

*Universidad de las Ciencias Informáticas*  
*Facultad 3*



*Título: Definición del proceso Administración de Requisitos para el Modelo Cubano para Desarrollo de Aplicaciones Informáticas (MCDAI).*

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

*Autor(as):* Laritza Añel Soto  
Idanis Oliva Siberio

*Tutora:* Ing. Kariné Ramos Blanco

*Cotutor:* Ing. Raúl Velázquez Álvarez

*Ciudad de La Habana, Junio, 2011*  
*Año 53 de la Revolución.*

*Declaración de Autoría*

Declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo a la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

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

Laritza Añel Soto

\_\_\_\_\_

Idanis Oliva Siberio

\_\_\_\_\_

Ing. Kariné Ramos Blanco

\_\_\_\_\_

## *Resumen*

Las empresas desarrolladoras de software cubanas en la actualidad presentan problemas que contribuyen a que sus productos no satisfagan las necesidades de sus clientes, en muchos casos se debe a la incorrecta o ausencia Administración de Requisitos. Son los requisitos una de las piezas fundamentales en un proyecto de software y marcan el punto de partida de las actividades de un proyecto. Es por ello, la importancia de crear un proceso propio, sencillo y completo que cubra las deficiencias de las empresas cubanas en cuanto a la Administración de Requisitos.

El presente trabajo de diploma muestra la definición del proceso base Administración de Requisitos para el MCDAI. El proceso consta de una descripción gráfica y textual donde se explica detalladamente todas las actividades, además los roles, entradas, controles y salidas que intervienen en cada una de ellas. También incluye los productos de trabajo que son los resultados de cada una de las actividades y de estos se seleccionaron los que formarán parte de la base de conocimiento de la organización. Se proponen las técnicas y herramientas que facilitarán el trabajo con los requisitos y al final se realiza un mapa de compatibilidad del proceso con CMMI y las normas ISO para conocer si la propuesta cumple con las prácticas de estos modelos internacionales.

**PALABRAS CLAVES:** Proceso, Administración de Requisitos.

*Índice de Contenidos*

|   |    |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN.....   | 1  |
| CAPÍTULO 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN .....                          | 8  |
| 1.1    Introducción .....   | 8  |
| 1.1.1    Conceptos Fundamentales.....   | 8  |
| 1.1.2    Calidad .....  | 8  |
| 1.1.3    Calidad del Software .....   | 8  |
| 1.1.4    Modelo de Calidad .....  | 9  |
| 1.1.5    Proceso .....  | 9  |
| 1.1.6    Requisitos del software .....  | 10 |
| 1.1.7    Ingeniería de Requisitos .....   | 11 |
| 1.1.8    Administración de Requisitos .....   | 11 |
| 1.2    Modelos de Calidad .....   | 12 |
| 1.2.1    Capability Maturity Model Integration (CMMI) .....                         | 12 |
| 1.2.2    Modelo de Procesos para la Industria de Software (MoProSoft).....          | 17 |
| 1.2.3    Normas ISO .....   | 20 |
| 1.2.4    Mejora de Proceso del Software Brasileño (MPS.BR) .....                    | 22 |
| 1.3    Resumen: Ventajas y Desventajas de los modelos .....                         | 25 |
| 1.4    Conclusiones parciales del Capítulo1 .....                                   | 32 |
| CAPÍTULO 2: PROPUESTA DEL PROCESO ADMINISTRACIÓN DE REQUISITOS EN EL<br>MCDAI ..... | 33 |
| 2.1    Introducción .....   | 33 |
| 2.2    Desarrollo .....   | 33 |
| 2.2.1    Roles del proceso y sus responsabilidades .....                            | 33 |

|   |  |    |
|---|--|----|
| 2.2.2                                       | Descripción gráfica del proceso Administración de Requisitos .....   | 36 |
| 2.2.3                                       | Descripción textual del proceso Administración de Requisitos .....   | 38 |
| 2.2.4                                       | Productos de Trabajo .....   | 42 |
| 2.2.5                                       | Base de Conocimiento .....   | 44 |
| 2.2.6                                       | Técnicas.....  | 44 |
| 2.2.7                                       | Herramientas.....  | 50 |
| 2.2.8                                       | Mapa de compatibilidad de las actividades del proceso con CMMI ..... | 55 |
| 2.2.9                                       | Mapa de compatibilidad de las actividades del proceso con ISO.....   | 55 |
| 2.3   | Conclusiones parciales del Capítulo 2.....                           | 57 |
| CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA..... |  | 58 |
| 3.1   | Introducción .....   | 58 |
| 3.2   | Desarrollo .....   | 58 |
| 3.2.1                                       | Descripción del método de evaluación a través de expertos .....      | 58 |
| 3.3   | Conclusiones parciales del Capítulo 3.....                           | 65 |
| CONCLUSIONES .....                          |  | 66 |
| RECOMENDACIONES.....                        |  | 67 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....            |  | 68 |
| BIBLIOGRAFÍA.....                           |  | 71 |

*Índice de Tablas*

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1 Áreas de proceso de CMMI (CMMI® for Development, 2006).....                           | 16 |
| Tabla 2 Objetivo y prácticas específicas del REQM (PAPER, 2006).....                          | 16 |
| Tabla 3 Comparación de MoProSoft con otros modelos (FERNÁNDEZ) .....                          | 20 |
| Tabla 4 Niveles de capacidad de los procesos con sus atributos de procesos (SOFTEX, 2009). 25 |    |
| Tabla 5 Ventajas y Desventajas de los modelos. ....   | 31 |
| Tabla 6 Propuesta de preguntas para la entrevista .....                                       | 47 |
| Tabla 7 Comparación entre las herramientas para administrar los requisitos .....              | 55 |
| Tabla 8 Resultados obtenidos del cuestionario expresados en por ciento .....                  | 63 |
| Tabla 9 Valores otorgados por los expertos a las preguntas del cuestionario.....              | 64 |

*Índice de Ilustraciones*

|   |    |
|---|----|
| Ilustración 1 Representación Continua .....                               | 12 |
| Ilustración 2 Representación por Etapas .....                             | 13 |
| Ilustración 3 Niveles de Madurez de CMMI .....                            | 14 |
| Ilustración 4 Nomenclatura de MoProSoft (GARRIDO, 2008) .....             | 18 |
| Ilustración 5 Estructura de MoProSoft (GARRIDO, 2008) .....               | 18 |
| Ilustración 6 Proceso del ciclo de vida del software.....                 | 22 |
| Ilustración 7 Componentes del MPS (SOFTEX, 2009) .....                    | 23 |
| Ilustración 8 Resultados del coeficiente de competencia por expertos..... | 60 |
| Ilustración 9 Resultados del coeficiente de competencia.....              | 61 |

### *Introducción*

La aparición de internet impulsó el crecimiento de la industria del software y millones de empresas empezaron a demandar bienes y servicios que respondieran a las nuevas necesidades del mercado, lo que ha requerido la creación de métodos y procedimientos que cubran todos los procesos existentes en una organización.

Hoy en día la industria del software ha ido alcanzando un gran desarrollo a nivel mundial. Sin embargo aún presenta importantes desafíos debido a que se muestran ciertas deficiencias en los productos, llevando consigo la insatisfacción del cliente, pues no existe una buena comunicación entre este y el equipo de desarrollo en el momento de definir los requisitos que debe cumplir el sistema.

A esta crisis se le suman las estimaciones irreales e inexactas acerca de la duración y los recursos que se necesitarán en un proyecto determinado, los costos de desarrollo y mantenimiento de los productos han estado por encima de lo previsto y la falta de personal calificado ha sido un factor crítico en un mercado laboral tan exigente como es el de la industria de software actual.

Uno de los estudios más referenciados es el que realiza la consultora Standish Group, denominado Chaos Report que apareció por primera vez en 1994. En los resultados obtenidos desde esa fecha hasta el 2004, se pudo observar las deficiencias de los proyectos donde ninguno alcanzó ni siquiera un 50% de éxito. Son proyectos exitosos aquellos que terminan en el tiempo estimado, presupuesto establecido y funcionalidad requerida. El porcentaje de los proyectos comprometidos en los años 1994, 1996, 1998, 2000, 2002 y 2004 fue de 53, 33, 46, 49, 51 y 53 respectivamente. Entiéndase por comprometidos aquellos proyectos afectados en el momento de entregar el producto al cliente ya sea por presupuesto, fecha o esfuerzo. Se analizó además, la situación de los proyectos cancelados con un porcentaje de 31, 40, 28, 23, 15 y 18 respectivamente, reafirmando la existencia de problemas en las empresas desarrolladoras de software.



En abril del 2009, el Standish Group publicó en el Chaos Report el balance de los resultados obtenidos por los proyectos. En este reporte se menciona que solo el 32% de los proyectos fueron exitosos, el 44% comprometidos y el 24% cancelados.

Lo anterior indica que se sigue teniendo dificultades para entregar los productos, principalmente con la comunicación e integración con el cliente, no se cubren los requisitos del mismo, los procesos son inmaduros, existe un manejo inadecuado de los cambios y fallos en las estimaciones.

La calidad es un aspecto muy importante a tener en cuenta en todas las fases del producto para de esta manera desarrollar un software libre de errores.

Cuba va adquiriendo avances en la producción de software realizando un gran trabajo para su capacitación e inserción en el mercado internacional. Con el objetivo de lograr estas metas es fundamental un alto grado de calidad en la producción de software nacional, utilizando estándares y modelos de calidad, pues estos ayudan al incremento de la productividad, logran una mejora en la calidad del producto final y aumenta la satisfacción del cliente.

La creación de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) es un ejemplo del desarrollo que ha adquirido Cuba en la producción de sistemas informáticos. Es considerada la mayor organización productora de software en el país y en la actualidad está desarrollando un proyecto de mejora de sus procesos basado en el modelo Capability Maturity Model Integration (CMMI). El proceso está encaminado a que el centro alcance una evaluación internacional del nivel 2 de madurez de CMMI, siendo la primera empresa cubana evaluada con este modelo.

A pesar de los logros alcanzados todavía existen problemas que contribuyen a que los productos desarrollados por las empresas cubanas de software fracasen. A partir del estudio de las principales causas de fallas en los procesos hecho por el Chaos Report en el 2004, se encuentra

que el 52% de las causas por las cuales se presentan dichas fallas se atribuyen a deficiencias en el proceso de Ingeniería de Requisitos como son una **mala administración de los requisitos**.

En el V Taller de Calidad, Ingeniería, Arquitectura y Gestión de Software, en Memorias de la V Conferencia Científica de la UCI, se publicó el artículo “Proceso para la Administración de Requisitos en la Universidad de las Ciencias Informáticas” de la ingeniera Kariné Ramos Blanco, donde se realizó un diagnóstico en el año 2008, en las facultades 1, 3, 4, 5, 7 y 10 reflejando los problemas que surgen de la incorrecta o ausencia Administración de Requisitos. Los roles entrevistados para el diagnóstico fueron: vice-decano de producción, director de producción, jefe de polo, líder de proyecto, grupo de mejora, grupo de aseguramiento de la calidad, asesor de la calidad, analista funcional, planificador, arquitecto, dirección técnica, auditor, grupo de métricas y administrador de configuración.

A continuación se muestran algunas de las deficiencias de la Administración de Requisitos encontradas en el diagnóstico:

1. No se define un “cliente” cuando es un producto, significa que cuando se está implementando un producto (que no lo solicita un cliente específico) no se define a un responsable o responsables de establecer y autorizar los requisitos del sistema.
2. Las listas de chequeo no se usan en todos los proyectos.
3. En algunos proyectos no siempre se genera la evidencia del acuerdo con el cliente.
4. No se evalúa el impacto de los requisitos en los compromisos existentes.
5. No todos los proyectos administran y documentan completamente los cambios a los requisitos.
6. No todos los proyectos documentan el análisis de impacto de los cambios.
7. No todos los proyectos tienen trazabilidad hacia adelante. Ningún proyecto hace trazabilidad hacia atrás.
8. No hay revisión de inconsistencias ni acciones correctivas.

A pesar de las ineficiencias encontradas en ese año y las acciones tomadas para corregirlas, todavía se siguen presentando problemas en el proceso Administración de Requisitos. En el 2010 se realizó una encuesta a todos los proyectos de la UCI para conocer cuántos de ellos cumplen con las prácticas de este proceso. De los 178 proyectos en total, 17 presentaban problemas en la obtención de los requisitos, 26 no lograban conocer el significado de los requisitos, 53 no firmaban los requisitos del cliente, 66 no ejecutaban trazabilidad hacia adelante, 107 no realizaban trazabilidad hacia atrás, 60 no detectaban inconsistencias, 45 no efectuaban validación de los requisitos con el cliente y los equipos de trabajo de 34 proyectos no establecían compromisos con los requisitos (Ver Anexo 1).

También se realizó a finales de ese mismo año un diagnóstico a los proyectos del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE). Se presentaron de manera muy similar las mismas deficiencias encontradas en los proyectos de la UCI, por ejemplo, no definían criterios para la selección de los clientes adecuados, ni tampoco criterios para la validación de los requisitos, no documentaban los cambios solicitados, no mantenían trazabilidad bidireccional entre los requisitos, el plan del proyecto y los productos de trabajo, además no registraban las revisiones para detectar inconsistencias.

Por los resultados arrojados anteriormente se evidencian 5 problemas fundamentales en el proceso Administración de Requisitos en la Industria Cubana del Software.

- Falta de comunicación entre el cliente y el equipo de desarrollo que provoca la incompleta captura e inestabilidad de los requisitos, el cliente no tiene realmente claro qué es lo que realmente desea y cuál es el problema que quiere resolver.
- Falta de compromiso entre las partes (cliente-equipo de desarrollo), no se ponen de acuerdo con el significado de los requisitos y de esta forma el producto no es el esperado.
- Existe un mal manejo en el control de los cambios, muchas veces estos son producidos por errores o malas interpretaciones de los requisitos, provocando que se pierda gradualmente el control del plan de proyecto. Hay que tener presente que en la

construcción de un software siempre ocurren cambios en los requisitos y por tanto requieren más trabajo.

- La incorrecta o ausencia de la trazabilidad bidireccional de los requisitos muestra que el equipo de desarrollo no hace un seguimiento preciso a los mismos, no conocen su origen, qué artefactos están relacionados con ellos y cuáles componentes del producto implementan.
- Las organizaciones al desarrollar los productos del proyecto no logran identificar las inconsistencias entre los requisitos y estos productos.

Ante la **situación problemática** anterior se propone el siguiente **problema a resolver**:

¿Cómo contribuir al mejoramiento de las prácticas para administrar los requisitos de manera que posibilite el aumento de la calidad de los productos en la Industria Cubana del Software?

Para dar solución al problema planteado se establece como **objeto de estudio** la Ingeniería de Requisitos en la Industria Cubana del Software y se trazó como **objetivo general**: definir el proceso Administración de Requisitos para el MCDAI de manera que contribuya al aumento de la calidad de los productos en la Industria Cubana del Software.

El **campo de acción** es el proceso de Administración de Requisitos en el Modelo Cubano para Desarrollo de Aplicaciones Informáticas (MCDAI).

En función de resolver el problema de investigación se plantea la siguiente **idea a defender**:

Al definir el proceso de Administración de Requisitos para el MCDAI se contribuirá al aumento de la calidad de los productos de la Industria Cubana del Software.

Para el cumplimiento del objetivo general se plantea los siguientes **objetivos específicos**:

- Analizar el proceso de Administración de Requisitos en los diferentes modelos de calidad que existen en la actualidad.
- Proponer los componentes necesarios para definir el proceso Administración de Requisitos.

- Validar la propuesta realizada.

Se definen las siguientes **tareas** para cumplir con los objetivos expuestos anteriormente:

1. Investigación de las tendencias actuales de los modelos de calidad de software en el mundo haciendo énfasis en el proceso de Administración de Requisitos.
2. Diseño y aplicación de encuestas a empresas cubanas para determinar los problemas que afectan la Administración de Requisitos.
3. Propuesta de las actividades, técnicas y herramientas de apoyo al proceso de Administración de Requisitos.
4. Definición de los productos de trabajo que deben quedar establecidos para formar parte de la base de conocimiento de la organización.
5. Elaboración del diagrama de flujo para las actividades definidas en el proceso.
6. Aplicación del método de evaluación a través de expertos para validar la propuesta.

Los **métodos de investigación** se dividen en teóricos y empíricos. Entre los teóricos que se utilizan se encuentran:

- Histórico-Lógico: Brinda la posibilidad de conocer cómo se ha ido desarrollando la Administración de Requisitos en los modelos de calidad en el mundo hasta la actualidad.
- Analítico-Sintético: Mediante este método se analiza el proceso Administración de Requisitos, con el objetivo de caracterizar sus aspectos específicos, sintetizándolos para obtener una propuesta correcta.

El método empírico que se utilizó fue:

- Encuestas: Con el objetivo de conocer los problemas que afectan la Administración de Requisitos en las empresas cubanas de software.

Para facilitar la comprensión del documento se ha estructurado de la siguiente forma:

- Capítulo 1: Fundamentos teóricos de la investigación.

En este capítulo se definen conceptos fundamentales y se realiza una detallada descripción de algunos de los modelos de calidad más relevantes que existen en la actualidad, analizando sus características, ventajas y desventajas, haciendo énfasis en el proceso de Administración de Requisitos en cada uno de los modelos.

- Capítulo 2: Propuesta del proceso Administración de Requisitos en el Modelo Cubano para Desarrollo de Aplicaciones Informáticas (MCDAI).

En este capítulo se define el proceso base Administración de Requisitos para el modelo cubano, realizando la descripción gráfica y textual de este. Se precisa los productos de trabajo que se genera en cada actividad y de estos se analiza cuáles van a formar parte de la base de conocimiento de la organización. Se dará a conocer los roles con sus responsabilidades, las técnicas y herramientas propuestas para ejecutar las actividades e incluye además un mapa de compatibilidad de la propuesta del proceso con CMMI y las normas ISO.

- Capítulo 3: Validación de la propuesta.

En este capítulo se validan los resultados alcanzados en la investigación a partir del empleo del método de evaluación a través de expertos utilizando la metodología de Preferencia pues es la más empleada, por su exactitud, objetividad y rapidez. Además se realiza una descripción detallada de cada una de las etapas que se sigue para ejecutar el método y los resultados que se obtuvieron.

## *Capítulo 1: Fundamentos teóricos de la investigación*

### **1.1 Introducción**

Este capítulo constituye la base teórica de la investigación. En él se definen los conceptos fundamentales y se realiza una detallada descripción de algunos de los modelos de calidad más relevantes que existen en la actualidad, analizando sus características, ventajas y desventajas, haciendo énfasis en el proceso de Administración de Requisitos en cada uno de los modelos.

#### **1.1.1 Conceptos Fundamentales**

##### **1.1.2 Calidad**

El Diccionario de la Real Academia Española en su página web define la calidad como la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a un objeto que permiten apreciarlo como mejor, igual o peor que otros objetos de su especie.

La familia de Normas ISO 9000 se ha elaborado y desarrollado para ayudar a las organizaciones, de todo tipo y tamaño en la implementación y la operación de sistemas de gestión de la calidad eficaces. La ISO 9000: 2000 conceptualiza la calidad como “*el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos*”.

Pressman define la calidad como “*una característica o atributo de algo*”.(PRESSMAN, 2008)

Analizando las definiciones anteriores se puede resumir que la calidad es el grado de cumplimiento de las necesidades del cliente con un mínimo de errores y defectos.

##### **1.1.3 Calidad del Software**

La Calidad del Software es la concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados, y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente.(PRESSMAN, 2002)

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos o Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) define la Calidad del Software como el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requisitos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario.

En síntesis, la Calidad del Software es el grado de cumplimiento de los requisitos funcionales y no funcionales de un sistema de software con el objetivo de satisfacer las necesidades del cliente.

### **1.1.4 Modelo de Calidad**

Los modelos de calidad son herramientas que guían a las organizaciones a la mejora continua y la competitividad dando las especificaciones de qué tipo de requisitos deben implementar para poder brindar productos y servicios de alto nivel.(MELVIN, 2008)

Un modelo de calidad del software es un conjunto de buenas prácticas para el ciclo de vida del software, enfocado en los procesos de gestión y desarrollo de proyectos. Hay que tener presente que los modelos de calidad nos dicen qué hacer pero no cómo hacerlo. Existen en la actualidad varios modelos para la gestión de la calidad del software entre los que se encuentra CMMI, el modelo mexicano MoProSoft, el modelo brasileño MPS.Br, etc.

Los modelos de calidad ayudan a las empresas productoras de software a desarrollar productos y servicios que cumplan con los requisitos y las exigencias de los clientes para un mejor resultado del producto final.

### **1.1.5 Proceso**

Un proceso define quién está haciendo qué, cuándo y cómo alcanzar un determinado objetivo.(JACOBSON *et al.*, 2000)

La ISO 9000: 2000 puntualiza que un proceso es único consistente en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y de finalización, llevadas a cabo para lograr un



objetivo conforme con requisitos específicos, incluyendo las limitaciones de tiempo, costo y recursos.

En el marco del software según Pressman, un proceso de software se define como un marco de trabajo para las tareas que se requieren en la construcción de software de alta calidad.

Analizando las definiciones anteriores se puede plantear que un proceso es un conjunto de tareas relacionadas, las cuales deben ser cumplidas con un orden lógico para lograr un objetivo o una meta. En el ámbito del software se le llama proceso a una serie de pasos predecibles que es fundamental seguir para construir un sistema o producto de alta calidad y en el tiempo establecido.

### **1.1.6 Requisitos del software**

En la traducción certificada de la ISO 9000: 2000 se afirma que los clientes necesitan productos con características que satisfagan sus necesidades y sus expectativas y se expresan en la especificación del producto y son generalmente denominadas como requisitos del cliente. Los requisitos son la necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

Los requisitos para un sistema son la descripción de los servicios proporcionados por el sistema y sus restricciones operativas. Estos requisitos reflejan las necesidades de los clientes de un sistema que ayude a resolver algún problema como el control de un dispositivo, hacer un pedido o encontrar información. (SOMMERVILLE, 2005)

Los requisitos del software son la base de las medidas de la calidad y la falta de concordancia con los requisitos es una falta de calidad. (PRESSMAN, 2002)

Haciendo un análisis de estas definiciones, se puede decir que los requisitos de software son las condiciones o capacidades que el sistema debe cumplir (requisitos funcionales), además de las propiedades que el mismo debe tener (requisitos no funcionales), como por ejemplo, atractivo, usable, rápido, confiable, etc.

### **1.1.7 Ingeniería de Requisitos**

La Ingeniería de Requisitos facilita el mecanismo apropiado para comprender lo que quiere el cliente, analizando necesidades, confirmando su viabilidad, negociando una solución razonable, especificando la solución sin ambigüedad, validando la especificación y gestionando los requisitos para que se transformen en un sistema operacional. (PRESSMAN, 2002)

El proceso de descubrir, analizar, documentar y verificar los requisitos para un sistema se denomina Ingeniería de Requisitos. (SOMMERVILLE, 2005)

Ambos conceptos afirman que la Ingeniería de Requisitos es la encargada de definir todas las actividades involucradas en el proceso de obtención de requisitos, investigando las necesidades del cliente. Se hace posteriormente un análisis de los requisitos encontrados donde se leen, se conceptualizan, el equipo de desarrollo intercambia opiniones e ideas acerca de estos requisitos. Luego se documentan de manera más detallada en la Especificación de Requisitos de Software y por último se validan para demostrar que cumplen con las expectativas del cliente.

### **1.1.8 Administración de Requisitos**

La Administración de Requisitos es un conjunto de actividades que ayudan al equipo de proyecto a identificar, controlar y rastrear los requisitos y los cambios a éstos en cualquier momento mientras se desarrolla el proyecto. (PRESSMAN, 2008)

De manera similar Sommerville conceptualiza la Administración de Requisitos como el proceso de comprender y controlar los cambios en los requisitos del sistema. Expresa la necesidad de mantener vínculos entre los requisitos dependientes para evaluar el impacto de los cambios en los requisitos.

La Administración de Requisitos consiste en gestionar los cambios de los requisitos, las relaciones entre ellos, las dependencias entre la especificación de requisitos y otros documentos producidos por el proceso de desarrollo de software. De esta forma se asegura la consistencia entre los requisitos y el sistema construido. (INTECO, 2008)

En general, la Administración de Requisitos es el proceso que gestiona los requisitos, donde se comprende su significado, se controlan los cambios producidos, se mantiene la trazabilidad e identifican las inconsistencias entre los requisitos y otros artefactos generados.

### 1.2 Modelos de Calidad

#### 1.2.1 Capability Maturity Model Integration (CMMI)

CMMI es un marco de referencia que las organizaciones pueden emplear como propósito para mejorar sus procesos de desarrollo, adquisición y mantenimiento de productos y servicios. Señala la necesidad de administrar los proyectos desde sus etapas iniciales a través de una correcta planificación. Fue publicado en el año 2002, por el Instituto de Ingeniería de Software (SEI) que tiene lugar dentro de la Universidad de Carnegie Mellon (Pittsburgh, USA).

El modelo posee varias áreas de proceso que son un conjunto de prácticas relacionadas que cuando son implementadas colectivamente, satisfacen un conjunto de objetivos considerados importantes para mejorar esa área de proceso. (CHRISISSIS *et al.*, 2009)

Además de las áreas de proceso, CMMI cuenta con dos tipos de representaciones: **continua y por etapas**.

La representación continua permite a una organización seleccionar un área de proceso (o un grupo de áreas de proceso) y mejorar los procesos relacionados con ésta. Esta representación utiliza unos niveles de capacidad para caracterizar la mejora concerniente a un área de proceso individual.(CHRISISSIS *et al.*, 2009)

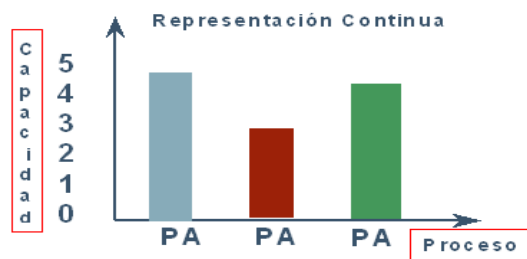


Ilustración 1 Representación Continua

En esta representación las áreas de proceso se organizan en cuatro categorías predefinidas: Gestión de procesos, Gestión de proyectos, Ingeniería y Soporte.

La representación por etapas utiliza conjuntos predefinidos de áreas de proceso para definir un camino de mejora para una organización. Este camino de mejora se caracteriza por diversos niveles de madurez. Cada nivel de madurez proporciona un conjunto de áreas de proceso que caracterizan diferentes comportamientos organizativos. (CHRISSIS *et al.*, 2009)



**Ilustración 2 Representación por Etapas**

Ambas representaciones en su estructura resaltan diferencias notables, la representación por etapas utiliza los niveles de madurez que son el grado de mejora de un proceso en una organización en múltiples áreas de proceso, mientras que la representación continua utiliza los niveles de capacidad que se aplican al logro de mejora de procesos de una organización en áreas de proceso individuales.

En la siguiente ilustración se observa los cinco niveles de madurez que posee la representación por etapas:



**Ilustración 3 Niveles de Madurez de CMMI**

A continuación se muestra en la Tabla 1 las 22 áreas de proceso que presenta CMMI, especificando la categoría y el nivel de madurez de cada una, señalando el área de proceso Administración de Requisitos.

| <b>Área de proceso</b>                                       | <b>Categoría</b>     | <b>Nivel de madurez</b> |
|--|----------------------|-------------------------|
| <b>Análisis causal y resolución – CAR</b>                    | Soporte              | 5                       |
| <b>Gestión de configuración – CM</b>                         | Soporte              | 2                       |
| <b>Análisis de decisiones y resolución – DAR</b>             | Soporte              | 3                       |
| <b>Gestión integrada de proyecto + IPPD<br/>– IPM + IPPD</b> | Gestión de proyectos | 3                       |
| <b>Medición y análisis – MA</b>                              | Soporte              | 2                       |
| <b>Innovación y despliegue en la organización</b>            | Gestión de procesos  | 5                       |

|   |                      |   |
|---|----------------------|---|
| <b>— OID</b>  |                      |   |
| <b>Definición de procesos de la organización<br/>+ IPPD —OPD + IPPD</b> | Gestión de procesos  | 3 |
| <b>Enfoque en procesos de la organización— OPF</b>                      | Gestión de procesos  | 3 |
| <b>Rendimiento de procesos de la organización — OPP</b>                 | Gestión de procesos  | 4 |
| <b>Formación organizativa — OT</b>                                      | Gestión de procesos  | 3 |
| <b>Integración de producto — PI</b>                                     | Ingeniería           | 3 |
| <b>Monitorización y control de proyecto — PMC</b>                       | Gestión de proyectos | 2 |
| <b>Planificación de proyecto — PP</b>                                   | Gestión de proyectos | 2 |
| <b>Aseguramiento de la calidad de proceso<br/>y de producto — PPQA</b>  | Soporte              | 2 |
| <b>Gestión cuantitativa de proyecto — QPM</b>                           | Gestión de proyectos | 4 |
| <b>Desarrollo de requisitos — RD</b>                                    | Ingeniería           | 3 |
| <b>Administración de requisitos — REQM</b>                              | Ingeniería           | 2 |
| <b>Gestión de riesgos — RSKM</b>  | Gestión de proyectos | 3 |
| <b>Gestión de acuerdos con proveedores<br/>— SAM</b>                    | Gestión de proyectos | 2 |
| <b>Solución técnica — TS</b>  | Ingeniería           | 3 |

|                           |            |   |
|---------------------------|------------|---|
| <b>Validación — VAL</b>   | Ingeniería | 3 |
| <b>Verificación — VER</b> | Ingeniería | 3 |

**Tabla 1 Áreas de proceso de CMMI (CMMI® for Development, 2006)**

Existen siete áreas de proceso en el nivel 2 de madurez (Administrado), entre la que se encuentra la **Administración de Requisitos (REQM)**.

El propósito de la Administración de Requisitos (REQM) es gestionar los requisitos de los productos y de los componentes del producto del proyecto, e identificar inconsistencias entre esos requisitos y los planes y productos de trabajo del proyecto. (CHRISIS *et al.*, 2009)

| <b>Objetivo Específico</b>   | <b>Prácticas Específicas</b>   |
|--|--|
| <p><b>SG 1 Administrar Requisitos</b></p> <p>Los requisitos son administrados, y se identifican las inconsistencias entre los requisitos y los planes y otros artefactos del proyecto.</p> | <p>SP 1.1 Comprender el significado de los requisitos.</p> <p>SP 1.2 Obtener compromiso de los participantes/ interesados acerca de los requisitos.</p> <p>SP 1.3 Administrar cambios a los requisitos.</p> <p>SP 1.4 Mantener la trazabilidad bidireccional de los requisitos.</p> <p>SP 1.5 Identificar inconsistencias entre los requisitos y otros productos del proyecto.</p> |

**Tabla 2 Objetivo y prácticas específicas del REQM (PAPER, 2006)**

Las prácticas incluidas en la tabla anterior señalan que los requisitos no solo estén claramente identificados, sino también que todos los involucrados en el proyecto (cliente - equipo de desarrollo) estén de acuerdo en su significado.

Otras de las prácticas en esta área de proceso es la de controlar y documentar de manera adecuada los cambios en los requisitos para de esta forma no perder el control del plan del proyecto.

Un aspecto importante es el de trazabilidad bidireccional. El equipo de desarrollo debe estar en condiciones de relacionar cuál ha sido el origen de los mismos, cuál es la relación entre los requisitos de bajo nivel y los de alto nivel (por ejemplo, cuáles son derivados y de cuál requisito), cuáles son los artefactos relacionados con los requisitos (por ejemplo, especificaciones, documentos de diseño o planes), y cuáles componentes del producto implementan cada requisito. Esta práctica es sumamente importante para poder realizar un buen análisis de impacto ante posibles cambios, y fundamental para poder determinar si el alcance del proyecto ha sido cubierto o no.

La Administración de Requisitos es una de las áreas de proceso de CMMI más significativa dentro de un proyecto, debido a que se hace necesaria su utilización desde sus etapas iniciales para una correcta captura de los requisitos, con el propósito de lograr una mayor satisfacción del cliente.

### **1.2.2 Modelo de Procesos para la Industria de Software (MoProSoft)**

MoProSoft surgió como iniciativa del Programa para el Desarrollo de la Industria de Software (PROSOFT), que tiene como objetivo fortalecer a la industria de software en México y unas de sus principales estrategias es alcanzar niveles internacionales en capacidad de procesos.

Este modelo mexicano se creó con el objetivo de medir o evaluar la capacidad y efectividad de los procesos que siguen las pequeñas y medias empresas (PyMEs) y de esta manera garantizar una calidad constante en el desarrollo de software. Los estándares internacionales que se tomaron como base para su creación fueron: ISO 9000, ISO 15504, SW-CMM y CMMI.



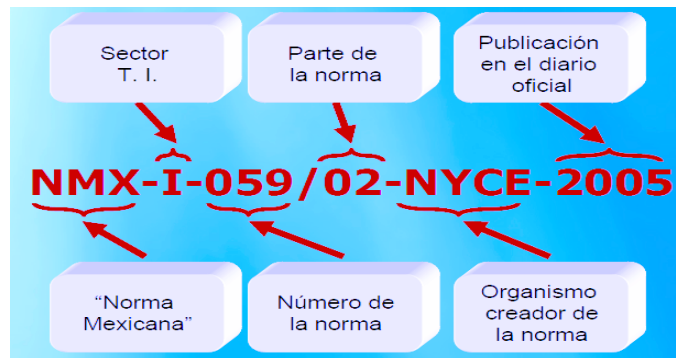


Ilustración 4 Nomenclatura de MoProSoft (GARRIDO, 2008)

### Estructura de MoProSoft

Los procesos de MoProSoft abarcan las responsabilidades asociadas a la estructura de una organización que son: la Alta Dirección, Gestión y Operación.

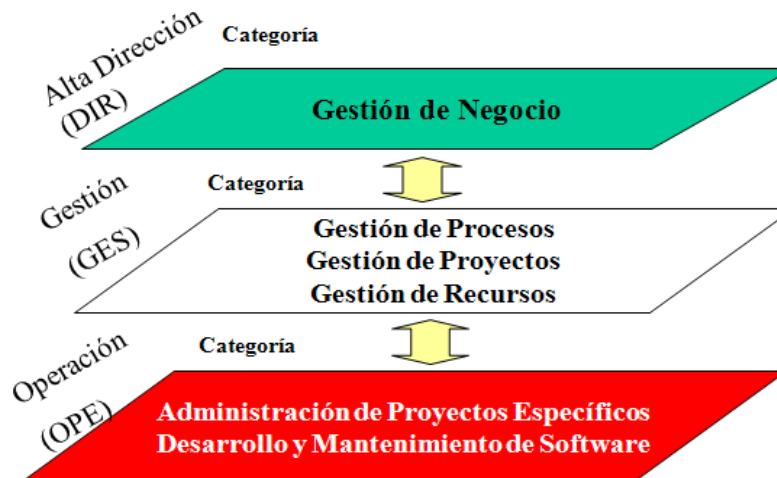


Ilustración 5 Estructura de MoProSoft (GARRIDO, 2008)

La categoría de Operación (OPE) es la encargada de la Administración de Requisitos y aborda las prácticas para los proyectos de desarrollo y mantenimiento de software. Los procesos de esta categoría realizan las actividades de acuerdo con los elementos proporcionados por los de gerencia, y remite a ésta la información y los productos generados.

El propósito de la Administración de Proyectos Específicos es establecer y llevar a cabo sistemáticamente las actividades que permitan cumplir con los objetivos de un proyecto en tiempo y costo esperados. [NMX-I-059/02-NYCE, inciso 5.1.3 Propósito].

En este proceso se establece en la actividad A.2.8 la necesidad de llevar una Administración de Requisitos.

- A.2.8 Revisar el Registro de Rastreo de los requisitos del usuario a través del ciclo.(OKTABA, 2005)

El Desarrollo y Mantenimiento de Software tiene como objetivo la realización sistemática de las actividades de obtención de requisitos, análisis, diseño, construcción, integración y pruebas de productos de software nuevo o modificado cumpliendo con los requisitos especificados. [NMX-I-059/02-NYCE, inciso 5.2.3 Propósito]

Una de las actividades principales del Desarrollo y Mantenimiento de Software es la realización de la fase de requisitos, donde se investigan y elaboran los requisitos del cliente y se obtiene la especificación de requisitos validada y verificada. También se elabora el plan de pruebas y la versión preliminar del manual de usuario.

La tabla que se presenta a continuación muestra las características de diferentes modelos de calidad del software. Se puede observar que MoProSoft cumple con las mayorías de estas características a diferencia de los otros modelos.

| Modelos<br>Características                              | ISO<br>9000:2000 | SW-CMM | ISO<br>15504 | MoPro-<br>Soft |
|---|------------------|--------|--------------|----------------|
| 1. Para SW  | ✗                | ✓      | ✓            | ✓              |
| 2. Comprensible   | ✗                | ✗      | ✓            | ✓              |
| 3. Procesos   | ✗                | ✓      | ✓            | ✓              |
| 4. Práctico   | ✗                | ✗      | ✗            | ✓              |
| 5. Mejora de procesos orientada al objetivo del negocio | ✗                | ✗      | ✓            | ✓              |
| 6. Evaluación con vigencia                              | ✓                | ✳      | ✗            | ✗              |
| 7. Aplicable como norma                                 | ✓                | ✗      | ✗            | ✗              |

✓ Ventajas ✗ Desventajas ✳ Ambas

**Tabla 3 Comparación de MoProSoft con otros modelos (FERNÁNDEZ)**

### 1.2.3 Normas ISO

#### Normas ISO 9000

ISO 9000:2000 agrupa las normas ISO 9001, 9002, 9003 y 9004. ISO 9001, 9002 y 9003 son modelos de sistemas de calidad para el aseguramiento de la calidad externa. La ISO 9001 es catalogada como la más comprensible, abarcando etapas de diseño, manufactura, instalación y sistemas de servicio. Por su parte la norma ISO 9002 se especializa en producción e instalación. La ISO 9003 enfoca su documentación en la inspección y exámenes de productos finales, y la ISO 9004 provee una guía para uso interno, permitiendo el desarrollo de sistemas de calidad propios en los negocios. (CALVACHE, 2009).

Las normas ISO 9000 tiene tres componentes básicos: administración, sistema de calidad y aseguramiento de la calidad. En la administración se provee un sistema para alcanzar el progreso de la organización mediante la realización de metas estratégicas, **comprensión de las necesidades de los usuarios**, productividad, etc., por medio de acciones correctivas y preventivas.

**ISO 9001** especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad (SGC) eficaz en el **cumplimiento de las especificaciones del cliente**.

Mientras que el objetivo de la norma ISO 9001 es la de establecer un sistema de calidad, la **ISO 9000-3** provee las especificaciones de cómo aplicar la ISO 9001 a los procesos de software, entre ellos los procesos de adquisición, suministro, desarrollo, operación, mantenimiento y servicios de ayuda relacionados. Las actividades relacionadas con la Administración de Requisitos en esta norma son:

### **7. Realización del producto**

#### 7.2 Procesos relacionados con el cliente.

7.2.1 Determinación de los requisitos relacionados con el producto

7.2.2 Revisión de los requisitos relacionados con el producto

7.2.3 Comunicación con el cliente

#### 7.3 Diseño y desarrollo

7.3.1 Planificación del diseño y desarrollo

7.3.2 Elementos de entrada para el diseño y desarrollo

7.3.3 Resultados del diseño y desarrollo

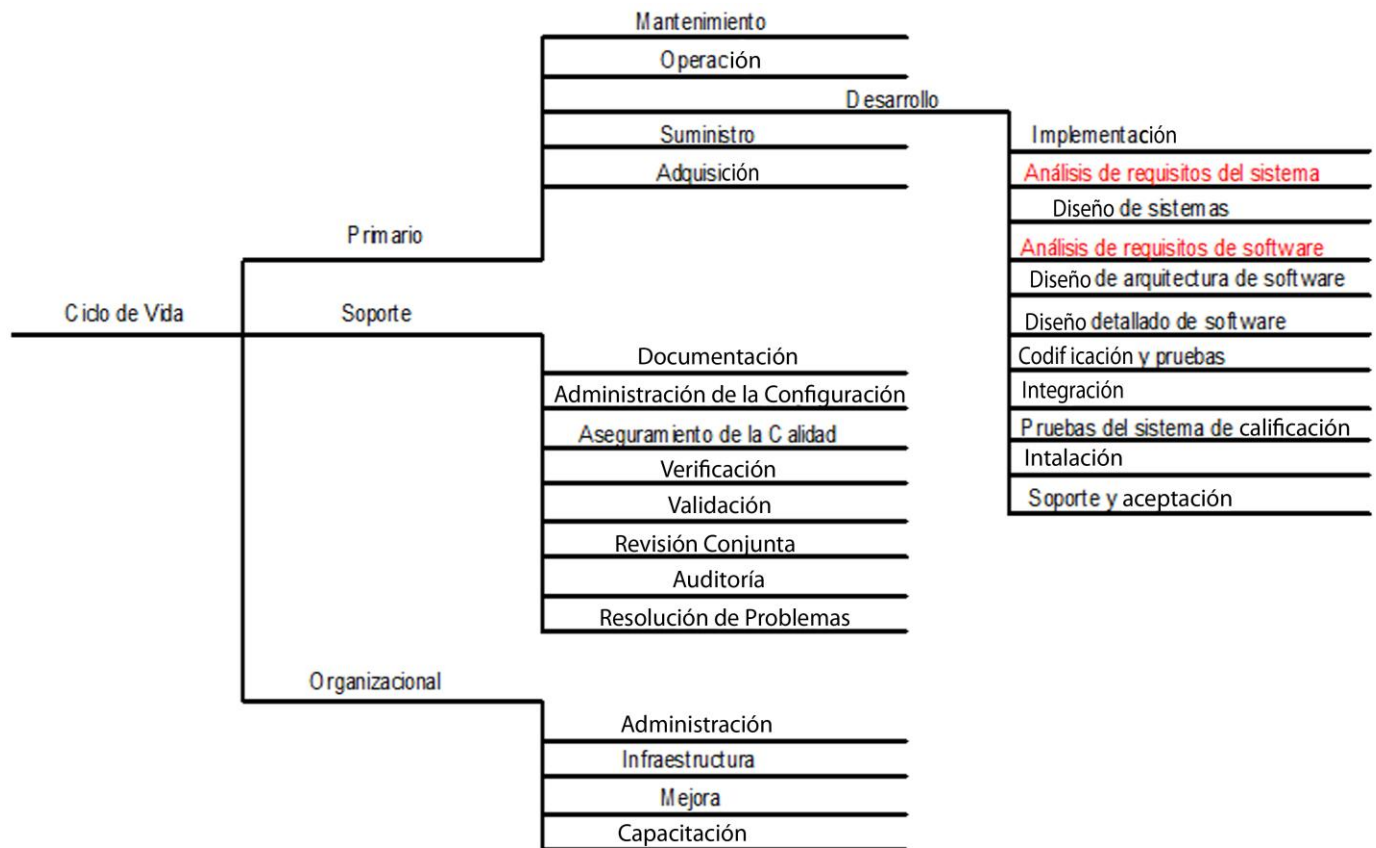
7.3.6 Validación del diseño y desarrollo

7.3.7 Control de los cambios del diseño y desarrollo

### **ISO 12207**

Esta norma está orientada a los procesos de ciclo de vida del software de la organización ISO. Establece un proceso de ciclo de vida para el software que incluye procesos y actividades que se aplican desde la definición de requisitos, pasando por la adquisición y configuración de los servicios del sistema, hasta la finalización de su uso. (CHI y NOH)

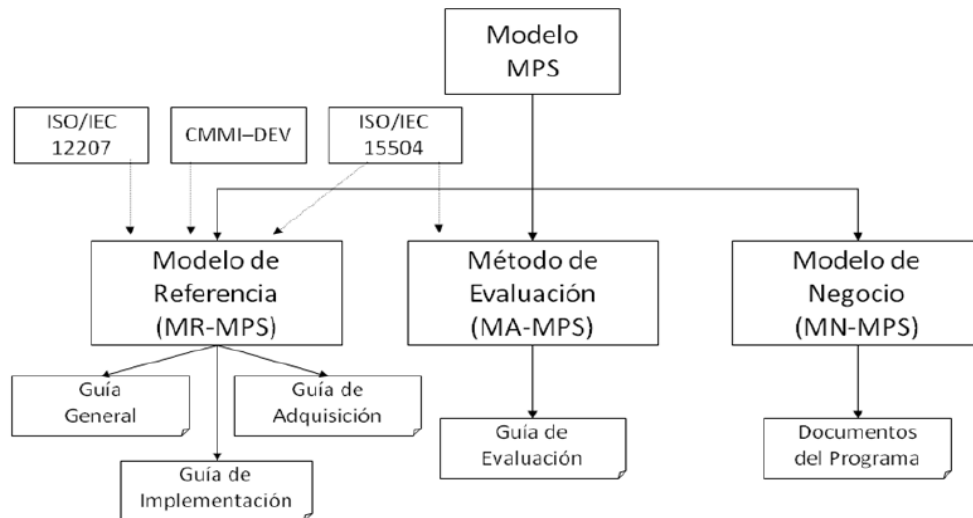
A continuación se muestra el ciclo de vida del software señalando los procesos relacionados con la Administración de Requisitos.



**Ilustración 6 Proceso del ciclo de vida del software**

#### 1.2.4 Mejora de Proceso del Software Brasileño (MPS.BR)

El MPS.BR es un programa movilizador, de largo plazo, creado en diciembre de 2003, es coordinado por la Asociación para Promoción de la Excelencia del Software Brasileño (SOFTEX). MPS posee tres componentes: Modelo de Referencia (MR-MPS), Método de Evaluación (MA-MPS) y Modelo de Negocio (MN-MPS).



**Ilustración 7 Componentes del MPS (SOFTEX, 2009)**

MR-MPS define niveles de madurez que son una combinación entre procesos y su capacidad.

Los niveles de madurez son siete:

- ✓ Optimización
- ✓ Gestionado Cuantitativamente
- ✓ Definido
- ✓ Ampliamente Definido
- ✓ Parcialmente Definido
- ✓ Gestionado
- ✓ Parcialmente Gestionado

La escala de madurez se inicia en el nivel G y progresa hasta el nivel A. Para cada uno de estos niveles de madurez se atribuye un perfil de procesos que indican en qué lugar la organización debe colocar el esfuerzo de mejora.

Los diferentes niveles de capacidad de los procesos son descritos por nueve atributos de procesos (AP). El alcance de cada atributo de proceso es evaluado utilizando los respectivos resultados esperados de atributo de proceso (RAP).

## *Fundamentos teóricos de la investigación*

| <b>Nivel</b> | <b>Procesos</b>                                      | <b>Atributos de<br/>Proceso</b>   |
|--------------|--|---|
| <b>A</b>     | —  | AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2, AP 4.1, AP 4.2, AP 5.1 y AP 5.2 |
| <b>B</b>     | Gestión de Proyectos – GPR (evolución)               | AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2, AP 4.1 y AP 4.2                 |
| <b>C</b>     | Gestión de Riesgos – GRI                             | AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 y AP 3.2                                 |
|              | Desarrollo para Reutilización – DRU                  |   |
|              | Gestión de Decisiones – GDE                          |   |
| <b>D</b>     | Verificación - VER                                   | AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 y AP 3.2                                 |
|              | Validación – VAL                                     |   |
|              | Diseño y Construcción del Producto – PCP             |   |
|              | Integración del Producto – ITP                       |   |
| <b>E</b>     | Gestión de Proyectos – GPR (evolución)               | AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 y AP 3.2                                 |
|              | Gestión de Reutilización – GRU                       |   |
|              | Gestión de Recursos Humanos – GRH                    |   |
|              | Definición del Proceso Organizacional – DFP          |   |
|              | Evaluación y Mejora del Proceso Organizacional – AMP |   |
| <b>F</b>     | Medición – MED                                       | AP 1.1, AP 2.1 y AP 2.2   |
|              | Aseguramiento de la Calidad – GQA                    |   |
|              | Gestión de Portafolio de Proyectos - GPP             |   |
|              | Gestión de Configuración – GCO                       |   |
|              | Adquisición – AQU                                    |   |
| <b>G</b>     | <b>Administración de Requisitos – GRE</b>            | AP 1.1 y AP 2.1   |
|              | Gestión de Proyectos – GPR                           |   |

**Tabla 4 Niveles de capacidad de los procesos con sus atributos de procesos (SOFTEX, 2009)**

El proceso Administración de Requisitos se encuentra en el nivel G Parcialmente Gestionado y su propósito es gestionar los requisitos del producto y componentes del producto del proyecto e identificar inconsistencias entre los requisitos y los planes del proyecto y los productos de trabajo del proyecto. (SOFTEX, 2009)

Los resultados esperados de este proceso son (SOFTEX, 2009):

- **GRE 1.** Los requisitos son entendidos, evaluados y aceptados en conjunto con los proveedores de requisitos, utilizando criterios objetivos.
- **GRE 2.** El compromiso del equipo técnico con los requisitos aprobados es obtenido.
- **GRE 3.** La rastreabilidad bidireccional entre los requisitos y los productos de trabajo es establecida y mantenida.
- **GRE 4.** Revisiones en planes y productos de trabajo del proyecto son realizadas con el objetivo de identificar y corregir inconsistencias relacionadas a los requisitos.
- **GRE 5.** Cambios en los requisitos son gestionados durante el proyecto.

### 1.3 Resumen: Ventajas y Desventajas de los modelos

| <b>Modelos de Calidad</b> | <b>Ventajas</b>   | <b>Desventajas</b>  |
|---------------------------|---|---|
| <b>CMMI</b>               | <p><b>(BRUALLA):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Calendarios y presupuestos predecibles en los proyectos.</li> <li>-Incremento de la productividad.</li> <li>-Mayor calidad de los productos y servicios y por ende la satisfacción de los clientes.</li> </ul> | <p><b>(QUIÑONES, 2006):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Requiere mucho esfuerzo, compromiso de toda la organización.</li> <li>- Requiere un mínimo de cantidad de personal (no</li> </ul> |



|           |  |  |
|-----------|--|--|
|           | <p>-Mejora la moral del personal que labora en el centro.</p> <p><b>(CABO, 2008):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Método evolucionado y flexible.</li> <li>-Compatible con la norma ISO/IEC 15504.</li> <li>-Muy estudiado y fundamentado.</li> <li>-Posee una clara estructura.</li> <li>-Modelo muy difundido.</li> </ul> <p><b>(GARITA, 2007):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Es uno de los modelos más utilizados en la industria del software.</li> <li>-Disminuye o elimina el retrabajo.</li> <li>-Aumenta la fiabilidad en la predicción de costos.</li> <li>-Aumenta el reuso de productos y procesos.</li> <li>-Disminuye costos debido a múltiples evaluaciones y programas de mejoras de procesos.</li> </ul> <p><b>(GONZÁLEZ, 2008):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Expande el ámbito y la visibilidad dentro del ciclo de vida del producto y actividades de ingeniería para asegurar que el producto o servicio cumple con las expectativas del cliente.</li> <li>-Incorpora lecciones aprendidas de áreas adicionales de mejores prácticas (por ejemplo: medidas, gestión del riesgo y mantenimiento de proveedores).</li> <li>-Implementa robustas prácticas de alta madurez.</li> <li>-Dirige funciones críticas de la organización hacia sus productos y servicios más accesibles, con los estándares relevantes de ISO.</li> </ul> | <p>menos de 10 personas en la práctica).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Fuerte inversión económica.</li> </ul> <p><b>(MONTERROSAS, 2008):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Es difícil de aplicar ya que está enfocado a las organizaciones grandes.</li> </ul> <p><b>(CABO, 2008):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Costo alto, al ser un modelo internacional no pueda ser aplicado de una forma sencilla en las empresas.</li> <li>-Proceso de valoración pesado y lento.</li> <li>-Costo alto para la preparación y el soporte.</li> <li>-Las herramientas son demasiado comerciales y el costo muy elevado.</li> <li>-Engorroso o de excesivo papeleo.</li> <li>-Posee herramientas licenciadas como también lo es la valoración del modelo que es muy cara.</li> </ul> |
| MoProSoft | <b>(FERNÁNDEZ):</b>  | <b>(CABO, 2008):</b>   |

|   |  |
|---|--|
| <p>-Mejora la calidad del software producido por la empresa que adopta el modelo.</p> <p>-Eleva la capacidad de las organizaciones para ofrecer servicios con calidad y alcanzar niveles internacionales de competitividad.</p> <p>-Integra todos los procesos de la organización y mantiene la alineación con los objetivos estratégicos.</p> <p>-Sirve para implantar un programa de mejora continua.</p> <p>-Permite obtener acceso a las prácticas de ingeniería de software de clase mundial.</p> <p><b>(KERNEL):</b></p> <p>-La adopción de este modelo habilita la obtención de un certificado ISO 9000 y reduce la brecha para la obtención de una evaluación CMMI nivel 2.</p> <p>--Debido a su estructura y diseño, resulta de fácil comprensión y aplicación.</p> <p><b>(GARRIDO, 2008):</b></p> <p>-Orientado a mejorar los procesos para contribuir a los objetivos del negocio y no simplemente ser un marco de referencia de certificación.</p> <p>-Aplicable como norma mexicana.</p> <p><b>(CABO, 2008):</b></p> <p>-Es un gran desafío por parte de latinoamericanos que intentan armar un modelo propio para su nación, adaptado a sus necesidades y para independizarse de modelos norteamericanos y europeos.</p> <p>-Es una buena alternativa para organizaciones</p> | <p>-Surge como un modelo abierto y flexible pero asocia sus herramientas a Microsoft, lo cual ya lo vuelve licenciado.</p> <p>-Este modelo está dirigido principalmente a pequeñas y medianas empresas (pymes), por lo que es difícil implantarlo en grandes organizaciones.</p> |
|---|--|

|                      |   |  |
|----------------------|---|--|
|                      | <p>pequeñas.</p> <p><b>(MONTERROSAS, 2008):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Enfoque hacia las pequeñas y medianas empresas.</li> <li>-Orientación total al mercado nacional y no al extranjero.</li> <li>-No muy costoso en su adopción y formado por diferentes etapas de gestión del negocio, procesos, proyectos, recursos, operación, desarrollo y mantenimiento.</li> <li>-Proporciona el gran beneficio de obtener los certificados de ISO 9000 y CMM al acreditar el modelo.</li> </ul>  |  |
| <p><b>MPS.BR</b></p> | <p><b>(GONZÁLEZ, 2008):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Conformidad con las Normas Internacionales ISO/IEC 12207.</li> <li>- Procesos del Ciclo de Vida del Software, y sus enmiendas, e ISO/IEC 15504.</li> <li>- Compatibilidad con el CMMI®.</li> <li>-Basado en las mejores prácticas de la Ingeniería de Software.</li> <li>-Creado de acuerdo con la realidad de las empresas brasileñas, mas con un gran potencial para ser replicado en otros países con industrias de software con características semejantes, tales como los países latinoamericanos.</li> </ul> <p><b>(MONTERROSAS, 2008):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Está enfocado a las pequeñas y medianas empresas a través de la factibilidad en su manejo.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Este modelo está dirigido principalmente a pequeñas y medianas empresas (pymes), por lo que es difícil implantarlo en grandes organizaciones.</li> </ul> |

## *Fundamentos teóricos de la investigación*

|                       |  |   |
|-----------------------|--|---|
|                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Costos accesibles.</li> <li>-Posibilidad de obtener niveles de madurez 2 ó 3 de CMMI.</li> </ul>   |   |
| <b>ISO 9000</b>       | <p><b>(CHI y NOH):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mejora la satisfacción del cliente.</li> <li>-Mejora continuamente los procesos relacionados con la calidad.</li> <li>-Reducción de rechazos e incidencias en la producción o prestación del servicio.</li> <li>-Aumento de la productividad.</li> </ul> <p><b>(FERNÁNDEZ):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Tiene un mecanismo de certificación bien establecido.</li> <li>-Está disponible y conocida</li> </ul> | <p><b>(FERNÁNDEZ):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-No es específica para la industria del software, por lo que:</li> <li>-No es fácil de entender.</li> <li>-No es fácil de aplicar.</li> <li>-No está definida como un conjunto de procesos.</li> </ul>  |
| <b>ISO 9001: 2000</b> | <p><b>(CABO, 2008):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Sencillo, que lo puede aplicar cualquier organización.</li> <li>-Las herramientas son muy fáciles de manejar y comprender.</li> <li>-Es una buena estructura.</li> <li>-Su certificación implica la satisfacción del cliente.</li> <li>-Es fácil de aplicar y no muy costoso.</li> <li>-Podría ser usado en forma inicial.</li> </ul>  | <p><b>(CABO, 2008):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Está muy ligado con el cliente y tal vez este no sea una buena medida de calidad ya que a veces puede ser subjetiva.</li> <li>-Es un método que, si bien dice lo que se debe hacer sobre cada caso puntual que se evalúa, no detalla cómo realizarlo.</li> <li>-Conjunto cerrado y demasiado complejo.</li> <li>-Está muy enfocado en el</li> </ul> |

## *Fundamentos teóricos de la investigación*

|                      |  |  |
|----------------------|--|--|
|                      |  | punto de vista económico y poco enfocado en obtener calidad.   |
| <b>ISO 9000-3</b>    | <p><b>(CHI y NOH):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mejor documentación de los sistemas.</li> <li>-Incremento en la eficiencia y productividad.</li> <li>- Mayor percepción de calidad.</li> <li>-Se amplía la satisfacción del cliente.</li> <li>-Se reducen las auditorías de calidad de los clientes.</li> <li>-Agiliza el tiempo de desarrollo de un sistema.</li> </ul>  | <p><b>(DERNIAME, 1999):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-No provee métodos específicos para evaluar la capacidad de aseguramiento de la calidad de una organización.</li> </ul>   |
| <b>ISO/IEC 15504</b> | <p><b>(CABO, 2008):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Es un método que se adapta a cualquier tipo de empresa grande, pequeña, mediana.</li> <li>-El proceso de mejora es un punto fuerte.</li> </ul> <p><b>(FERNÁNDEZ):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Específico para el desarrollo y mantenimiento de software.</li> <li>-Fácil de entender (24 procesos, 16 páginas)</li> <li>-Definido como conjunto de procesos</li> </ul> | <p><b>(CABO, 2008):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Para poder aplicarse a una empresa se requeriría de una inversión grande para capacitar al equipo evaluador.</li> <li>-Muy estructurado, rígido y poco claro, muy costoso de implementar.</li> <li>-No contiene una herramienta clave que lo respalde.</li> <li>-Muy complejas las evaluaciones, lo que implica un costo mayor.</li> </ul> <p><b>(FERNÁNDEZ):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-No es práctico ni fácil de aplicar.</li> </ul> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>-No incluye un mecanismo de evaluación, únicamente tiene los requisitos para uno.</p> <p><b>(MONTERROSAS, 2008):</b></p> <p>-Nada práctico ni fácil de aplicar lo cual lo ha limitado a no ser una norma de reconocimiento internacional.</p> |
|--|--|--|

**Tabla 5 Ventajas y Desventajas de los modelos.**

Analizando las ventajas y desventajas de los modelos de calidad por los diferentes autores mencionados en la tabla anterior, se puede afirmar que estos modelos presentan beneficios similares: el incremento de la productividad, el aumento de la calidad del producto del software, la disminución de los costos de desarrollo y mantenimiento, los calendarios son predecibles y una mayor satisfacción del cliente. A pesar de estas similitudes los modelos presentan notables diferencias, por ejemplo, CMMI es utilizado por grandes empresas y requiere de una gran inversión, es un modelo muy complejo con muchas áreas de proceso necesitando para su avance mucho esfuerzo y compromiso de toda la organización. MoProSoft está dirigido a mejorar los procesos de desarrollo, adquisición y mantenimiento de los productos y servicios de las medianas y pequeñas empresas y se hace difícil implementarlo en organizaciones muy grandes, define las actividades de manera general, además para asegurar la calidad de un producto no se requiere solamente de este modelo. Las normas ISO por su parte proveen actividades poco prácticas y difíciles de implementar, no abarcan todas las acciones para llevar a cabo una correcta Administración de los Requisitos, como por ejemplo, la trazabilidad y la identificación de inconsistencias. MPS.BR además de ser creado para medianas y pequeñas empresas no brinda la posibilidad de proveer roles para las actividades y tiene muchos procesos haciéndose difícil su

implantación. Al igual que MoProSoft para asegurar la calidad de un producto no se requiere solamente de este modelo. Por las desventajas antes mencionadas se puede afirmar que los modelos internacionales estudiados anteriormente, no cubren las necesidades de las empresas cubanas desarrolladoras de software.

#### **1.4 Conclusiones parciales del Capítulo 1**

En el mundo los modelos de calidad son reclamados por los clientes a la hora de adquirir sus productos, con el fin de lograr una calidad excelente, es una meta que cada empresa desarrolladora de software desea obtener. El proceso Administración de Requisitos está en cada uno de ellos, pues se encarga de controlar correctamente los requisitos del cliente para el buen funcionamiento del sistema.

Después de analizar en este capítulo las características, así como las ventajas y desventajas de los modelos de calidad en la actualidad, se demuestra que ninguno de los modelos cumple con las necesidades de las empresas cubanas desarrolladoras de software. La mayoría de estas organizaciones son pequeñas y medianas empresas, presupuestas por el Estado, por lo que no pueden mejorar sus procesos mediante modelos de calidad internacionales. He ahí la importancia de crear un modelo de calidad propio, sencillo para cubrir las deficiencias en las empresas cubanas, con un proceso de Administración de Requisitos donde se provea una descripción gráfica y textual para facilitar la comprensión del proceso, que brinde la posibilidad de proponer los roles necesarios en cada actividad, las diferentes técnicas que se pueden utilizar para obtener los requisitos del cliente, las herramientas más convenientes para llevar la trazabilidad bidireccional y para analizar el impacto de cualquier cambio en los requisitos.

## Capítulo 2: Propuesta del proceso Administración de Requisitos en el MCDAN

### 2.1 Introducción

En el presente capítulo se define el proceso base Administración de Requisitos para el modelo cubano, realizando la descripción gráfica y textual de este. Se precisa los productos de trabajo que se genera en cada actividad y de estos se analiza cuáles van a formar parte de la base de conocimiento de la organización. Se dará a conocer los roles con sus responsabilidades, las técnicas y herramientas propuestas para ejecutar las actividades e incluye además un mapa de compatibilidad de la propuesta del proceso con CMMI y las normas ISO.

### 2.2 Desarrollo

#### 2.2.1 Roles del proceso y sus responsabilidades

Los roles son responsables de un conjunto de actividades de uno o más procesos. Pueden ser asumidos por una o más personas, a tiempo parcial o completo.

| Rol     | Responsabilidades  | Habilidades  |
|---------|--|--|
| Cliente | <ul style="list-style-type: none"><li>- Proveer el listado de los trabajadores que conocen el funcionamiento del área de la organización.</li><li>- Crear el catálogo de personal de la organización cliente para acordar quiénes serán los clientes seleccionados para proveerle los requisitos a los analistas del proyecto.</li><li>- Propiciar toda la información posible de la</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Ser buen comunicador.</li><li>- Conocer el funcionamiento de la empresa en la cual se va a implantar el sistema.</li><li>- Conocer las</li></ul> |



## *Propuesta del proceso Administración de Requisitos*

|                      |  |  |
|----------------------|--|--|
|                      | <p>empresa para una correcta captura de los requisitos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Firmar un compromiso con el equipo de desarrollo para aprobar los requisitos preliminares.</li> </ul>   | <p>necesidades de la empresa.</p>  |
| Jefe de Proyecto     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es el encargado de controlar todas las actividades dentro del proyecto.</li> <li>- Velar por el cumplimiento de los objetivos del proyecto.</li> <li>- Firmar un compromiso con el cliente para aprobar los requisitos preliminares.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ser buen comunicador.</li> <li>- Confianza en sí mismo y en el equipo de trabajo.</li> <li>- Capacidad de liderazgo con experiencia en la toma de decisiones, manejo del personal, supervisión, finanzas y desarrollo de software.</li> </ul> |
| Equipo de desarrollo | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un compromiso para aprobar la ERS.</li> <li>- Revisar las solicitudes de cambio para aceptarlas o rechazarlas en el registro de peticiones de cambio.</li> <li>- Realizar un compromiso para aprobar los requisitos técnicos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocimiento y experiencia de acuerdo a su rol.</li> <li>- Trabajo en equipo.</li> </ul>  |
| Analista             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Crear el catálogo de personal de la organización cliente para acordar quiénes</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tener amplio conocimiento en la</li> </ul>  |

## *Propuesta del proceso Administración de Requisitos*

|                        |   |  |
|------------------------|---|--|
|                        | <p>serán los clientes seleccionados para proveerle los requisitos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seleccionar las técnicas de obtención de requisitos a utilizar.</li> <li>- Obtener los requisitos preliminares a través de las técnicas de obtención.</li> <li>- Validar los requisitos preliminares contra diferentes criterios.</li> <li>- Definir los requisitos funcionales y no funcionales del sistema (ERS).</li> <li>- Mantener un seguimiento de los requisitos mediante un sistema de trazabilidad.</li> <li>- Modelar los requisitos de una forma más técnica.</li> <li>- Validar los requisitos técnicos contra diferentes criterios.</li> <li>- Actualizar sistema de trazabilidad con requisitos técnicos.</li> </ul> | <p>disciplina de Ingeniería de Software.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocimiento y experiencia en la obtención, especificación, administración y análisis de los requisitos.</li> <li>- Ser buen comunicador.</li> </ul> |
| Arquitecto de software | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especificar los requisitos técnicos.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Convencer y comunicar de la factibilidad de las decisiones técnicas.</li> <li>- Claro conocimiento de la estrategia de negocio de la organización.</li> <li>- Compromiso y</li> </ul>             |

## *Propuesta del proceso Administración de Requisitos*

---

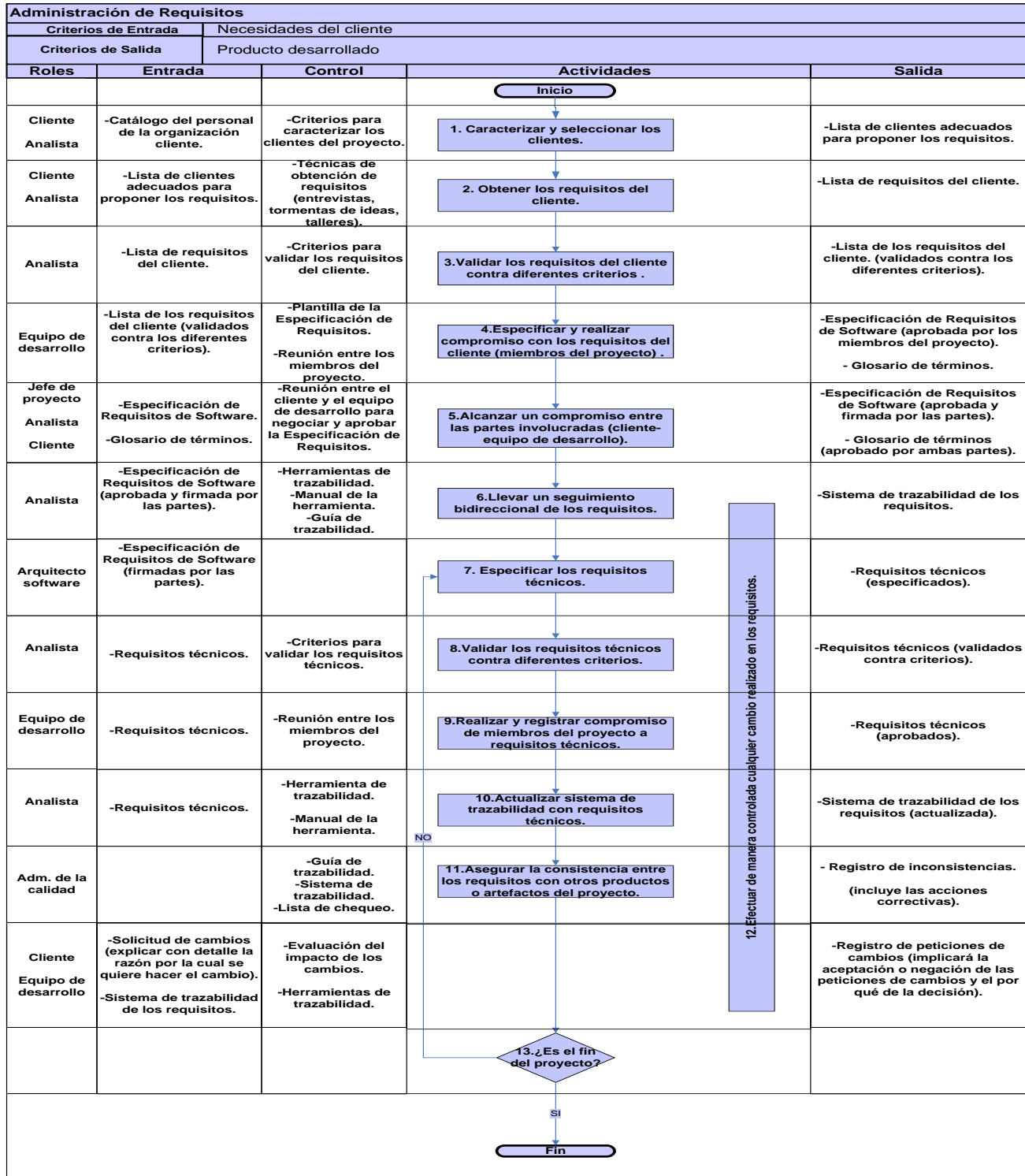
|                             |  |   |
|-----------------------------|--|---|
|                             |  | dedicación.<br><br>- Entender en detalle los requisitos del cliente.  |
| Administrador de la calidad | <ul style="list-style-type: none"><li>- Revisar las inconsistencias entre los requisitos, los productos de trabajo y los planes del proyecto.</li><li>- Registrar las inconsistencias en el Registro de Inconsistencias, manteniendo este documento actualizado con las acciones a tomar para corregirlas.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Ser buen comunicador.</li><li>- Dominar técnicas estadísticas.</li><li>- Poder de análisis estadístico.</li><li>- Dominar técnicas de recolección de información.</li></ul> |

### **2.2.2 Descripción gráfica del proceso Administración de Requisitos**

La gráfica que se muestra a continuación presenta varios componentes que ayudan al equipo de trabajo a realizar las actividades de una manera correcta:

- Entradas: Entradas de las actividades, por ejemplo, plantillas, documentos, registros, etc.
- Controles: Elementos que permiten verificar si la actividad se efectuó.
- Salidas: Salidas del proceso (registros, plantillas llenas, etc.).

# Propuesta del proceso Administración de Requisitos



## *Propuesta del proceso Administración de Requisitos*

### 2.2.3 Descripción textual del proceso Administración de Requisitos

| <b>Proceso Administración de Requisitos</b> |  |   |
|---|--|---|
| <b>Criterios de Entrada</b>                 | Necesidades del cliente  |   |
| <b>Criterios de Salida</b>                  | Producto desarrollado  |   |
| <b>N.</b>                                   | <b>Descripción</b>   | <b>Salida</b>   |
| 1.  | <p>1.1 El cliente provee un listado de los trabajadores que conocen el funcionamiento del área de la organización donde se va a implantar el sistema y junto con el analista, se crea el catálogo de personal de la organización cliente.</p> <p>1.2 Con el catálogo de personal de la organización cliente se caracteriza a cada trabajador contra diferentes criterios. (Ver Anexo 2).</p> <p>1.3 Se realiza una selección inicial para acordar quiénes serán los clientes seleccionados para proveerle los requisitos a los analistas del proyecto.</p> | - Lista de clientes adecuados para proponer los requisitos. |
| 2.  | <p>2.1 Los analistas se reúnen para seleccionar las técnicas de obtención de requisitos a utilizar:</p> <p>2.1.1 Entrevistas a los clientes con el objetivo de intercambiar opiniones para comprender qué es lo que desean y cuáles son los problemas que quieren resolver.</p> <p>2.1.2 Estudio del medio de trabajo donde</p>  | - Lista de requisitos del cliente.                          |

## *Propuesta del proceso Administración de Requisitos*

---

|    |   |   |
|----|---|---|
|    | <p>se desenvuelve el cliente y en donde se va a implantar el producto.</p> <p>2.1.3 Identificación y análisis de fuentes de información (como documentos que ayuden a obtener claramente los requisitos.)</p> <p>2.1.4 Talleres y tormentas de ideas donde ambas partes intercambien opiniones acerca del negocio de la empresa.</p> <p>2.2 A partir de la aplicación de estas técnicas a los clientes adecuados se obtiene como resultado los requisitos preliminares.</p> |   |
| 3. | 3.1 Con la lista de requisitos preliminares del cliente como entrada se validan los requisitos mediante la aplicación de diferentes criterios. (Ver Anexo 3)  | - Lista de requisitos del cliente (validados contra diferentes criterios).            |
| 4. | <p>4.1 Los analistas especifican los requisitos del cliente a través de la plantilla Especificación de Requisitos de Software (ERS). (Ver Anexo 4)</p> <p>4.2 Se realiza una reunión entre los miembros del proyecto con el fin de que entiendan los requisitos y estén de acuerdo con estos.</p>   | <p>- ERS (aprobada por los miembros del proyecto).</p> <p>- Glosario de términos.</p> |
| 5. | 5.1 Se realiza una reunión entre el cliente   | - ERS (aprobada y firmada por   |

## *Propuesta del proceso Administración de Requisitos*

|    |  |   |
|----|--|---|
|    | <p>y el equipo de desarrollo para aprobar la ERS y el glosario de términos.</p> <p>5.2 Asegurar que ambas partes estén de acuerdo con los términos definidos para los requisitos del proyecto.</p> <p>5.3 Aprobar los requisitos si las partes están de acuerdo.</p>   | <p>las partes involucradas).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Glosario de términos (aprobado por ambas partes)</li> </ul> |
| 6. | <p>6.1 El analista inserta en la herramienta de trazabilidad seleccionada con ayuda de la guía de trazabilidad (Ver Anexo 5) los requisitos pactados en la ERS y los clientes que reportaron los requisitos, estableciendo la relación bidireccional entre ellos para:</p> <p>6.1.1 Conocer el origen de los requisitos.</p> <p>6.1.2 Conocer la relación que existe entre los requisitos de bajo nivel y los de alto nivel (por ejemplo, cuáles son derivados y de cuál requisito).</p> <p>6.1.3 Identificar los artefactos relacionados con los requisitos (por ejemplo, especificaciones, documentos de diseño o planes).</p> <p>6.1.4 Identificar los componentes del producto que implementan cada requisito.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de trazabilidad de los requisitos.</li> </ul>  |
| 7. | <p>7.1 La actividad se realizará acorde a lo</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Requisitos técnicos</li> </ul>   |

## *Propuesta del proceso Administración de Requisitos*

|     |   |  |
|-----|---|--|
|     | establecido en el proceso Desarrollo de Requisitos.   | (especificados).   |
| 8.  | 8.1 El analista chequea los requisitos técnicos contra determinados criterios como parte del entendimiento de estos. (Ver Anexo 6)  | - Requisitos técnicos (validados contra criterios).  |
| 9.  | 9.1 Se realiza una reunión entre los miembros del proyecto para aprobar los requisitos técnicos.  | - Requisitos técnicos (aprobados).   |
| 10. | 10.1 El analista actualiza la herramienta de trazabilidad con los nuevos artefactos creados a partir de los requisitos técnicos.  | - Sistema de trazabilidad de los requisitos (actualizada).   |
| 11. | 11.1 Identificar o verificar si existen algunas inconsistencias entre los requisitos y los artefactos que se generan en el proyecto a través de las listas de chequeo.<br>11.2 Las inconsistencias serán registradas en el registro de inconsistencias. (Ver Anexo 7)<br>11.3 Tomar acciones para eliminar las inconsistencias encontradas. (Ver Anexo 7) | - Registro de inconsistencias (explicando las razones por las cuales fueron reconocidas e incluye las acciones correctivas). |
| 12. | 12.1 Si es el fin del proyecto, ir a fin.<br>12.2 Si no es el fin del proyecto, regresar a la actividad 7.  |  |
| 13. | Esta actividad se realizará en caso de que  | - Registro de peticiones de  |



## *Propuesta del proceso Administración de Requisitos*

---

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>haya una solicitud de cambio ya sea por parte del cliente o del equipo de desarrollo.</p> <p>13.1 Estimar y evaluar el impacto de los cambios en los requisitos.</p> <p>13.1.1 Estimar costos de los cambios.</p> <p>13.1.2 Identificar los requisitos afectados directamente.</p> <p>13.1.3 Identificar los requisitos dependientes.</p> <p>13.2 Controlar las versiones del documento de requisitos.</p> <p>13.3 Documentar los cambios a los requisitos. (Ver Anexo 8)</p> | <p>cambios (implicará la aceptación o negación de las peticiones de cambios y el por qué de la decisión).</p> |
|--|--|---|

### **2.2.4 Productos de Trabajo**

Los productos de trabajo son el resultado de una actividad, artefactos asociados a la ejecución de un proceso. Es importante destacar que pueden ser usados, producidos o modificados por el proceso.

En la definición del proceso Administración de Requisitos se encuentran los siguientes productos de trabajo:

✓ **Lista de clientes adecuados para proponer los requisitos.**

La lista de clientes adecuados es una salida de la actividad caracterizar y seleccionar los clientes. El cliente proporciona el catálogo de personal de su organización, al cual se le aplica una serie de criterios para seleccionar en conjunto con el analista los clientes que proveerán los requisitos del sistema. (Ver Anexo 2)

✓ **Lista de requisitos del cliente**

## *Propuesta del proceso Administración de Requisitos*

---

La lista de requisitos se obtiene a partir de la utilización de técnicas a los clientes adecuados para obtener los requisitos, como las entrevistas, talleres, tormentas de ideas, etc. Esta lista es una versión preliminar de los requisitos del cliente que posteriormente el analista la valida contra diferentes criterios, con el objetivo de crear requisitos correctos, no ambiguos, completos, traceables y únicos. (Ver Anexo 3)

### ✓ **Especificación de Requisitos de Software (ERS)**

La ERS se genera a partir de lista de requisitos validados. En ella el analista explica detalladamente tanto los requisitos funcionales (necesidades del cliente) como los no funcionales del sistema (propiedades del producto). Los miembros del proyecto se comprometen con lo generado y luego se reúnen con los clientes para negociar y firmar el acuerdo del compromiso. (Ver Anexo 4)

### ✓ **Glosario de términos**

El glosario de términos lo realiza el equipo de desarrollo para explicar los términos definidos para los requisitos del proyecto. Este documento es aprobado por el cliente en la reunión que se realiza para aceptar la ERS.

### ✓ **Sistema de trazabilidad de los requisitos**

El sistema de trazabilidad se obtiene a partir de que el analista inserta en la herramienta de trazabilidad seleccionada los requisitos pactados en la ERS y los clientes que reportaron los requisitos, para establecer la relación bidireccional entre ellos. Después de especificar los requisitos técnicos por parte del proceso Desarrollo de Requisitos se actualiza dicho sistema de trazabilidad.

### ✓ **Requisitos técnicos**

Después de especificar los requisitos técnicos por parte del proceso Desarrollo de Requisitos, se validan contra diferentes criterios y se realiza una reunión entre los miembros del proyecto para aprobar estos requisitos técnicos. (Ver Anexo 6)

### ✓ **Registro de inconsistencias**

El registro contiene las inconsistencias encontradas por el administrador de calidad entre los requisitos, los productos de trabajo y los planes del proyecto incluyendo las acciones correctivas tomadas o a tomar para rectificar estas inconsistencias. (Ver Anexo 7)

### ✓ **Registro de peticiones de cambios**

El producto se obtiene en caso de que se solicite un cambio a los requisitos sea por parte del cliente o algún miembro del equipo de desarrollo. Además implicará la aceptación o negación de las peticiones de cambios y el por qué de la decisión. (Ver Anexo 8)

### **2.2.5 Base de Conocimiento**

Una base de conocimiento es un repositorio de todos los productos, como por ejemplo, productos de software, planes, reportes, registros y otros documentos como contratos, propuestas, etc. Los productos de trabajo a formar parte de la base de conocimiento de la organización son:

### ✓ **Especificación de Requisitos de Software**

La ERS es uno de los productos de trabajo más significativos en el proceso Administración de Requisitos. Recoge tanto los requisitos funcionales como los no funcionales del sistema, por lo que es de vital importancia almacenarlos en la base de conocimiento para cuando se haga necesario su reutilización.

### ✓ **Registro de inconsistencias.**

Muchos de los errores o inconsistencias que se producen en un sistema determinado se vuelven a repetir en la realización de otros sistemas de software, por lo que este producto de trabajo debe estar incluido en la base de conocimiento con el fin de agilizar la toma de decisiones y minimizar el tiempo de duración del proyecto.

### **2.2.6 Técnicas**

Existen varias técnicas para el proceso de Administración de Requisitos que ayudan a entender el funcionamiento de la organización para obtener de una manera más ágil los requisitos del cliente.

A continuación se proponen cuatro de las técnicas más utilizadas para la captura de requisitos:

### ✓ **Entrevistas**

## *Propuesta del proceso Administración de Requisitos*

---

La entrevista es la técnica de obtención de requisitos más comúnmente usada, debido a que es la forma de comunicación más natural entre las personas. Es un método para descubrir hechos y opiniones que tienen los clientes que le permite al entrevistador obtener una rica información acerca de las necesidades de la empresa.

Se recomienda el uso de la entrevista en los primeros encuentros entre el equipo de desarrollo y los clientes, más específicamente en el proceso de inicio del proyecto, con el propósito de definir los objetivos generales y los beneficios esperados del sistema, identificando y creando los lazos para el futuro trabajo, logrando una mejor comunicación entre las partes involucradas. El éxito de esta técnica depende de la habilidad del entrevistador y de la preparación del mismo.

Para evitar la improvisación, el entrevistador debe preparar con anticipación la entrevista con el objetivo de obtener mejores resultados. Para ello se realiza las siguientes actividades:

- Efectuar un análisis y estudio profundo del problema que se quiere resolver en la organización.
- Seleccionar a las personas a las que se va a entrevistar (para más información ir a la actividad # 1 de la gráfica y descripción textual del proceso Administración de Requisitos: Caracterizar y seleccionar los clientes adecuados para proponer los requisitos).
- Determinar el objetivo y contenido de la entrevista.
- Planificar la entrevista.

### **¿Cómo realizar la entrevista?**

Durante la realización de la entrevista, el entrevistador debe realizar una presentación inicial y enunciar los objetivos de la misma. La entrevista no debe ser muy extensa. Se deben evitar los monólogos y mantener el control por parte del entrevistador, contemplando la posibilidad de que una tercera persona tome notas o grabar la entrevista, siempre que el entrevistado esté de acuerdo.

## *Propuesta del proceso Administración de Requisitos*

---

Se propone una serie de preguntas en el momento de la aplicación de la técnica con el propósito de no obviar puntos claves relacionados con el sistema que se desea implantar. Es importante aclarar que la propuesta es una guía, o sea, puede sufrir modificaciones en dependencia las características del proyecto.

|   |  |
|---|--|
| <b>Preguntas enfocadas al cliente:</b>  |  |
| ¿Quién usará la solución?   |  |
| ¿Quién realiza una tarea determinada?   |  |
| ¿Cuál será el beneficio de una solución exitosa?                                |  |
| <b>Preguntas enfocadas a la comprensión del problema y la solución:</b>         |  |
| ¿Cuáles problemas debería atacar esta solución?                                 |  |
| ¿Dónde se presenta la mayoría de los problemas y por qué?                       |  |
| ¿Podría Ud. describir o mostrar el ambiente en el que se utilizará la solución? |  |
| ¿Las restricciones afectarán la forma en que se busque la solución?             |  |
| <b>Preguntas enfocadas a la efectividad de la actividad de comunicación:</b>    |  |
| ¿Mis preguntas son relevantes para su problema?                                 |  |

|   |  |
|---|--|
| ¿Alguien más puede proporcionar información adicional?    |  |
| ¿Queda alguna información que considera útil comunicarme? |  |

**Tabla 6 Propuesta de preguntas para la entrevista**

Al concluir la entrevista se debe revisar para confirmar que no existen confusiones en la información recogida, dejando siempre abierta la posibilidad de volver a contactar al entrevistado para aclarar dudas que surjan al estudiar la información o al contrastarla con otros entrevistados.

Una vez realizada la entrevista es necesario unificar toda la información en un mismo documento, el cual se puede enviar al entrevistado para confirmar los contenidos. También es importante evaluar la propia entrevista para determinar los aspectos mejorables.

### ➤ **Ventajas**

- Permite conocer a los posibles usuarios en un ambiente controlado.

### ➤ **Desventajas**

- Las personas no siempre están dispuestas a ser entrevistadas:
  - Temen hacer un mal papel o perder poder si revelan lo que saben.
  - No se sienten en confianza con el analista (especialmente si es de otro departamento o ajeno a la empresa).
  - Se saltan pasos básicos al describir los procesos.

### ✓ **Cuestionarios**

El cuestionario consiste en elaborar una serie de preguntas relacionadas con el desarrollo de la empresa cliente para recopilar toda la información posible acerca de las necesidades de la

misma. El objetivo de su utilización es obtener detalles sobre la implementación de las actividades. Se recomienda su utilización cuando la cantidad de personas a entrevistar es grande o cuando está muy dispersa.

### **¿Cómo realizar el cuestionario?**

- El cuestionario tiene que ser claro y debe especificar cómo marcar las respuestas.
- Debe ser conciso, tratar en lo posible de que con el menor número de preguntas, se obtenga la mejor información.
- Las preguntas tienen que tener suficiente espacio para contestarlas.
- Claridad de la redacción, evitar preguntas ambiguas o que sugieran respuestas incorrectas, por lo que deben estar formuladas de la forma más sencilla.
- Colocar primero las preguntas importantes.

### **Consejos para optimizar las respuestas**

- Prever todas las respuestas posibles.
- Que las alternativas sean realistas.
- No dar listas de alternativas muy largas, pero si es necesario que la lista sea larga, entregar una tarjeta con todas las opciones al encuestado.
- Si el encuestado ha de establecer un orden con las alternativas, es preferible entregarle tarjetas sueltas para que él mismo las manipule.

Una vez realizado el cuestionario es necesario unificar toda la información en un mismo documento para obtener una lista preliminar de los requisitos del cliente. También es importante evaluar el propio cuestionario para determinar los aspectos mejorables.

#### ➤ **Ventajas:**

- Cuando las personas se encuentra dispersa.
- Cuando hay muchas personas involucradas en el sistema de software.
- Para conocer y sensibilizar a los interesados antes de proceder con las entrevistas.

#### ➤ **Desventajas:**

- El lenguaje utilizado debe ser muy preciso, por lo que debe hacerse un análisis previo del dominio del problema.

- Se necesita bastante práctica en la elaboración de un buen cuestionario.

### ✓ **Observación**

Los métodos de observación se llevan a cabo por el analista que observa al cliente mientras trabaja, tomando notas de las actividades que se desarrollan cotidianamente. Su objetivo es profundizar en lo que realmente se está haciendo, viendo de primera mano la relación del usuario con la organización y su medio ambiente físico.

La observación se puede realizar de manera directa cuando el analista está presente mientras el cliente realiza sus actividades, o indirecta cuando el analista no está presente, por ejemplo, la utilización de cámaras de video. Esto permite superar problemas con los participantes del proyecto que realizan descripciones idealizadas o demasiado simplificadas de los procesos que se llevan a cabo en sus trabajos.

En la planificación de la observación se debe considerar los siguientes aspectos:

- Decidir qué actividades se van a observar.
- En qué medida (grado de detalle).
- En qué momento.
- Haber distinguido las actividades principales de las secundarias.
  
- **Ventajas:**
  - Revela detalles que difícilmente se habrían descubierto con otros métodos.
- **Desventajas:**
  - A algunos clientes no les gusta ser observados.
  - El tiempo necesario para lograr una buena observación es largo.
  - Es difícil permanecer en calidad de observador.

### ✓ **Tormenta de Ideas**



Una de las técnicas más recurrentes para generar creatividad en un grupo de personas es la llamada lluvia de ideas o brainstorming. Esta técnica es común en muchas empresas, que resuelven los problemas en forma grupal, donde todos escuchan y son escuchados.

La tormenta de ideas son sesiones donde todos los participantes brindan sus opiniones para obtener una solución a una problemática. Las ideas deben ser generadas de forma rápida y abierta sin miedo a expresarse para no crear un ambiente hostil y surjan la mayor cantidad de ideas posibles, luego se evalúan y se escogen las correctas para resolver el problema.

### **¿Cómo realizar la tormenta de ideas?**

- Enfatizar la cantidad y no la calidad de las ideas.
- Evitar críticas, evaluaciones o juicios de las ideas presentadas.
- Presentar las ideas que surgen en la mente, sin elaboraciones o censuras.
- Estimular todas las ideas, por muy malas que ellas puedan parecer.
- Utilizar las ideas de otros, creando a partir de ellas.
  
- **Ventajas:**
  - Valora la opinión de cada miembro individual y la decisión final es alcanzada por consenso.
  - Es una técnica excelente para las decisiones del grupo, es muy popular debido a la libertad creativa completa que ofrece a todos los participantes.
- **Desventajas:**
  - Las decisiones duran más tiempo para ser concluidas puesto que hay muchas opiniones que se considerarán y valorarán.

### **2.2.7 Herramientas**

Las herramientas CASE (Ingeniería de Software Asistida por Computadora) son utilizadas para ayudar al equipo de trabajo a llevar a cabo las actividades del proceso de desarrollo de software,

en donde se encuentra la Administración de Requisitos. Estas herramientas se concentran en capturar los requisitos, administrarlos y producir una especificación de requisitos.

A continuación se proponen cuatro de las herramientas más utilizadas en el proceso de Administración de Requisitos. Las personas que harán uso de estas herramientas las podrán seleccionar de acuerdo a las necesidades y características del sistema que se desarrollará apoyándose en la tabla 7.

### ✓ **Rational RequisitePro**

El RequisitePro es la herramienta que ofrece un mayor control sobre los requisitos del cliente y todos aquellos requisitos técnicos que surjan durante el ciclo de vida del proyecto. Permite crear y compartir requisitos, así como conocer su trazabilidad y el análisis del impacto.

#### **Características**

- Un producto potente y fácil de utilizar para la Administración de Requisitos que propicia una mejor comunicación, mejoras en el trabajo en equipo y reduce los riesgos de los proyectos.
- Proporciona a los equipos la posibilidad de comprender el impacto de los cambios.
- Garantiza que todos los miembros del equipo estén informados de los requisitos más actuales para asegurar la coherencia.
- Se pueden configurar y dar seguimiento a las relaciones entre requisitos para verificar que los requisitos de alto nivel están representados dentro de las especificaciones detalladas de requisitos de software.

### ✓ **OSRMT (Open Source Requirement Management Tool)**

OSRMT es una herramienta de software libre para asistir a todo el ciclo de vida del desarrollo del software y garantiza la trazabilidad entre todos los documentos relacionados con la ingeniería de requisitos.

### **Características**

- Gestión de documentos de ingeniería de requisitos (funcionalidades, requisitos, casos de uso, casos de prueba).
- Permite llevar un histórico de quién y cuándo se ha realizado una modificación sobre la documentación.
- Visualiza los requisitos de forma jerárquica.
- Trazabilidad entre todos los documentos de trabajo.
  - Requisito-Requisito (control de versiones)
  - Requisito-Requisito (dependencia entre requisitos)
  - Requisito-Funcionalidad
  - Requisito-Caso de Prueba
  - Visualización de la matriz de trazabilidad
  - Árbol de trazabilidad para facilitar las auditorías
  - Gráfico de dependencias entre documentos de trabajo para poder determinar el impacto de un cambio

### ✓ **Enterprise Architect**

Enterprise Architect es una herramienta CASE utilizada para el diseño y construcción de sistemas de software. Cubre todos los aspectos del ciclo de desarrollo, proporcionando una trazabilidad completa. Además provee soporte para pruebas, mantenimiento y control de cambio.

### **Características**

- Crea elementos del modelo UML para un amplio alcance de objetivos.
- Ubica esos elementos en diagramas y paquetes.
- Crea conectores entre elementos.
- Documenta los elementos que ha creado.

## *Propuesta del proceso Administración de Requisitos*

---

- Genera código para el software que está construyendo.
- Realiza ingeniería reversa del código existente en varios lenguajes.
- Recolecta incidencias del proyecto, tareas y el glosario del sistema.
- Modela procesos de negocio, sitios web, interfaces de usuario, redes, configuraciones de hardware, mensajes y más.
- Estima el tamaño de su proyecto en esfuerzo de trabajo en horas.
- Captura y traza requisitos, recursos, planes de prueba, solicitudes de cambio y defectos.
- Administra cambio, mantenimiento, scripts de prueba y más.

### ✓ **REM (Requisite Management)**

REM es una herramienta experimental gratuita de Administración de Requisitos, diseñada para soportar la fase de Ingeniería de Requisitos.

#### **Características**

- Gestión de documentos de ingeniería de requisitos
- Trazabilidad entre documentos de trabajo
- Representación jerárquica de los documentos de trabajo.
- Trazabilidad entre todos los documentos de trabajo.
  - Requisito-Requisito (control de versiones)
  - Requisito-Requisito (dependencia entre requisitos)
  - Requisito-Funcionalidad
  - Requisito-Caso de Prueba
  - Visualización de la matriz de trazabilidad
  - Árbol de trazabilidad para facilitar las auditorías
  - Gráfico de dependencias entre documentos de trabajo para poder determinar el impacto de un cambio
- Es una buena herramienta para comenzar el hábito de realizar la gestión de requisitos en aquellas organizaciones que no estuvieran acostumbradas a hacerlo.
- Dispone de una herramienta de análisis de impacto de cambios a los requisitos.

## *Propuesta del proceso Administración de Requisitos*

---

La tabla que se muestra a continuación, ayuda al equipo de desarrollo a escoger la herramienta que le sea más útil, de acuerdo a las características de la organización en donde se va a implantar el sistema, donde:

- ✓ : Características que cumple la herramienta
- X: Características que no cumple la herramienta.

| <b>Características de las herramientas</b>   | <b>Rational RequisitePro</b> | <b>OSRMT</b> | <b>Enterprise Architect</b> | <b>REM</b> |
|--|------------------------------|--------------|-----------------------------|------------|
| Gestión de usuarios y permisos.              | X                            | ✓            | ✓                           | X          |
| Múltiples idiomas.                           | ✓                            | ✓            | ✓                           | ✓          |
| Importa y exporta información en XML y HTML. | X                            | ✓            | ✓                           | ✓          |
| Genera los reportes en formatos PDF.         | X                            | ✓            | X                           | X          |
| Generación de documento en formatos HTML.    | X                            | ✓            | X                           | ✓          |
| Licencia gratuita.                           | X                            | ✓            | X                           | ✓          |
| Multiplataforma.                             | X                            | ✓            | ✓                           | X          |
| Soporte empresarial.                         | ✓                            | X            | ✓                           | X          |
| Interfaz de usuario rápida.                  | ✓                            | X            | ✓                           | X          |
| Rica interacción con el usuario.             | ✓                            | X            | ✓                           | X          |
| Compatible con sistema operativo Windows.    | ✓                            | ✓            | ✓                           | ✓          |

## *Propuesta del proceso Administración de Requisitos*

**Tabla 7 Comparación entre las herramientas para administrar los requisitos**

### 2.2.8 Mapa de compatibilidad de las actividades del proceso con CMMI

| <b>Prácticas específicas de CMMI</b>  | <b>Actividades del proceso Administración de Requisitos en el MCDAI que cubre CMMI</b>  | <b>Cobertura</b> |
|---|---|------------------|
| SP 1.1 Comprender el significado de los requisitos.                                     | 1. Caracterizar y seleccionar los clientes.<br>3. Validar los requisitos del cliente contra diferentes criterios.   | Totalmente       |
| SP 1.2 Obtener compromiso de los participantes/ interesados acerca de los requisitos.   | 4. Especificar y realizar compromiso con los requisitos del cliente (miembros del proyecto).<br>5. Alcanzar un compromiso entre las partes involucradas (cliente-equipo de desarrollo). | Totalmente       |
| SP 1.3 Administrar cambios a los requisitos.  | 12. Efectuar de manera controlada cualquier cambio realizado en los requisitos.   | Totalmente       |
| SP 1.4 Mantener la trazabilidad bidireccional de los requisitos.                        | 6. Llevar un seguimiento bidireccional de los requisitos.   | Totalmente       |
| SP 1.5 Identificar inconsistencias entre los requisitos y otros productos del proyecto. | 11. Asegurar la consistencia entre los requisitos con otros productos o artefactos del proyecto.  | Totalmente       |

### 2.2.9 Mapa de compatibilidad de las actividades del proceso con ISO

| <b>ISO</b> | <b>Actividades de la ISO</b> | <b>Actividades del proceso Administración de Requisitos en el</b> | <b>Cobertura</b> |
|------------|------------------------------|---|------------------|
|            |                              |   |                  |

## *Propuesta del proceso Administración de Requisitos*

|              |  | <b>MCDAI que cubre la ISO</b>   |            |
|--------------|--|---|------------|
| <b>90003</b> | 7. Realización del producto.<br>7.2 Procesos relacionados con el cliente.<br>7.2.1 Determinación de los requisitos relacionados con el producto. | 2. Obtener los requisitos del cliente.  | Totalmente |
|              | 7.2.2 Revisión de los requisitos relacionados con el producto.   | 3. Validar los requisitos del cliente contra diferentes criterios.  | Totalmente |
|              | 7.2.3 Comunicación con el cliente.   | 2. Obtener los requisitos del cliente.<br>5. Alcanzar un compromiso entre las partes involucradas (cliente-equipo de desarrollo). | Totalmente |
|              | 7.3 Diseño y desarrollo.<br>7.3.1 Planificación del diseño y desarrollo.   | 7. Especificar los requisitos técnicos.   | Totalmente |
|              | 7.3.2 Elementos de entrada para el diseño y desarrollo.  | 7. Especificar los requisitos técnicos.   | Totalmente |
|              | 7.3.3 Resultados del diseño y desarrollo.  | 7. Especificar los requisitos técnicos.   | Totalmente |
|              | 7.3.6 Validación del diseño y desarrollo.  | 8. Validar los requisitos técnicos contra diferentes criterios.   | Totalmente |
|              | 7.3.7 Control de los cambios del diseño y desarrollo.  | 12. Efectuar de manera controlada cualquier cambio realizado en los requisitos.   | Totalmente |
| <b>12207</b> | Análisis de requisitos de sistema.   | 2. Obtener los requisitos del cliente.<br>3. Validar los requisitos del cliente   | Totalmente |

## *Propuesta del proceso Administración de Requisitos*

---

|  |                                     |  |            |
|--|-------------------------------------|--|------------|
|  |                                     | contra diferentes criterios.   |            |
|  | Análisis de requisitos de software. | 2. Obtener los requisitos del cliente.<br>3. Validar los requisitos del cliente contra diferentes criterios. | Totalmente |

### **2.3 Conclusiones parciales del Capítulo 2**

Con el desarrollo de este capítulo se definió el proceso Administración de Requisitos para el MCDAI teniendo en cuenta los roles, productos de trabajo, técnicas y herramientas del proceso, demostrando su compatibilidad con algunos de los modelos de calidad más reconocidos internacionalmente como CMMI e ISO.

Este proceso se creó con el objetivo de eliminar los problemas existentes en la actualidad en la Industria Cubana del Software en el momento de administrar los requisitos garantizando la satisfacción del cliente, disminuyendo el presupuesto y el tiempo destinado a su construcción.



## *Capítulo 3: Validación de la propuesta*

### **3.1 Introducción**

En este capítulo se validan los resultados alcanzados en la investigación a partir del empleo del método de evaluación a través de expertos utilizando la metodología de Preferencia pues es la más empleada, por su exactitud, objetividad y rapidez. Además se realiza una descripción detallada de cada una de las etapas que se sigue para ejecutar el método y los resultados que se obtuvieron.

### **3.2 Desarrollo**

#### **3.2.1 Descripción del método de evaluación a través de expertos**

Existen dos tipos de métodos para demostrar la veracidad de una investigación: los de base objetiva y los de base subjetiva. Los primeros utilizan técnicas matemáticas bien fundamentadas para procesar la información disponible, como por ejemplo, la extrapolación y modelación matemática. Sin embargo, el método subjetivo está estructurado a partir de la aceptación de la intuición como comprensión de la realidad social y está basado en la experiencia y conocimiento de un grupo de personas considerados expertos en la materia a tratar. Estos métodos denominados subjetivos son conocidos como **métodos de consulta o evaluación de expertos**. (AEDO, 2008)

Según R. Durand (1971) y referenciado por (BORGES, 2007) se entiende como experto, tanto al individuo en si como a un grupo de personas u organizaciones capaces de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema en cuestión y hacer recomendaciones respecto a sus momentos fundamentales con un máximo de competencia. Además de hacer pronósticos reales y objetivos sobre efecto, aplicabilidad, viabilidad y relevancia que pueda tener en la práctica la solución que se propone y brindar recomendaciones de qué se hace para perfeccionarla.

#### **Etapas del método de evaluación de expertos**

Entre las principales etapas del método de evaluación de expertos se encuentran:

### **1. Elaboración del objetivo**

El objetivo de la evaluación se debe formular en función de valorar el modelo teórico y su correspondiente concreción en el instrumento. (AEDO, 2008)

El objetivo del método de evaluación de expertos en la investigación es: Evaluar la calidad y efectividad de la propuesta de la Definición del proceso Administración de Requisitos para el Modelo Cubano para Desarrollo de Aplicaciones Informáticas (MCDAI) en la Industria Cubana del Software.

### **2. Selección de los expertos**

La selección de los expertos es una de las etapas fundamentales del método. Un experto altamente calificado tiene que tener las siguientes cualidades: la ética profesional, la maestría, la imparcialidad, la intuición, la amplitud de enfoques y la independencia de juicios. (AEDO, 2008)

Para la selección de los expertos se pueden emplear los criterios siguientes:

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

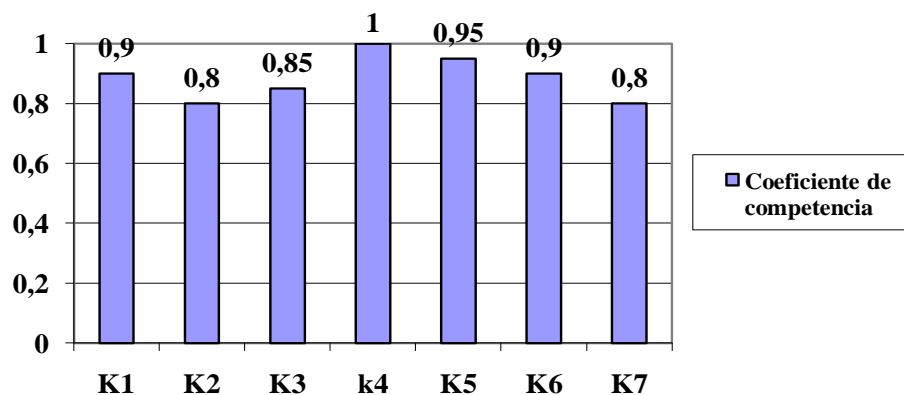
La competencia es el nivel de calificación en una determinada esfera del conocimiento. Existen varios métodos para determinarla, entre el que se encuentra el coeficiente de competencia de Kendall K. Este se calcula mediante la fórmula:

$$K = \frac{Kc + Ka}{2}$$

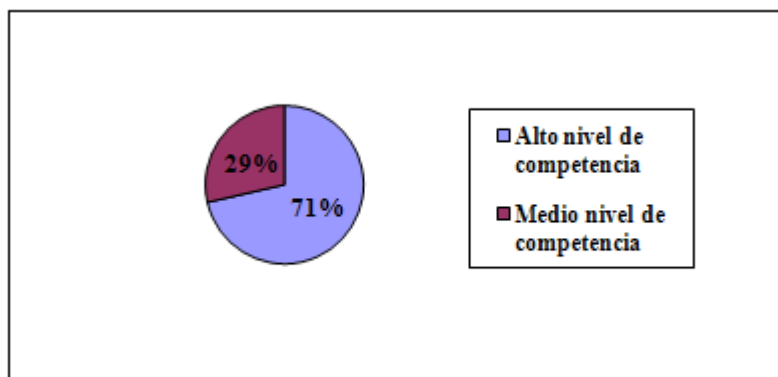
Donde Kc es el coeficiente de conocimiento o información que tiene el experto acerca del problema sobre la base de la valoración del propio experto, en una escala del 0 al 10 multiplicado

por 0.1, siendo el cero absoluto desconocimiento de la problemática que se evalúa y el diez pleno conocimiento de la problemática. Ka es el coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios de expertos determinado como resultado de la suma de los puntos alcanzados a partir de una tabla de patrón. (Ver Anexo 9)

De los expertos seleccionados cinco de ellos presentaron un coeficiente de competencia alto y dos coeficiente de competencia medio, los cuales también fueron seleccionados dado que el coeficiente de competencia promedio de todos los encuestados fue alto, con un valor de 0.89, los valores de los coeficientes calculados para cada uno de los encuestados se pueden ver en el Anexo 10 y para más información acerca de los eventos científicos y la experiencia sobre el tema de Administración de Requisitos de estos expertos se puede acudir al Anexo 11.



**Ilustración 8 Resultados del coeficiente de competencia por expertos.**



**Ilustración 9 Resultados del coeficiente de competencia**

### **3. Elaboración del cuestionario o guía**

El cuestionario que se elaboró (Ver Anexo 12) consta de 9 preguntas que corresponden a demostrar el cumplimiento o no del objetivo propuesto. En cada pregunta los encuestados se les dieron la posibilidad de dar su opinión a favor o en contra de la definición presentada, además de brindar sugerencias para mejorarla, con la libertad de expresar todo lo que se pudo obviar en el cuestionario. La escala de valoración que se encuentra al final del cuestionario está compuesta por 9 categorías en la cual el experto decidirá según su apreciación el valor que le corresponde a cada aspecto en orden descendiente de calidad, en dependencia del grado en que este se cumpla en la propuesta de la definición del proceso Administración de Requisitos.

### **4. Elección de la metodología**

Para la aplicación del método de evaluación de expertos existen varias metodologías. Según el Dr. Raúl Fernández Aedo la más utilizada es la de Preferencia por su exactitud, objetividad y rapidez. Esta metodología permite superar las limitaciones relacionadas con la complejidad de su aplicación y del procesamiento de los datos reflejando las valoraciones individuales de los expertos, las cuales podrán estar fundamentadas tanto en análisis lógico como en su experiencia intuitiva y facilita además el análisis estadístico.

Al emplear este método los expertos ubicarán los aspectos a evaluar, según el cuestionario, por rangos en orden decreciente de calidad, es decir, el lugar que ocupa cada uno de los aspectos en

la guía según el nivel de calidad que refleje o manifieste el resultado de la investigación objeto de análisis.

### **5. Ejecución de la metodología**

Esta etapa comienza desde la propia elaboración del cuestionario, el mismo se les hace entrega a los expertos para que puedan expresar sus opiniones acerca del tema en cuestión. Se les entregó de manera personal un resumen de la definición del proceso con un período de antelación para que tuviesen tiempo de analizar la propuesta y de esta manera responder a las preguntas con una mayor precisión y exactitud.

### **6. Procesamiento de la información**

A continuación se muestra la Tabla 8 que refleja los resultados del cuestionario, observándose que todos los expertos coincidieron en su opinión en las respuestas de las preguntas realizadas, argumentado el por qué de su decisión, además de sugerir elementos que podrían perfeccionar la definición del proceso.

| <b>Preguntas del cuestionario</b>  | <b>Sí</b> | <b>No</b> | <b>No sé</b> |
|--|-----------|-----------|--------------|
| ¿Considera usted que el proceso definido cubre las necesidades de las empresas cubanas productoras de software en la Administración de Requisitos? | 100 %     | 0 %       | 0%           |
| ¿Cree usted que la definición del proceso mejoraría la comunicación entre las partes involucradas y de esta forma comprender los requisitos?       | 100 %     | 0 %       | 0%           |
| ¿Considera que llevar a cabo la trazabilidad bidireccional correcta de los requisitos asegurará la implementación de todas las funcionalidades?    | 100 %     | 0 %       | 0%           |
| ¿Considera que llevar a cabo la trazabilidad bidireccional correcta de los requisitos mejoraría el control del impacto de los cambios?             | 100 %     | 0 %       | 0%           |
| ¿Considera usted que controlar cada cambio en los requisitos   | 100 %     | 0 %       | 0%           |

|   |       |     |    |
|---|-------|-----|----|
| contribuiría al aumento de la calidad de los productos de software?   |       |     |    |
| ¿Cree usted que el registro de inconsistencias es un producto de trabajo importante para el control de la calidad de los productos de software? | 100 % | 0 % | 0% |

**Tabla 8 Resultados obtenidos del cuestionario expresados en por ciento**

En el resto de las preguntas del cuestionario, los expertos afirmaron que la definición del proceso es efectiva, que contribuirá al aumento de la calidad de los productos de la Industria Cubana del Software y que es posible cumplir con las actividades establecidas en el proceso.

Para medir el grado de “coherencia” entre los criterios de expertos se utilizó el coeficiente de concordancia de Kendall ( $w$ ).

En esencia el coeficiente de concordancia de Kendall va a medir el grado de asociación de las evaluaciones ordinales hechas por evaluadores múltiples cuando se evalúan las mismas muestras y sus valores van desde 0 a 1, interpretándose de la manera siguiente:

- ✓ Si este se acerca a 1, más fuerte es la asociación e implica que los evaluadores están teniendo los mismos criterios al evaluar las diferentes muestras. Es obvio que un valor de este estadígrafo igual a 1 es el evento ideal.
- ✓ En caso contrario, si se acerca a 0 la asociación entre los criterios es débil.

No basta con saber si el coeficiente de concordancia de Kendall está más cercano de 0 ó de 1, hay que realizar una prueba de hipótesis para determinar finalmente si existe o no concordancia entre los criterios de los expertos. Según el tamaño de la muestra (cantidad de preguntas) se escogió el tipo de prueba de hipótesis que se muestra a continuación:

$H_0$ : No hay concordancia entre los expertos.

$H_1$ : Hay concordancia entre los expertos.

### Estadígrafo de Prueba

Para muestras pequeñas  $n > 7$ , o sea,  $9 > 7$

El estadígrafo de prueba para este caso tiene una distribución aproximada a la  $X^2$  y se calcula como sigue:

$$X_0^2 = k(n - 1) * w$$

Siendo:

- ✓ k es la cantidad de expertos.
- ✓ n es el tamaño de la muestra (cantidad de preguntas del cuestionario).

### Región Crítica

$$X_0^2 > X_{(1-\alpha; n-1)}^2$$

En el caso que se presenta se pueden observar los tipos de puntuación (Tabla 6) que le dan los expertos a las preguntas, vale destacar que esta puntuación va del 1 al 9 siendo el valor 1 el mínimo y el 9 el máximo.

|          | Preguntas del Cuestionario |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------|----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Expertos | 1                          | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1        | 9                          | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 2        | 7                          | 7 | 9 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 3        | 9                          | 8 | 9 | 9 | 9 | 8 | 9 | 9 | 9 |
| 4        | 9                          | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 5        | 9                          | 9 | 8 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 6        | 9                          | 9 | 9 | 9 | 9 | 8 | 9 | 9 | 9 |
| 7        | 8                          | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

**Tabla 9 Valores otorgados por los expertos a las preguntas del cuestionario**

Para el análisis estadístico se utilizó el software SPSS 15.0, el cual arrojó un coeficiente de Kendall (w)= 0.718 y un valor de  $\chi_0^2 = 38.796$  (Ver Anexo 13), utilizándose la tabla estadística Distribución  $X^2$  con un  $\alpha = 0.05$ ,  $n = 9$  por lo que el  $X^2$  teórico = 15.51. (Ver Anexo 14)

En este experimento se rechaza  $H_0$  o lo que es lo mismo se puede afirmar que existe concordancia entre los criterios de los expertos.

### **3.3 Conclusiones parciales del Capítulo 3**

Con la validación de la propuesta mediante el método de evaluación a través de expertos se dio cumplimiento a los objetivos propuestos afirmando la efectividad de la misma. Se seleccionaron expertos de alto coeficiente de competencia avalados por su alta calificación científico-técnica, prestigio profesional y conocimiento profundo del tema objeto de investigación. Los resultados obtenidos demostraron la concordancia de las opiniones entre los expertos acerca de la definición del proceso descrita en el capítulo anterior.



### Conclusiones

Los estudios realizados para determinar el estado actual de la Administración de Requisitos en las empresas cubanas desarrolladoras de software, han demostrado la necesidad de crear un proceso que cubra todas las deficiencias encontradas, para lo cual se cumplió con los objetivos específicos propuestos:

- Se realizó un estudio exhaustivo de los principales modelos de calidad internacionales que existen en la actualidad, haciendo énfasis en el comportamiento del proceso Administración de Requisitos en cada uno de ellos demostrando que ninguno cumple con las necesidades de las empresas cubanas desarrolladoras de software.
- Se definieron los componentes necesarios para el proceso Administración de Requisitos, desarrollando una propuesta de las actividades, roles, técnicas y herramientas de apoyo al proceso. Se precisó los productos de trabajo que se genera en cada actividad y de estos se analizó los que pertenecen a la base de conocimiento de la organización e incluye además, un mapa de compatibilidad de la propuesta del proceso con CMMI y las normas ISO.
- La validación se realizó mediante el método evaluación a través de expertos. Los resultados obtenidos demostraron la concordancia de las opiniones entre los expertos acerca de la definición del proceso afirmando la efectividad de la propuesta.

### *Recomendaciones*

Para incrementar la calidad de los productos desarrollados por las empresas cubanas de software dado a los resultados satisfactorios obtenidos se recomienda:

- Aplicar la propuesta en las empresas cubanas de software con el objetivo de eliminar las deficiencias en la Administración de Requisitos en cada una de ellas.
- A partir de la propuesta realizar capacitaciones a los involucrados en el proceso para ser más efectiva su aplicación.

*Referencias bibliográficas*

1. AEDO, D. C. R. F. Educación y tecnología. Un binomio excepcional. 2008.
2. BORGES, D. T. C. Respuestas a 16 preguntas sobre el empleo de expertos en la investigación pedagógica. 2007.
3. BRUALLA, C. R. CMMI®: mejora del proceso en Fábricas de Software.
4. CABO, J. M. Desarrollo de instrumentos de evaluación educativa para tecnologías específicas desde la perspectiva de ciencia - tecnología y sociedad. 2008, vol. 3, nº p. 16.
5. CALVACHE, C. J. P. Análisis comparativo del estándar ISO 9000-3 con las subcaracterísticas de calidad de la ISO 9126 Tutor: Serrano, D. M. Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información. Universidad de Castilla–La Mancha, 2009.
6. CMMI® for Development. 2006. vol. Version 1.2
7. CHI, J. A. C. y NOH, W. D. Certificación ISO 9000, 9000-3,12207 y modelo CMM.
8. CHRISSIS, M. B.; KONRAD, M., et al. CMMI® Guía para la integración de procesos y la mejora de productos. Traducido por: Espacio, C. D. M. D. P. D. S. E. E. y Madrid, I. D. L. U. P. D. Segunda edición ed. 2009. 630 p.
9. DERNIAME, J.-C., B. KABA, AND D. WASTELL. Software Process: Principles, Methodology and Technology. 1999, nº p. 307.

10. FERNÁNDEZ, R. A. Modelo de Procesos para la Industria del Software (MOPROSOFT). Facultad de Ciencias Puras y Naturales. Universidad Mayor de San Andrés,
11. GARITA, G. Desarrollar una metodología de administración de proyectos para el desarrollo y el mantenimiento proyectos informáticos, basada en la metodología de proyectos PMI y bajo el modelo de calidad para los procesos CMMI. Tutor: Arroyo, M. Universidad Estatal a Distancia, 2007.
12. GARRIDO, A. R. Taller de la Norma Mexicana NMX-I-059-NYCE-2005 (MoProSoft). 2008, nº p. 82.
13. GONZÁLEZ. Mejora del proceso software de una pequeña empresa desarrolladora de software: caso Competisoft - Perú Lambda Tesis para optar el Título de Ingeniero Informático, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2008.
14. INTECO, I. N. D. T. D. L. C. Guía práctica de gestión de requisitos. 2008, nº p. 21.
15. JACOBSON, I.; BOOCH, G., et al. El Proceso Unificado de Desarrollo de Software. 2000, 458 p.
16. KERNEL. Consultoría para la implementación del Modelo MoProSoft.
17. MELVIN. Modelos de Gestión de la Calidad del Software

18. MONTERROSAS, F. R. G. Modelo de calidad nacional como guía de evaluación de una fábrica universitaria de software. Tutor: Domínguez, M. C. A. L. Facultad de Contaduría y Administración, Córdoba - Orizaba. Universidad Veracruzana, 2008.
19. OKTABA, H. Modelo de Procesos para la Industria de Software MoProSoft Por Niveles de Capacidad de Procesos. 2005, nº p. 135.
20. PAPER, W. Una Introducción a CMMI 2006, nº p. 56.
21. PRESSMAN, R. S. Ingeniería de Software. Un enfoque práctico. . 5ta ed. 2002.
22. PRESSMAN, R. S. Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico Sexta Edición ed. 2008.
23. QUIÑONES, E. Modelos de Calidad de Software y Software Libre. 2006
24. SOFTEX. MPS.BR - Mejora de Proceso del Software Brasileño Guía General. 2009, nº p. 55.
25. SOMMERVILLE, I. Ingeniería del Software. En séptima edición ed. 2005, p. 687.

*Bibliografía*

1. AGÜERA, I. O. Estudio de herramientas de análisis y gestión de requisitos. nº p. 7.
2. ALDANA, C. A. A. y VALERO, M. E. S. Herramientas CASE para Ingeniería de Requisitos. nº p. 7.
3. BLANCO, I. K. R. Proceso para la Administración de Requisitos en la Universidad de las Ciencias Informáticas. 2010, nº p. 11.
4. CHRISSIS, M. B.; KONRAD, M., et al. CMMI® Guía para la integración de procesos y la mejora de productos. Traducido por: Espacio, C. D. M. D. P. D. S. E. E. y Madrid, I. D. L. U. P. D. Segunda edición ed. 2009. 630 p.
5. COBO, H. Requerimientos: ¿Cómo evaluar su calidad? 2006
6. FUENTES, J. M. Optimización del proceso de Gestión de Requisitos en el desarrollo de aplicaciones software. 2007, nº p. 9.
7. Fernández, R. (2006). Los métodos de evaluación de expertos para valorar resultados de las investigaciones. Folleto sobre métodos de evaluación de expertos. MES, Cuba.
8. MESTRE, M. I. J. A. M. Corroboración de calidad y efectividad de los aportes prácticos de investigación a través de evaluación de expertos 2008
9. NAVARRO., I. O. A. Aplicación de un procedimiento para el cálculo y evaluación de costos de calidad. 2007, nº p. 102.

10. PABLO MARTÍN, C. A. I.; BARCELONA, M. Á., et al. Promoción del desarrollo de SW libre en un entorno de calidad y confianza adaptando las metodologías, procesos, modelos de negocio y últimas tecnologías. 2009, nº p. 77.
11. PRESSMAN, R. S. Ingeniería de Software. Un enfoque práctico. . 5ta ed. 2002
12. SOCIETY, S. E. S. C. O. T. I. C. IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications. 1998, nº p. 38.
13. TERUEL, M. I. K. P. Procesos, Técnicas y Herramientas para la Ingeniería de Requisitos.
14. TERUEL, I. K. P. Modelo de Referencia para la Ingeniería de Requisitos en Proyectos de Bioinformática. Tesis en opción al grado de Máster en Bioinformática, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2007.
15. TERUEL, K. P. Principales Roles para Equipos de Desarrollo de Software. 2008
16. TORO, A. D. y JIMÉNEZ, B. B. Metodología para la Elicitación de Requisitos de Sistemas Software. 2000, nº p. 78.
17. TOVAL, A. Gestión de Requisitos: hacia la mejora de la calidad y la productividad en proyectos software. 2005
18. UCI, I. P. D. D. C. D. S. Prácticas recomendadas para la especificación de requisitos de software.
19. Villalobos Sánchez, Gómez Rodríguez y Delgado Álvarez: El Sistema HACCP. Barreras y acciones para su implementación desde una perspectiva CTS. 2010
20. WILLIAMS, R. Un primer abordaje a la gestión de requerimientos. 2006

21. ZAMBRANO, A. N. C. Herramienta para el análisis de requerimientos dentro de la pequeña empresa desarrolladora de software en Bogotá. Proyecto De Grado Presentado Para Optar Al Título De Ingeniero De Sistemas, Pontificia Universidad Javeriana, 2005.



