la plataforma Windows. No es muy manejable y aprender a utilizarla costaría mucho tiempo. (34)

1.6.2 OSRMT (Open Source Requirements Management Tool)

OSMRT es una herramienta de código abierto para la administración de requerimientos, incluye otras fases del desarrollo de proyectos informáticos un ejemplo de esto son las fases de implementación, el diseño o las pruebas. Incluye control de versiones, riesgos comunes, además es un proyecto código

abierto, por lo tanto es una herramienta libre. Es multiplataforma y está escrita en Java, por lo que se puede usar en cualquier sistema operativo que cuente con una implementación de la máquina virtual de Java. Puede resultar difícil de instalar y sólo se distribuye en un formato (.jar) y necesita de Java 1.5 para poder ejecutarse, conectarse con su propio server y configurar las rutas. (34)

1.6.3 REM (Requirements Manager)

REM es una aplicación de gestión de requisitos, es un proyecto libre, no comercial y cuenta con menos opciones que las otras herramientas anteriormente estudiadas. Sin embargo, no resulta ser un problema a la hora de definir requisitos de un proyecto pequeño o mediano, debido a que es una herramienta libre, de carácter docente y cuenta con un manual básico de manejo. Tiene un manejo muy intuitivo y simple. Su interfaz no está sobrecargada de opciones y resulta agradable para los usuarios, esta herramienta está destinada a proyectos pequeños. No permite el modelado de diagramas de casos de uso, sólo trabaja con texto plano. Ofrece su propia clasificación de requisitos, definiendo requisitos de almacenamiento de información, de restricción, funcional o no funcional. Es considerada una aplicación para crear informes automáticamente con un formato a partir de los requisitos que se han detectado en un proyecto. (34)

1.7 Conclusiones

En el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana del CEIGE es necesaria una guía que beneficie a los analistas y les brinde soluciones a sus problemas, basándose en las necesidades del proyecto y que facilite el trabajo de todos los miembros del equipo de desarrollo. Partiendo del análisis realizado se decide que el procedimiento propuesto está basado en:

- ✓ La metodología de desarrollo RUP para la realización de las actividades del procedimiento para la Ingeniería de Requisitos en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana, ya que es una de las más aplicadas en la actualidad, por ser un proceso iterativo e incremental, flexible, que divide el trabajo en fases teniendo bien definidas las tareas a realizar en cada una de ellas. Se le realizó modificaciones a RUP ya que es un proceso de desarrollo de software configurable que puede ser adaptado a las características propias del proyecto. En vez de utilizar el Modelo de Casos de Uso del negocio y los diagramas de actividades, se propone el uso del Modelo de

Proceso de Negocio con la notación BPMN. Así como para los conceptos del negocio, en vez del Modelo de Objeto del Negocio, se propone confeccionar el Modelo Conceptual. Se debe tomar cada requisito funcional como un caso de uso. No se realizarán las actividades que propone RUP en el análisis, sino que se pasará directamente al diseño ya que los analistas no tienen los conocimientos necesarios de los frameworks que se utilizan en el proyecto, por lo que los artefactos que se generen no ayudarían a los diseñadores, constituyendo una pérdida de tiempo.

- ✓ Debido a las características propias del proyecto se propone la herramienta para el modelado Visual Paradigm ya que es usado en la mayoría de los proyectos de desarrollo de software. Además se encuentra en la lista de recursos necesarios para la ejecución del proceso que propone el Programa de Mejora IPP -3510:2009 Libro de Proceso para la Administración de Requisitos.
- ✓ Se propone BPMN como la notación estándar debido a que es soportada por numerosas herramientas, además de que tiene una interfaz gráfica más amigable y sus diagramas son más fáciles de comprender por parte de los clientes, lo que facilita la comunicación.
- ✓ Para la correcta gestión de los requisitos se propone el uso de la herramienta OSMRT por ser una herramienta libre y con multiplataforma, que se puede usar tanto en Linux como en Windows. Además se encuentra en la lista de recursos necesarios para la ejecución del proceso que propone el Programa de Mejora IPP -3510:2009 Libro de Proceso para la Administración de Requisitos.
- ✓ Se tomarán las etapas para la Ingeniería de Requisitos en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana del CEIGE que se listan a continuación:
 1. Elicitación: Es el proceso que obtiene todo el conocimiento y la información sobre las operaciones que se realizan en una organización. Se realiza el modelo de procesos de negocio y una vez que sea aprobado por los clientes, entonces se procede a derivar los requisitos que serán utilizados.
 2. Especificación: Es el proceso de documentación de lo que el sistema debe hacer, una vez que se ha llegado a un acuerdo con los clientes sobre los requisitos del sistema.
 3. Validación: Es la etapa que asegura que se encuentren reflejadas las necesidades de los clientes y usuarios en los artefactos generados.
 4. Gestión: Es la etapa donde se establece la trazabilidad de todos los requisitos aprobados y se administran los cambios a realizar a estos requisitos.

CAPÍTULO 2: ELICITACIÓN DE REQUISITOS

2.1 Introducción

Una de las etapas más importante en la Ingeniería de Requisitos es la elicitación de los requisitos ya que asegura las bases para que el sistema a realizar cumpla con las necesidades de los clientes. En este capítulo se detallará cómo debe realizarse el proceso de elicitación en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana, identificando los pasos a seguir, los artefactos que deben ser generados y las técnicas que pueden ser empleadas.

Para garantizar que en el procedimiento propuesto se cubrieran los aspectos de la etapa de elicitación se definieron los siguientes objetivos:

- ✓ Definir una secuencia de pasos a seguir, fases o actividades para guiar la etapa de elicitación de requisitos en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana, de tal manera que el mismo se realice con eficiencia, dentro del plazo previsto y que satisfaga las necesidades del cliente.
- ✓ Definir los artefactos necesarios para formalizar y documentar toda la información que se genera durante el proceso de elicitación de requisitos en el proyecto.
- ✓ Especificar los roles y las responsabilidades de los trabajadores que intervienen en cada una de las actividades propuestas en la etapa de elicitación.
- ✓ Especificar la notación para modelar el proceso de negocio.
- ✓ Establecer un conjunto de técnicas que den soporte a las actividades propuestas.
- ✓ Especificar la utilización de diversas herramientas en dependencia de las actividades que se necesiten realizar.

2.2 Elicitación de requisitos

La elicitación constituye la primera actividad que se realiza dentro del modelo de proceso de la Ingeniería de Requisitos, donde se estudia el dominio del problema para obtener y registrar información sobre las necesidades de los clientes y usuarios finales.

En este procedimiento por elicitación se entenderá como el proceso que obtiene todo el conocimiento y la información sobre las operaciones que se realizan en una organización. Se realiza el modelo de procesos de negocio y una vez que sea aprobado por los clientes, entonces se procede a derivar los requisitos que serán utilizados.

Es fundamental conocer a fondo los procesos que se realizan en una organización, antes de identificar los requisitos que debe cumplir el sistema a desarrollar. Para esto se propone realizar un modelo de procesos del negocio con la información obtenida en los encuentros realizados con los clientes al aplicar las técnicas de elicitación.

2.2.1 Conceptos básicos del Modelo de Procesos de Negocio

¿Qué es un Modelo?

Un modelo es la expresión de una realidad o sistema complejo mediante algún lenguaje formal o simbolismo gráfico que facilita su comprensión y el estudio de su comportamiento. (35) Pressman define un modelo como una invención: algo que se concibe para explicar una serie de datos que se desea interpretar. (36)

¿Qué es el Proceso de Negocio?

Un proceso de negocio es una secuencia o una colección de actividades que se siguen para alcanzar algún objetivo del negocio, están diseñadas para producir una salida específica para un cliente o usuario final. Por lo tanto, el proceso es un flujo específico de actividades de trabajo, con un inicio, unas entradas, unas salidas y un fin. El proceso de negocio debe estar vinculado a algún objetivo o meta del negocio. (37)

¿Qué es el modelado de procesos de negocio?

En cualquier proceso de desarrollo de software, modelar el proceso de negocio tiene vital importancia, ya que le permite al analista capturar el esquema general y los procedimientos que se realizan dentro de una organización. Este modelo brinda una descripción de dónde se va a ajustar el sistema de software considerado dentro de la estructura organizacional y de las actividades habituales. Provee la justificación

para la construcción del sistema de software al capturar las actividades manuales y los procedimientos automatizados habituales que se incorporarán en nuevo sistema. Al ser un modelo preliminar del negocio, permite capturar los eventos, las entradas, los recursos y las salidas más importantes vinculadas con el proceso de negocio, además de identificar qué está dentro del alcance del sistema propuesto. Asegura que los clientes, usuarios, desarrolladores y otros involucrados tengan igual entendimiento de la empresa. (37)

BPM (Business Process Modeling)

Business Process Modeling (BPM), conocido también como Business Process Management está centrado en un conjunto de tecnologías, estándares para el diseño, ejecución, administración y monitoreo de los procesos de negocio. BPM está unificado a las distintas disciplinas del proceso de modelo de negocio. BPM fuerza a la organización a definir y formalizar su comprensión de los procesos actuales, así como las mejoras potenciales e incrementa la productividad. (38) Business Process Modeling (BPM) abarca el descubrimiento, el diseño y el despliegue de los procesos de negocio. Además incluye el control ejecutivo, administrativo y la supervisión de los procesos. (31)

2.3 Descripción de la notación BPMN

A continuación se describirá cómo se deben utilizar los elementos gráficos que componen el Diagrama de Procesos de Negocio (BPD) dentro de la notación BPMN, para el procedimiento propuesto en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana.

2.3.1 Objetos de flujo

Eventos

Un evento es algo que puede ocurrir durante el curso de un proceso de negocio. Estos eventos afectan el flujo de los procesos y usualmente tienen una causa o un impacto. El término "evento" es lo suficientemente general como para cubrir muchas cosas en un proceso de negocio, por ejemplo el inicio de una actividad, el final de una actividad, el cambio de estado de un documento, un mensaje que llega. Se definieron los siguientes eventos (Tabla 1):
























Elemento	Descripción	Notación
Eventos de comienzo	Es usado para representar el inicio de un proceso.	
Eventos de finalización	Es usado para representar el fin de un proceso.	
Eventos intermedios	Es usado para representar un evento intermedio que ocurre dentro del proceso, afecta el flujo del proceso pero no inicia o termina el proceso.	

Tabla 1: Definición de los eventos

La definición de los tipos de eventos se debe regir por los siguientes criterios (Tabla 2):

Tipos	Descripción		
	Comienzo	Intermedios	Finalización
Ninguno	<p>Disparador de procesos. Es usado además por un subproceso que se inicia al ser llamado por su proceso padre.</p> 	<p>Esto es válido sólo para eventos intermedios que se encuentran en el flujo principal del proceso. El modelador no muestra el tipo de evento. Se utiliza para el modelado de metodologías que utilizan eventos para indicar un cambio de estado en el proceso.</p> 	<p>El modelador no muestra el tipo de evento. Se utiliza para mostrar el final de un subproceso que termina, lo que hace que el flujo de procesos regrese al proceso padre.</p> 
Mensaje	<p>Un mensaje llega de un participante y dispara el inicio del proceso.</p> 	<p>Un mensaje llega de un participante y dispara el evento. Esto causa que el proceso continúe si se estaba esperando por el mensaje o cambie el flujo que manipula la excepción.</p>	<p>Indica que un mensaje es enviado a un participante cuando termina el proceso.</p> 

			
Tiempo	<p>Especifica una fecha-hora o un ciclo de tiempo definido que dispara el inicio de un proceso.</p> 	<p>Una fecha-hora específica o un ciclo de tiempo definido disparan el evento. Si es usado dentro del flujo normal de eventos, actúa como mecanismo de retraso. Si es usado para el manejo de las excepciones, puede cambiar el flujo normal de eventos dentro de un flujo de excepciones.</p> 	
Múltiple	<p>Significa que hay múltiples formas de dispararse el inicio del proceso. Sólo una de ellas será requerida para que se inicie el proceso.</p> 	<p>Esto significa que hay múltiples disparadores asignados al evento. Si se usan en el flujo normal, el evento puede "contraer" los disparadores o "tirar" los disparadores.</p> 	<p>Significa que hay múltiples causas de finalización del proceso. Solo una de ellas será requerida para que finalice el proceso.</p> 
Cancelar		<p>Es usado en la transacción en un subproceso. Debe estar pegado al borde del subproceso. Se disparará si hay un evento cancelar de fin. También se disparará si se recibe un mensaje de "Cancelar" mientras la transacción se está ejecutando.</p> 	<p>Es usado dentro de la transacción de un subproceso. Indicará que el subproceso deberá cancelarse y disparará el evento intermedio de cancelación que se encuentra pegado al borde del proceso padre.</p> 
Error		<p>Puede sólo estar unido en la frontera de una actividad o subproceso, reacciona a la captura de un error de</p>	<p>Indica el fin del proceso debido a un error que ha sido generado. Este error lanza el evento que es capturado por un</p>

		<p>nombre o de cualquiera error sin nombre específico.</p> 	<p>evento intermedio de error situado en el proceso padre.</p> 
Compensación		<p>Esto se utiliza para el manejo de la indemnización tanto en la activación como en la realización de la indemnización.</p> 	<p>Este tipo de final indica que una indemnización es necesaria. Una actividad identificada que será compensada. De lo contrario, todas las actividades que se han completado en el proceso, comenzando por el más alto nivel del proceso e incluyendo todos los subprocesos, están sujetos a la indemnización, procediendo en orden inverso.</p> 
Señal	<p>Una señal llega cuando se ha transmitido desde otro proceso y dispara el inicio del proceso. Se tiene en cuenta que la señal no es un mensaje, que tiene un objetivo específico para el mensaje. Múltiples procesos pueden tener eventos de inicio que se desencadenan a partir de la señal.</p> 	<p>Este tipo de evento se utiliza para recibir señales. Una señal es en general la comunicación dentro y entre los niveles del proceso, a través de piscinas y entre diagramas de procesos de negocios.</p> 	<p>Este tipo de final indica que una señal se transmitirá cuando el final ha sido alcanzado. Se tiene en cuenta que la señal que se emite a cualquier proceso que pueda recibir la señal, se puede enviar en los diferentes procesos o piscinas, pero no es un mensaje.</p> 
Terminar			<p>Este tipo de final indica que todas las actividades en el proceso deben terminar inmediatamente. Esto incluye todas las instancias de múltiples instancias. El proceso ha terminado sin compensación o de gestión de eventos.</p>





			
Condicional	Se dispara este evento cuando una condición se convierte en verdadera. 	Este tipo de evento se desencadena cuando una condición se convierte en verdadera. 	
Enlace		Un enlace es un mecanismo para la conexión de dos secciones de un proceso. Pueden ser utilizados para crear situaciones de bucle o para evitar largas líneas de flujo de secuencia. Son limitados a un solo nivel de proceso. 	

Tabla 2: Tipos de eventos

Actividades

Una actividad es el trabajo que se realiza dentro de un proceso de negocio (Figura 7). Una actividad puede ser atómica o no atómica (compuestos). Los tipos de actividades que forman parte de un diagrama de procesos de negocio son: Proceso, Tarea y Subproceso. Sin embargo, un proceso no es un objeto gráfico específico.



Figura 7: Actividad

- ✓ **Subproceso:** Es una actividad compuesta que se encuentra detallada por lo que se define como un flujo de otras actividades (Figura 8).



Figura 8: Subproceso

La clasificación de las actividades se puede realizar en el momento de confeccionar el diagrama o al realizar un análisis del mismo una vez que se ha terminado. Los analistas se pueden auxiliar de otros analistas, del diseñador o del arquitecto, siempre que tengan conocimiento del negocio, para realizar el análisis del diagrama que permita la clasificación. La definición de los tipos de actividades se debe registrar por los siguientes criterios (Tabla 3):

Tipo	Descripción
Automática	No existe participación del usuario.
Envío	Para enviar un mensaje.
Manual	Tarea a realizar por el usuario donde se necesita una información del sistema.
Recepción	Espera a recibir un mensaje.
Referencia	Utiliza la definición de otra tarea en el proceso, las acciones de la definición en lugar de duplicarlo.
Servicio	Se introducen o se obtienen informaciones del sistema.
Usuario	No existe participación de un sistema.

Tabla 3: Tipos de actividades

Nodo de Decisiones (Gateways)

Nodos de decisiones son elementos de modelado que se utilizan para controlar la secuencia de flujo a interactuar, ya que convergen y divergen en un proceso (Figura 9). El término "Gateways", implica que hay un mecanismo de sincronización que permite o no permite el paso por el nodo de decisiones, como tokens de llegada a un nodo, se pueden fusionar en la entrada y / o dividirse.



Figura 9: Nodo de decisiones

Cuando el flujo se divide en una decisión Paralela o Inclusiva se debe utilizar el mismo artefacto para unirlos. Siempre se deben unir estos flujos en estos tipos de decisiones, de lo contrario se convertirían en flujos incontrolables. Se debe evitar por todos los medios posibles la utilización de una decisión Múltiple. Se pueden utilizar combinaciones del resto de las decisiones para lograr el flujo necesitado. Se pueden representar dos o más artefactos de decisiones seguidos, en el flujo de un diagrama en los casos que la situación lo amerite. La definición de los tipos de decisiones se debe regir por los siguientes criterios (Tabla 4):

Tipo	Descripción
Exclusiva	Se cumple sólo una condición.
Exclusiva Evento	Se cumple sólo una condición. Todos los flujos de salidas deben conducir a un evento.
Inclusiva	Se activan simultáneamente todos los flujos de salida donde se cumpla la condición.
Múltiple	La combinación de varios tipos de decisiones.
Paralela	Es usado para dividir un camino dentro del proceso en dos o más caminos paralelos. Las actividades que se ramifican se ejecutan concurrentemente.

Tabla 4: Tipos de decisiones

2.3.2 Objetos de conexión

Flujo de secuencia

Una secuencia de flujo se utiliza para mostrar el orden en que las actividades se llevarán a cabo en un proceso. (Figura 10)



Figura 10: Flujo de Frecuencia

Todos los artefactos deberán tener un flujo de entrada y uno de salida, excepto el evento de inicio y final de cada piscina en el diagrama, donde no tendrán una entrada y una salida respectivamente.

Flujo de mensaje

Un flujo de mensajes se utiliza para mostrar el flujo de mensajes entre dos participantes que están preparados para enviar y recibir entre ellos. (Figura 11). Cuando exista un intercambio de mensajes entre dos piscinas se deberá utilizar la actividad de envío para mandar el mensaje y el evento intermedio de tiempo para atrapar el mensaje y continuar con el flujo definido, en el caso de que se espere este mensaje para comenzar el flujo de actividades se debe utilizar el evento de inicio de mensaje.



Figura 11: Flujo de Mensajes

Asociación

Una asociación se utiliza para asociar la información con objetos de flujo. Una punta de flecha en la Asociación indica una dirección del flujo (Figura 12). Las asociaciones no indican un flujo en el diagrama, es un artefacto informativo.

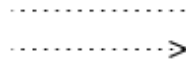


Figura 12: Asociación

2.3.3 Swimlanes

Piscina

Una piscina representa un participante en el proceso (Figura 13). Cualquier participante puede ser una entidad de negocios específicos (por ejemplo, una empresa) o puede ser un rol del negocio más general (por ejemplo, un comprador, el vendedor o fabricante). Gráficamente, una piscina es un contenedor para el particionamiento de un proceso de otras piscinas. Cuando el comportamiento de una piscina no sea de interés para el negocio que se modela, ésta se deberá poner vacía en el diagrama.

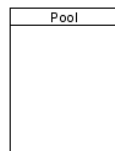


Figura 13: Piscina

Calle

Una calle es una subpartición dentro de una piscina y se extenderá a todo lo largo de la piscina, ya sea horizontal o vertical (Figura 14). El texto asociado a la calle (por ejemplo, su nombre y / o atributo) se puede colocar dentro de la forma, en cualquier dirección o ubicación, dependiendo de la preferencia del modelador. Preferentemente se debe colocar el nombre en la parte izquierda, en las piscinas horizontales y en la parte superior, en las piscinas verticales.

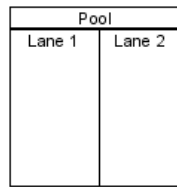


Figura 14: Calle

Todos los diagramas deberán tener representadas las piscinas con sus calles para definir los responsables de cada actividad que se modele.

2.3.4 Artefactos

Objeto de datos

Los objetos de datos se consideran artefactos, ya que no tienen ningún efecto directo sobre el Flujo de secuencia o Flujo de mensajes del proceso (Figura 15). Es usado para representar y brindar información acerca de los artefactos que se requieren y se producen en cada actividad.



Figura 15: Objeto de datos

A los objetos de datos se les deben especificar siempre el estado en que se encuentran. Para esto existirán estados predefinidos de los cuales el analista deberá escoger uno. Se proponen los siguientes

estados para los objetos de datos: consultado, creado, modificado, aprobado y eliminado. Además se debe tener en cuenta que cuando los objetos se relacionen con los artefactos del diagrama se deberá utilizar una asociación, donde se especifique en qué sentido viaja la información. Cuando los objetos se relacionen con un flujo del diagrama se deberá utilizar una asociación sin especificar la dirección de la misma.

Grupos

Los grupos son usados para agrupar actividades que guardan determinada relación, esto no afecta el flujo de eventos. (Figura 16)



Figura 16: Grupos

Anotaciones

Las anotaciones de texto son un mecanismo para proporcionar información adicional para el lector de un Diagrama BPMN. (Figura 17)

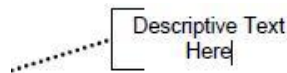


Figura 17: Anotaciones de texto

Ambos artefactos serán utilizados para ayudar al entendimiento del flujo de un diagrama muy complejo y para agrupar lógicamente una parte de este diagrama. Su utilización no es obligatoria. No deben utilizarse para especificar los detalles de los artefactos, para esto cada artefacto dentro de sus especificaciones tiene un lugar donde se pueden escribir estos detalles.

2.4 Flujo para la Elicitación de los Requisitos

En la etapa de elicitación de los requisitos se deben llevar a cabo una serie de actividades a realizar para completar todo el proceso. A continuación en la figura 18 se mostrará el gráfico de flujo que se realiza en el proceso de elicitación.

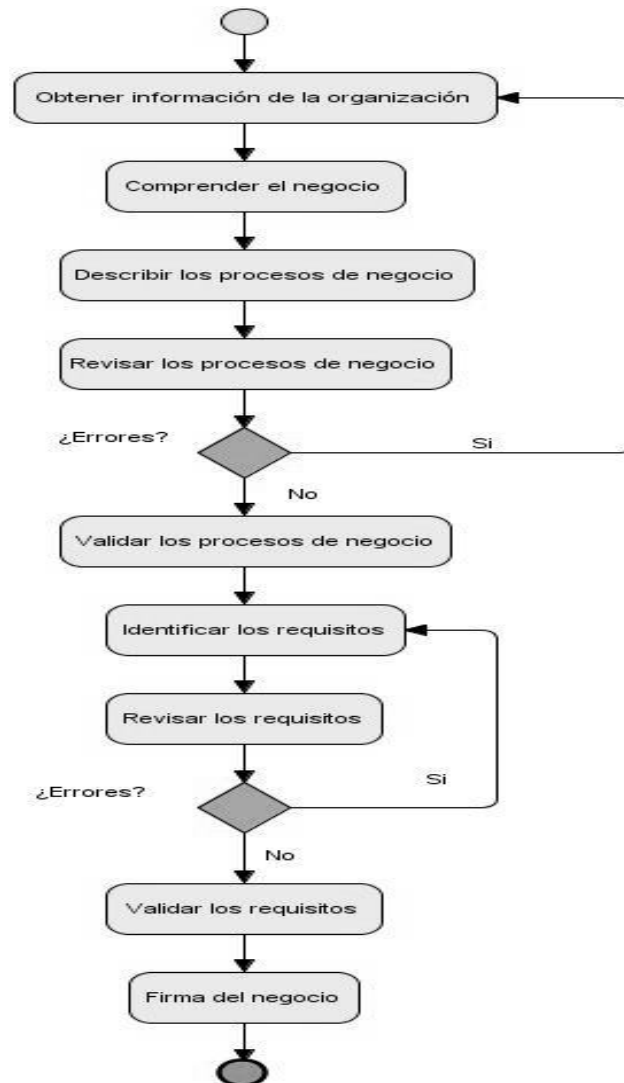


Figura 18: Gráfico del flujo de trabajo en el proceso de elicitación

2.4.1 Obtener información de la organización

Objetivos

- ✓ Identificar los procesos de la organización y el dominio del problema.
- ✓ Caracterizar la situación actual de la organización.
- ✓ Identificar la documentación legal.

- ✓ Identificar clientes y funcionales para la obtención de información.

Descripción

Es la primera actividad dentro del proceso de elicitación de los requisitos, una vez identificados y validados los proveedores ya sean los clientes, funcionales o los usuarios finales. El analista principal del proyecto debe de organizar los encuentros que se planifican durante toda la etapa de elicitación con los funcionales de la Aduana General de la República de Cuba (AGR). Los analistas estudian la organización y los procesos que se realizan dentro de la misma, con el objetivo de obtener toda la información valiosa e identificar el dominio del problema. Los analistas deben apoyarse de las técnicas de captura identificadas, para conocer todo sobre la organización y principalmente la situación en la que se encuentra en esos momentos. Se debe estudiar la documentación legal de los procedimientos existentes en la AGR, sus leyes y las normas que rigen los procesos. Los mismos se hallan sujetos a un conjunto de reglas, que determinan la estructura de la información y las políticas de la AGR. En cada uno de los encuentros que se realice deben quedar registrados todos los acuerdos y los puntos tratados en la documentación del proyecto.

Roles

- ✓ Analista
- ✓ Analista principal
- ✓ Jefe de subsistema

Artefactos

- ✓ **Minuta de reunión:** Se recogen todos los acuerdos que se realizan en los encuentros que se producen con los funcionales, además de todo lo que se quiera incluir.

2.4.2 Comprender el negocio

Objetivos

- ✓ Definir los procesos que se realizan dentro de la organización.

- ✓ Modelar el proceso de negocio.

Descripción

Una vez identificados los procesos que se realizan en la organización, los analistas hacen un estudio de la información recopilada para comprender cómo funciona la organización, así como las personas que interactúan con la misma. Una vez comprendido el negocio se procede a modelar los procesos del negocio detectados. Los analistas realizan encuentros con los funcionales a medida que se están modelando los procesos de negocio para aclarar cualquier inconformidad y así poder realizar correctamente la identificación de los requisitos que debiera tener el sistema para la automatización de estos procesos.

Roles

- ✓ Analista

Artefactos

- ✓ **Modelo de Procesos de Negocio:** El modelo de proceso de negocio se realiza con el fin de tener una visión general de la organización. Estos diagramas permiten mostrar los límites, el entorno de la organización y el flujo de actividades que se realizan para alcanzar los objetivos de la organización.
- ✓ **Glosario de términos:** En el Glosario de términos se captura el vocabulario común para un mayor entendimiento entre las partes involucradas, contiene los términos nuevos, importantes o ambiguos, con su definición. Se utiliza como un diccionario informal de datos donde las definiciones capturadas sirven para entender otros documentos que se desarrollarán a lo largo del proyecto.

2.4.3 Describir los procesos de negocio

Objetivos

- ✓ Describir detalladamente los procesos de negocio.

- ✓ Asegurar el entendimiento entre los clientes y el equipo de desarrollo del proyecto.

Descripción

A partir del estudio de la información recopilada y el modelo de procesos de negocio generado. Los analistas deben describir detalladamente los procesos de negocio para asegurar el entendimiento entre el equipo de desarrollo y los clientes de todos los procesos que ocurren en la organización.

Roles

- ✓ Analista

Artefactos

- ✓ **Descripción de los Procesos de Negocio:** En el documento Descripción de los Procesos de Negocio los analistas ya tienen identificados y organizados los procesos que se realizan en la organización, entonces proceden a describirlos. El objetivo de este documento es describir los procesos que se llevan a cabo en un área específica de la organización en este caso en la AGR.
- ✓ **Reglas de Negocio:** Una Regla de Negocio describe políticas que deben cumplirse o condiciones que deben satisfacerse, por lo que regulan algún aspecto del negocio. De cada proceso de negocio se identifican y describen las reglas que lo gobiernan. Las cuales son evaluadas para determinar si son relevantes dentro del campo de acción del software y son reflejadas mediante los requisitos funcionales y no funcionales.

2.4.4 Revisar los procesos de negocio

Objetivos

- ✓ Identificar los errores cometidos en el modelado y descripción de los procesos de negocio.

Descripción

El analista principal realiza encuentros con los analistas para la revisión informal técnica para asegurar que el equipo de desarrollo comprendió todo el negocio y lo documentó correctamente. Se verifica la

correcta integración de los procesos con el resto de los subsistemas del proyecto. Una vez revisado y aclaradas todas las no conformidades, se procede a la revisión informal funcional con los clientes para llegar a un acuerdo entre ambas partes. Se puede realizar esta actividad varias veces, hasta que queden correctamente descritos y modelados todos los procesos de negocio.

Roles

- ✓ Analista principal
- ✓ Analista

Artefactos

- ✓ **Minuta de reunión**

2.4.5 Validar los procesos de negocio

Objetivos

- ✓ Validar la modelación de los procesos de negocio realizada, así como su descripción.

Descripción

Una vez realizada la revisión informal del modelado, la descripción de los procesos de negocio y resueltas las no conformidades detectadas, se procede a realizar la revisión formal con el cliente una vez ya aprobado técnicamente, la cual es una presentación formal. Los clientes validan que el equipo de desarrollo del proyecto ha entendido todos los procesos que se realizan en la organización y que fueron descritos correctamente los mismos. El analista principal es el encargado de realizar esta actividad con los clientes y con la presencia del jefe del subsistema.

Roles

- ✓ Analista principal
- ✓ Jefe de subsistema

Artefactos

- ✓ Minuta de reunión

2.4.6 Identificar los requisitos del sistema

Objetivos

- ✓ Identificar los posibles requisitos funcionales y no funcionales.

Descripción

A partir de la información obtenida, en conjunto con toda la documentación generada a lo largo del proceso, los analistas identifican de una forma clara y detallada los requisitos que debe cumplir el software de acuerdo a las necesidades del cliente. Se identifican los requisitos funcionales a partir de la modelación de los procesos del negocio y su descripción, ya validados por los clientes. Los requisitos funcionales deben ser listados junto a una breve descripción de los mismos. Los requisitos no funcionales deben ser definidos de acuerdo a las propiedades que debe tener el sistema.

Roles

- ✓ Analista

Artefactos

- ✓ **Especificación de Requisitos de Software:** El Documento Especificación de Requisitos de Software es una colección de los requisitos del sistema representados de manera detallada, clara y concisa. Constituye el resultado de las actividades desarrolladas durante el flujo de trabajo de Requisitos.

2.4.7 Revisar los requisitos del sistema

Objetivos

- ✓ Garantizar que los requisitos tengan la calidad requerida.

Descripción

Una vez identificados los requisitos, el analista principal realiza las revisiones informales técnicas con el equipo de desarrollo, para ello se deberá analizar requisito por requisito. Luego se le mostrará al cliente la información ya organizada para comprobar su satisfacción, mediante las revisiones informales funcionales; en caso de que no esté de acuerdo se corrigen los errores detectados y se vuelve a preparar otra reunión con el fin de lograr el entendimiento entre ambas partes. Los analistas deben analizar que los requisitos identificados cumplan con los atributos de calidad definidos. En las revisiones realizadas se debe comprobar que los requisitos no sean contradictorios, que no existan conflictos lógicos temporales entre estos y cerciorarse de que no se describa el mismo objeto real utilizando distintos términos. Además de revisar la completitud de cada uno de los requisitos, que los mismos se puedan implementar y ser probados.

Roles

- ✓ Analista principal
- ✓ Analista

Artefactos

- ✓ Minuta de reunión

2.4.8 Validar los requisitos del sistema

Objetivos

- ✓ Validar los requisitos del sistema.

Descripción

Una vez realizada la revisión informal de los requisitos del sistema y aclaradas las no conformidades detectadas, se procede a realizar la revisión formal con el cliente una vez ya aprobado técnicamente, la

cual es una presentación formal. Los clientes validan que los requisitos del sistema identificados por el equipo de desarrollo son las funcionalidades y características que debe tener el sistema a desarrollar.

Roles

- ✓ Analista principal
- ✓ Jefe de subsistema

Artefactos

- ✓ **Minuta de reunión**

2.4.9 Firma del negocio

Objetivos

- ✓ Establecer un acuerdo formal entre los clientes y el equipo de desarrollo.

Descripción

Una vez validado todo el proceso de negocio y los requisitos funcionales, se procede a realizar la firma del negocio. Donde el cliente expresa su conformidad con lo realizado hasta el momento por el equipo de desarrollo. Como constancia de un acuerdo en los requisitos establecidos hasta el momento, el cliente debe firmar el acta de aceptación. Esta firma es realizada con el objetivo de establecer acuerdos, garantizar que todo el trabajo realizado hasta el momento esté correcto y el mismo cumple con las expectativas del cliente.

Roles

- ✓ Jefe de proyecto

Artefactos

- ✓ **Acta de aceptación:** Es un documento formal para legalizar el proceso realizado, donde se recoge la firma del cliente como prueba de que se llegó a un acuerdo entre ambas partes. Plasma la aceptación de los clientes sobre los artefactos generados por el equipo de desarrollo del proyecto.

2.5 Técnicas de captura de requisitos definidas en el procedimiento

Teniendo en cuenta las características del cliente, la AGR, se decidió utilizar las siguientes técnicas (Tabla 5) que permitirán a los analistas, la recopilación y obtención de la información necesaria para la elicitación de requisitos, las mismas son:

Elicitación de los Requisitos
Entrevista
Observación
Tormenta de ideas
Talleres

Tabla 5: Técnicas de captura de requisitos

2.6 Herramientas propuestas en la etapa de elicitación de requisitos

Para realizar la confección de los artefactos mencionados en las actividades en la etapa de elicitación, los analistas del Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana deben contar con los conocimientos y a la vez saber utilizar diversas herramientas, como son el Visual Paradigm que es una herramienta efectiva y costeable, además de ser fácil de utilizar, entre otras cosas. Los editores de texto, en este caso se propone el uso de Microsoft Office Word que ayuda a elaborar documentos de aspecto profesional proporcionando un completo conjunto de herramientas para crear documentos y aplicarles formato a través de una interfaz de usuario.

2.7 Conclusiones

En el presente capítulo se describió el procedimiento propuesto para desarrollar la etapa de elicitación de requisitos. Fueron definidas las actividades para guiar el proceso en el proyecto, además de un conjunto de técnicas para la obtención de la información, con un total de 6 artefactos generados a lo largo del proceso. Se describió cada elemento gráfico de la notación BPMN para el modelado de los procesos de negocio del proyecto. Se propuso el uso de las herramientas Visual Paradigm y Microsoft Office Word.

CAPÍTULO 3: ESPECIFICACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS REQUISITOS

3.1 Introducción

En este capítulo se detallará la forma en que deben ser especificados los requisitos obtenidos y los artefactos que deben ser generados. Además de las técnicas que se aplicarán para realizar la validación de los requisitos. Para garantizar el cumplimiento de la propuesta en la etapa de especificación y validación de los requisitos se definieron los siguientes objetivos:

- ✓ Definir una secuencia de actividades que permitan guiar las etapas de especificación y validación de los requisitos en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana de manera organizada, eficiente y dentro del plazo previstos.
- ✓ Definir los artefactos necesarios para formalizar y documentar toda la información que se genera durante el proceso de especificación de los requisitos en el proyecto.
- ✓ Especificar las personas del equipo de proyecto que intervienen en cada una de las actividades propuestas en el procedimiento.
- ✓ Establecer un conjunto de técnicas que den soporte a las actividades propuestas por el procedimiento.
- ✓ Especificar la utilización de diversas herramientas en dependencia de las actividades que se necesiten realizar.

Se define cómo especificación de los requisitos al proceso de documentación de lo que el sistema debe hacer, una vez que se han tomado todos los acuerdos con los clientes. La etapa de validación de los requisitos es una actividad dentro de la Ingeniería de Requisitos que permite demostrar que los requisitos definidos en el sistema, son los que realmente desea el cliente.

3.2 Flujo para la Especificación y Validación de los requisitos

En la etapa de especificación y validación de los requisitos se deben llevar a cabo una serie de actividades a realizar para completar todo el proceso. A continuación en la figura 19 se mostrará el gráfico de flujo que se realiza en el proceso de especificación y validación de los requisitos.

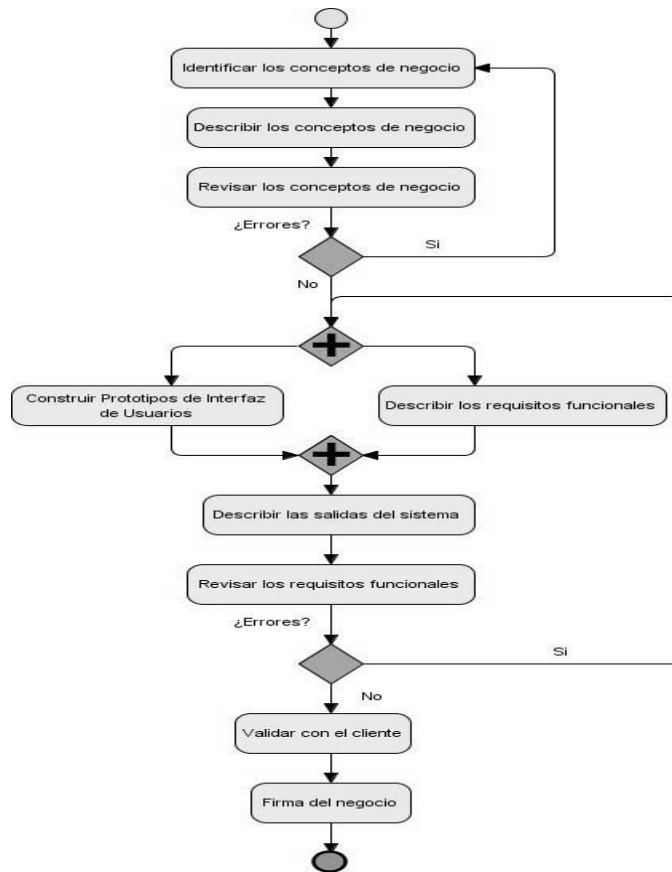


Figura 19: Gráfico de flujo en la etapa de especificación y validación de los requisitos

3.2.1 Identificar los conceptos del negocio

Objetivos

- ✓ Identificar los conceptos asociados al negocio.
- ✓ Elaborar los diagramas de clases.

Descripción

El analista comienza a identificar todos los conceptos del negocio que son utilizados, así como la relación que existe entre cada uno de estos; para facilitar la comprensión de esta información se propone realizar un diagrama de clases donde se representen los conceptos identificados y sus relaciones en la herramienta Visual Paradigm. Este diagrama constituye la primera aproximación a la Base de Datos que se utilizará en el sistema que se desarrolle, por lo que al ser validado por el cliente. Este diagrama será entregado al diseñador de la Base de Datos del proyecto.

Roles

- ✓ Analista

Artefactos

- ✓ **Modelo conceptual:** En el documento Modelo conceptual se plasma el diagrama que explica los conceptos en el dominio del problema, es una descripción del dominio de un problema real. El objetivo de la creación de este artefacto es aumentar la comprensión del problema y contribuir a esclarecer la terminología o nomenclatura que es utilizada en el negocio. Puede verse como un modelo que comunica a los interesados cuáles son los términos utilizados y cómo se relacionan entre sí.

3.2.2 Describir los conceptos del negocio

Objetivos

- ✓ Describir los atributos de cada concepto identificado.

Descripción

Una vez realizado el modelo conceptual, los analistas trabajan en la descripción de cada una de los conceptos identificados, que a partir de este momento serán llamados entidades, partiendo de su nombre que representa un elemento del mundo real y a la vez debe ser único para cada entidad, así como su descripción, tipo, restricciones, si es nulo o único, además de su estado de validez, cada uno de estos atributos deben describirse para cada una de las entidades especificadas en el diagrama.

Roles

- ✓ Analista

Artefactos

- ✓ **Modelo Conceptual:** El artefacto Modelo Conceptual es completado al llenar la parte perteneciente al **Diccionario de Datos** que tiene como objetivo describir los atributos de cada entidad identificada en el Modelo Conceptual.

3.2.3 Revisar los conceptos del negocio

Objetivos

- ✓ Identificar posibles errores en la definición de las entidades y sus atributos.

Descripción

El analista principal realiza las revisiones técnicas informales para detectar los errores cometidos en la descripción de las entidades y sus atributos. Los errores detectados deberán ser corregidos por los analistas para poder presentar el trabajo realizado a los clientes para realizar la revisión funcional informal, donde los clientes deben aprobar los conceptos identificados, las relaciones establecidas y sus atributos.

Roles

- ✓ Analista principal
- ✓ Analista

Artefactos

- ✓ Minuta de reunión

3.2.4 Describir los requisitos funcionales

Objetivos

- ✓ Describir los requisitos funcionales del sistema.
- ✓ Elaborar el documento de Especificación de los Requisitos Funcionales.

Descripción

Una vez identificados correctamente los requisitos en el documento Especificación de Requisitos de Software, se procede a describirlos detallando como sería la interrelación del usuario con el sistema. En

caso de que el analista identifique la necesidad de intercambiar información electrónica con algunos de los involucrados se debe realizar una solicitud para generar el documento electrónico que se necesita, esto se realiza a través del documento definido en el proyecto Solicitud de Digitalización de Documentos.

Roles

- ✓ Analista

Artefactos

- ✓ **Especificación de los Requisitos Funcionales:** El documento Especificación de los Requisitos Funcionales describe detalladamente bajo la forma de acciones y reacciones el comportamiento del sistema desde el punto de vista del usuario. Es una narración del uso del sistema y se centra en la intención del actor. Tiene como objetivo describir los requisitos funcionales y producir un resultado de valor para un actor en particular. En este documento se deben plasmar también los prototipos de interfaz de usuario para la funcionalidad que se describe.
- ✓ **Solicitud de Digitalización de Documentos:** El documento Solicitud de Digitalización de Documentos definido en el proyecto detalla cada uno de los datos que debe contener un documento que se desea intercambiar electrónicamente.

3.2.5 Construir los prototipos de interfaz de usuario

Objetivos

- ✓ Elaborar prototipos de interfaz de usuario a partir de los requisitos obtenidos.

Descripción

Una vez identificados los requisitos funcionales y el modelo conceptual, se procede a realizar la construcción de los Prototipos de Interfaz de Usuarios (PIU). El equipo de desarrollo realiza las revisiones técnicas informales de los PIU hasta conformar un prototipo correcto para luego proceder a realizar las revisiones funcionales informales con los clientes que permitirá percatarse de errores u omisiones en las

propuestas realizadas, por lo que resulta fundamental que se establezca una estrecha comunicación entre ambas partes. Es posible además que se creen nuevas ideas y quizás existan modificaciones. Esta actividad se encuentra estrechamente relacionada con la actividad anterior por lo que se realizarán paralelamente.

Roles

- ✓ Analista

Artefactos

- ✓ **Especificación de los Requisitos Funcionales:** El documento Especificación de los Requisitos Funcionales es completado al llenar la parte perteneciente al **Prototipo elemental de Interfaz de usuario** que permite al analista crear un modelo del software que debe ser construido.

3.2.6 Describir las salidas del sistema

Objetivos

- ✓ Especificar los reportes del sistema.

Descripción

Los analistas describen todos los reportes que se hayan definido que el sistema debe mostrarle al usuario. En esta descripción se deben especificar todos los datos que componen el reporte y la forma en que debe representarse esta información, acompañada de un prototipo de interfaz donde se muestra cómo se desea que se vea finalmente el reporte.

Roles

- ✓ Analista

Artefactos

- ✓ **Descripción de Salidas del Sistema:** Las Salidas del Sistema tienen como objetivo especificar los datos que se mostrarán en un reporte y la forma de organización de la información.

3.2.7 Revisar la descripción de los requisitos funcionales

Objetivos

- ✓ Identificar posibles errores en la descripción de los requisitos funcionales.

Descripción

El analista principal realiza revisiones técnicas informales para detectar posibles errores en la descripción de los requisitos funcionales. Los errores detectados deberán ser corregidos por los analistas para poder presentar el trabajo realizado a los clientes para realizar la revisión funcional informal, donde los clientes deben aprobar la descripción de los requisitos funcionales y los PIU.

Roles

- ✓ Analista principal
- ✓ Analista

Artefactos

- ✓ Minuta de reunión

3.2.8 Validar con el cliente

Objetivos

- ✓ Garantizar que el trabajo realizado sea correcto.

Descripción

Se procede a realizar las revisiones formales con el cliente una vez ya aprobado técnicamente, la cual es una presentación formal. Los clientes validan la Especificación de los Requisitos Funcionales, los

prototipos, el modelo conceptual y todos los artefactos generados para continuar con las siguientes etapas de la construcción de un sistema. El analista principal es el encargado de realizar esta actividad.

Roles

- ✓ Analista principal

Artefactos

- ✓ Minuta de reunión

3.2.9 Firma del negocio

Objetivos

- ✓ Establecer un acuerdo formal entre los clientes y el equipo de desarrollo.

Descripción

A través de una reunión previamente acordada, el jefe de proyecto, en representación del equipo de desarrollo, procede con la firma del acta de aceptación luego de haber realizado la validación de todos los artefactos. Esta firma es realizada con el objetivo de establecer acuerdos y garantizar que todo el trabajo realizado hasta el momento está correcto y cumple las expectativas de los clientes.

Roles

- ✓ Jefe de proyecto

Artefactos

- ✓ Acta de aceptación

3.3 Técnicas de especificación y validación de los requisitos propuestas en el procedimiento

En el procedimiento propuesto se recomienda el uso de varias técnicas para la correcta especificación y validación de los requisitos (Tabla 6) en el Departamento de Soluciones para la Aduana. El analista tiene que tener en cuenta en qué momento utilizar las técnicas de especificación y validación recomendadas.

Especificación de los requisitos	Validación de los requisitos
Casos de Uso	Revisiones del Documento de Requerimientos Construcción de prototipos Matrices de trazabilidad Generación de casos de pruebas

Tabla 6: Técnicas de especificación y validación de los requisitos

Se propone tomar cada requisito funcional identificado como un caso de uso para reducir la complejidad y los posibles errores cometidos en la especificación de los mismos.

3.4 Herramientas propuestas en las etapas de especificación y validación de los requisitos

En las etapas de especificación y validación de los requisitos es necesario que los analistas tengan conocimiento sobre las diversas herramientas. En estas etapas deben tener habilidad para la creación de los artefactos con el manejo de diversas herramientas como son los editores de texto, en este caso, Microsoft Office Word. Para el modelado Visual Paradigm. Axure que posibilita generar prototipos de usabilidad (llamados wireframes), prototipos en HTML¹³, diagramas de flujo, además de las especificaciones técnicas que sirven para el diseño y la documentación de aplicaciones web. Los prototipos generados por Axure son altamente interactivos. Pueden definirse las reglas de comportamiento, añadir notas, variables, además de simular completamente el funcionamiento de la aplicación cuando se está diseñando. (39)

3.5 Conclusiones

En el presente capítulo se describió el procedimiento propuesto para desarrollar las etapas de especificación y validación de requisitos. Fueron definidas las actividades para guiar el proceso en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana, además de un conjunto de técnicas y un total de 6 artefactos a generar a lo largo del proceso de especificación y validación de los requisitos. Se planteó el uso de las herramientas Axure, Visual Paradigm y Microsoft Office Word.

CAPÍTULO 4: GESTIÓN DE LOS REQUISITOS

4.1 Introducción

La etapa de gestión de los requisitos es fundamental para la correcta realización de los procesos de elicitación, especificación y validación de los requisitos, además de que establece la trazabilidad de todos los requisitos aprobados y se administran los cambios a realizar a estos requisitos. En este capítulo se detallará cómo se debe lograr una correcta trazabilidad de los requisitos, así como los artefactos y las herramientas que se deben utilizar. Además se especificará el papel fundamental de los analistas en el proceso de gestión de cambios de los requisitos, principalmente los pasos a seguir. La etapa de gestión de los requisitos comienza desde la etapa de elicitación y sigue todo el ciclo de vida de la Ingeniería de Requisitos, es un proceso que se lleva a cabo paralelamente con los demás procesos.

4.2 Gestión de requisitos

La gestión de requisitos es el conjunto de actividades que ayudan al equipo de trabajo a identificar, controlar, seguir los requisitos y sus cambios en cualquier momento. Posibilita gestionar los cambios de los requisitos, las relaciones entre ellos, las dependencias entre la especificación de requisitos y otros artefactos producidos en el proceso de desarrollo de software.

4.2.1 Trazabilidad de los requisitos

La trazabilidad de los requisitos no es más que la habilidad de describir y seguir la vida de un requisito hacia sus orígenes o hacia su implementación, a través de las especificaciones generadas. Permite asegurar la continua concordancia entre los requisitos y los artefactos producidos en el proceso de desarrollo de software. (40)

4.2.2 Matriz de Trazabilidad

La matriz de trazabilidad es una representación gráfica de las relaciones entre dos productos del proceso de desarrollo, generalmente identificadas en las intersecciones de líneas verticales y horizontales. Para

lograr un correcto seguimiento de los requisitos en todo el proceso de desarrollo del proyecto, en el procedimiento se propone el uso de las siguientes matrices de trazabilidad:

- ✓ Matriz de Trazabilidad **Objetivo vs. Requisitos Funcionales**.
- ✓ Matriz de Trazabilidad **Proceso de Negocio vs. Requisitos Funcionales**.
- ✓ Matriz de Trazabilidad **Requisitos Funcionales vs. Clases**.
- ✓ Matriz de Trazabilidad **Requisitos Funcionales vs. Componentes**.

Las dos primeras se deben realizar cuando se concluye la etapa de elicitación donde ya se tiene la lista de los requisitos y las dos últimas al terminarse la etapa de diseño del sistema.

4.2.3 Gestión de cambios de los requisitos

Los requisitos del software son susceptibles a los cambios, no sólo después de la entrega del producto sino también durante el proceso de desarrollo iterativo. La gestión de requisitos es el proceso que administra los cambios en los requisitos del software. El propósito de este flujo de trabajo (Figura 20) es brindar las vías necesarias para evaluar el impacto de los cambios en los requisitos y gestionar el impacto de los cambios aprobados.



Figura 20: Flujo de trabajo del proceso gestión de cambios

4.2.3.1 Proporcionar matriz de trazabilidad

Los cambios en los requisitos tienen impacto en otros artefactos, por eso existe un comité de gestión de los cambios de los requisitos, ellos son los encargados de decidir si se realizan los cambios que son solicitados por los clientes, debido a varios factores, por una inconformidad o la modificación de una ley en

la AGR, entre otros. Los analistas son los encargados de proporcionar las matrices de trazabilidad donde se especifican las relaciones de cada uno de los requisitos con el resto de los artefactos producidos durante el desarrollo del sistema, con el propósito de que el comité de gestión de los cambios pueda evaluar y analizar el impacto de los cambios para tomar la decisión más acertada al respecto.

4.2.3.2 Modificar todos los productos afectados

Si es aceptado el cambio, se continuará con la actividad de modificar todos los productos afectados, en todo lo relacionado con el cambio producido. Cada vez que los requisitos sean modificados deben actualizarse los atributos de los requisitos, sus relaciones y la trazabilidad entre estos. El jefe de proyecto debe asignar un responsable para efectuar el cambio y se actualizarán todos los productos afectados con todos los involucrados en el mismo. Si el cambio que se va a producir es por la inserción de un nuevo elemento, los analistas deben definir los atributos de trazabilidad de cada elemento, las dependencias entre los mismos y actualizar la matriz de trazabilidad.

4.3 Herramientas propuestas para la Gestión de los requisitos

El uso de herramientas en el proceso de gestión de los requisitos es de vital importancia porque ayuda al equipo de desarrollo a seguir la trazabilidad de los requisitos en el proyecto, agilizando el trabajo de manejar y mantener los requisitos, de esta forma mejora la productividad en el proyecto y mejora la calidad del producto desarrollado. El procedimiento propone el uso de las herramientas: Open Source Requirements Management Tool para la administración de los requerimientos, editores de texto, como son Microsoft Office Word y el Microsoft Office Excel.

4.4 Conclusiones

En el presente capítulo se describió el procedimiento propuesto para desarrollar la etapa de gestión de los requisitos. Fueron definidos los pasos a seguir para el apoyo del proceso de gestión de los cambios en el proyecto, identificando 2 pasos fundamentales: proporcionar matriz de trazabilidad y modificar los productos afectados. Se especificaron las herramientas OSRMT y los editores de texto a utilizar en el proyecto para realizar la gestión de los requisitos.

CONCLUSIONES

Del estudio realizado sobre los procesos que componen la Ingeniería de Requisitos se determinó que para realizar los diversos subsistemas en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana es necesario definir un procedimiento que facilite el ajuste de los subsistemas al mismo. Se definieron las etapas de Elicitación, Especificación, Validación y Gestión de los Requisitos, identificando los pasos a seguir, roles, herramientas, técnicas y los artefactos vinculados a la correcta realización de las mismas. Se detalló la notación BPMN ya que es de vital importancia para el modelado de los procesos de negocio y existe una tendencia a su malinterpretación por parte de las personas que la utilizan por primera vez.

Esto ha logrado una agilización en el trabajo que se lleva a cabo en el proyecto y mejoras en la productividad, logrando así un mayor apoyo a la creación de un proyecto de desarrollo de software que cumpla con las necesidades de los clientes.

El procedimiento propuesto se encuentra validándose desde el mes de Enero del año 2010 en el Departamento de Desarrollo de Soluciones para la Aduana, al utilizarse para desarrollar la Ingeniería de Requisitos de todos los subsistemas de este departamento. Actualmente se terminó el análisis de tres subsistemas con resultados favorables, con la utilización de estudiantes de tercer año sin ninguna experiencia como analistas, cumpliendo en tiempo los compromisos que han sido pactados con los clientes, satisfaciendo así sus necesidades.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un estudio sobre el uso de las ontologías en la Ingeniería de Requisitos donde se definan los pasos a seguir para su incorporación en este procedimiento, lo que permitiría lograr un mejor entendimiento y utilización de los conceptos identificados en todos los subsistemas del proyecto facilitando la integración de los mismos. Se propone además que se le incorpore a este procedimiento las actividades que se deben seguir para confeccionar un modelo de dominio en los casos donde no sea posible realizar un modelo de procesos de negocio; así como un listado de preguntas que ayuden a los analistas a determinar si los requisitos especificados cumplen con los atributos de calidad establecidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **IEEE.** *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology.* s.l. : Spring 1991 Ed. IEEE Standard 610., 1991.
2. **Pressman, R.** *Ingeniería del Software: Un enfoque práctico.* s.l. : McGraw-Hill, 2005.
3. **Medina, J.C.** *Análisis Comparativo de Técnicas, Metodologías y Herramientas de Ingeniería de Requerimientos.* México : Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, 2004.
4. **Sommerville, I.** *Ingeniería del Software.* México : Pearson, 2005. 7 Ed.
5. **Boehm, B.** *Guidelines for Verifying and Validating Software Requirements and Design Specifications.* s.l. : North-Holland Publishing Company., 1979.
6. **Leite, J. C.** *A Survey on Requirements Analysis, Advanced Software Engineering Project Technical.* University of California : Department of Information and Computer Science, 1987.
7. **Ralph, R.** *The Requirements Engineering Handbook.* s.l. : Norwood: Artech House, 2004.
8. **Dorfman, M. & Thayer, R.** *Software Engineering.* s.l. : IEEE Computer Society Press, 1997.
9. **Rzepka, W.E.** *A Requirements Engineering Tested: Concept, Status and First Results.* s.l. : IEEE Computer Society, 1989.
10. **Williams, R.** Un primer abordaje a la gestión de requerimientos. *SIU.* [En línea] Abril de 2006. <http://www.siu.edu.ar/infosiu/&edicion=12¬a=75>.
11. **Pohl, K.** *Encyclopedia of Computer Science and Technology.* 1997.
12. **IEEE.** *Guide for developing System Requirements Specifications.* 1998.
13. —. *Recommended Practice for Software Requirements Specifications.* s.l. : Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1998.
14. **Saiedian, H.** *Requirements Engineering: Making the connection between the software developer and customer.* University of Nebraska : Nebraska: Department of Computer Science, 1999.
15. **Kendall, E. K. & Kendall E. J.** *Análisis y Diseño de Sistemas.* s.l. : Prentice Hall Hispanoamericana, 1991. 1 Ed.
16. **Kotonya, G. & Sommerville, I.** *Requirements engineering, processes and techniques.* s.l. : Wiley, 2000.
17. **Hofmann, H.** *Requirements Engineering.* University of Zurich : Zurich: Institute for Informatics, 1993.
18. **Reubenstein, H. B. & Waters R. C.** *The Requirements Apprentice Automated Assistance for Requirements Acquisition.* s.l. : IEEE Transactions on Software Engineering, 1991.
19. **Escalona, M.J. & Koch, N.** *Ingeniería de Requisitos en Aplicaciones para la Web, un estudio comparativo.* Sevilla, España : s.n., 2002.
20. **Sommerville, I.** *Software Engineering.* s.l. : Wiley, 1998.
21. **Macaulay, L. A.** *Requirements Engineering.* s.l. : Springer-Verlag, 1996.
22. **Schreiber, G. & Winters, J. P.** *Applying Use Cases: a Practical Guide.* s.l. : Addison–Wesley, 1998.
23. **Arias, M.** *La Ingeniería de Requerimientos y su importancia en el desarrollo de proyectos de software.* 2006.

24. **Toval, A.** DKSE. *Gestión de Requisitos: hacia la mejora de la calidad y la productividad en proyectos de software*. [En línea] 4 de Febrero de 2005. [Citado el: 10 de junio de 2010.] http://www.dkse.ual.es/es/docs/gestion_requisitos.pdf.
25. **Zuloaga, L.** *Análisis de Requerimientos*. [En línea] [Citado el: 10 de junio de 2010.] <http://www.galeon.com/zuloaga/Doc/AnalisisRequer.pdf>.
26. **Jacobson, G. Booch, J. Rumbaugh.** *El proceso unificado de desarrollo de software*. 2004. ISBN:84-7829-036-2.
27. **Coyner, B & Burke, E.** *Extreme Programming*. 2005.
28. **Sánchez, M. A.** *Metodologías De Desarrollo De Software*. 2004.
29. **Verdecia, D.I & Mastrapa, Y.** *Procedimiento para el modelado de los procesos del Negocio y la Captura de Requisitos del software a la medida desarrollados en la Universidad de las Ciencias Informáticas*. 2008.
30. **Loyola, W.** *BPM: Business Process Modelling*. s.l. : Maestría en Sistemas de Información Gerencial, 2006.
31. **Group., Object Management.** *Business Process Modeling Notation (BPMN)*. Enero de 2009.
32. **Cedeño, K. & Vega, Y.** *Propuesta de un procedimiento para el proceso de elicitación y control de los requisitos en el proyecto ICICV*. Junio de 2008.
33. **Fustiel, Y.** *Desarrollo de los requisitos de software del módulo Fondos en Anticipo del Sistema Administración Financiera del proyecto Registros y Notarías de Venezuela*. Mayo de 2009.
34. **González, K. & Rodríguez, J.G.** *Herramienta para la obtención de requisitos en el desarrollo de software a distancia*. Mayo de 2009.
35. *Diccionario de la Real Lengua Española*. 2009.
36. **Pressman, R.** *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*. Madrid : McGraw-Hill, 2002. Quinta edición.
37. **Sparks, G.** *The Business Process Model*. 2000.
38. **Owen, M. & Raj, J.** *BPMN and Business Process Management: Introduction to the New Business Process Modeling Standard*. s.l. : Popkin Software, 2003.
39. Axure. [En línea] Axure Software Solutions, Inc, 2002. <http://axure.com>.
40. **Letelier, P. & Anaya, V.** *Integrando Especificaciones Textuales y Elementos de modelado UML en un Marco de Trabajo para Trazabilidad de Requisitos*. s.l. : Departamento de Sistemas Informáticos y Computación Universidad Politécnica de Valencia, 2002.
41. **Widrig, D., & Leffingwell, D.** *Managing Software Requirements: A Use Case Approach*. s.l. : 2 Ed. Addison-Wesley., 2003.
42. **Bayarre, H. & Hersford, R.** *Metodología de la Investigación*. Ciudad de la Habana : Ciencias Médicas, 2004.
43. **Hernández, Samperi, R. & Fernández, Collado, C. & Baptista, Lucio, O.** *Metodología de la Investigación Científica*. México : HILL INTERAMERICANA, 1998.
44. **Ruiz, F.** *Tecnología para la Gestión de Procesos de Negocio*. noviembre de 2006.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

¹ CEIGE: Centro de Informatización de Gestión de Entidades.

² IEEE: Por sus siglas en inglés, Institute of Electrical and Electronics Engineers. Asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización, entre otras cosas.

³ BPMN: Según sus siglas en inglés, Business Process Modeling Notation. Es una notación estándar para el modelado de procesos de negocio.

⁴ Java: Lenguaje de programación orientado a objeto, desarrollado por Sun Microsystems (Empresa informática fabricante de semiconductores y software).

⁵ C++: Lenguaje de programación creado por Bjarne Stroustrup en los laboratorios de AT&T (Compañía estadounidense de telecomunicaciones).

⁶ Bell Labs: Centros de investigación científica y tecnológica.

⁷ IBM: Según sus siglas en inglés, International Business Machines es una empresa multinacional que fabrica y comercializa herramientas, programas y servicios relacionados con la informática.

⁸ Microsoft: Empresa multinacional estadounidense. Dedicada al sector de la informática, donde se desarrolla, fabrica, licencia y produce software, equipos electrónicos, entre otras cosas.

⁹ BPM: Según sus siglas en inglés, Business Process Management está centrado en un conjunto de tecnologías, estándares para el diseño, ejecución, administración y monitoreo de los procesos de negocio.

¹⁰ BPMI: Según sus siglas en inglés, Business Process Management Initiative. Ha desarrollado una impactante iniciativa para el mundo de la arquitectura empresarial, conocida como Business Process Management (BPM).

¹¹ UML: Según sus siglas en inglés, Unified Modeling Language. Es un lenguaje de modelado para sistemas de software.

¹² IDEs2: Entorno de Desarrollo Integrado o en inglés Integrated Development Environment (IDE). Es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación.

¹³ HTML: Lenguaje de marcado para la programación Web.