

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 3



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

Título: Propuesta de estándar para el Modelado de Procesos de Negocio, Especificación de Requisitos de Software y Modelado del Sistema en el proyecto Informatización de Tribunales Populares Cubanos.

Autores:

Ania Guerra Guerra

Anaelys Rodríguez Grau

Tutora:

Ing. Linnnet Acosta de la Cruz

Cotutora:

Ing. Mairelys Martínez López

La Habana
Junio 2012

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos que somos las únicas autoras de este trabajo y autorizamos a la Facultad 3 de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

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

Ania Guerra Guerra

Anaelys Rodríguez Grau

Ing. Linnet de la Cruz Acosta

Firma de la Tutora

Ing. Mairelys Martínez López

Firma de la Cotutora

Pensamiento

“La responsabilidad nuestra es luchar porque la calidad del producto que aquí se haga sea de las mejores y la mejor posible...”

Ernesto Che Guevara



AGRADECIMIENTOS

A mami y papi por darme todo el amor del mundo y una educación maravillosa, por confiar siempre en mis capacidades, por enseñarme a ser fuerte para enfrentar las vicisitudes que se presentan en el camino. Sin ustedes no sería la persona que soy hoy y no hubiera alcanzado este logro maravilloso del que ya podemos disfrutar juntos.

A mi hermanito querido “fili” por estar junto a mí durante tanto tiempo, y apoyarme en todo.

A mi novio Juan Carlos, por estar junto a mí desde el comienzo de nuestro amor. Por su fidelidad, lealtad, confianza y dedicación. Por estar presente en cada uno de mis momentos difíciles desde que nos conocimos, por no dejarme caer en aquellos que pudo haber ocurrido. Por velar porque nunca falte la sonrisa en mi rostro. Por aportarme todos tus conocimientos y estar dispuesto a hacerlo siempre. Te amo, gracias por todo.

A mi cuñada Ena y a mis tías Abadesa, Esther, a mi prima “olgui” y al resto de ellas por haber estado y continuar presente en momentos bien importantes de mi vida.

A Manuel y a Enita por acogernos a Juan Carlos y a mí en su hogar y cuidarnos como nuestros propios abuelitos, siempre los tengo presente y nunca olvidaré todo lo bello y lo bueno que han hecho por nosotros.

A Ari, a Mili y a Lisy por ser las hermanas que nunca tuve, por confiar en mí, por apoyarme siempre, por permitirme compartir momentos únicos y maravillosos. Me siento afortunada de haber encontrado amigas como ustedes, sencillas y con una personalidad increíble. Las llevo en mi corazón, saben que aunque la distancia nos separe, emocionalmente estaremos conectadas por siempre.

A Doa, Irmelito y Yosle por ser mis amigos incondicionales. Agradezco la oportunidad que el destino me dio, de haberlos conocido aquí. Juntos hemos compartido momentos buenos y otros no tan agradables. Nos hemos aconsejado y respaldado en tiempos difíciles. Hemos creado nuestro propio idioma y que decir de nuestros festejos, nunca hubo un “red party” mejor que el nuestro, al que se sumaban Juanka, Lisy y Rances, a quienes también les agradezco su grandiosa amistad. Nunca los olvidaré.

A Yusde, a Arismel a Yake y Adrián por haberme ayudado a dar un gran salto en mi carrera a ustedes también les debo el haber superado situaciones difíciles y por supuesto otros maravillosos momentos de alegría.

A las hermosas niñas y guapos niños del baile, que en corto tiempo se convirtieron en mi familita. A Ric, Vel, Belquiña, Eve, Rita, Pedro, Javi y Michel gracias por su amistad y cariño y por los momentos agradables que me han permitido compartir junto a ustedes.

Ania Guerra Guerra

Le agradezco a mis padres Maribel y Aurelio y mi abuela Mirtha por ser el motor impulsor en mi vida, por ser ellos mi fuente de inspiración, por apoyarme en cada momento, guiarme por el buen camino, por tener tanta fé en mí, por hacerme entender que sin esforzarme no lograría nunca este gran sueño de hacerme ingeniera y por todo el amor y el cariño que siempre me han brindado, los amo mucho.

A mi mamá en especial por ser mi guía, mi orgullo, mi razón de ser de cada día, por ser madre y padre a la vez, y por inculcarme que siempre se puede lograr lo que te propongas. A mi papá por ser mi motivación, mi ejemplo a seguir y por acogerme como una hija más. A mami por ser mi principal razón de esforzarme todos los días de mi vida. Le agradezco a mi abuelo y a mi tía Norma por ser la luz que me guían por los senderos de esta vida. A mis abuelos Adys y Félix y Camilo por apoyarme durante estos 5 años. A mi hermana por comprenderme, creer en mí y por ser yo ese espejo en el que ella se mirará un día. A Idelys por confiar siempre en mí y creer que si lo lograría. A todos mis tíos Anita, Nancy, Sara, Lázara, Miriela, Amarilys, Rubén, por estar ahí siempre que los necesité. A mis primas por apoyarme siempre, por reír y llorar con ellas y por ser el orgullo y el ejemplo de ellas.

Le agradezco en especial a una persona que más que amiga se ha convertido en una hermana para mí, porque gracias a ella estoy aquí, Ariadna. A mis amigos y amigas por todo su apoyo en especial a Lisi, Maide, Saily, Yoandra, Lotti, Nela, Lianet, por ayudarme a crecer y a encontrar mi lugar en el mundo, por darme muchos días felices y llenos de risas, por darme sus hombros para llorar y por permitirme entrar a sus vidas y compartir conmigo un poquito de cada uno de ustedes. A los chicos del 9310, del 9309 saben que los aprecio mucho.

A Pito por su apoyo incondicional y amor en todo momento durante 2 años, por no dejarme caer y siempre estar ahí cuando más lo necesitaba.

A otros amigos que a pesar de ser poco tiempo que nos conocemos, los aprecio y los quiero mucho en especial a Lisandra, Yasniel, Lachy, Roly, gracias por su comprensión y apoyo.

A mi compañera de tesis por apoyarme y porque sin ella este sueño no se hubiese hecho realidad. Gracias y confío en que estaremos en contacto a pesar de las distancias.

A mis tutoras Linnet y Mairelys que nos apoyaron en todo momento para que la tesis terminara en tiempo y por brindarnos su apoyo a cambio de nada. A Daniel apoyarnos cada vez que lo necesitábamos. A todos los profesores que han incidido en mí de forma positiva y me han ayudado a superarme cada día más.

Por último a la universidad por permitirme crecer en todos los aspectos de mi persona y porque aquí he vivido la mejor etapa de mi vida.

Anaelys Rodríguez Grau

RESUMEN

La Universidad de las Ciencias Informáticas es una institución que vincula la docencia, la producción de software y la investigación, unida al Ministerio de Justicia desarrolla un sistema para los Tribunales Populares Cubanos que informatice los procesos y documentos jurídicos y controle automáticamente las actividades judiciales que lo rigen. La calidad de software constituye un factor fundamental en la informatización de dichos proceso.

En la presente investigación se realizó un estudio de conceptos tales como Aseguramiento de la Calidad, metodología, estándar y de las actividades esenciales para conformar los artefactos Modelo de Proceso de Negocio, Especificación de Requisitos de Software y Modelo del Sistema.

A partir del estudio realizado y de analizar las no conformidades técnicas-conceptuales detectadas en documentaciones revisadas, se propuso un estándar que ayude a los analistas a conformar los artefactos mencionados, así como listas de chequeo que servirán como elemento evaluador de calidad. Por último, se validó la propuesta realizada utilizando el método Delphi por Criterio de Especialistas y se constató que cuenta con un alto grado de probabilidad de éxito de ser aplicada.

PALABRAS CLAVES

Artefactos, aseguramiento de la calidad, Delphi, desarrollo de software, estándar, revisiones técnicas-formales.

Tabla de contenido

Tabla de contenido	7
Introducción	11
Capítulo 1: Fundamentación teórica	16
1.1 Calidad de software	16
1.1.1 Aseguramiento de la Calidad	17
1.1.2 Listas de chequeo	19
1.2 Metodología utilizada en el proyecto ITPC	19
1.3 Modelado de Negocio	20
1.4 Requisitos	21
1.5 Estándares	23
1.5.1 IDEF	24
1.5.2 Redes de Petri	24
1.5.3 BPMN	24
1.5.4 Estándar para Especificación de Requisitos de Software	25
1.5.5 Estándar para el Modelado del Sistema	27
1.6 Método Delphi	29
1.6.1 Validación por Criterio de Especialistas	29
1.7 Conclusiones parciales	30
Capítulo 2: Propuesta de Estándar	31
2.1 Estándar	31
2.1.1 Objetivo	31
2.1.2 Alcance	31
2.1.3 Definiciones y acrónimos	31
2.1.4 Estructura del estándar	32
2.2 Modelado de Procesos de Negocio	33
2.2.1 Pasos para conformar el artefacto	33
2.2.2 Elementos y patrones para el modelado	34
2.2.3 Reglas para el modelado	41
2.2.4 Reglas para la redacción	45
2.2.5 Pautas para la confección del artefacto	46

2.3 Especificación de Requisitos de Software	47
2.3.1 Pasos para conformar el artefacto	47
2.3.2 Reglas para la redacción	48
2.3.3 Pautas para la confección del artefacto	49
2.4 Modelado del Sistema	50
2.4.1 Pasos para conformar el artefacto	50
2.4.2 Elementos y patrones para el modelado.....	51
2.4.3 Reglas para el modelado	54
2.4.4 Reglas para la redacción	56
2.4.5 Pautas para la confección del artefacto	56
2.5 Listas de chequeo.....	57
2.5.1 Lista de chequeo para el artefacto Modelo de Procesos de Negocio.....	59
2.5.2 Lista de chequeo para el artefacto Especificación de Requisitos de Software.....	60
2.5.3 Lista de chequeo para el artefacto Modelo del Sistema	62
2.6 Conclusiones parciales.....	64
Capítulo 3: Validación	65
3.1 Método Delphi.....	65
3.2 Criterio de Especialistas	66
3.2.1 Selección de los especialistas	66
3.2.2 Determinar las áreas de conocimiento que deben dominar los especialistas....	66
3.2.3 Listado de los especialistas candidatos	67
3.2.4 Determinar el coeficiente de experticia	67
3.3 Elaboración de los cuestionarios	70
3.4 Análisis de los resultados	71
3.4.1 Confirmar concordancia entre los especialistas.....	77
3.5 Conclusiones parciales.....	79
Conclusiones Generales	80
Recomendaciones.....	81
Bibliografía	82

Índice de Figuras

Figura 1 Patrón Secuencia.....	38
Figura 2 División Paralela.	38
Figura 3 División Paralela.	39
Figura 4 División paralela.....	39
Figura 5 Sincronización.....	40
Figura 6 Selección exclusiva.....	40
Figura 7 Combinación simple.....	41
Figura 8 Lanes.	41
Figura 9 Inicio de proceso	41
Figura 10 Fin de proceso	42
Figura 11 Relación evento-tarea	42
Figura 12 Tamaño del nombre de las tareas	42
Figura 13 Nombre de las Tareas.....	42
Figura 14 Otra forma de escribir el nombre	43
Figura 15 Relación entre tareas y datos	43
Figura 16 Ubicación de los datos	43
Figura 17 Evento de tiempo anidado	44
Figura 18 Relación tarea-evento	44
Figura 19 Forma de escribir la condición.	44
Figura 20 Puerta de enlace basada en eventos.....	45
Figura 21 Fines alternativos	45
Figura 22 Asociación de extensión.	53
Figura 23 Asociación de inclusión.....	53
Figura 24 Asociación de generalización/especialización.	53
Figura 25 Múltiples actores roles comunes.....	54
Figura 26 Nombrar casos de uso	55
Figura 27 Otra forma de nombrar casos de uso	55
Figura 28 Lista de chequeo.....	58
Figura 29 Tabla de no conformidades.....	59
Figura 30 Promedio de especialistas	70

Figura 31 Criterio de Especialistas.....	71
Figura 32 Porciento de evaluación de los especialistas.....	72
Figura 33 Criterio de Especialistas.....	72
Figura 34 Porciento de evaluación de especialistas	73
Figura 35 Criterio de Especialistas.....	73
Figura 36 Porciento de evaluación de especialistas	74
Figura 37 Criterio de Especialistas.....	74
Figura 38 Porciento de evaluación de los especialistas.....	75
Figura 39 Criterio de especialistas	75
Figura 40 Criterio de especialistas	76
Figura 41 Criterio de especialistas	76
Figura 42 Porciento de evaluación de los especialistas.....	77

Índice de tablas

Tabla 1. Elementos del modelado de procesos de negocio.....	35
Tabla 2. Elementos para el modelado de casos de usos del sistema.	52
Tabla 3. Escala de Puntuación de las Fuentes de Argumentación.....	68
Tabla 4. Coeficiente de competencia de los especialistas en la calidad.....	69
Tabla 5. Coeficiente de competencia de los especialistas en el Modelado de Negocio y Requisitos como actividades de RUP.	69
Tabla 6. Coeficiente de competencia de los especialistas en el proceso de desarrollo de software.....	69
Tabla 7. Concordancia entre los especialistas.....	77
Tabla 8. Cálculo de la S media.	78

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de software es el proceso mediante el cual se obtienen productos que permiten digitalizar y agilizar el trabajo que a diario realizan las personas de forma manual. Mediante su aplicación se contribuye a la informatización de las diferentes esferas sociales pues los usuarios sienten constantemente la necesidad de agilizar los procesos, de forma tal que les permitan optimizar el tiempo y reducir los costos. Con la aplicación de un software “dependiendo de sus especificidades” se puede reducir el riesgo que corre la información de pérdida o daño y limitar el acceso a la misma, lo que permite optimizar el tiempo y los recursos; de tal forma se pueden obtener atributos de calidad de software como la confiabilidad, seguridad, mantenibilidad y eficiencia de los procesos informatizados. Resulta fundamental tener presente que la calidad con la que cuente el proceso de desarrollo de software definirá los buenos resultados que se puedan obtener. Las cualidades que conforman un producto permiten definir cuán útil es.

Para contribuir a lograr la calidad de un producto se pueden aplicar estándares para el análisis, diseño, implementación y prueba del software; que permitan mejorar la calidad del producto e ir estableciendo controles que favorezcan a regular los niveles mínimos de calidad que este debe alcanzar. Dichos estándares son creados por organizaciones como la Organización Internacional de Normalización (ISO por sus siglas en inglés) y Modelo de Capacidad y Madurez Integrado (CMMI por sus siglas en inglés), esta última constituye una guía para ayudar a mejorar las organizaciones, tanto en la madurez de la organización como en la capacidad de los procesos, además constituye un punto de referencia que permite a las organizaciones perfeccionar sus procesos de desarrollo, obtención, mantenimiento de productos y servicios.

Cuba ha avanzado notablemente en el desarrollo de software en los últimos años, muestra de ello es la fundación en el año 2002 de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), la que tiene como objetivo graduar universitarios con altos niveles científicos y comprometidos con la patria. En esta existe un proyecto que tiene como objetivo informatizar los procesos de los Tribunales Populares Cubanos (TPC), el cual pretende dotar al Tribunal Supremo Popular de un sistema integral de informatización de los procesos jurídicos que se desarrollan en los TPC.

El proyecto Informatización de Tribunales Populares Cubanos (en lo adelante ITPC) cuenta con un grupo de calidad que realiza las revisiones necesarias, para detectar errores en etapas tempranas y contribuir a lograr la calidad interna en el proyecto.

Durante las primeras revisiones técnicas-formales a los artefactos Modelo de Procesos de Negocio, Especificación de Requisitos de Software y Modelo del Sistema se detectaron 130 no conformidades. Estas suelen ocurrir debido a que los analistas no siempre tienen presente los elementos que se encuentran dentro de las planillas para la confección de cada artefacto. Otro inconveniente es el desconocimiento del modelado, lo que afecta la calidad de los diagramas y asimismo la de los artefactos. Los analistas cuentan con las pautas que se han definido en el proyecto para la confección de los artefactos mencionados, pero en dichas pautas no se describen los métodos que permitan obtener paso a paso cada una de las especificaciones que se definen en ellas, tampoco se precisan consideraciones a tener en cuenta para tomar decisiones, de forma tal que contribuyen a la confección de los artefactos con la calidad requerida.

Teniendo en cuenta la situación problemática anteriormente descrita se identifica el siguiente **problema a resolver**: ¿Cómo contribuir al Aseguramiento de la Calidad de los artefactos Modelo de Procesos de Negocio, Especificación de Requisitos de Software y Modelo del Sistema del proyecto ITPC, para disminuir las no conformidades técnicas-conceptuales detectadas en estos?

Basado en lo expuesto anteriormente se define como **objeto de estudio** el proceso de desarrollo de software.

El **campo de acción** se precisa en los artefactos Modelo de Procesos de Negocio, Especificación de Requisitos de Software y Modelo del Sistema en el proyecto ITPC.

Para darle cumplimiento al problema planteado se traza como **objetivo general**: elaborar la propuesta de un estándar para el Modelado de Procesos de Negocio, Especificación de Requisitos de Software y Modelado del Sistema en el proyecto ITPC.

Como **objetivos específicos** se definen:

- Elaborar el marco teórico de la investigación.

- Proponer un estándar para el Modelado de Procesos de Negocio, Especificación de Requisitos de Software y Modelado del Sistema del proyecto ITPC.
- Validar la propuesta de solución.

Se plantea la siguiente **idea a defender**: si se aplica un nuevo estándar para el Modelado de Procesos de Negocio, Especificación de Requisitos de Software y Modelado del Sistema, se contribuirá a disminuir las no conformidades técnicas-conceptuales arrojadas por las revisiones técnicas-formales e identificadas en las etapas de prueba que sean traceables hacia los tres artefactos.

Para darle solución al problema y cumplir el objetivo trazado se proponen las siguientes **tareas de la investigación**:

- Definición del estado del arte de los estándares existentes para el Modelado de Procesos de Negocio, Especificación de Requisitos de Software y Modelado del Sistema en el proceso de desarrollo de software en el ámbito internacional y nacional.
- Estudio de las actividades que se desarrollan para el modelado de negocio y requisitos en los proyectos de desarrollo de software.
- Estudio de listas de chequeo y verificación definidas por el Centro de Calidad para Soluciones Informáticas (en lo adelante Calisoft) para la correcta elaboración de los artefactos correspondientes al modelado de negocio y requisitos.
- Caracterización de los artefactos Modelo de Procesos de Negocio, Especificación de Requisitos de Software y Modelo del Sistema del proyecto ITPC.
- Detección de las no conformidades más frecuentes en los artefactos Modelo de Procesos de Negocio, Especificación de Requisitos de Software y Modelo del Sistema.
- Elaboración de la propuesta del estándar.
- Validación de la propuesta.

Durante el desarrollo de la investigación se utilizaron los siguientes métodos científicos:

Métodos teóricos:

- **Analítico-sintético:** permitió analizar las características de las no conformidades en los artefactos generados, con el objetivo de sintetizar la información, permitiendo clasificar los errores. Además se realizó una síntesis de la documentación estudiada durante la investigación.
- **Análisis histórico- lógico:** permitió realizar un análisis sobre la evolución de los estándares que se utilizan para el Modelado de Procesos de Negocio, Especificación de Requisitos de Software y Modelado del Sistema.
- **Inductivo-deductivo:** luego de indagar sobre los principales estándares para conformar los artefactos en el proyecto, se analizaron sus características y ventajas para seleccionar elementos que contribuirían a conformar un estándar sintetizado y mejorado para confeccionar los artefactos Modelo de Procesos de Negocio, Especificación de Requisitos de Software y Modelo del Sistema.
- **Hipotético-deductivo:** se utilizó para observar que la elaboración de los artefactos en el proyecto no sigue una regla específica. Por lo que se piensa que la aplicación de un nuevo estándar puede contribuir a la correcta confección de los artefactos y la detección de las no conformidades existentes en ellos para incidir en la calidad de los mismos.

Métodos empíricos:

- **Entrevista:** este método se empleó para recopilar información, a través de preguntas elaboradas y aplicadas a los analistas del proyecto y trabajadores de Calidad para Soluciones Informáticas (Calisoft). Ver anexo # 1.
- **Observación:** el método fue utilizado para observar cómo se realizaban cada uno de los artefactos.
- **Encuesta:** mediante este método se pudo encuestar a un grupo de especialistas que ofrecieron sus criterios y de los cuales se pudo determinar su nivel de conocimiento respecto a los temas consultados. Luego se les aplicó una segunda encuesta para

verificar el grado de concordancia de los mismos sobre la propuesta realizada. Ver anexo # 2 y 3.

Estructura de la Tesis:

Capítulo I (Fundamentación teórica): describe el objeto de estudio, se expone una valoración del estado del arte y se analizan las tendencias y estándares actuales referentes al tema. Se estudia el modelado del negocio y requisitos como fases del proceso de desarrollo de software. Se tratan conceptos fundamentales como calidad, Aseguramiento de la Calidad, estándar, metodología entre otros.

Capítulo II (Propuesta de estándar): se proponen reglas para confeccionar el modelado de procesos de negocio, especificación de requisitos de software y el modelo del sistema, además se describen los aspectos que son considerados importantes y no están incluidos dentro de las pautas para conformar cada artefactos.

Capítulo III (Validación de la propuesta): se valida la propuesta realizada en el capítulo dos mediante la utilización de los métodos definidos con anterioridad en el capítulo uno evaluador para cada artefacto.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Introducción

En este capítulo se realiza un acercamiento al tema de la calidad del modelado de negocio y requisitos dentro del proceso de desarrollo de software, específicamente en la confección de los artefactos Modelo del Sistema, Modelo de Procesos de Negocio y Especificación de Requisitos de Software. Al mismo tiempo se abordan los estándares, notación y lenguajes más conocidos, que son utilizados por los analistas para el modelado de procesos de negocio, especificación de requisitos de software y modelado del sistema. Se profundiza en algunos conceptos y definiciones esenciales tales como: calidad de software, Aseguramiento de la Calidad, listas de chequeo y metodología que son necesarios para conocer y comprender el propósito del nuevo estándar.

1.1 Calidad de software

El desarrollo de software ha alcanzado un avance considerable, lo que resulta de suma importancia, pues poco a poco se informatizan los procesos de diversas instituciones, logrando mejorar el trabajo en cada una de ellas. Por esta razón es fundamental para el cliente encontrar productos con calidad y que satisfagan sus necesidades.

La calidad ha sido un concepto tratado con gran frecuencia en todas las épocas, su uso depende de la comprensión que cada cual tenga en dependencia del marco en que se encuentre. Muchos han sido los autores que han aportado sus ideas sobre la calidad y sobre cómo la misma debe ser adquirida. Uno de los conceptos que ha sido definido referido al tema, lo concede la Real Academia de la Lengua Española que define la calidad como la “propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor, así como la condición o requisito que se pone en un contrato”. (Real Academia Española, 2001)

La norma ISO 9000:2000 define este término como: “La capacidad de un conjunto de características intrínsecas para satisfacer requisitos”. (ISO, 2000)

De los conceptos mencionados anteriormente se entiende que la calidad es la capacidad de un producto o servicio para satisfacer las necesidades del cliente y es la cualidad que permite constatar cuán factible es dicho producto. Estos conceptos se refieren a la calidad de

productos de cualquier tipo, seguidamente se analizará su significado, pero esta vez referido al software.

Según el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE por sus siglas en inglés), “la calidad del software es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario”. (IEEE, 2006)

Desde otro punto de vista la calidad de software puede tratarse como la “concordancia del software producido con los requerimientos explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo prefijados y con los requerimientos implícitos no establecidos formalmente, que desea el usuario”. (Pressman, 2005)

Feigenbaum, presidente de la Academia Internacional de Calidad la define como “un sistema eficaz para integrar los esfuerzos de mejora de la gestión de los distintos grupos de la organización para proporcionar productos y servicios a niveles que permitan la satisfacción del cliente.” (Feigenbaum, 1996)

Luego de haber interiorizado los conceptos expuestos anteriormente, se asume la calidad de software como el atributo que permite caracterizarlo al finalizar su proceso de desarrollo y también afirmar que el producto ofrecido cumple con las necesidades del cliente.

La calidad del software puede depender de cómo se realice su proceso de obtención, o sea cuando el proceso utilizado para desarrollar un software dado se realiza correctamente se contribuye a obtener calidad en el mismo. El producto puede ser medido al finalizar el ciclo de desarrollo de software, pero es recomendable garantizar la calidad del mismo durante las diferentes fases, para evitar pérdida de tiempo y posibles errores. Es por ello que el Aseguramiento de la Calidad durante todo el ciclo de vida del software constituye un factor imprescindible.

1.1.1 Aseguramiento de la Calidad

El Aseguramiento de la Calidad surge por la necesidad de llevar a cabo el control de la calidad del producto y de este modo detectar la aparición de errores en fases tempranas. Garantizar que lo ofrecido por una organización determinada cumpla con las especificaciones del cliente constituye su misión fundamental, además de verificar continuamente la calidad durante el

ciclo de vida del software. La ISO ofrece varias definiciones sobre el Aseguramiento de la Calidad, pero una de las más completas es:

El Aseguramiento de la Calidad es el "conjunto de actividades planeadas y sistemáticas implantadas dentro del sistema de calidad, y demostradas según se requiera para proporcionar confianza adecuada de que un elemento cumplirá los requisitos para la calidad". Menciona además que el Aseguramiento de la Calidad interna proporciona confianza a la dirección de la empresa, y el externo, en situaciones contractuales también proporciona confianza al cliente. (ISO, 1995)

El Aseguramiento de Calidad del Software es el "conjunto de actividades planificadas y sistemáticas necesarias para aportar la confianza que el software satisfará los requisitos dados de calidad". (Pressman, 2002)

"El Aseguramiento de la Calidad debe proveer la gestión con una adecuada visibilidad en el proceso de software que está siendo usado y en los productos que están siendo construidos. Este incluye las revisiones y auditorías de los productos y actividades para verificar que estas cumplan con los procedimientos y estándares definidos y suministrar los resultados al jefe de proyecto y otros administradores". (Vega Lebrún Carlos, 2008)

Después del estudio de los conceptos expuestos, se puede definir el Aseguramiento de la Calidad como un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas, establecidas dentro del sistema de calidad de una entidad. Mediante dichas acciones se contribuirá al cumplimiento de las necesidades o expectativas del cliente.

El Aseguramiento de Calidad del Software (SQA por sus siglas en inglés) "tiene la responsabilidad de la planificación del Aseguramiento de la Calidad, supervisión, mantenimiento de registros, análisis e informes". (Fernanda Scalone, 2008)

Existen un conjunto de actividades que se recomiendan para lograr un correcto Aseguramiento de la Calidad, las cuales deben ser diseñadas durante el desarrollo del producto (Fernanda Scalone, 2008):

- El establecimiento de un plan de Aseguramiento de Calidad de Software para el proyecto.

- La participación en el desarrollo de la descripción del proceso de software del proyecto.
- La revisión de las actividades de Ingeniería de Software para verificar su ajuste al proceso de software definido.
- La auditoría de los productos de software designados para verificar el ajuste con los definidos como parte del proceso del software.
- Asegurar que las desviaciones del trabajo y los productos del software se documentan y se manejan de acuerdo con un procedimiento establecido.
- Registrar lo que no se ajuste a los requisitos e informar a sus superiores.

Para eliminar posibles errores durante el desarrollo del producto se debe mantener un control de la calidad, tanto al principio de su desarrollo como al final del mismo. Para lograr esto es necesaria la aplicación de mecanismos que permitan detectar dichos errores, uno de ellos son las listas de chequeo, las cuales permiten verificar si existe o no calidad en el producto desarrollado.

1.1.2 Listas de chequeo

En los artefactos Modelo de Procesos de Negocio, Especificación de Requisitos de Software y Modelo del Sistema se realiza la descripción de procesos, requisitos, funcionalidades del sistema y el diseño de diagramas. El resultado de cada una de estas actividades se puede controlar a través de las listas de chequeo, ya que constituyen uno de los mecanismos para controlar la calidad y su función básica es la de detectar condiciones peligrosas que puedan generar no conformidades. Las listas de chequeo contienen un conjunto de interrogantes que sirven como guía para verificar el nivel de cumplimiento de determinadas reglas y contribuir a asegurar la calidad del producto final.

Para lograr que el proceso de desarrollo de software se realice con la calidad requerida es fundamental la aplicación de listas de chequeo y la utilización de metodologías de desarrollo. Dichas metodologías permiten la solución de inconvenientes como la ausencia de una adecuada descripción de la información que garantice la calidad desde el inicio del proyecto.

1.2 Metodología utilizada en el proyecto ITPC

La metodología de desarrollo de software seleccionada y aplicada en el proyecto ITPC fue el Proceso Unificado de Desarrollo (RUP por sus siglas en inglés), debido a las características y la complejidad del proyecto. Esta metodología es robusta, tradicional y permite llevar una documentación exhaustiva en todo el proyecto. Además contribuye a que el desarrollo de software se realice mediante un proceso de pruebas, lo que favorece el cumplimiento de ciertos estándares de calidad.

RUP es un “proceso de desarrollo de software, está basado en una integración de forma unificada, cohesiva y adaptable al desarrollo de sistemas de software” (Jacobson, Brooch y Rumbaugh, 1999). Está dividido en cuatro fases y varios flujos de trabajos, entre los que se encuentran el modelado de negocio y requisitos.

1.3 Modelado de Negocio

El modelado de negocio se define como “un proceso de representación de uno o más aspectos o elementos de una empresa, tales como su propósito, estructura, funcionalidad, dinámica y su lógica de negocios” (Montilva C., 2007). Es una actividad previa y complementaria a la Ingeniería de Requisitos, permite asegurar que los clientes, usuarios finales, desarrolladores y otros involucrados tengan una visión común de la organización. Durante el flujo se alcanza el entendimiento de la organización donde se va a implantar el producto y se realiza el modelado de procesos de negocio.

El flujo mencionado tiene como finalidad describir cada proceso de negocio, especificar sus datos, tareas, trabajadores y reglas del negocio. RUP plantea como objetivos para la disciplina de modelado del negocio comprender la estructura y dinámica de la organización que requiere el software, asegurar que clientes, usuarios, y desarrolladores alcancen un entendimiento común de la organización, comprender problemas existentes e identificar posibles mejoras, y derivar los requisitos para el sistema. Plantea también que el esfuerzo de modelado de negocio puede tener un distinto alcance dependiendo del contexto y necesidades de la organización, incluyendo reingeniería de negocio (Jacobson, Brooch y Rumbaugh, 1999).

- Los propósitos específicos del modelado de negocio son (Plan de desarrollo de la ingeniería de requisitos del proyecto ITPC, 2011):
- Entender el funcionamiento del negocio como si se formara parte de él.

- Identificar la automatización de procesos.
- Identificar usuarios potenciales del software y sus objetivos para mantener o mejorar el criterio de éxito en la respuesta del negocio.
- Multiplicar el conocimiento del negocio en los desarrolladores para lograr una visión más clara de los requisitos que debe cumplir el software durante el proceso de construcción.
- Identificar las restricciones que impone el negocio y que el sistema debe cumplir en su funcionalidad operativa.
- Identificar y acelerar el modelado de la información que circula en el negocio y que formará parte de una base de datos como ente de soporte para el sistema de información del software.
- Asegurar la aprobación y conformidad del cliente ante la interpretación de los procesos de negocio y cómo el software puede mejorarlos.

En este flujo se generan importantes artefactos como el Mapa de Procesos, Diccionario de Datos, Modelo Conceptual, Reglas del Negocio, Glosario de Términos, Acta de Validación del Negocio y el Modelo de Procesos de Negocio, siendo en este último donde se enmarca un estudio para conocer sus especificidades como: sus objetivos, estructura y elementos fundamentales para su confección. En dicho artefacto se definen aspectos para lograr su mejor entendimiento en una situación, dada por lo cual permite ofrecer una visión clara del negocio. El Modelo de Procesos de Negocio constituye la base para la descripción de los requisitos de software.

1.4 Requisitos

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. El proceso de descubrir, analizar, documentar y verificar estos servicios y restricciones se denomina ingeniería de requisitos”. (Sommerville, 2006)

Durante el flujo de Requisitos se especifica lo que el sistema debe hacer. El analista realiza varias actividades para recopilar información, donde incluye tanto los requisitos funcionales,

como los requisitos no funcionales del sistema en la Descripción de Requisitos de Software. Las actividades que se realizan para la captura de requisitos son:

- La elicitación: “en esta actividad, los analistas de requisitos deben trabajar junto al cliente para descubrir el problema que el sistema debe resolver, proponer elementos de solución y negociar diferentes enfoques”. (Pressman, 2005)
- El análisis: “sobre la base de la extracción realizada previamente, comienza un proceso de razonamiento para detectar y resolver posibles inconsistencias o conflictos, con este objetivo se examina y estudia cada requisito en relación con el resto”. (Laguna, 2012)
- La especificación: una vez recopilados y aprobados los requisitos por el cliente se documentan detalladamente, se describen todas las funcionalidades y necesidades del sistema que será desarrollado para que sirva de soporte y guía para fases posteriores.
- La validación: “la calidad de los productos de trabajo procedentes de las fases anteriores se evalúa durante un paso de validación. La validación de requisitos examina la especificación para asegurar que todos los requisitos de software se han establecido de manera precisa; que se han detectado las inconsistencias, omisiones y errores, para luego corregirlos y finalmente los productos de trabajo cumplen con los estándares establecidos para el proceso, proyecto y producto” (Pressman, 2005).

Luego de la realización de cada una de las actividades mencionadas se obtienen como resultado los artefactos Especificación de Requisitos de Software y el Modelo del Sistema. Este último contiene el modelo de casos de uso, la especificación de todos los casos de uso y los prototipos no funcionales de interfaz de usuario para los casos de uso.

Para realizar el modelado del sistema se realizan un conjunto de actividades importantes como definir los procesos que satisfacen las necesidades del sistema y representar el comportamiento de los mismos para contribuir a guiar la futura implementación. Todas las acciones realizadas en esta etapa dentro del flujo de Requisitos sirven de apoyo para conformar el artefacto Modelo del Sistema; a través del cual se llega a un acuerdo entre los desarrolladores de software y los clientes sobre los requisitos que debe cumplir el sistema.

Para contribuir a la calidad de un producto y específicamente de los artefactos mencionados se pueden aplicar estándares; ya que estos constituyen reglas a ser seguidas para guiar el proceso de obtención del producto.

1.5 Estándares

La ISO define el estándar como "acuerdos documentados que contienen especificaciones técnicas u otros criterios precisos para ser usados consistentemente como reglas, guías o definiciones de características para asegurar que los materiales, productos, procesos y servicios cumplan con su propósito". (ISO, 2000)

Ávila define el estándar como "la totalidad de rasgos y características de un producto, proceso o servicio que sostiene la habilidad de satisfacer estados o necesidades implícitas". (Ávila, 2011)

Según Sommerville los estándares "son clave para un efectivo manejo de calidad y definen características que todos los componentes deberán tener". (Sommerville, 1995)

Los estándares son útiles porque (Sommerville, 2006):

- Agrupan lo mejor y más apropiado de las buenas prácticas y usos del desarrollo de software.
- Engloban los "conocimientos" que son patrimonio de una organización.
- Proporcionan un marco para implementar procedimientos de Aseguramiento de la Calidad.
- Proporcionan continuidad entre el trabajo de distintas personas.
- Evitan la repetición de errores pasados.

Los estándares de la documentación constituyen el resultado tangible del software. Se basan en la forma en la que los documentos deberán ser desarrollados, validados y mantenidos, además del contenido, la estructura y apariencia de los mismos. (Sommerville, 1995)

Como parte de la investigación realizada se estudiaron las principales notaciones estandarizadas que sirven como guía para el modelado de procesos de negocio, la especificación de requisitos y el modelado del sistema. Entre las principales notaciones de modelado de procesos de negocio se encuentran IDEF, Petri Nets y BPMN.

1.5.1 IDEF

La definición de métodos integrados (IDEF por sus siglas en inglés) es una técnica de modelado desarrollada para representar y modelar procesos y estructuras de datos. La familia IDEF incluye varias técnicas entre la que se encuentra IDEF0 que sirve para modelar las decisiones, acciones y actividades de una organización. Entre los beneficios de la notación IDEF0 está su simplicidad ya que usa solamente una construcción notacional, esto le facilita a los expertos que se involucren en la toma de decisiones y también facilita la descomposición jerárquica de actividades. Tiene como desventaja que sus diagramas son estáticos, sin una representación del tiempo, por lo que no permite representar modelos desde la perspectiva de su comportamiento. (Richard J Mayer, 1992)

1.5.2 Redes de Petri

Petri Nets no es una técnica de modelado de procesos, dado que se originó para modelado de sistemas, sin embargo de todas las técnicas de modelado de sistemas esta es la única que ha sido considerada para el modelado de procesos también.

Las Petri Nets son representaciones gráficas de los sistemas que facilitan el análisis asistido de la estructura y el comportamiento dinámico de los sistemas de modelado. Estas no son lo suficientemente manejables para poder ser útiles en el modelamiento de alto nivel de procesos de negocios muy complejos. (Van der Aalst, 1998)

1.5.3 BPMN

“BPMN es una notación gráfica que describe la lógica de los pasos de un proceso de negocio. Esta notación ha sido especialmente diseñada para coordinar la secuencia de los procesos y los mensajes que fluyen entre los participantes de las diferentes actividades, proporciona un lenguaje común para que las partes involucradas puedan comunicar los procesos de forma clara, completa y eficiente. De esta forma BPMN define la notación y semántica de un Diagrama de Procesos de Negocio (BPD por sus siglas en inglés)”. (Havey, 2005)

BPD es un diagrama diseñado para representar gráficamente la secuencia de todas las actividades que ocurren durante un proceso, además incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis. Dentro de un BPD se utiliza un conjunto de elementos gráficos, agrupados en categorías, que permite el fácil desarrollo de diagramas simples y de fácil comprensión, pero que a su vez manejan la complejidad inherente a los procesos de negocio. (Havey, 2005)

Entre las ventajas de utilización de BPMN se puede mencionar que es fácil de aprender por analistas de negocio, desarrolladores y trabajadores de negocios que administrarán y controlarán esos procesos. Tiene la desventaja que es una notación nueva y como todo lo nuevo esta no está exenta de la resistencia al cambio por los diseñadores. (Havey, 2005)

Al realizar una valoración detallada de las notaciones para el modelado de procesos de negocio caracterizados anteriormente, se decidió utilizar la notación BPMN para la representación del negocio, ya que esta es orientada a procesos y de esta forma es más entendible a los usuarios. Se desestimó el uso de IDEF que a pesar de permitir el modelado de procesos, no muestra claramente el flujo o la relación entre los procesos. En cambio BPMN es un lenguaje que sí muestra de forma clara la relación entre procesos de negocio y supera los problemas del resto de las notaciones.

Después de investigar a través de las encuestas a trabajadores de Calisoft como Mairelis Quinteros Ríos que ocupa el cargo de Subdirectora del Departamento de Pruebas de Ingeniería de Software y a varias analistas del proyecto ITPC entre las que se encuentran Chavelys Téllez Larramendi que ocupa el cargo de analista principal y Adilaraima Martínez Barrio quien se desempeña como analista,(ver anexo # 1) se constató que en el proyecto no se cuenta con un documento que rijan las actividades para el modelado de procesos de negocio, la especificación de requisitos de software y el modelado del sistema.

1.5.4 Estándar para Especificación de Requisitos de Software

La especificación de los requisitos de software también puede ser guiada por un estándar, que ayude a los analistas a realizar adecuadamente su trabajo. Uno de los estándares más conocidos y utilizados es el estándar IEEE-830, el cual es utilizado para la Especificación de Requisitos de Software (por siglas en inglés ERS), el mismo realiza una descripción completa del sistema a desarrollar que incluye un conjunto de casos de uso detallando toda la

interacción que tienen los clientes con el software, con requisitos funcionales y no funcionales que imponen restricciones en el diseño o implementación. Constituye una guía para el flujo de requisitos y ofrece algunas reglas necesarias que se reflejan seguidamente para la obtención de una buena especificación de requisitos (IEEE 830-1998):

- La ERS es correcta si y sólo si cada requisito declarado se encuentra en el software.
- La ERS es no ambigua si y solo si cada requisito descrito tiene una única interpretación. Cada característica del producto final debe ser descrita utilizando un término único y en caso de que se utilicen términos similares en distintos contextos, se deben indicar claramente las diferencias entre ellos. Incluso se puede incluir un glosario para indicar cada significado específicamente.
- La ERS es completa si los requisitos están relacionados a la funcionalidad, el desarrollo, las restricciones del diseño, los atributos y las interfaces externas.
- La ERS es verificable si existe algún proceso no excesivamente costoso por el cual una persona o una máquina puedan chequear que el software satisface dichos requisitos.
- La ERS es consistente si y sólo si ningún conjunto de requisitos descritos en ella son contradictorios o entran en conflicto.
- La ERS es clasificada dada el criterio de importancia que posean los requisitos descritos en ella.
- La ERS es modificable si y sólo si su estructura y estilo son tales que puede hacerse cualquier cambio a los requisitos fácilmente, completamente y de forma consistente mientras se conserve la estructura y estilo.
- La ERS es explorable si el origen de cada requisito es claro tanto hacia atrás como hacia delante. Cuando un requisito representa un desglose o una derivación de otro requisito se debe facilitar tanto las referencias hacia atrás como hacia adelante en el ciclo de vida. Las referencias realizadas en lo delante son especialmente importantes para el mantenimiento de software. Cuando el código y los documentos son modificados, es esencial poder comparar el conjunto total de requisitos que puedan verse afectados por estas modificaciones.

El estándar IEEE 830 posee ventajas como (IEEE 830-1998):

- Constituye un punto de referencia para procesos de verificación y validación.
- Constituye la base para obtener posibles mejoras.

También posee desventajas como (IEEE 830-1998):

- Cuando los requisitos son ambiguos no contribuyen a la consistencia, lo que favorece la existencia de dos declaraciones que definan distintas cosas.
- La redundancia fomenta la inconsistencia, debido a que una modificación en una parte deja inconsistente la parte sin modificar.

El estándar ISO/IEC 25000 (Software Product Quality Requirements and Evaluation) proporciona una guía para el uso de las nuevas series de estándares internacionales llamados requisitos y Evaluación de Calidad de Productos Software. (SQuaRE, 2003)

El objetivo general de la creación del estándar ISO/IEC 25000 SQuaRE es organizar, enriquecer y unificar las series que cubren dos procesos principales: especificación de requerimientos de calidad de software y evaluación de la calidad de software, soportada por el proceso de medición de calidad de software. Va dirigido a las empresas de software, independiente de su tamaño o volumen.

Dentro de los beneficios que se pueden obtener al utilizar este estándar se encuentran los siguientes:

- El modelo representa la calidad esperada del producto de software.
- Permite una mayor eficacia en la definición del software.
- Plantea la evaluación de productos intermedios.
- Propone una calidad final a través de las evaluaciones intermedias.
- Permite efectuar un rastreo entre las expectativas, requisitos y medidas de evaluación.
- Mejora la calidad del producto.

1.5.5 Estándar para el Modelado del Sistema

En el modelado del sistema se realiza un diagrama de caso de uso del sistema para lograr un mayor entendimiento del objetivo que se persigue con el desarrollo de dicho sistema y dotar de un lenguaje común a los analistas y desarrolladores.

Para conformar los diagramas se utiliza el Lenguaje Unificado de Modelado (UML por siglas en inglés) “es un lenguaje de modelado que se usa para especificar, visualizar, construir y documentar artefactos de un sistema de software. Se utiliza para detallar los artefactos en el sistema y definir un sistema de software. Se puede aplicar en una gran variedad de formas para dar soporte a una metodología de desarrollo de software, pero no especifica en sí mismo qué metodología o proceso usar”. (Jacobson, Brooch y Rumbaugh, 1999)

Ventajas:

- Es un lenguaje conocido.
- Fácil de aprender.

Desventajas:

- No ha sido diseñado para modelar procesos de negocios, ya que no está orientado al dominio del problema
- Implica un enfoque orientado a objetos. Contradictorio con un enfoque “orientado al negocio”
- UML no tiene todavía una semántica formal.

El estudio realizado hasta el momento ha permitido conocer entre otros aspectos importantes, los principales estándares y notaciones utilizados internacionalmente para el modelado de los artefactos Modelo del Sistema, Especificación de Requisitos de Software y Modelo del Sistema. También se conoce que en Cuba las empresas dedicadas al desarrollo de software no cuentan con estándares específicos para conformar estos artefactos, sino que se rigen por lo que planten los estándares y notaciones mencionados y conforman pautas específicas dependiendo de sus características.

Seguidamente se refleja un estudio realizado sobre el método Delphi y el Criterio Especialista, los cuales servirán de ayuda para validar la propuesta que realiza más adelante.

1.6 Método Delphi

El método Delphi o Delfos fue creado alrededor de los años 1963-1964 por Olaf Helmer y Dalkey Gordon. Consiste en la selección de un grupo de especialistas a los que se les realiza encuestas sobre cuestiones específicas. Las estimaciones de los especialistas se realizan en sucesivas rondas anónimas, con el objetivo de tratar de conseguir consenso, pero con la máxima autonomía por parte de los participantes. Tiene como objetivo extraer los beneficios de los encuentros directos e indirectos y eliminar los inconvenientes. El método está centrado en la organización de un diálogo oculto por parte de los especialistas consultados de forma individual. En estas consultas se aplican cuestionarios, con el objetivo de llegar a un criterio general entre ellos. Los especialistas seleccionados con anterioridad son sometidos a responder diversas preguntas, y sus respuestas son recogidas estadísticamente para conocer la coincidencia o desigualdad que existe en cuanto a lo que se consultó.

Este método presenta cinco características fundamentales (Ferrán Calabuig, 2009):

- La muestra está compuesta por un grupo de especialistas cuidadosamente seleccionado.
- El anonimato es fundamental pues ningún especialista debe conocer la identidad de los otros que conforman el grupo de debate.
- Existe un moderador que realiza y distribuye los cuestionarios.
- La iteración es fruto de diferentes iteraciones que se realizan con los cuestionarios.
- Al final se obtiene un resultado donde aparecen las respuestas, planes y estrategias que han sugerido los mismos.

Las rondas anónimas que se realizan, ocurren mediante tres o cuatro iteraciones, donde la primera es para establecer los objetivos y para consultar con los especialistas el tema que se consultará. En la siguiente ronda estos reciben el cuestionario ya elaborado y realizan su primera valoración al respecto. Luego se entregan los resultados al modelador que realiza un análisis estadístico de los datos. Dichos resultados se le remiten al especialista para que pueda establecer comparaciones y considerar su opinión con respecto al resto y así hasta que se obtenga un nivel de concordancia de las opiniones adecuado

1.6.1 Validación por Criterio de Especialistas

Para la validación de la propuesta se utilizará el método Delphi el Criterio de Especialistas, logrando con esto respaldar la propuesta realizada durante el proceso investigativo. Entre las ventajas del criterio de especialistas se pueden mencionar:

- Varias personas con diferentes ideas encontrarán la más contrastada juntos, lo que no lograría un solo especialista.
- El número de consideraciones que podría tener un grupo de personas es mayor que el que alcanzaría una sola. Cada especialista aportará a la discusión una idea sobre el tema que es debatida desde su campo y área de conocimientos.

1.7 Conclusiones parciales

A partir del estudio realizado, se puede concluir lo siguiente:

- Es importante tener en cuenta mecanismos, métodos y herramientas que permitan asegurar la calidad del software desde las primeras fases de su desarrollo; el uso de listas de chequeo permite verificar la calidad de los artefactos que se conforman.
- El modelado de negocio y requisitos, son flujos de trabajo de RUP en los cuales se obtienen los artefactos Modelo de Proceso de Negocio, Especificación de Requisitos de Software y Modelo de Sistema.
- Una vez estudiado el proceso de obtención de estos artefactos en el proyecto ITPC, se determinaron las actividades que se realizan para conformarlos, se definió BPMN como notación para modelado de procesos de negocio, el estándar IEEE-830 para especificar requisitos y UML como lenguaje de modelado de sistema.
- El estándar que se propondrá debe abarcar las actividades identificadas para el Modelado de Negocio y Requisitos, las pautas que contribuyan a conformar los artefactos con calidad y las listas de chequeo para verificarlos y acoplarse a los elementos definidos por BPMN, el estándar IEEE-830 y UML.
- La propuesta de estándar se validará con el Método Delphi a partir del criterio emitido por especialistas.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE ESTÁNDAR

Introducción

En el presente capítulo se realiza la propuesta de un estándar para guiar el modelado de procesos de negocio, la especificación de requisitos de software y el modelado del sistema; cuenta con especificaciones que pueden ayudar a disminuir las no conformidades técnicas-conceptuales que pudieran presentarse en la obtención de los artefactos correspondientes. El estándar refleja los elementos fundamentales a tener en cuenta para estandarizar las actividades que se realizan durante la confección de cada uno de los artefactos.

2.1 Estándar

El estándar está conformado por los objetivos que se persiguen, los pasos que deben guiar la obtención de los artefactos, los elementos y patrones más utilizados para el modelado de procesos de negocio y casos de uso del sistema, y guías para realizar correctamente los modelos de procesos de negocio, casos de uso del sistema y la redacción de requisitos. También se incluyen las pautas para la confección de los artefactos y finalmente se proponen listas de chequeo que permitirán verificar la calidad con la que cuentan los artefactos mencionados.

2.1.1 Objetivo

El objetivo fundamental que se persigue con la propuesta del estándar, es ofrecer a los analistas del proyecto ITPC reglas entendibles y precisas que pueden ser seguidas para el modelado de procesos de negocios, especificación de requisitos de software y modelado del sistema de forma correcta e influir positivamente en la calidad de los mismos.

2.1.2 Alcance

Es aplicable a los artefactos Modelo de Procesos de Negocio, Especificación de Requisitos de Software y Modelo del Sistema.

2.1.3 Definiciones y acrónimos

TPC (Tribunales Populares Cubanos).

ITPC (Informatización de Tribunales Populares Cubanos).

MPN (Modelo de Procesos de Negocio).

ERS (Especificación de Requisitos de Software).

MS (Modelo del Sistema).

2.1.4 Estructura del estándar

- Pasos para conformar el artefacto.

Los pasos que se ofrecen servirán de ayuda a los analistas para obtener los elementos necesarios que permitan conformar correctamente los artefactos. Constituyen una secuencia lógica de actividades que deben llevarse a cabo sin ser omitidas pues estas influyen en la calidad con que sean identificados, descritos, especificados, diseñados, verificados, validados además de mapeados y prototipados, los procesos y casos de uso del sistema respectivamente.

- Elementos y patrones para el modelado.

Luego de un estudio realizado, fueron seleccionados los elementos y patrones que se proponen más adelante. Estos tienen mayor utilidad dentro del modelado de procesos de negocio y de casos de uso del sistema por sus características. Además se tiene en cuenta que la propuesta pueda ser utilizada por analistas, para que independientemente de sus conocimientos y/o experiencias, realicen las mismas actividades al modelar.

- Reglas para el modelado.

Las reglas para el modelado constituyen guías para realizar los diagramas. Se pretende con estas contribuir a realizar y obtener diagramas más organizados en su estructura y disminuir las no conformidades técnicas-conceptuales que pudieran presentarse durante su desarrollo, así como obtener un modelo entendible, organizado y con la calidad requerida.

- Reglas para la redacción.

Se proponen reglas de redacción para el modelo de procesos de negocio, especificación de requisitos de software y modelo del sistema, que pueden contribuir al buen entendimiento de los procesos, casos de uso y requisitos; de esta forma se obtendrán diagramas entendibles.

- Pautas para la confección del artefacto.

Para lograr la correcta estructura de los artefactos se propone la utilización de las planillas propuestas por Calisoft, las cuales se tomaron como entrada al estándar y se redefinieron durante la investigación.

- Listas de chequeo.

Las listas de chequeo constituyen un elemento evaluador ya que permiten verificar la calidad con la que deben contar los artefactos que serán liberados y posteriormente aceptados por los clientes. Por tal motivo se proponen listas de chequeo para cada uno de ellos de forma tal que contribuyan a verificar la existencia de no conformidades desde fases tempranas y puedan ser corregidas a tiempo.

2.2 Modelado de Procesos de Negocio

Esta actividad consiste en identificar, describir, modelar y verificar los procesos de negocio. El estándar propone las reglas a ser seguidas durante el modelado de modo que se obtenga un artefacto con calidad.

2.2.1 Pasos para conformar el artefacto

Los pasos que se proponen a continuación para obtener el artefacto permiten conocer el negocio de la entidad a la que se desea informatizar sus procesos y realizar el correspondiente modelado. Son los siguientes:

- Los analistas se reunirán con la dirección del proyecto para conocer las necesidades de informatización de los clientes.
- Los analistas definirán cuáles son los posibles proveedores de información mediante una entrevista con los clientes.
- Si se seleccionaron los proveedores como fuente de información se realizarán entrevistas con estos teniendo en cuenta su disponibilidad de tiempo. De otra forma se estudiará la documentación que los mismos faciliten.

- Se visitará al organismo para observar la forma en que se realizan los procesos analizados. Estos encuentros se planificarán con anterioridad para prever posibles inconvenientes.
- Los analistas estudiarán toda la documentación e información obtenida y harán un resumen a través del cual identificarán los procesos y en caso que sea necesario los subprocesos.
- Los analistas revisarán los procesos y los subprocesos identificando posibles errores.
- Luego se realizará el diagrama de procesos de negocio.
- Revisarán que el diagrama de procesos de negocio esté correcto antes de ser mostrado al cliente.
- Se describirán los procesos a través del artefacto Modelo de Procesos de Negocio, al mismo se le añadirá el diagrama de procesos elaborado con anterioridad, y finalmente se verificará que el artefacto esté correcto.
- El artefacto se revisará primeramente por el equipo de calidad interna del proyecto, luego por el equipo de calidad del centro y finalmente por los especialistas de Calisoft.
- Los analistas presentarán la documentación liberada a los clientes para recibir su aceptación.

Los pasos propuestos guían la obtención del artefacto Modelo de Procesos de Negocio, pero se hace necesario complementar algunas de las actividades definidas con otras reglas que estandaricen el proceso.

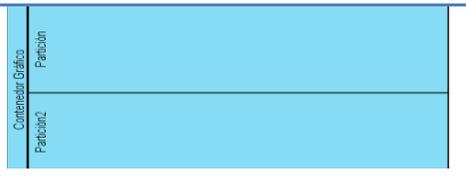
2.2.2 Elementos y patrones para el modelado

Para el modelado se propone el uso de la notación BPMN, que proporciona un catálogo de elementos y patrones a utilizar. Se analizan cuáles son, en qué consisten y cómo se representan, para proponer entonces las reglas que permitan modelar de forma estandarizada.

Se muestran a continuación los elementos (Van der Aalst, Arthur ter Hofstede, Bartek, 2004):

Tabla 1. Elementos del modelado de procesos de negocio.

Descripción	Elementos
<p>Proceso: es un conjunto de tareas relacionadas de forma lógica, llevadas a cabo para lograr un resultado de negocio definido. Cada proceso de negocio tiene sus entradas, funciones, salidas, recursos, responsables y mecanismos de control.</p>	
<p>Tarea: son acciones que realiza un trabajador del proceso.</p>	
<p>Evento: es un elemento que dispara una acción dentro del proceso. Existen tres tipos de eventos, los iniciales que son el punto en que comienza el proceso, los intermedios para el flujo hasta que la condición se cumpla, o pueden indicar el camino a tomar cuando se cumple la condición y los finales que indican el final del flujo.</p>	
<p>Puerta de enlace o Compuerta: se utiliza para controlar decisiones dentro de un flujo de secuencia. Para indicar lo que condiciona el comportamiento de la compuerta.</p>	

<p>Pool: representa un participante en un proceso. Permite separar un conjunto de actividades de otros Pools.</p>	
<p>Lanes: es una sub-división dentro de un Pool y son utilizados para organizar y categorizar actividades.</p>	
<p>Datos: proveen información sobre las actividades que necesitan los procesos. Describen que una actividad tiene como entrada un documento.</p>	
<p>Grupo: agrupación de actividades que no afectan la secuencia del flujo.</p>	
<p>Anotaciones de texto: mecanismo para ofrecer información adicional para los lectores del modelo.</p>	
<p>Flujo de secuencia: un flujo de secuencia es utilizado para mostrar el orden de actividades que ocurren en un proceso. Conecta los elementos de flujo que están dentro del mismo Pool.</p>	
<p>Asociación: se utiliza para asociar datos, textos. Además para mostrar las salidas y las entradas de las actividades o tareas.</p>	
<p>Flujo de mensajes: permiten unir dos elementos de flujo que están en diferentes pools. Usualmente se utilizan para sincronizar los procesos que están corriendo en diferentes pools.</p>	

Mensaje: este evento espera la llegada de un mensaje para dejar que el proceso arranque.	
Temporizador: este evento indica que cuando se cumple una condición de tiempo comienza el proceso.	
Regla: este evento espera a que se cumpla una condición para que se cumpla el proceso.	
Vínculo: este evento conecta la finalización de un proceso con el inicio de otro.	
Error: este es el evento que atrapa los errores no identificados dentro de los subprocessos y las actividades. Por esta razón solo puede estar inmerso en una actividad o subprocesso.	

Hasta el momento se han mostrado los principales elementos que son necesarios conocer pues constituyen la base para comenzar el modelado. Dichos elementos serán acompañados por los patrones más conocidos para modelar diagramas de procesos de negocio; los cuales facilitan la realización del modelado, ya que constituyen una forma de describir las relaciones entre los estereotipos.

Los patrones son:

Patrón Secuencia

La secuencia indica que se habilitará una actividad una vez que la anterior termine de ejecutarse. Es recomendable utilizar este patrón cuando se está en presencia de una secuencia lógica de actividades.

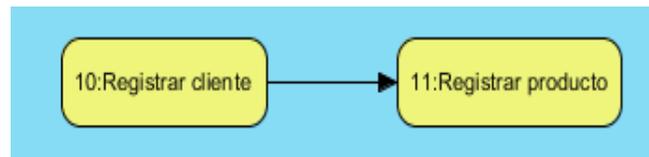


FIGURA 1 PATRÓN SECUENCIA.

Patrón División Paralela

La división en paralelo de las actividades debe utilizarse cuando se necesite que dos o más actividades se ejecuten concurrentemente o de forma paralela. Una tarea debe ser dividida en dos o más tareas que serán ejecutadas paralelamente, de forma tal que las actividades se puedan ejecutar al mismo tiempo y en cualquier orden. Existen tres mecanismos para la representación de este patrón.

Mecanismo uno

Permite que un objeto de flujo pueda tener dos o más flujos de secuencia de salida.

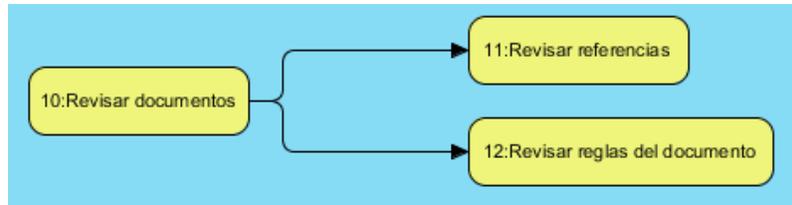


FIGURA 2 DIVISIÓN PARALELA.

Mecanismo dos

Utiliza una puerta de enlace que no permite habilitar las actividades. El proceso continuará una vez ejecutadas las dos actividades.

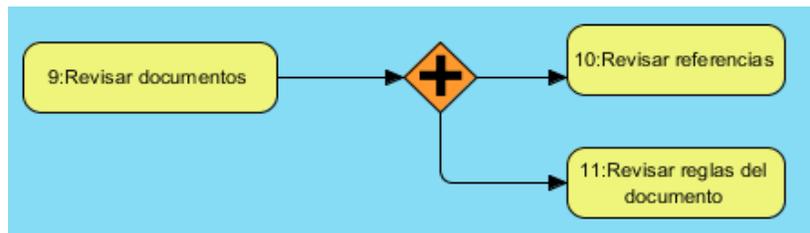


FIGURA 3 DIVISIÓN PARALELA.

Mecanismo tres

Si un proceso o un subproceso no tienen un evento de inicio, que es opcional, cualquier actividad que no tenga ningún flujo de secuencia de entrada se iniciará cuando el sub-proceso se inicia.

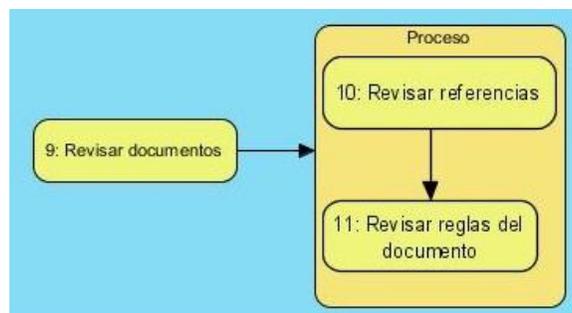


FIGURA 4 DIVISIÓN PARALELA.

Patrón Sincronización

Es preferible utilizarlo cuando una actividad pueda realizarse pero solamente a partir de que dos caminos en paralelo hayan sido completados. Este patrón sincroniza la unión de múltiples flujos en un solo camino.

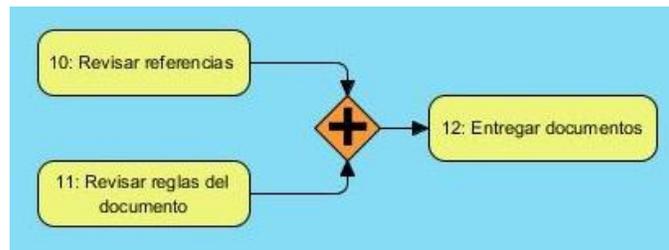


FIGURA 5 SINCRONIZACIÓN.

Patrón Selección Exclusiva

Este patrón ocurre cuando existe un flujo que es dividido en dos o más caminos alternativos. Cuando se está en presencia de una compuerta exclusiva, se evaluarán las condiciones para definir el camino a seguir. El proceso continuará al ser elegida cualquier combinación de las alternativas correspondientes.

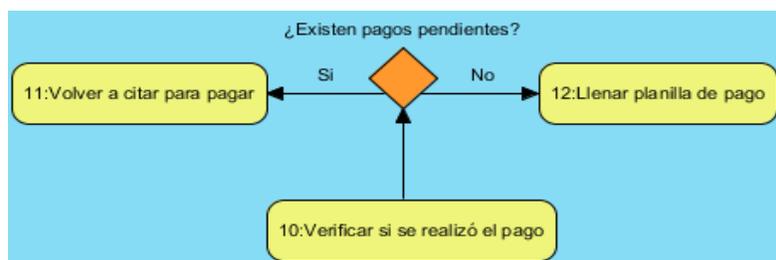


FIGURA 6 SELECCIÓN EXCLUSIVA.

Patrón Combinación simple

Este patrón se utiliza cuando se necesita unir varias rutas en una sola. Define el comienzo de un proceso en una combinación de rutas alternativas unidas en una sola ruta. La compuerta exclusiva es utilizada para unir dos alternativas en una sola.

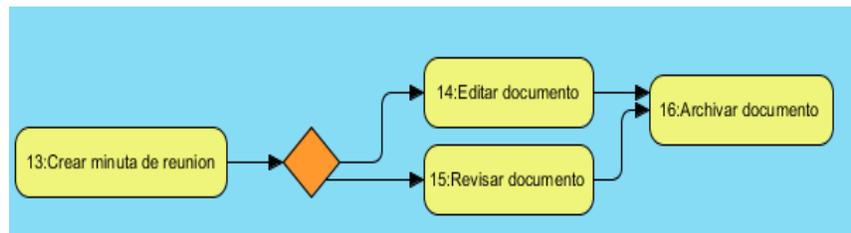


FIGURA 7 COMBINACIÓN SIMPLE.

Después de haber reflejado cuáles son los elementos y patrones más comunes y utilizados durante el modelado del proceso de negocio, se procede a proponer las reglas que estandaricen el modelado.

2.2.3 Reglas para el modelado

- Los procesos representados en el modelado estarán ubicados dentro de los pools definidos.
- Los lanes que se definan tendrán el mismo tamaño de ancho y de largo. Ejemplo:

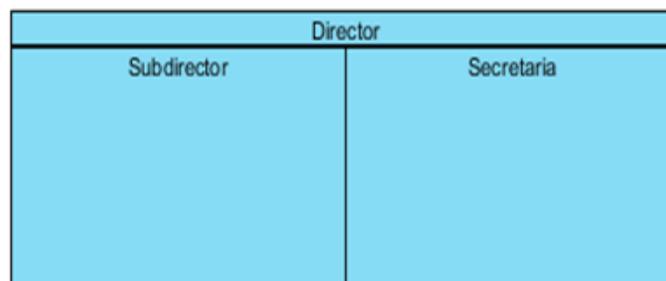


FIGURA 8 LANES.

- El inicio de un proceso se representará con el siguiente estereotipo: **Ejemplo:**

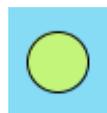


FIGURA 9 INICIO DE PROCESO

- El fin de un proceso se representará con el siguiente estereotipo: **Ejemplo:**

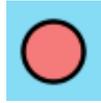


FIGURA 10 FIN DE PROCESO

- A partir del evento de inicio, la relación que se establecerá con la primera tarea o actividad se realizará con el flujo de secuencia; donde el inicio se representará a la izquierda de la tarea. **Ejemplo:**

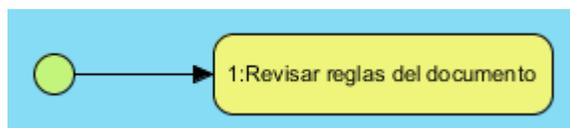


FIGURA 11 RELACIÓN EVENTO-TAREA

- Los procesos deben estar relacionados con al menos un responsable, ya que estos últimos son los encargados de llevar a cabo cada una de las actividades que se encuentran dentro de un proceso. O sea ningún proceso ocurre por sí solo.
- El tamaño del elemento que representa las tareas debe abarcar el nombre completo de la misma, de forma tal que se pueda entender. **Ejemplo correcto:**



FIGURA 12 TAMAÑO DEL NOMBRE DE LAS TAREAS

Ejemplo incorrecto:



FIGURA 13 NOMBRE DE LAS TAREAS.

- Cuando el nombre de una tarea es muy largo, el mismo se dividirá dentro del estereotipo para representarlas y evitar la extensión del diagrama. **Ejemplo:**

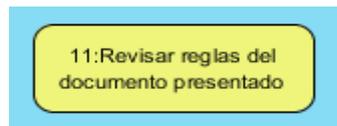


FIGURA 14 OTRA FORMA DE ESCRIBIR EL NOMBRE

- Para representar la relación que se establece entre las tareas y los datos será mediante la asociación. Se pueden utilizar la cantidad de datos que se necesiten para realizar la tarea. El estado de los datos puede ser: presentado, creado, consultado, actualizado y archivado, el mismo se especificará debajo de cada uno. **Ejemplo:**

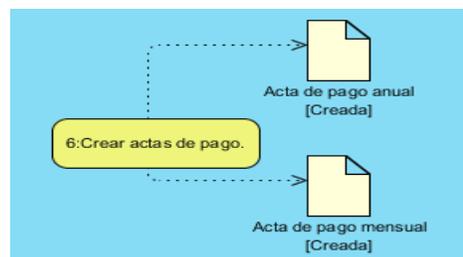


FIGURA 15 RELACIÓN ENTRE TAREAS Y DATOS

- Al crear un dato para una tarea específica, en lo adelante solo se modificará su estado.

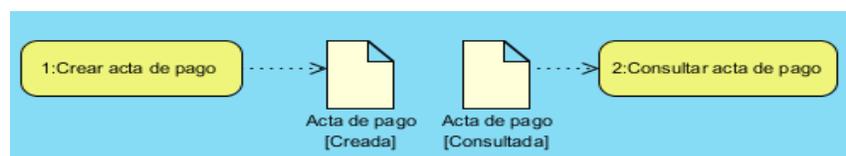


FIGURA 16 UBICACIÓN DE LOS DATOS

- Cuando un dato es creado, modificado o actualizado la dirección de la asociación se representará hacia el dato. De lo contrario, si el dato es consultado la orientación de la flecha se indicará hacia la tarea. Figura 16.
- Los datos creados, modificados o actualizados se representarán a la derecha de las tareas y los consultados se alinearán a la izquierda. Figura16.
- La relación que se establecerá entre una tarea y otra será mediante el flujo de secuencia. Ver patrón secuencia.

- Para especificar un tiempo excepcional se utilizará el evento intermedio de tiempo unido a la tarea. Ejemplo:



FIGURA 17 EVENTO DE TIEMPO ANIDADO

- La relación que se establece entre las tareas y los eventos deberá ser representada con el flujo de secuencia. En el caso de que el evento final se encuentre en otro pool, se utilizará el flujo de mensajes. Ejemplo:

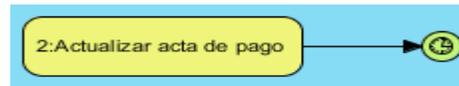


FIGURA 18 RELACIÓN TAREA-EVENTO

- Al existir puertas de enlace cada condición deberá escribirse en forma de pregunta, donde siempre habrá un camino a escoger dependiendo de la respuesta de las mismas. Deberá tenerse en cuenta que la ubicación de la pregunta se realizará lo más cerca posible de la puerta de enlace. Ejemplo:



FIGURA 19 FORMA DE ESCRIBIR LA CONDICIÓN.

- Cuando la puerta de enlace representa una pregunta, las salidas o bifurcaciones son "Sí" o "No". No se incluirá ninguna otra salida. Ver figura 19.
- Las condiciones de "Sí" se ubicarán a la izquierda de la puerta de enlace y los "No" a la derecha de la misma. Ver figura 19.
- Si la decisión que se tome relaciona eventos, el componente que se utilizará será la puerta de enlace basada en eventos:

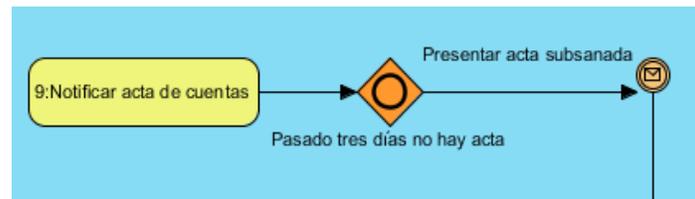


FIGURA 20 PUERTA DE ENLACE BASADA EN EVENTOS

- Las actividades que pertenezcan a una calle serán alineadas una debajo de la otra, de forma que queden lo más organizadas posible.
- Cuando se está en presencia de una puerta de enlace alternativa, cada una de las vías puede tener un fin alternativo o converger en el mismo. **Ejemplo:**

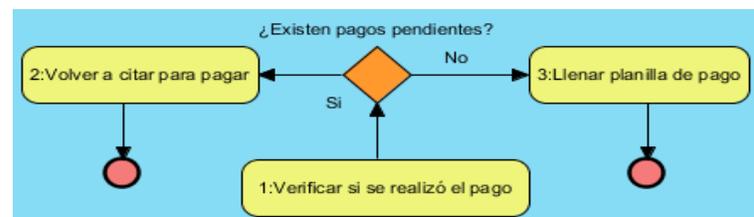


FIGURA 21 FINES ALTERNATIVOS

- Para indicar la culminación de un proceso se utilizará el evento de fin, modelándolo hacia abajo, cerca de la tarea y con la dirección hacia el evento. Ver figura 21.
- En un mismo proceso existirá un solo inicio y al menos un fin.
- Después de definir las reglas para el modelado de procesos de negocio, se procede a proponer un conjunto de reglas de redacción que contribuyan a la calidad de los diagramas y del artefacto.

Las reglas para el modelado ofrecidas anteriormente unidas a las reglas de redacción que se muestran a continuación ayudarán a mejorar la calidad del diagrama de proceso de negocio.

2.2.4 Reglas para la redacción

- Cada pool, lane y proceso será nombrado y la primera letra se escribirá en mayúscula.

- Los nombres de procesos, eventos y actividades deben ser únicos e intuitivos, de forma tal que la persona que lo lea comprenda rápidamente lo que se expresa.
- Los procesos deben describirse en presente, y para lograr que sea de forma detallada y comprensible se utilizarán las pautas propuestas en el epígrafe 2.2.5.
- Las tareas deben ser enumeradas y escritas en infinitivo.
- Se especificarán los objetivos de cada proceso de forma tal que se entienda su finalidad y principales operaciones que realiza.

Las reglas de redacción y modelado necesitan ser complementadas con una serie de pautas que definen otros aspectos del artefacto que contribuyen a la estandarización.

2.2.5 Pautas para la confección del artefacto

Como parte del estándar se redefine la planilla definida por Calisoft para conformar el artefacto Modelo de Procesos de Negocio. Dicha planilla contribuye a delimitar y definir la estructura del artefacto:

- El estilo de las letras del documento tendrán fuente Arial, de tamaño 10, con un interlineado de 1,5 y los párrafos serán justificados.
- En el control de documento se especificará el título, por quién fue elaborado y cargo.
- En el control de cambios se especificará la versión, sección, figura y/o tabla donde se realizaron los cambios. Además del tipo de complejidad, o sea si el mismo es alto, medio o bajo. La complejidad es alta cuando se realizan cambios significativos en el documento, media cuando los cambios son regulares y baja cuando estos son poco significativos. También se incluirá la fecha, el autor y la descripción del cambio. La fecha tendrá el siguiente formato: día/mes/año.
- Deberá realizarse un índice para el contenido, donde se liste la estructura del mismo. Además se incluirá un índice de tablas y de figuras, de forma tal que el acceso a cada una de ellas sea de forma rápida y sencilla. El orden a seguir será: índice de contenidos, índice de tablas e índice de figuras.

- La introducción deberá contener los objetivos, el alcance, las definiciones y acrónimos y las referencias donde se pueden especificar los artículos de la ley.
- En el desarrollo se describirán los procesos, de los cuales se especificarán el nombre, los objetivos, los eventos que generan dicho proceso, las precondiciones, poscondiciones, reglas del negocio, los responsables, los clientes internos que serán los trabajadores del negocio y los externos que serán actores del sistema, las entradas y salidas y por último la secuencia de actividades.
- Se incluirá el diagrama de proceso con el nombre y el título del mismo.
- Se describirá el flujo básico por cada actividad, donde se especificará el nombre, el responsable, las entradas y las salidas de la misma.
- Luego se describirán los flujos paralelos donde se especifican el nombre, el responsable, las entradas y las salidas.
- Se describirán las extensiones que incluyen el nombre, el responsable, las entradas y las salidas.

2.3 Especificación de Requisitos de Software

En la Especificación de Requisitos de Software, se realiza la captura de requisitos una vez estudiado el negocio de la entidad. El estándar propone pasos, pautas y reglas a ser seguidas durante la elicitación de los requisitos.

2.3.1 Pasos para conformar el artefacto

Los pasos que se proponen a continuación para poder obtener el artefacto son esenciales, ya que permiten mediante su puesta en práctica, conocer los requisitos del cliente de la entidad que recibirá los servicios. Son los siguientes:

- Los analistas revisarán la versión preliminar de los requisitos que se obtiene a partir de la confección del artefacto Modelo de Procesos de Negocio; de forma tal que puedan identificar las funcionalidades del negocio, como posibles requisitos del sistema.
- Los analistas identificarán los requisitos funcionales y no funcionales del sistema.

- Los analistas estudiarán cada requisito en relación con el resto y los examinarán de manera que los mismos cumplan con las siguientes características: consistentes, completos, no ambiguos, correctos, que no exista conflicto entre ellos, que sean verificables, y modificables, con el objetivo de descubrir errores en los requisitos del sistema identificados hasta el momento.
- Una vez recopilados y analizados los requisitos se especificarán. Como resultado de este paso se obtiene el artefacto Descripción de Requisitos de Software.
- Seguidamente los analistas aplicarán la matriz de trazabilidad de requisitos a casos de uso del sistema, para que cada requisito especificado esté reflejado en al menos un caso de uso, evitando que no se satisfaga alguna de las necesidades del cliente. Esta matriz muestra todos los requisitos funcionales del sistema de forma vertical y los casos de uso del sistema de forma horizontal, de manera que se pueda establecer una correspondencia entre ellos (Alfresco, 2012).
- Una vez verificados los requisitos, los analistas tendrán que confeccionar el artefacto Especificación de Requisitos de Software.
- El artefacto se revisará primeramente por el equipo de calidad interna del proyecto, luego por el equipo de calidad del centro y finalmente por los especialistas de Calisoft.
- Luego se realizará una reunión con el objetivo de presentar a los clientes los requisitos del sistema, por parte de los analistas y establecer un debate para llegar a un acuerdo donde estos queden aprobados.
- Los analistas solicitarán a los clientes la constancia de la aceptación de los requisitos, donde el mismo establecerá un compromiso a través de un documento formal.

La propuesta de pasos para la Especificación de Requisitos de Software constituye una guía para la obtención del artefacto; pero es preciso integrar sus actividades a reglas que contribuyan a estandarizar el proceso.

2.3.2 Reglas para la redacción

Seguidamente se proponen un conjunto de reglas de redacción que contribuyan a la calidad del artefacto:

- Los requisitos se redactarán, utilizando la menor cantidad posible de palabras para su descripción y un vocabulario entendible.
- La descripción de los requisitos se realizará teniendo en cuenta que los mismos se centrarán en lo que el sistema debe hacer y no cómo debe hacerlo; permitiendo cumplir las necesidades del cliente obviando el proceso de realización.
- Los requisitos se enumerarán con el formato de números de documentos consecutivamente sin ser repetidos y hasta la siguiente profundidad:
 - 1 Nombre
 - 1.1 Nombre
- En la descripción de los requisitos no funcionales se especificará el para qué de los mismos.
- Los analistas describirán los requisitos de forma tal que entre ellos no exista conflicto, o sea que cuando un requisito se refiera a alguna funcionalidad específica no exista otro que contradiga lo descrito.
- Los requisitos se redactarán de manera que puedan interpretarse de una sola forma.

Las reglas de redacción ofrecidas anteriormente necesitan ser integradas con una serie de pautas que definen otros aspectos del artefacto contribuyendo a la estandarización del mismo.

2.3.3 Pautas para la confección del artefacto

Como parte del estándar se redefine la planilla definida por Calisoft para conformar la Especificación de Requisitos de Software. Las pautas constituyen un elemento decisivo, ya que contribuyen a la correcta confección del artefacto y a descartar errores en su.

- El estilo de las letras del documento tendrá fuente Arial, de tamaño 10, con un interlineado de 1,5 y los párrafos serán justificados.
- En el control de documento se especificará el título, por quién fue elaborado y cargo.
- En el control de cambios se especificará la versión, sección, figura y/o tabla donde se realizaron los cambios, el tipo de complejidad, o sea si el mismo es alto, medio o bajo.

También se incluirá la fecha, el autor y la descripción del cambio. La fecha tendrá el siguiente formato: día/mes/año.

- El catálogo de requisitos contendrá:
 - Los requisitos funcionales que se describirán en forma de tabla, donde se incluirá el número del requisito, nombre, descripción, complejidad y prioridad para el cliente, los campos de entrada y salida, los tipos de datos que recibe, reglas o restricciones que deberán ser cumplidas conjuntamente con las observaciones.
 - Los requisitos no funcionales, los cuales se describirán por su tipo, entre los que se encuentran los de usabilidad, confiabilidad, eficiencia, soporte, restricciones de diseño, requisitos para la documentación de usuarios en línea y ayuda del sistema, componentes comparados, interfaz, requisitos de licencia, requisitos legales y el derecho de autor.
- En el epígrafe destinado para los anexos se incluirá cualquier información que el proyecto decida adicionar, por ejemplo técnicas empleadas para la elicitación de requisitos y priorización de requisitos.
- Serán descritos los participantes del proyecto, a través de un listado, de manera que se refleje quién ofreció la información recopilada, así como quién aprobó la misma.

Las pautas propuestas para estructurar el artefacto contribuyen a lograr una secuencia lógica de los elementos que se incluirán en este.

2.4 Modelado del Sistema

En esta actividad se tienen en cuenta una serie de aspectos para lograr el entendimiento claro del sistema que se desea desarrollar y ofrecer una visión específica del mismo. Se realizan los diagramas de caso de uso del sistema y los prototipos de casos de uso que contribuyen a que el cliente alcance una visión de cómo quedará implementado el sistema que permitirá agilizar sus procesos.

2.4.1 Pasos para conformar el artefacto

Con la puesta en práctica de los pasos que se proponen para poder obtener el artefacto, se contribuirá a guiar la obtención del artefacto de forma correcta. Los pasos son los siguientes:

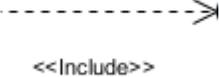
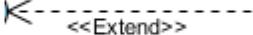
- Los analistas describirán y especificarán los casos de uso del sistema.
- Los analistas verificarán los casos de uso a través de reuniones con los clientes donde estos intentarán encontrar errores en ellos, para reducir el tiempo de pruebas.
- Se aplicará nuevamente la matriz de trazabilidad, para verificar también en esta etapa la correspondencia entre requisitos y casos de uso del sistema.
- Los analistas confeccionarán el modelo conceptual.
- Luego los analistas presentarán la primera versión del modelo al cliente a través de una reunión para que este sea aprobado.
- Los analistas confeccionarán el artefacto Modelo del Sistema.
- El artefacto se revisará primeramente por el equipo de calidad interna del proyecto, luego por el equipo de calidad del centro y finalmente por los especialistas de Calisoft.
- El artefacto se presentará a los clientes para que estos firmen su aprobación.

Los pasos propuestos anteriormente contribuyen a guiar la obtención del artefacto Modelo del Sistema aunque se hace necesario integrarlos a otras reglas que estandaricen el proceso.

2.4.2 Elementos y patrones para el modelado

Para modelar los casos de uso se utiliza UML, el cual permite obtener fácilmente diagramas con un conjunto de elementos gráficos y lograr que los usuarios y los desarrolladores comprendan fácilmente el negocio. El conocimiento de estos elementos ofrece la oportunidad de realizar un diagrama de caso de uso con mayor facilidad y agilidad. Seguidamente se mostrarán los elementos y patrones fundamentales (Gunnar Övergaard, Palmkvist Karin, 2004):

Tabla 2. Elementos para el modelado de casos de usos del sistema.

Nombre	Elemento
<p>Actor: el actor representa un tipo de usuario del sistema, quien inicializa siempre un caso de uso.</p>	
<p>Caso de uso: es una tarea que debe llevarse a cabo con el apoyo del sistema que se desarrolla. Siempre es ejecutado por un actor.</p>	
<p>Asignación: se utiliza para denotar la relación entre un actor y su caso de uso.</p>	
<p>Generalización especialización: es utilizada para denotar o asignar una generalización/especialización de derechos o funciones entre actores.</p>	
<p>Inclusión: se utiliza para mostrar que un caso de uso depende de otro, o sea para que ese caso de uso se ejecute, primero deberá ejecutarse el otro.</p>	
<p>Extensión: se utiliza para mostrar que un caso de uso puede o no depender de otro. Al ejecutarse un caso de uso, el otro no necesariamente tendrá que ejecutarse.</p>	

A continuación se muestran y se explican la utilización de los principales patrones, conocidos para el modelado de casos de uso del sistema.

Extensión: es una relación de un caso de uso de extensión a un caso de uso base, donde el primero depende del caso de uso base, mientras que este es independiente.

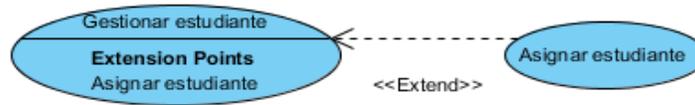


FIGURA 22 ASOCIACIÓN DE EXTENSIÓN.

Asociación de inclusión: una relación de inclusión comienza desde un caso de uso base hacia un caso de uso de inclusión. Se utiliza para dividir partes de un flujo de trabajo de los que sus resultados dependen el caso de uso base.



FIGURA 23 ASOCIACIÓN DE INCLUSIÓN.

Asociación de generalización/especialización: es una relación de un caso de uso hijo hacia un caso de uso padre ó de un actor hacia otro. Especifica como el caso de uso o actor hijo puede especializar todo el comportamiento y las características del padre.

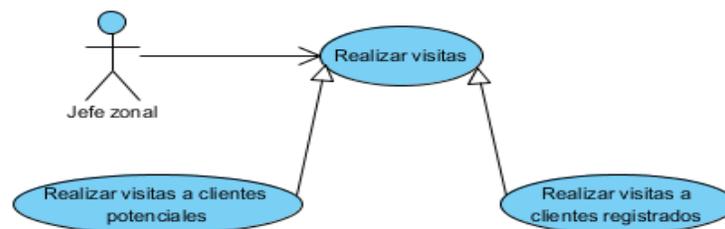


FIGURA 24 ASOCIACIÓN DE GENERALIZACIÓN/ESPECIALIZACIÓN.

Múltiples actores roles comunes: este patrón se utiliza cuando existen varios actores que realizan sus casos de uso individualmente, pero los dos necesitan realizar una misma acción.

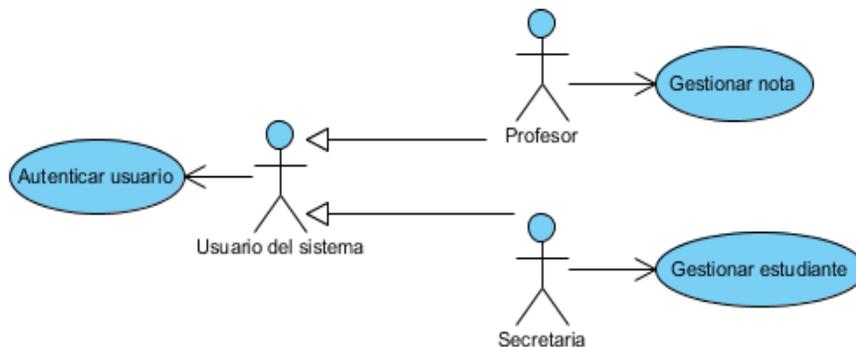


FIGURA 25 MÚLTIPLES ACTORES ROLES COMUNES.

Los elementos y patrones mostrados anteriormente son los más conocidos y utilizados dentro del modelado de casos de uso del sistema. Para lograr un modelado con calidad se ofrecerán reglas que indican cómo utilizar dichos elementos y patrones.

2.4.3 Reglas para el modelado

En lo adelante se especifican las reglas:

- Se identificarán los actores y casos de uso para comenzar con la realización del diagrama.
- La relación que se establecerá entre actores y casos de uso será exclusivamente mediante la asignación. La dirección o el sentido de la flecha deben partir siempre del actor hacia el caso de uso, ya que es el actor quién realiza la actividad que se representa mediante los casos de uso. Un caso de uso nunca inicializará a un actor.
- Los actores se representarán a la izquierda de los casos de uso cuando existe una sola relación entre actores y casos de uso.
- Cuando un actor inicialice más de un caso de uso se ubicarán los más significativos a la izquierda y de arriba hacia abajo para que los más importantes se lean primero, mientras se ubicarán a la derecha los que darán soporte a los casos de uso significativos.

- La relación que se establecerá entre un caso de uso y otro será de extensión y/o inclusión y de generalización/especialización. Los casos de uso extendidos e incluidos se representarán a la derecha del caso de uso base.
- La relación que se establecerá entre actores es mediante la generalización/especialización. Los actores comunes se ubicarán debajo del actor especializado.
- Los actores que se relacionen como en el patrón múltiples actores roles comunes deberán estar cerca de manera que se entienda el vínculo que existe entre ellos.
- Se evitarán las relaciones cruzadas para no perder el sentido de las relaciones entre los elementos y obtener un diagrama organizado.
- El tamaño del estereotipo que representa el caso de uso debe estar en correspondencia con el tamaño del nombre. **Ejemplo:**



FIGURA 26 NOMBRAR CASOS DE USO

- Cuando el nombre del caso de uso es muy largo se dividirá dentro del estereotipo que lo representa. **Ejemplo:**

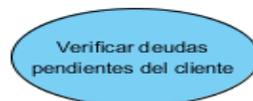


FIGURA 27 OTRA FORMA DE NOMBRAR CASOS DE USO

- Los casos de uso deberán ser relacionados con un solo actor a excepción de los casos de uso extendidos e incluidos.

Las reglas del modelado propuestas se integrarán con las reglas para la redacción dentro de los diagramas. Inmediatamente se ofrecen las reglas para redactar dentro del modelado de procesos de negocio, las que contribuirán a conformar los diagramas de forma entendible.

2.4.4 Reglas para la redacción

- Cada actor tendrá un nombre, el cual tendrá la primera letra en mayúscula.
- Los casos de usos deberán registrar claramente lo que el sistema debe hacer, mediante la descripción que se realizará en las tablas de las pautas para cada uno.
- El nombre del caso de uso y el actor debe ser único e intuitivo, de forma tal que al ser leído se pueda comprender rápidamente lo que se expresa. El nombre de los casos de uso especificará el objetivo del mismo.
- Para describir los casos de uso, se utilizará el tiempo verbal en presente.
- Cuando los casos de uso sean inicializados por el actor, la descripción de estos comenzará diciendo “El caso de uso se inicia cuando el actor...” y terminar diciendo “El caso de uso termina...”.

Las reglas de redacción ofrecidas anteriormente necesitan ser integradas con una serie de pautas que definen otros aspectos del artefacto contribuyendo a la estandarización del mismo. Las pautas constituyen un elemento decisivo, ya que ayudan a conformar el artefacto de forma adecuada y minimizar errores en la descripción y obtención del mismo. Como parte del estándar se redefine la planilla propuesta por Calisoft para conformar el artefacto Modelo del Sistema, teniendo en cuenta teniendo en cuenta las pautas que a continuación se proponen:

2.4.5 Pautas para la confección del artefacto

- El estilo de las letras del documento tendrán fuente Arial, de tamaño 10, con un interlineado de 1,5 y los párrafos serán justificados.
- En el control de documento se especificará el título, por quién fue elaborado y cargo.
- En el control de cambios se especificará la versión, sección, figura y/o tabla donde se realizaron los cambios, además del tipo de complejidad, o sea si el mismo es alto,

medio o bajo. También se incluirá la fecha, el autor y la descripción del cambio. La fecha tendrá el siguiente formato: día/mes/año.

- Se describirán los módulos donde se incluirán sus nombres y el diagrama de cada uno para representar la interacción entre el módulo en cuestión y los más cercanos al mismo. Si existen submódulos se describirán los mismos elementos.
- En la descripción del módulo se registrará la funcionalidad o funcionalidades que se especificarán en el presente documento. De igual forma con sus submódulos, en caso de existir.
- En una tabla se incluirán los siguientes aspectos: el objetivo que persigue el actor cuando interactúa con el caso de uso, una breve descripción del caso de uso en no más de 30 palabras, se especificará la complejidad, la prioridad, las precondiciones, las poscondiciones, el flujo de eventos, la descripción de las relaciones que pueden ser casos de uso de inclusión o de exclusión.
- Se incluirá la imagen que muestra el prototipo de interfaz, debajo de la tabla para especificar los casos de uso.

Como valor agregado a la propuesta, en lo adelante se proponen las listas de chequeo que contribuirán a verificar la calidad de cada artefacto una vez culminado. Con el uso de estas se pretenden detectar errores que puedan ser solucionados internamente, para lograr realizar la entrega de los artefactos con calidad.

2.5 Listas de chequeo

Cada lista cuenta con una estructura que inicialmente incluye los siguientes elementos:

- Nombre del proyecto, el nombre del producto y la versión.
- Control de versiones, donde se especifica el nombre del revisor que aplicó la lista.
- Seguidamente se especifican las reglas de confidencialidad, donde se especifica el encargado de asumir la custodia y control del documento.
- Para la revisión se emplea una tabla que es utilizada para las revisiones de cada artefacto, dicha tabla está compuesta por:

- El peso permite especificar si el elemento a evaluar es crítico o no.
- Los indicadores a evaluar contribuyen a guiar la revisión.
- Se evaluará de 0 el indicador si no se detectan errores, 1 si es ambiguo, o sea si existe algún tipo de inconsistencia, 2 si está parcialmente incorrecto y 3 si es totalmente incorrecto.
- Luego se incluirá la cantidad de elementos afectados, o sea en cuántos elementos se ha detectado la misma no conformidad. Esto se realiza con el fin de conocer la cantidad de no conformidades reales que existen referentes al elementos que se evalúa.

A continuación se cuenta con una columna para realizar cualquier comentario favorable en aras de eliminar la no conformidad.

Peso	Indicadores a Evaluar	Eval	Cantidad de elementos afectados	Comentarios
crítico	1. ¿Está el documento acorde con la plantilla estándar del proyecto o del expediente de proyecto?	0		

FIGURA 28 LISTA DE CHEQUEO.

Las listas finalmente cuentan con una tabla donde se registran los defectos y dificultades encontradas. En cada columna se definen:

- En los elementos se nombrará el artefacto al que se le aplica la lista.
- En la columna No se enumerarán las no conformidades detectadas.
- Luego se describirá la no conformidad encontrada.
- Se ofrecerá la ubicación de la no conformidad.
- Más adelante en la etapa de detección, se especificará el número de la iteración de las revisiones.

- A continuación se señalará si la no conformidad es significativa o no.
- Más adelante se realizará cualquier recomendación.
- Seguidamente se deberá incluir el estado de la no conformidad, si está resuelta o no.
- Finalmente, el equipo de analistas también podrá incluir sus opiniones sobre cada no conformidad detectada según estime conveniente.

Elemento	No	NC	Ubicación de la NC	Etapa de detección	Significativa	No Significativa	Recomendación	Estado NC	Respuesta del equipo de Analistas
----------	----	----	--------------------	--------------------	---------------	------------------	---------------	-----------	-----------------------------------

FIGURA 29 TABLA DE NO CONFORMIDADES.

Para identificar errores en la redacción se tendrán en cuenta los siguientes indicadores:

- ¿Ha identificado errores ortográficos?
- ¿Se entiende claramente lo que se ha especificado en el documento?
- ¿El número de página que aparece en el índice coincide con la cantidad de páginas que se reflejan en el documento?
- ¿El total de páginas que aparece en las reglas de confidencialidad coincide con el total de páginas que tiene el documento?

2.5.1 Lista de chequeo para el artefacto Modelo de Procesos de Negocio

Para verificar la calidad del artefacto se aplicarán los siguientes indicadores:

- ¿Cada proceso expresa claramente el negocio del sistema?
- ¿El nombre del proceso es único? ¿Existe otro proceso con ese nombre?
- ¿El nombre del proceso es intuitivo?
- ¿El objetivo expresa de forma clara cuál es la finalidad y las operaciones principales que se realizan en el proceso?

- ¿Los eventos son nombrados en infinitivo?
- ¿El nombre del evento es único?
- ¿La precondición es válida para todos los eventos que generan el proceso?
- ¿El proceso está relacionado al menos con un responsable?
- ¿Es el responsable el encargado de llevar a cabo el proceso?
- ¿En el proceso existe al menos un cliente interno?
- ¿Es el cliente interno el encargado de recibir el proceso?
- ¿En el proceso existe al menos un cliente externo?
- ¿El proceso se relaciona con todos los clientes externos?
- ¿En el proceso existe al menos una entrada al mismo?
- ¿En el proceso existe al menos una salida del mismo?
- ¿En el proceso existe al menos una actividad por realizar?
- ¿El nombre de la actividad es único?
- ¿El nombre de la actividad es intuitivo?
- ¿Está descrito el proceso en presente?
- ¿Se describe de manera comprensible y detallada el proceso?

2.5.2 Lista de chequeo para el artefacto Especificación de Requisitos de Software.

Dentro de los indicadores a evaluar se deberán tener en cuenta los siguientes:

- ¿Se han identificado los requisitos funcionales que son las características que el sistema debe cumplir?
- ¿Se han identificado los requisitos no funcionales del sistema, que son las cualidades que el sistema debe tener?

- ¿Están todos los requisitos redactados de forma simple y clara para aquellos que vayan a consultarlo en un futuro?
- ¿Debería especificarse algún requisito con más detalle?
- ¿Debería especificarse algún requisito con menos detalle?
- ¿Se han identificado los valores de entrada y salidas?
- ¿Han sido incluidos las respuestas válidas y no válidas de los valores de entrada?
- ¿Se han identificado los requisitos de software y de hardware?
- ¿Han sido identificadas las restricciones de diseño e implementación?
- ¿Han sido identificadas las restricciones de interfaz externa?
- ¿Los requisitos de soporte, usabilidad, fiabilidad y eficiencia han sido identificados?
- ¿Se han identificado los requisitos de seguridad (confidencialidad, integridad, disponibilidad)?
- ¿Se puede verificar cada requisito?
- ¿Se han enumerado los requisitos incluso los que se derivan de otros requisitos?
- ¿No aparece un mismo requisito en más de un lugar del documento de especificación?
- ¿Son los requisitos consistentes? ¿No existe contradicción entre lo especificado por un requisito y lo especificado por otro?
- ¿Existe correspondencia entre el modelo de caso de uso, las especificaciones suplementarias y las especificaciones de requisitos?
- ¿Soportan los requisitos los objetivos del negocio, sistema de software y el proyecto?
- ¿Algún requisito no es requerido o se encuentra fuera del alcance del proyecto?
- ¿Son las metas y objetivos del sistema de software clara y completamente definidos?

- ¿Se han manejado todos los eventos y condiciones?
- ¿Se han especificado todas las definiciones y reglas requeridas?
- ¿Satisfacen las especificaciones el nivel de detalle requerido al equipo de diseño?

2.5.3 Lista de chequeo para el artefacto Modelo del Sistema

Dentro de los indicadores a evaluar se tendrán en cuenta los siguientes:

- ¿Cada caso de uso registra claramente lo que el sistema debe hacer?
- ¿Se clasifican los casos de uso que definen la arquitectura básica del sistema?
- ¿Se ha identificado los casos de uso que darán soporte y mantenimiento al sistema?
- ¿Se han descrito con precisión todas las alternativas o excepciones?
- ¿Están clasificados los casos de uso que sirven de apoyo a los caso de uso que cubren las principales funciones que el sistema debe realizar?
- ¿El nombre del caso de uso es único? ¿Existe otro caso de uso con el mismo nombre?
- ¿El nombre del caso de uso es intuitivo?
- ¿El resumen dice cómo se inicia, cómo termina y las operaciones principales que realiza el caso de uso?
- ¿Se escribe una precondición si y solo si a partir de la ocurrencia de un suceso determinado comienza el caso de uso?
- ¿La poscondición plasma cambios que suceden en el sistema al terminarse de ejecutar el caso de uso?
- ¿Se especifica la complejidad del caso de uso?
- ¿Está descrito el caso de uso en presente?

- ¿Se describen de manera comprensible y detallada las acciones del actor frente al sistema? ¿Está lo más parecido a un manual de ayuda?
- ¿El caso de uso está relacionado con al menos un actor?
- ¿Si hay dos actores interactuando con el caso de uso está generalizado en uno solo?
- ¿La descripción del caso de uso comienza diciendo “El caso de uso se inicia cuando el actor...”?
- ¿La descripción del caso de uso termina diciendo en un evento independiente “El caso de uso termina...”?
- ¿Las partes del flujo de eventos que se repiten en otro caso de uso se especifican como un caso de uso incluido?
- ¿Las alternativas o excepciones se reflejan como flujos alternos?
- ¿En todos los caso de uso que se introducen datos tienen un flujo alternativo donde el sistema valida la integridad de los datos que se introducen y muestra un mensaje en caso de que los datos estén incompletos?
- ¿En la sección flujos alternativos se describen todas las excepciones que existan por muy evidentes que parezcan?
- ¿Al describir el caso de uso base se mencionan todos los casos de uso que extienden, se incluyen o se generalizan del caso de uso?
- ¿La descripción de los casos de uso incluidos, extendidos y especializados se realiza aparte?
- ¿Las relaciones de inclusión y extensión entre los caso de uso se han representado con línea discontinua?
- ¿El diagrama de casos de uso expresa en detalles y claramente lo que debe hacer el sistema?

- Si la modelación de las interacciones con el sistema es muy extensa ¿ha empleado los paquetes de caso de uso?

2.6 Conclusiones parciales

- Con la propuesta realizada se obtuvieron los elementos necesarios para contribuir a realizar el Modelado de Procesos de Negocio, la Especificación de Requisitos de Software y el Modelado del Sistema correctamente.
- Los pasos obtenidos contribuirán a guiar las actividades para el modelado de cada artefacto. Los elementos y patrones complementados con las reglas para el modelado, permitirán realizar y obtener los diagramas de forma estandarizada.
- Las reglas conformadas para el modelado y redacción de los diagramas permitirán la organización de manera estandarizada de dichos diagramas, logrando la calidad requerida en estos.
- La obtención de las pautas y las listas de chequeo contribuirán a conformar los artefactos y verificar si en estos existe alguna no conformidad.
- Cada uno de los elementos logrados y propuestos ayudará a mejorar la calidad de los artefactos antes mencionados.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN

Introducción

Una forma de comprobar si la propuesta confeccionada en el capítulo dos está correcta lo constituye la validación, dicho proceso se realiza con el objetivo de verificar la validez y aceptación de la propuesta, para lo cual se empleará la aplicación del Criterio de Especialistas haciendo uso de las técnicas que propone el método Delphi.

3.1 Método Delphi

El método Delphi plantea que se realice inicialmente la selección de un panel de especialistas, posteriormente la confección de los cuestionarios que serán aplicados, para más tarde realizar un análisis de los resultados obtenidos luego de su ejecución.

Algunas de las características de este método son:

Anonimato: las preguntas son contestadas por los especialistas sin existir ningún tipo de consulta entre ellos.

Retroalimentación controlada: al realizar cada ronda de preguntas, las respuestas son calculadas y se procesan antes de continuar con la siguiente ronda, para que aquellos que participen puedan valorar los resultados de la ronda anterior, además de la explicación dada a cada respuesta y cuán lejos o cerca está el especialista del promedio.

Respuesta estadística del grupo: el procesamiento de cada ronda se realiza con métodos estadísticos, lo que constituye la característica más importante que diferencia a este método de otros.

Consideraciones para aplicar el método:

Para la aplicación del método se seguirán varios pasos que garantizan la calidad de los resultados, a partir de la elección de los especialistas hasta un análisis de los resultados obtenidos una vez aplicado el método. Estos pasos son:

- Selección de los especialistas.
- Elaboración del cuestionario para validación de la propuesta.

- Análisis estadístico.

3.2 Criterio de Especialistas

Los Criterios de Especialistas necesitan como fuente de información varias personas, de las que se piensa que cuenten con conocimientos elevados sobre el tema a tratar. Estos métodos son empleados cuando ocurre alguna de las siguientes situaciones:

- No se cuenta con datos históricos para realizar el trabajo. Ejemplo de ello es la previsión de implantación de nuevas tecnologías o metodologías.
- Se consideran las situaciones éticas o morales sobre las consideraciones económicas y tecnológicas en un proceso evolutivo. Una tecnología puede ver imposibilitado su desarrollo si esto provoca un alto rechazo en la sociedad (un ejemplo verídico se tiene en la tecnología genética, donde su avance se ve dificultado por los problemas que esto implica).

3.2.1 Selección de los especialistas

Los especialistas son personas u organizaciones capacitadas para ofrecer valoraciones capaces de concluir un problema, además de hacer las recomendaciones necesarias. El mismo será elegido por su capacidad de conocimiento sobre el tema consultado.

En este caso se consideran especialistas quiénes sean capaces de ofrecer valoraciones concluyentes sobre la calidad en los flujos Modelado de Negocio y Requisitos dentro del proceso de desarrollo de software y específicamente para los artefactos Modelo de Proceso de Negocio, Especificación de Requisitos de Software y Modelo del Sistema.

3.2.2 Determinar las áreas de conocimiento que deben dominar los especialistas

Los especialistas a consultar para la validación de la propuesta realizada en el capítulo dos deben poseer un elevado conocimiento en temas relacionados con los estándares a evaluar tales como:

- Estándares nacionales e internacionales que permiten la confección de los artefactos Modelo de Proceso de Negocio, Especificación de Requisitos de Software y Modelo del Sistema.

- Actividades para conformar dichos artefactos.
- Calidad del Modelado de Negocio y Requisitos dentro del proceso de desarrollo de software.

3.2.3 Listado de los especialistas candidatos

Para determinar una cantidad específica de especialistas no existe una norma generalizada que determine el número óptimo. Para realizar esta investigación se determinó de una población de ocho especialistas, luego de la aplicación de la primera ronda a los especialistas y de analizar los datos se constató contar con cinco de ellos para integrar el panel teniendo en cuenta las características del contenido tratado. Estos fueron elegidos por los conocimientos que poseen de la calidad en el Modelado de Negocio y Requisitos dentro del proceso de desarrollo de software, además de su capacidad de análisis y prestigio con el que cuentan en su colectivo. El panel está integrado por dos analistas, dos trabajadores de calidad del Centro Gobierno Electrónico y un subdirector del departamento de pruebas de Ingeniería de Software de Calisoft. (Ver Anexo # 4)

3.2.4 Determinar el coeficiente de experticia

Para determinar el coeficiente de experticia de los especialistas se evaluó cuán confiables eran los mismos ya que esto influye en futuros resultados. Dentro de los aspectos evaluados se tuvieron en cuenta su calificación técnica, los años de experiencia, su disposición a participar en el panel, su preparación en el tema, entre otros.

Para la confección del panel de especialistas se realizó una valoración por competencias. Este método consiste en realizar un cálculo del coeficiente de competencia (**k**) del especialista a partir de una autoevaluación de su conocimiento (**kc**) sobre el tema y el coeficiente de argumentación (**ka**) mediante la siguiente ecuación.

$$k = (kc + ka)/2$$

El coeficiente de conocimiento (**Kc**) se obtuvo de un análisis de la tabla (ver Anexo # 2) perteneciente a la pregunta 1 y 2, en dependencia de la disciplina a evaluar (calidad y Modelado de Negocio y Requisitos de los artefactos), del cuestionario de autovaloración aplicado a los especialistas (ver Anexo # 2) calculado sobre la valoración del propio especialista en una escala del 0 al 10 y multiplicado por 0,1; de esta forma, la evaluación "0

indica que el especialistas no tiene absolutamente ningún conocimiento de la problemática correspondiente, mientras que la evaluación "10" significa que el especialistas tiene pleno conocimiento de la problemática tratada. Entre estas dos evaluaciones extremas hay nueve intermedias. El especialista deberá marcar con una cruz en la casilla que estime pertinente.

Para calcular el coeficiente de argumentación (**ka**) se ofrece otra tabla (ver Anexo # 2), los resultados se transforman en valores numéricos a partir de la escala de puntuación de las fuentes de argumentación (Tabla 3).

Tabla 3. Escala de Puntuación de las Fuentes de Argumentación.

Fuentes de Argumentación	Grado de Influencia		
	Alto	Medio	Bajo
1. Análisis teórico realizado por usted.	0.3	0.2	0.1
2. Su propia experiencia en el problema.	0.5	0.4	0.2
3. Trabajos de autores nacionales.	0.05	0.05	0.05
4. Trabajos de autores extranjeros.	0.05	0.05	0.05
5. Su propio conocimiento del estado del tema mundialmente.	0.05	0.05	0.05
6. Su intuición.	0.05	0.05	0.05
Totales	0.5	0.8	1.0

El coeficiente de experticia se calcula por la siguiente fórmula:

$$k = (kc + ka)/2.$$

El código de interpretación de los coeficientes de competencias es como sigue:

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

Es recomendable incluir en el grupo a los especialistas de coeficiente de competencia alto y medio. En la encuesta de autovaloración (ver Anexo # 3), aplicada a los especialistas, se determinó su coeficiente de competencias, los resultados se reflejan a continuación (Ver Tabla 4, 5 y 6):

Tabla 4. Coeficiente de competencia de los especialistas en la calidad.

Especialistas	Kc	Ka	K	Nivel
1	0.8	1	0.9	Alto
2	0.8	0.9	0.85	Alto
3	0.9	1	0.95	Alto
4	0.6	0.8	0.7	Medio
5	0.5	1	0.7	Medio

Tabla 5. Coeficiente de competencia de los especialistas en el Modelado de Negocio y Requisitos como actividades de RUP.

Especialistas	Kc	Ka	K	Nivel
1	0.7	0.9	0.8	Alto
2	0.8	0.8	0.8	Alto
3	0.8	0.9	0.8 5	Alto
4	0.9	1	0.95	Alto
5	0.9	0.6	0.75	Medio

Tabla 6. Coeficiente de competencia de los especialistas en el proceso de desarrollo de software.

Especialistas	Kc	Ka	K	Nivel
1	0.7	1	0.85	Alto
2	0.9	0.8	0.85	Alto
3	0.9	1	0.95	Alto
4	0.8	0.9	0.85	Alto
5	0.8	0.6	0.7	Medio

Después de obtenido el coeficiente de competencia por cada especialista se realizó un gráfico donde se muestra el promedio de cada especialistas sobre los temas consultados. A continuación se muestran los resultados obtenidos:

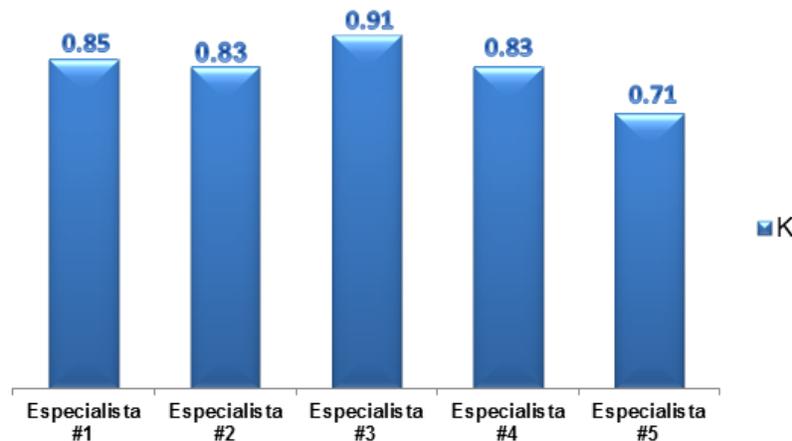


FIGURA 30 PROMEDIO DE ESPECIALISTAS

A partir de los datos que se representan en la figura 32, se determinó que el promedio de k es 0,83 y es mayor que 0,8, lo que evidencia un alto nivel de competencia entre los especialistas seleccionados.

3.3 Elaboración de los cuestionarios

Al estar seleccionados los especialistas, el próximo punto es realizar la confección del cuestionario para el cual se tuvo en cuenta el objetivo que persigue el estándar propuesto para los artefactos. Además se prestó atención a los temas tratados en la propuesta realizada durante la investigación para lograr que estos pudieran expresar sus conocimientos referentes a cada uno de estos temas. Los elementos fundamentales de cada estrategia como las pautas a seguir para la confección de los diagramas. Se evaluaron preguntas independientes para permitir a los especialistas ofrecer sus evaluaciones y profundizar en ellas, ya que esto es de gran importancia para la investigación.

La elaboración de los cuestionarios fue basada en los objetivos que debería cumplir la propuesta realizada para poder aplicarla en ITPC y que sirviera de guía en el mismo. La encuesta cuenta con varias preguntas con enfoque investigativo que permite a los evaluadores

ofrecer criterios propios y evitar la existencia de un líder que guíe los resultados de la misma. También permite observar la posibilidad de poder aplicar la propuesta según las características del resto de los proyectos del Centro de Gobierno Electrónico (CEGEL).

Para realizar la validación de los estándares propuestos se utilizó el Cuestionario de Validación (ver Anexo # 3), el mismo está compuesto por 7 preguntas en su mayoría de tipo cualitativas que brindan valores de Bastante Adecuado, Muy Adecuado, Adecuado, Poco Adecuado, No Adecuado. La aplicación de la encuesta facilita que los especialistas brinden su criterio exacto acerca los atributos identificados (P_i) donde $0 < i < 7$.

A partir de las respuestas de los cuestionarios realizados a los especialistas, se procedió al cómputo y análisis de estos para una correcta explotación de los resultados.

3.4 Análisis de los resultados

Los 5 especialistas que conforman el panel de especialistas recibieron la propuesta confeccionada como documentación necesaria para responder las diferentes preguntas, al mismo tiempo recibieron la encuesta con un total de 7 preguntas, ambas fueron enviadas vía correo electrónico, y en caso de existir alguna duda por parte de los especialistas fue aclarada personalmente. Se realizó una sola ronda de encuesta y luego se procedió al análisis de los resultados. A continuación se muestra:

En las respuestas de los especialistas a la pregunta #1 del cuestionario: ¿Considera usted que los pasos propuestos para la obtención de los artefactos estandariza el trabajo de los analistas?, evaluaron lo siguiente:



FIGURA 31 CRITERIO DE ESPECIALISTAS

El 100 % de los especialistas valoran de Bastante Adecuado los pasos definidos para conformar los artefactos. Ver Figura 33.

Porcentaje de evaluación de los especialistas

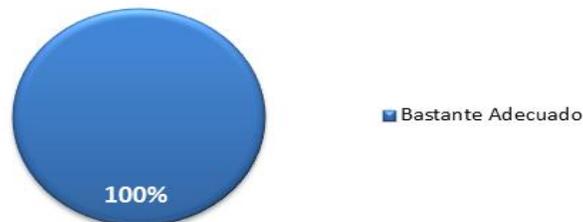


FIGURA 32 PORCIENTO DE EVALUACIÓN DE LOS ESPECIALISTAS

En las respuestas de los especialistas a la pregunta #2 del cuestionario: ¿Considera usted que definir en el estándar los elementos y patrones con sus correspondientes reglas para su aplicación, contribuyen a obtener diagramas con la calidad requerida?, evaluaron lo siguiente:

Criterio de Especialistas

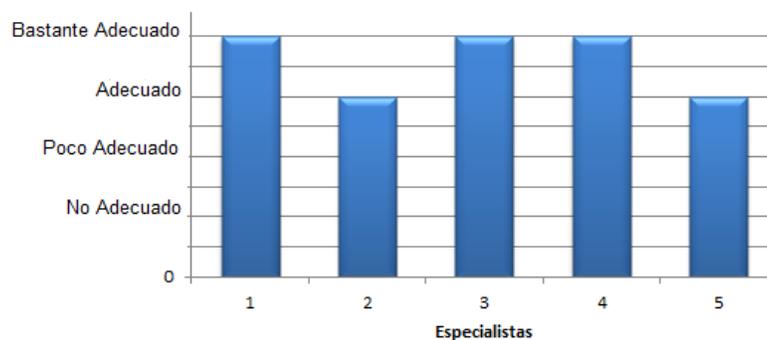


FIGURA 33 CRITERIO DE ESPECIALISTAS

Seguidamente se muestra en un gráfico que el 60 % de los especialistas valoran de Bastante Adecuado que los elementos y patrones con sus correspondientes reglas para su aplicación, contribuyen a obtener diagramas con la calidad requerida, mientras que el 40% la valoran de Adecuado.

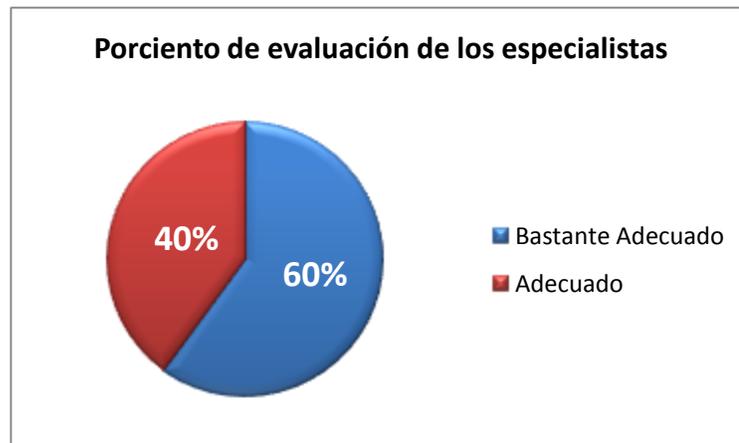


FIGURA 34 PORCIENTO DE EVALUACIÓN DE ESPECIALISTAS

En las respuestas ofrecida por los especialistas a la pregunta #3 del cuestionario: ¿Considera usted que las reglas para la redacción en los diagramas y el artefacto, contribuyen a desarrollarlos con mayor calidad? Ofrecieron lo siguiente:

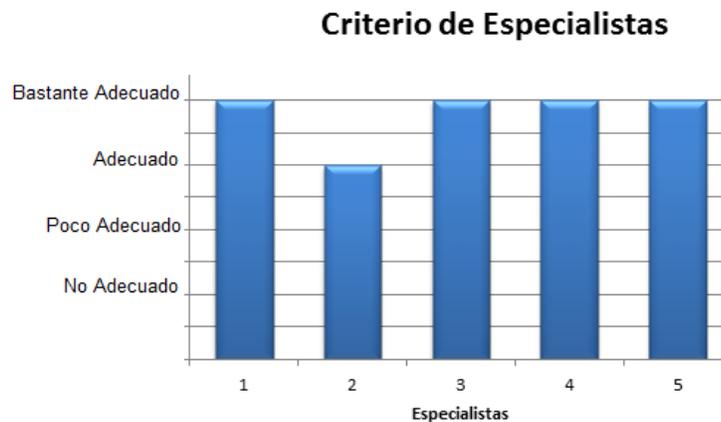


FIGURA 35 CRITERIO DE ESPECIALISTAS

Seguidamente se muestra mediante un gráfico que el 80 % de los especialistas valoran de Bastante Adecuado las reglas para la redacción en los diagramas y el artefacto, mientras que el 20% la valoran de Adecuado.

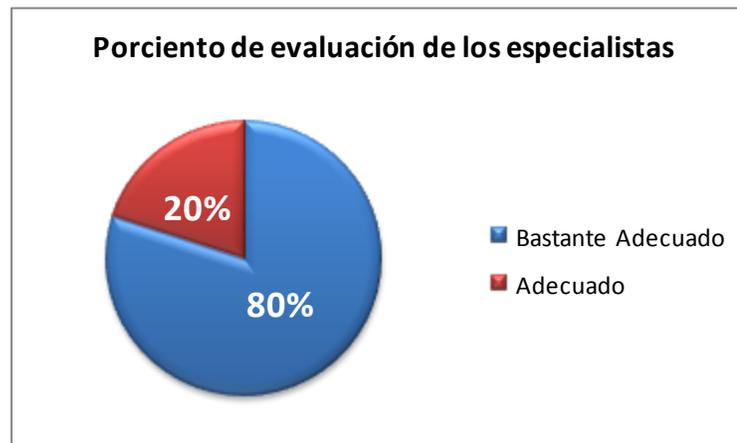


FIGURA 36 PORCIENTO DE EVALUACIÓN DE ESPECIALISTAS

Luego de la respuesta ofrecida por los especialistas a la pregunta # 4 del cuestionario: ¿Considera usted que las pautas propuestas contribuyen a obtener artefactos con una estructura adecuada según las características definidas por Calisoft? Se obtuvo el siguiente resultado:



FIGURA 37 CRITERIO DE ESPECIALISTAS

Luego de procesar los datos de las respuestas ofrecidas a la pregunta antes mencionada se obtuvo que el 60 % de los especialistas valoraron de Bastante Adecuado las pautas propuestas para obtener artefactos con una estructura adecuada según las características definidas por Calisoft, mientras que el 40% la valoran de Adecuado.

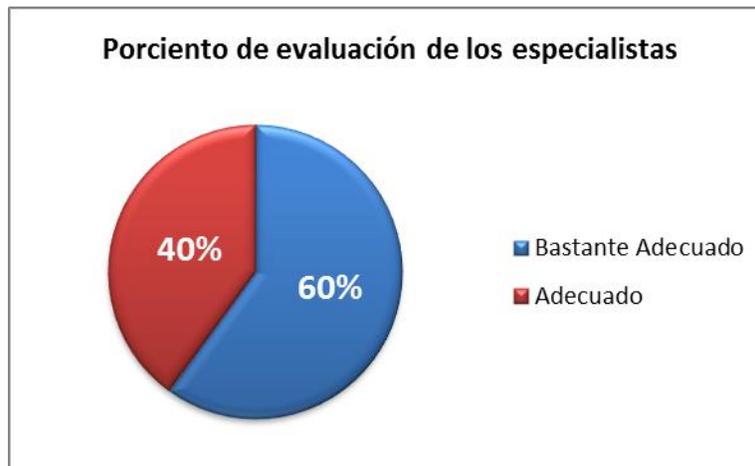


FIGURA 38 PORCIENTO DE EVALUACIÓN DE LOS ESPECIALISTAS

En las respuestas de los especialistas a la pregunta # 5 del cuestionario: ¿Considera usted que las listas de chequeo propuestas contribuyen a detectar errores en los artefactos para corregirlos a tiempo?, se obtuvo el siguiente resultado:

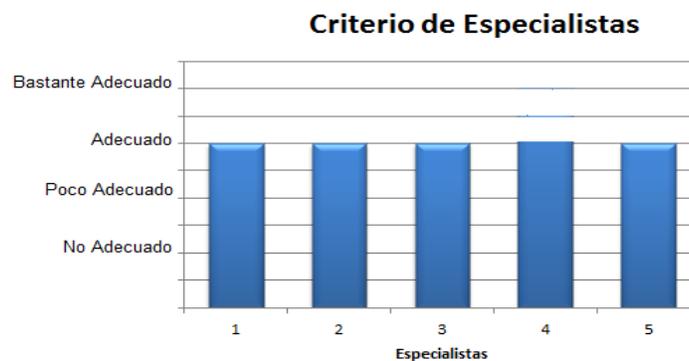


FIGURA 39 CRITERIO DE ESPECIALISTAS

El 100 % de los especialistas valoran de Adecuado que las listas de chequeo propuestas contribuyen a detectar errores en los artefactos para corregirlos a tiempo.

Porcentaje de evaluación de los especialistas



FIGURA 40 CRITERIO DE ESPECIALISTAS

En las respuestas de los especialistas a la pregunta #6 del cuestionario: ¿Considera usted que la propuesta contribuirá a que los analistas puedan desarrollar un trabajo estandarizado a partir de haberle definido los elementos, pasos, pautas, reglas que no pueden faltar en el modelado de negocio, especificación de requisitos de software y modelado de sistema?, evaluaron lo siguiente:

Criterio de Especialistas

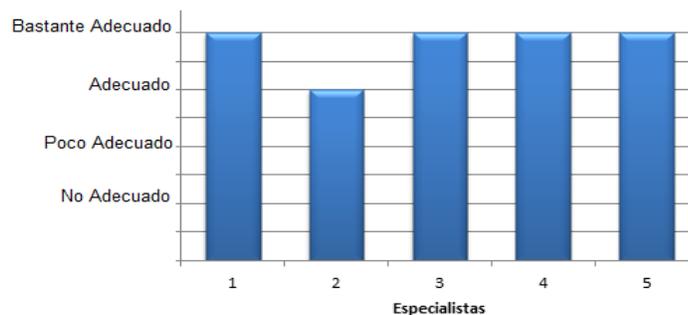


FIGURA 41 CRITERIO DE ESPECIALISTAS

El 80 % de los especialistas valoran de Bastante Adecuado que la propuesta contribuirá a que los analistas puedan desarrollar un trabajo estandarizado a partir de haberle definido los elementos, pasos, pautas, reglas que no pueden faltar en el modelado de negocio, especificación de requisitos de software y modelado de sistema, mientras que el 20% la valoran de Adecuado. Seguidamente se muestran los resultados en la siguiente tabla:

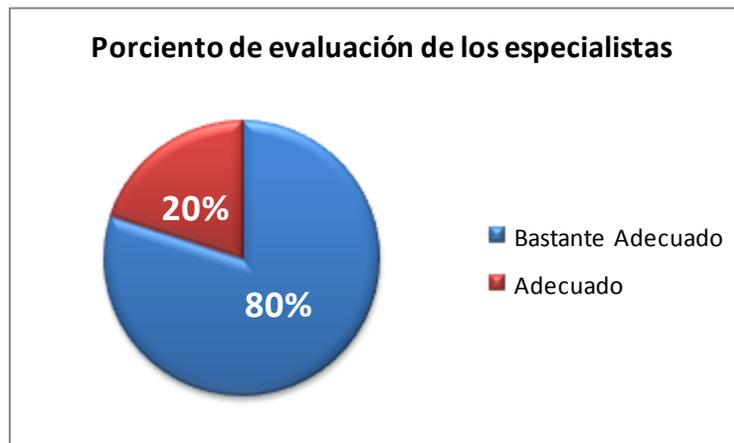


FIGURA 42 PORCIENTO DE EVALUACIÓN DE LOS ESPECIALISTAS

3.4.1 Confirmar concordancia entre los especialistas

Para lograr que la propuesta tenga una mayor validez debe de existir un excelente acuerdo entre los especialistas, es esta la razón por la cual se calcula el Coeficiente de Concordancia de Kendall que brinda la posibilidad de comprobar el grado de coincidencia de las valoraciones realizadas por los especialistas. El Coeficiente de Concordancia de Kendall (W) se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$W = \frac{12 * S}{K^2(N^3 - N)}$$

A continuación se muestran los cálculos realizados para determinar la concordancia de los especialistas:

Nota 1: Se da una puntuación de 4, 3, 2, 1 si la respuesta de los especialistas es Bastante Adecuado, Adecuado, Poco Adecuado, No Adecuado respectivamente.

Tabla 7. Concordancia entre los especialistas.

Preguntas	Especialistas					Sj
	E1	E2	E3	E4	E5	
P1	4	4	4	4	4	20
P2	4	3	4	4	3	18
P3	4	3	4	4	4	19
P4	4	4	3	4	3	18
P5	3	3	3	3	3	15

P6	4	3	4	4	4	19
-----------	---	---	---	---	---	----

Dónde:

K es el número de especialistas que intervienen en el proceso de validación, por lo tanto, K=5.

N es cantidad de aspectos a validar, en este caso N=6.

S es la desviación media, dada por la sumatoria de las \bar{S} .

La media de los rangos se determina a través de la fórmula:

$$\bar{S}_j = \frac{\sum_{j=i}^N S_j}{N}$$

$$\bar{S}_j = \frac{109}{6}$$

$$\bar{S}_j = 18.17$$

La S media se determina a través de la fórmula:

$$\bar{S} = (S_j - \bar{S}_j)^2$$

Tabla 8. Cálculo de la S media.

Sj	Sj media	S media
20	18.17	3.35
18	18.17	0.03
19	18.17	0.69
18	18.17	0.03
15	18.17	10.05
19	18.17	0.69

La desviación media se determina a través de la fórmula:

$$S = \sum_{j=1}^N \bar{S}$$

$$S = 14.84$$

Después de realizado el cálculo de S, W es el coeficiente de Kendall y se obtiene a través de la siguiente ecuación:

$$W = \frac{12 * S}{K^2(N^3 - N)}$$

$$W = \frac{12 * 14.84}{5^2(6^3 - 6)}$$

$$W = 0.03392$$

El coeficiente W brinda el valor que permite decidir el nivel de concordancia entre los especialistas, dicho valor siempre es positivo y oscila entre 0 y 1. El coeficiente de Kendall obtenido da la posibilidad de calcular el Chi-cuadrado real, que permite comprobar si existe o no concordancia entre los especialistas y se obtiene a través de la siguiente fórmula:

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

$$X^2 = 5(6 - 1)0.03392$$

$$X^2 = 0.848$$

El Chi-Cuadrado obtenido se compara con el de las tablas estadísticas con una probabilidad de error de 0.05, como se muestra a continuación.

$$X^2_{real} < X^2(\alpha, N - 1)$$

$$0.848 < 12.5916$$

Por lo tanto se puede concluir que hay coincidencia entre los especialistas ya que el Chi-Cuadrado real es menor que el Chi-Cuadrado de las tablas. Tras la primera ronda se constató que no era necesario realizar más rondas, pues existía un nivel de concordancia alto entre los especialistas evaluando los elementos seleccionados entre Bastante Adecuados y Adecuados.

3.5 Conclusiones parciales

- Se aplicó una encuesta a los especialistas para verificar sus conocimientos en los temas consultados, y el promedio del coeficiente de experticia obtenido fue 0,83 que al ser mayor que 0,8, evidencia que estos poseen un alto nivel de competencia.
- Se realizó una segunda encuesta para validar la propuesta, donde evaluaron los elementos seleccionados entre Bastante Adecuados y Adecuados; esta fue aceptada con un coeficiente de concordancia elevado.

CONCLUSIONES GENERALES

Luego de realizada la investigación que permitió el cumplimiento de las metas propuestas, se puede concluir de forma general lo siguiente:

- Es importante tener en cuenta mecanismos, métodos y herramientas que permitan asegurar la calidad del software desde las primeras fases de su desarrollo, para obtener los artefactos generados en sus flujos de trabajo de forma correcta.
- Una vez estudiado el proceso de obtención de los artefactos Modelo de Procesos de Negocio, Especificación de Requisitos y Modelo del Sistema en el proyecto ITPC, se determinaron las actividades que se realizan para conformarlos; se definió BPMN como notación para modelado de procesos de negocio, el estándar IEEE-830 para especificar requisitos y UML como lenguaje de modelado de sistema.
- La propuesta del estándar establece pasos, elementos y patrones de modelado, y reglas a ser seguidas durante la obtención de los artefactos previamente mencionados de forma estandarizada; las pautas y listas de chequeo definidas contribuirán a obtenerlos con la calidad requerida.
- Finalmente se validó la propuesta a través del método Delphi mediante el Criterio de Especialistas, donde los panelistas seleccionados evaluaron los elementos propuestos entre Bastante Adecuados y Adecuados con un coeficiente de concordancia elevado, evidenciando la aceptación de la propuesta.

RECOMENDACIONES

Partiendo del desarrollo del presente trabajo investigativo se dio cumplimiento a su objetivo general se recomienda lo siguiente:

- Aplicar la propuesta en el proyecto ITPC para la obtención de los artefactos Modelo de Procesos de Negocio, Especificación de Requisitos y Modelo del Sistema durante el modelado de negocio y requisitos.
- Adoptar la propuesta en los proyectos productivos de la universidad para lograr una mejor obtención de los artefactos Modelo de Procesos de Negocio, Especificación de Requisitos y Modelo del Sistema.
- Ampliar y fortalecer la propuesta, a través de las tesis que desarrollarán estudiantes en próximos años.

BIBLIOGRAFÍA

Ferrán Calabuing Moreno, Josep Crespo Hervás. 2009. *Uso del método Delphi para la elaboración de una medida de la calidad percibida de los espectadores de eventos deportivos.* Valencia-España : s.n., 2009.

ISO. 2000. *Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario.* 2000. 9000.

M, Stal. March-April 2006. *Using architectural patterns and blueprints for service-oriented architecture.* Munich : s.n., March-April 2006.

Ivar Jacobson, Graddy Brooch y James Rumbaugh. 1999. *Proceso de Desarrollo de Software.* s.l. : Addison Wesley, 1999.

2010-2012. Centro de Gobierno Electrónico: Expediente de proyecto (TPC II) Sistema para la Informatización de los Tribunales Populares Cubanos. [En línea] Alfresco, 2010-2012. http://portal.cegel.prod.uci.cu/tab/system_show..

Aalst, van der. 1998. *van der Aalst.* 1998.

Agut, Raúl Monferrrer. 1998. *Guide to Software Requirements Specifications.* 1998. IEEE 830.

Avila, Lisleinis A Ocando. 2011. *Características del producto que influyen en el posicionamiento de la televisión por cable en el municipio Maracaibo.* Maracaibo : s.n., 2011.

Bianchi, Diana Susana. 2003. *El uso de las Listas de Chequeo como herramienta para controlar la calidad de la ley.* 2003.

C., Montilva. 2007. *Postgrado en Ciencias de la Computación.* 2007.

1996. *Control Total de la Calidad.* 1996.

Cueva, J.M. 1999. *Calidad de Software.* 1999.

2001. DRAE. *Real Academia Española.* [En línea] 2001. http://buscon.rae.es/drae/Srvlt?TIPO_BUS=3&LEMA=Calidad.

Jesús García Molina, M. José Ortín, Begoña Moros, Joaquín Nicolás, Ambrosio Toval. *De los Procesos del Negocio a los Casos de Uso.*

La norma ISO/IEC25000 y el proyecto KEMIS para su automatización con software libre . **José Marcos, Alicia Arroyo, Javier Garzás, Mario Piattini. 2008.** 2, Madrid, España : REICIS Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software, 2008, Vol. 4.

Laguna, Miguel A. 2009. *Requisitos.* 2009.

López Echeverry, Ana María, Cabrera, Cesar. 2008. *Introducción a La calidad del Software.*

2008.

López, José Ignacio Herrans. 2001. *Desarrollo de software para la autodiagnosís del grado de madurez de una empresa conforme a la ISO 90003.* 2001.

Mayer, Richard J. 1992. *IDEF Family of Methods for Concurrent Engineering and Business Re-engineering Applications.* s.l. : College Station, TX 77840(409)260-5274, 1992.

Ouyang, Remco M. DijkmanMarlon DumasChun. 2008. *Semantics and analysis of business process models in BPMN.* 2008.

Pressman, Roger. 2005. *Ingeniería del Software. Un enfoque Práctico.* 2005. *Proceso Unificado de Desarrollo.*

Scalone, Fernanda. 2008. *Modelos y Estándares de Calidad del Software.* 2008.

2000. *Sistema de Gestión de la Calidad-Fundamentos y Vocabulario.* 2000. 9000:2000.

Sistema Integrado de Gestión. [En línea]
http://www.sintegradodegestion.com/Calidad/sIG_Calidad_index.html. NMX-CC-001.

2006. *Software Measurement and Estimation A Practical Approach.* 2006.

Sommerville, Ian. 2006. *Ingeniería del Software.* s.l. : Pearson Addison Wesley, 2006.

Van der Aalst.1998. *Three good reasons for using a Petri-Net-Based Workflow Management System.* 1998.

Tórres, Fernando. 2008. *Integración del PMBOK al RUP para proyectos deDesarrollo de Software.* Lima-Perú : s.n., 2008.

Tristán, Agustín. 2006. *Estándar de calidad para pruebas objetivas.* Bogotá-Colombia : Magisterio, 2006.

Gunnar Övergaard, Palmkvist Karin. 2004. *Use Cases Patterns and Blueprints.* 2004.

Van der Aalst, Arthur ter Hofstede, Bartek. 2004. *Process modeling notations and workflow patterns.* 2004.

Vega, Carlos Lebrún. 2008. *Mejores prácticas para el establecimiento y aseguramiento de la calidad del software.* 2008.

Witold Suryn1, Alain Abran2, Alain April. 2003. *The second generation of standards for.* Montréal, Canadá : Notre Dam e St. West, 2003.

Ferrán Calabuig Moreno, J. C. (2009). *Uso del método Delphi para la elaboración de una medida de la calidad percibida de los espectadores de eventos deportivos.* Valencia-España.