Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 6

Título: “Guía metodológica basada en procesos para la Línea de Productos de Software Aplicativos SIG”

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

Autora: Lesdy Velázquez Torres.

Tutor: Ing. Héctor René Sánchez Falero.

Co-tutor: Ing. Adrian Gracia Águila.

Ciudad de La Habana, Junio de 2012

“Año 54 de la Revolución”

DECLARACION DE AUTORÍA

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

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

_____

Lesdy Velázquez Torres

Autora

_____

Ing. Héctor René Sánchez Falero

Tutor

_____

Ing. Adrian Gracia Águila

Co-tutor

DATOS DE CONTACTO

Tutor:

Ing. Héctor René Sánchez Falero.

Profesión: Ingeniero en Ciencias Informáticas.

Categoría docente: Instructor Recién graduado.

Año de graduación: 2008.

Correo electrónico: hrsanchez@uci.cu

Co-tutor:

Ing. Adrian Gracia Águila.

Profesión: Ingeniero en Ciencias Informáticas.

Categoría docente: Instructor Recién graduado.

Año de graduación: 2008.

Correo electrónico: agracia@uci.cu

AGRADECIMIENTOS

En especial a mis padres Adis Maidys y Ramón, por ser esas personas tan maravillosas y a las que le debo la vida, gracias les doy por dejarme existir, por estar siempre apoyándome, dándome aliento en todos los momentos difíciles, por ayudarme siempre a seguir hacia adelante, por confiar en mí, por darme su amor, cariño y dedicación por sobre todas las cosas. A ellos, les agradezco por ser las personas que son, las cuales nunca me han defraudado, y por poder contar con ellos cuando más lo he necesitado.

A mis abuelos, que son mi guía e inspiración de que yo haya cumplido este gran sueño, sin su apoyo incondicional, amor y entrega completa para conmigo, no hubiera podido llegar hasta donde estoy hoy, por ser esas personas que me sacan de todos mis aprietos y malos momentos, para ellos que siempre han soñado con este momento, a ellos le debo lo que soy. Solo yo sé todo lo que han sacrificado por mí. Son la mejor cosa que me ha pasado en la vida. Los adoro, los amo, los quiero y los respeto mucho. Gracias por existir y ser parte de mi vida.

A mis hermanos, quienes por ser yo la mayor me han conducido inconscientemente a servirles de ejemplo.

A Sandor por ser buen amigo, compañero y novio; por enseñarme tanto, por apoyarme durante estos 5 años, por aguantarme y sobrellevarme todo este tiempo, por brindarme su ayuda y ser mi brazo derecho de forma incondicional, por ser merecedor de mi confianza, por quererme, comprenderme y estar a mi lado cuando más lo he necesitado, por darme tantos momentos de felicidad. Papi se me hace muy difícil escribir lo mucho que significas para mí. Y aunque la distancia nos separe nunca me olvidaré de ti. Te quiero mucho.

A mi padrastro, tíos, primos, amigos de Holguín, Liober y a mi familia de la Habana, gracias les doy por apoyarme y confiar siempre en mí.

A los profesores del proyecto Aplicativos SIG, quienes respondieron positivamente cuando necesité ayuda, en especial a Alejandro, Lilianne, Adrian y mi tutor Héctor.

A mi tribunal y oponente de la tesis por señalarme con paciencia mis errores. Gracias…

A mis suegros y cuñados quienes indiscutiblemente se comportaron muy bien conmigo, nunca los olvidaré.

A mis amistades de la UCI, con los que compartir estos 5 años, a todos les agradezco por su amistad.

DEDICATORIA

Dedico todo mi esfuerzo y méritos logrados a mis 7 amores y personas más importantes en mi vida, este título que he obtenido se los dedico a ellos pues pusieron el mismo empeño que yo para que este sueño se hiciera realidad, sin ellos nunca lo hubiera logrado.

A mi abuela Adita, por ser tan buena, cariñosa y comprensible, por apoyarme siempre, por ser esa persona a la que no me alcanzarían las palabras para agradecerle todo lo que ha hecho por mí, por pedirle tanto a Dios por mi bienestar, sin el nada es posible, y sin ella yo no soy nadie.

A mi abuelo Pablo, por saber que este momento llegaría, por ser mi orgullo y guía, por ser el principal impulsor de que yo me realizara como ingeniera, sin su ayuda no hubiera logrado la mitad de las cosas que hoy día he obtenido.

A mi mamá quien incondicionalmente ha estado para mí en todos los momentos que lo he necesitado, por ser mi mejor amiga, por ser única.

A mi papá por saber ser amigo y padre a la vez, por estar siempre ahí cuando lo necesite.

A mis hermanos Cristian y Leslie que son 2 seres a los que aprecio y quiero mucho, y aunque no lo sepan significan mucho para mí.

A mi novio por compartir conmigo estos 5 años y por quererme tanto.

A todos ustedes les dedico este momento de mi vida.

Los quiere Mucho. Lesdy.

RESUMEN

En la presente investigación se propone una guía metodológica basada en procesos para la Línea de Productos de Software (LPS) Aplicativos SIG, la misma se encuentra enmarcada dentro del centro productivo GEYSED perteneciente a la Facultad 6 de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Este trabajo de diploma contempla la fundamentación teórica de la investigación, en la cual son presentados los principales conceptos asociados al dominio del problema. Incluye además el estudio de las metodologías ágiles y robustas, centrándose en las ventajas y desventajas de la metodología que actualmente se utiliza en Aplicativos SIG. Esto arrojó como resultado, la selección de la metodología BPM (Gestión de Procesos de Negocio) para la elaboración de la guía metodológica basada en procesos que se propone en la presente investigación. Se realiza la elección de un escenario BPM sobre el cual se deberá aplicar la solución. Se estructura la guía metodológica, definiendo las 4 fases por la que está conformada: Inicio, Análisis, Desarrollo, Liberación y Despliegue.

Para cada fase se definen sus objetivos, las entradas y salidas, los artefactos a entregar, las actividades a realizar y los roles que participarán. Se valida la solución propuesta mediante el Método Delphi, el cual evalúa el modelo a través de un conjunto de criterios obtenidos por medio de una encuesta realizada a los expertos seleccionados para que opinen sobre el tema tratado.

PALABRAS CLAVES:

BPM, BPMN, gestión, guía metodológica, LPS, metodología, negocio, proceso, SIG.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA. 6
Introducción. 6
1.1 Conceptos asociados al dominio del problema. 6
1.1.1 Guía metodológica. 6
1.1.2 Proceso. 6
1.1.3 Proceso del Negocio. 6
1.1.4 Gestión de Procesos de Negocio. 7
1.1.5 Ciclo de vida de un proceso de negocio. 7
1.1.6 Metodología de desarrollo de software. 8
1.1.7 Escenarios BPM. 11
1.1.8 Sistemas para la Gestión de Procesos de Negocio. 13
1.1.9 Notación para la modelación de los procesos. 13
1.1.10 Línea de Productos de Software (LPS). 17
1.1.11 Factoría. 17
1.2 Investigaciones realizadas en el campo de las metodologías de desarrollo de software. 21
1.2.1 Las metodologías de desarrollo de software en el contexto mundial. 21
1.2.2 Las metodologías de desarrollo en el contexto nacional. 22
1.2.3 Las metodologías de desarrollo en el contexto local. Metodología de desarrollo utilizada en la LPS Aplicativos SIG. 23
1.3 Propuesta de Herramienta para el modelado de los procesos. 24
1.4 Integración del Modelo de Capacidad y Madurez. 25
1.5 Análisis de otras soluciones existentes. 26
1.6 Conclusiones Parciales. 29
CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE GUÍA METODOLÓGICA. 31
Introducción. 31
2.1 Solución Propuesta. 31
2.1.1 Guía Propuesta. 31
2.1.2 Descripción de las Fases. 32
2.2 Características de la guía metodológica. 53

2.3 Conclusiones Parciales 54
CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA. 55
Introducción. 55
3.1 Método Delphi. 55
3.2 Aplicación del método. 55
3.2.1 Selección del grupo de expertos. 56
3.2.2 Determinar la cantidad de expertos. 56
3.2.3 Cálculo del Coeficiente de Competencia. 57
3.2.4 Elaboración del Cuestionario de Validación. 58
3.2.5 Análisis de los resultados. 59
3.3 Conclusiones Parciales. 62
CONCLUSIONES 63
RECOMENDACIONES 64
Trabajos citados 65
Bibliografía 68
ANEXOS ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Índice de Tablas.

Tabla 1. Categorías básicas para el desarrollo de diagramas. 16
Tabla 2. Entregables que se generan por factoría en cada fase. 39
Tabla 3. Escala de valores para la encuesta de autovaloración. 57
Tabla 4. Coeficiente de competencia de los expertos. 58

Índice de Figuras.

Figura 1. Elementos gráficos de BPMN. 17
Figura 2. Ciclo de vida de la Guía Metodológica. 32
Figura 3. Actividades de la Fase Inicio. 34
Figura 4. Estructura del repositorio del proyecto en subversion. 39
Figura 5. Estructura del repositorio del proyecto en Alfresco. 41
Figura 6. Actividades de la Fase Análisis. 43
Figura 7. Actividades de la Fase Desarrollo. 47
Figura 8. Actividades de la Fase Liberación y Despliegue. 51
Figura 9. Porcentaje de coeficiente de competencias de los expertos. 58
Figura 10. Altura de la guía respecto a las necesidades de Aplicativos SIG. 59
Figura 11. Categorización y aplicación exitosa de la guía. 60
Figura 12. Criterio sobre descripción de las fases, roles y objetivos. 60
Figura 13. Criterio sobre descripción de las entradas y salidas. 61
Figura 14. Criterio sobre las actividades definidas en las fases. 61
Figura 15. Criterio sobre la herramienta de modelado propuesta. 62

INTRODUCCIÓN

Las metodologías han existido en todo momento de la historia, desde que el hombre dio inicio a los primeros métodos para evolucionar sus habilidades físicas e intelectuales y así poder dominar la naturaleza, hasta que comenzó a generar estrategias de comunicación para realizar procesos de trabajos eficientes. (1) El concepto de metodología, proviene de la palabra método, que significa una guía que se lleva a cabo mediante un conjunto de pasos y procedimientos que están vinculados con los objetivos finales que ayudan a desarrollar una acción determinada. Se puede decir que una metodología es un conjunto de métodos utilizados en una investigación o proceso.

Han sido muchos los esfuerzos que se han encaminado al estudio de los métodos y técnicas para lograr una aplicación más eficiente de las metodologías y tener en correspondencia, sistemas de mayor calidad, con la documentación necesaria en perfecto orden y en el tiempo requerido. (2)

Un factor importante de la ingeniería de software para el desarrollo de productos o proyectos son las metodologías de desarrollo de software. El software se consideraba como un elemento colateral, se podía decir que la programación era un "arte", para el que no existía metodología alguna; era un proceso que se realizaba sin ninguna planificación. El desarrollo de sistemas comienza a realizarse sin que haya ninguna norma que se pueda tomar como marco de referencia para su desarrollo. Sin embargo, a principios de los 90, se comienza a estudiar la necesidad de una metodología que guíe a los desarrolladores y que asegure la calidad de los productos generados. El uso de las metodologías de desarrollo de software, tiene como principal objetivo, dirigir las mejoras continuas que se realizan en el proceso de desarrollo de software, para que el producto final, cumpla con las metas trazadas, las nuevas normas y los modelos de calidad.

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), cuenta con diversos centros de desarrollo los cuales están enfrascados en la implementación de sistemas informáticos, donde millones de bits de información, se generan y circulan a través de la red. La producción en la UCI está repartida entre sus siete facultades, definiendo para cada una de ellas perfiles y centros productivos que agrupan un conjunto de proyectos a desarrollar.

La presente investigación, se encuentra enmarcada dentro del centro productivo GEYSED perteneciente a la Facultad 6 de la UCI, tiene incluido entre sus diferentes proyectos la Línea de Productos de Software (LPS) Aplicativos SIG; en desarrollo se encuentran seis proyectos y utilizan como metodología de desarrollo RUP.

Aplicativos SIG se encarga del desarrollo de Sistemas de Información Geográfica (SIG), de modo general, se gestionan e implementan soluciones de software para crear personalizaciones en corto plazo, a las que son necesarias controlar y certificar su calidad.

Estudios realizados determinaron la siguiente **Situación Problemática**:

Las metodologías de desarrollo de software, facilitan el trabajo de los proyectos en la UCI y en la Línea de Productos de Software Aplicativos SIG del Centro GEYSED. Actualmente, es una de las LPS de la universidad con elevados rendimientos productivos en el desarrollo del software, alcanzando resultados satisfactorios. Como metodología de desarrollo se utiliza Proceso Unificado Racional (RUP), metodología, que no se adapta a las condiciones que Aplicativos SIG necesita, pues afecta el desarrollo de los productos cuando estos son realizados de manera concurrente ya que genera documentos que atrasan el desarrollo de estos, extendiéndose a un largo plazo. Cada proyecto genera un expediente que implica una extensa documentación, donde gran parte de la información de cada documento se realiza por un proceso de reutilización que lleva a cabo el equipo de trabajo. Además la falta de comunicación con el cliente es una de las deficiencias que se presentan, pues RUP se rige por un principal proceso que es obligar al cliente a tomar las decisiones al inicio, decisiones que no deben variar.

Como consecuencia de las condiciones descritas hasta el momento, se definió como **Problema científico**: ¿Cómo mejorar el proceso de desarrollo de los productos de software para la línea Aplicativos SIG?

Para la solución del problema científico se define como **Objeto de estudio** de este trabajo: Guías metodológicas para el desarrollo de software.

Teniendo en cuenta el objeto de estudio se definió como **Campo de acción** que abarca este trabajo: Proceso de desarrollo de software en la LPS Aplicativos SIG.

Atendiendo a la situación problemática descrita y al problema planteado, así como al objeto de estudio y campo de acción, la investigación se estructura y desarrolla en función del siguiente **Objetivo**

general: Definir una guía metodológica basada en procesos para el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica en la Línea de Productos de Software Aplicativos SIG.

Idea a defender:

Si se define una guía metodológica basada en procesos para la Línea de Productos de Software Aplicativos SIG, se logrará mejorar el desarrollo de las aplicaciones adjuntas a la línea Aplicativos SIG.

Para darle cumplimiento al objetivo trazado se determinó que las tareas a realizar en la presente investigación están dirigidas a:

- Analizar el estado del arte de las metodologías utilizadas en la Línea de Productos de Software Aplicativos SIG.
- Caracterizar la LPS Aplicativos SIG.
- Definir los procesos de la LPS.
- Caracterizar el estado actual de las herramientas o estándares basados en procesos.
- Analizar la herramienta escogida basada en procesos para la investigación.
- Elaborar la propuesta de guía metodológica.
- Validar la solución propuesta.
- Aplicar dicha metodología a la Línea de Productos Aplicativos SIG para comprobar que ofrece solución al problema científico y que cumple con los objetivos trazados.

Estrategia de la investigación:

La estrategia llevada a cabo en la investigación es la explicativa, ésta permite lograr un análisis más detallado con mejores resultados, tomando como referencia información existente acerca de las metodologías de desarrollo de software y en especial RUP, además de presentar abundante bibliografía sobre el tema de la investigación. Con esta estrategia se definen aspectos internos y externos del estudio realizado.

Métodos Teóricos:

Los métodos teóricos empleados en la presente investigación fueron:

- Analítico - sintético: Se emplea con el objetivo de realizar un estudio con profundidad de toda la información viable acerca de las posibles metodologías a ser utilizadas, pudiendo definir con mayor certeza las mismas, para una mejor comprensión de la situación y luego poder sintetizarlos para la confección de la solución propuesta.
- Histórico - Lógico: En la primera fase de la investigación se utiliza para desarrollar un estudio del estado del arte de la problemática analizada, revisando de forma crítica cada uno de los documentos a investigar con el fin de corroborar si existe alguna metodología definida que guíe en la actualidad el proceso de desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), y de ser así indagar en función de conocer a ciencia cierta cuáles son los resultados de la aplicación de dicha metodología en la elaboración de un producto determinado.
- Modelación: Se utiliza para la modelación de diagramas, representar el ciclo de vida de la guía propuesta y el flujo de actividades de las fases definidas, para propiciar un mejor entendimiento de las actividades a seguir.

Métodos Empíricos:

Con el objetivo de obtener información de manera sistemática del personal relacionado con el tema de la investigación y de obtener una valoración por parte de los expertos que permita la validación de la propuesta se utilizó el método empírico "**encuesta**". También se hace uso del método "**entrevista**" como técnica de recolección de datos al personal capacitado en el tema para saber con claridad sus necesidades. También se emplea el método "**análisis documental**" que permite realizar la búsqueda de la información referente al tema de investigación a través de diferentes fuentes bibliográficas.

Para valorar la información obtenida la **Población** que se escogió son: Especialistas que poseen conocimientos sobre Guías Metodológicas, también sobre la herramienta propuesta para el modelado de los procesos, así como acerca de los contenidos que sustentan la guía.

Como **Unidad de estudio:** Analistas vinculados al desarrollo de los productos de los centro GEYSED, DATEC y CDAE. Teniendo como **Muestra:** una cantidad de 5 analistas.

Estructuración por capítulos del contenido de la tesis.

- **Capítulo #1: “Fundamentación Teórica”.**

El presente capítulo contiene conceptos generales y básicos que permiten comprender temas relacionados con la toma de decisiones. De igual forma se exponen los aspectos que determinan la necesidad de la implementación de la solución propuesta.

- **Capítulo #2: “Propuesta de guía metodológica”.**

Este capítulo tiene como principal objetivo proponer una solución para corregir las dificultades existentes. Se abordan las características de la guía metodológica a definir. Se precisan y detallan las fases que formarán parte del ciclo de vida de la guía metodológica. Se opta el escenario BPM y la herramienta de modelado a utilizar.

- **Capítulo #3: “Validación de la solución propuesta”.**

El objetivo de este capítulo es validar la propuesta mediante el Método de Expertos. Se muestra un conjunto de resultados y conclusiones generales de la aplicación de la propuesta planteada.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

Introducción.

En este capítulo, el autor hace énfasis en los temas que permiten demostrar teóricamente la investigación, se describe de forma general los conceptos fundamentales y principales aspectos relacionados con el objeto de estudio y el campo de acción en que se trabaja. Además, es el resultado de un profundo estudio del problema a resolver, es donde queda plasmado el estado del arte de la investigación. El mismo, constituye la base teórica para la comprensión del trabajo que se desarrolla.

1.1 Conceptos asociados al dominio del problema.

1.1.1 Guía metodológica.

Una guía metodológica es un conjunto de métodos y procedimientos que se siguen en una investigación científica, en este caso el desarrollo de un producto, que explican y describen paso a paso lo que se debe realizar; sirven de ayuda a un grupo de personas para que puedan desarrollar un conjunto de actividades para lograr y alcanzar lo que se debe cumplir.

1.1.2 Proceso.

Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, un proceso es:

- El conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.

De acuerdo a la definición anterior, un proceso es un conjunto de actividades que van a estar vinculadas y relacionadas con respecto a un tema, las mismas pueden ser coordinadas y ordenadas de manera sucesiva para lograr un objetivo. Dado un conjunto de entradas, se obtiene un conjunto de salidas igual y consistente siempre.

1.1.3 Proceso del Negocio.

Existen diversas definiciones de proceso de negocio: (3)

- Thomas Davenport señala que un proceso de negocio es un conjunto estructurado y medible de actividades diseñadas para producir un producto especificado para un cliente o mercado específico.
- Según Henry J. Johansson, un proceso de negocio es un conjunto de actividades relacionadas que permiten crear un producto o servicio final a través de la transformación de uno o varios

productos o servicios iniciales. El desarrollo del proceso es el que debe aportar valor a las entradas iniciales.

- Roger Burlton plantea que, un proceso de negocio engloba todas las actividades que deben realizarse para satisfacer las necesidades de los usuarios de una organización. Burlton completa su definición añadiendo, que un proceso de negocio estará correctamente ejecutado si durante el proceso se hace entrega de un determinado producto o servicio, o dicho proceso desencadena otro proceso.

Después de haber analizado el conjunto de definiciones planteadas por diferentes personalidades se puede decir del proceso de negocio que es una secuencia de actividades (pueden ser nombradas tareas) vinculadas y derivadas de un tema que se llevan a cabo para lograr un resultado de negocio definido. Cada proceso de negocio tiene sus entradas, funciones y salidas.

1.1.4 Gestión de Procesos de Negocio.

Existe un gran número de definiciones de Gestión de Proceso de Negocio, una de las más reconocidas es la que plantean los autores del libro GERENCIA DE PROCESOS DE NEGOCIO (BPM), conocidos por Kiran Garimella, Michael Lees, Bruce Williams:

- Es un enfoque centrado en los procesos para mejorar el rendimiento que combina las tecnologías de la información con metodologías de proceso y gobierno.
- Es una colaboración entre personas de negocio y tecnólogos para fomentar procesos de negocio efectivos, ágiles y transparentes.

Después de haber analizado las definiciones de las diferentes personalidades se puede decir que la Gestión de Procesos de Negocio ayuda a las empresas a obtener sus objetivos estratégicos garantizando la mejora de sus procesos de negocio. Este se basa en métodos, técnicas y herramientas empleadas para diseñar, representar, controlar y analizar procesos de negocio en los que están involucrados personas, sistemas, aplicaciones, datos y organizaciones.

1.1.5 Ciclo de vida de un proceso de negocio.

La Gestión de Proceso de Negocio se basa en un ciclo de vida durante el cual se diseñan, modelan, automatizan, ejecutan, monitorizan y optimizan los procesos de negocio de una empresa. Los beneficios que puede generar una solución BPM se pudieran obtener si se aplican las prácticas de gestión.

A continuación se describe la forma de llevar a la práctica un proceso de mejoramiento bajo el concepto de BPM.

En general, el ciclo de vida de un enfoque BPM puede dividirse en las siguientes etapas: (4)

- Estudio: Análisis de los objetivos de la empresa para poder convertir el conjunto de sus actividades en procesos de negocio.
- Modelado de los procesos del negocio: Utilizar el equipo para crear un modelo que sea lo más realista posible.
- Implementación de una solución: Implementar una solución BPM vinculada al sistema de información de la compañía (aplicaciones y bases de datos).
- Ejecución: Es la etapa operacional durante la cual se implementa la solución BPM.
- Control o monitorización: Consiste en analizar el estado de los procesos mediante indicadores.
- Optimización: Ofrecer soluciones para mejorar el funcionamiento de los procesos de negocio.

1.1.6 Metodología de desarrollo de software.

Las metodologías de desarrollo de software abarcan todo el ciclo de vida del software, y se definen como un conjunto de procedimientos, técnicas, herramientas y un soporte documental que ayuda a los desarrolladores a realizar un nuevo software. (5) De acuerdo a la definición de metodología planteada, se pudiera añadir que, los procedimientos detallan consejos para elaborar una actividad; las técnicas serían la forma de ejecutar un procedimiento para obtener un resultado determinado; las herramientas son las que hacen posible automatizar el proceso de desarrollo del software y la documentación es la que identifica el software que se está desarrollando. (6)

Después de haber analizado la definición planteada se puede decir que una metodología de desarrollo de software es un procedimiento que se basa en una guía que orienta, organiza y sirve de ayuda a un grupo de personas para que puedan desarrollar un producto con la calidad requerida y con los objetivos trazados, es decir, guía el proceso de desarrollo. Tal que los proyectos exitosos han sido aquellos que son desarrollados basándose en alguna metodología escogida por el equipo de desarrollo, siguiendo una serie de actividades que permiten organizar y luego controlar el proyecto.

Proceso Unificado Racional (RUP).

Es una metodología de desarrollo de software robusta. Sus principales autores fueron Ivar Jacobson, Grady Booch y James Rumbaugh. Destacan tres características esenciales: está dirigido por los Casos

de Uso, está centrado en la arquitectura, y es iterativo e incremental. Estructura el proceso de desarrollo en cuatro fases (Inicio, Elaboración, Construcción y Transición). (7) Cada una de las fases, se lleva a cabo mediante un ciclo de iteraciones, mejorando siempre la anterior y perfeccionando la iteración futura; el ciclo de vida que se desarrolla por cada iteración, está dividida en 2 disciplinas: Disciplina de Desarrollo y Disciplina de Soporte. (8)

RUP agrupa las actividades en grupos lógicos, definiéndose 9 flujos de trabajo principales, donde son considerados 6 como flujos de control de procesos o de ingeniería y 3 como flujos de control de apoyo: modelado de negocio, requerimientos, análisis y diseño, implementación, prueba, despliegue, administración de configuración y cambios, administración del proyecto y entorno.

Una particularidad de esta metodología es que, en cada ciclo de iteración, se hace exigente el uso de artefactos, siendo por este motivo, una de las metodologías más importantes para alcanzar un grado de certificación en el desarrollo del software. (9)

Metodologías Ágiles de Desarrollo.

En el artículo, “Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software” se realiza una breve reseña sobre el surgimiento de las metodologías ágiles. El término ágil comienza a emplearse para caracterizar metodologías luego de celebrada una reunión en EEUU en febrero del 2001, donde un grupo de 17 expertos proyectaron sus ideas sobre los valores y principios que deberían permitir a los equipos desarrollar software rápidamente y respondiendo a los cambios que puedan surgir a lo largo del proyecto. (10)

En el artículo titulado “Las Metodologías de Desarrollo Ágil como una Oportunidad para la Ingeniería de Software Educativo” publicado por Ailin Orjuela Duarte y Mauricio Rojas, plantean la realización de otra reunión en marzo del mismo año, la cual fue convocada por Kent Beck donde se acuñó el término “Métodos Ágiles”, con el objetivo de definir a los métodos que estaban surgiendo como alternativa a las metodologías formales a las que se consideraban “pesadas” y rígidas por su carácter normativo y fuerte dependencia de planificaciones detalladas previas al desarrollo. Los integrantes de esta reunión resumieron los principios sobre los que se basan los métodos alternativos en cuatro postulados, lo que ha quedado denominado como Manifiesto Ágil. (11)

Las metodologías de desarrollo ágiles, son recomendadas para aquellos proyectos pequeños, en el que están orientados a procesos de pocas semanas y con bajos niveles de formalización en la documentación requerida. (2) Para los proyectos pequeños es ventajoso aplicar una metodología ágil

que acelera el proceso, forja solo los documentos necesarios y por consiguiente disminuye el tiempo de realización del mismo.

Es recomendable utilizar una metodología ágil en aquellos proyectos donde exista incertidumbre, el entorno de trabajo sea muy cambiante, ya que para aplicarla los requisitos no se deben conocer con exactitud, pueden variar y ser modificados durante todo el ciclo de desarrollo del proyecto, puesto que una de las principales características de estas metodologías es depositar importancia en la capacidad de respuesta a los cambios, la confianza en las habilidades del equipo y al mantener una buena relación con el cliente.

La aplicación de una metodología ágil sería la elección más apropiada a utilizar, pero existen diversas razones por las cuales no se hace uso de una de estas metodologías. Estas razones son:

- Al individuo y las interacciones en el equipo de desarrollo más que a las actividades y las herramientas.
- Desarrollar software que funcione más que conseguir una buena documentación.
- La colaboración con el cliente más que la negociación de un contrato.
- Responder a los cambios más que seguir estrictamente una planificación.

Gestión de Procesos de Negocio (BPM).

La Gestión de Procesos de Negocio (BPM), es un conjunto de métodos, herramientas y tecnologías utilizados para diseñar, representar, analizar y controlar procesos de negocio operacionales. (12) BPM abarca personas, sistemas, funciones, negocios, clientes, proveedores y socios. Ha posibilitado adelantos muy importantes en cuanto a la velocidad y agilidad con que las organizaciones mejoran el rendimiento de negocio. Con BPM: (12)

- Los directores de negocio pueden, de forma directa, medir, controlar y responder a todos los aspectos y elementos de sus procesos operacionales.
- Los directores de tecnologías de la información pueden aplicar sus habilidades y recursos de forma más directa en las operaciones de negocio.
- La dirección y los empleados de la organización pueden alinear mejor sus esfuerzos y mejorar la productividad y el rendimiento personal.
- La empresa, como un todo, puede responder de forma más rápida a cambios y desafíos a la hora de cumplir sus fines y objetivos.

Los directores de tecnologías de la información pueden aplicar sus habilidades y recursos de forma más directa en las operaciones de negocio. BPM integra los procesos, y eso tiene consecuencias sobre las formas en que las personas se comunican. Los comportamientos son diferentes, y eso tiene resultados sobre los roles y la descripción del puesto de trabajo. (12)

Los beneficios de adoptar BPM en una organización son los siguientes: (13)

- Mejora de la velocidad de realización de los procesos de negocio: BPM puede disminuir los tiempos reduciendo las demoras y las duraciones de las tareas mediante la automatización de ciertos pasos, permitiendo que varias etapas se den en paralelo e imponiendo límites de tiempo en la terminación de las tareas.
- Incremento de la satisfacción del cliente: Acelerando los procesos y asegurando que nada falla, tanto los clientes internos como los externos obtienen la información y las respuestas que necesitan más rápida y fácilmente.
- Optimización y eliminación de tareas innecesarias: Simplemente modelando los procesos, las organizaciones pueden frecuentemente encontrar oportunidades y eliminar trabajo innecesario.
- Inclusión de clientes y socios de mercado en los procesos de negocio: BPM permite a clientes y socios participar activamente en los procesos de negocio de una organización. Esto hace que las posibilidades de colaboración aumenten, haciendo que la distancia física no sea un impedimento.
- Agilidad organizacional: BPM proporciona un excelente medio para conseguir agilidad organizacional. Cuando un proceso cambia (algo muy común en las organizaciones), es relativamente fácil cambiar las reglas, los roles y las relaciones que definen ese proceso.

BPM no está directamente relacionado con el desarrollo de aplicaciones software. Su principal interés es gestionar los procesos de negocio, aunque esto requiera ayuda de la informática. Los modelos formales de procesos de negocio son entendibles por una máquina, y además las herramientas que existen alrededor de BPM pueden presentar estos modelos de manera que la gente de negocio pueda crearlos, leerlos y modificarlos. (13)

1.1.7 Escenarios BPM.

Se tiene constancia de cuatro escenarios para la implementación de una solución BPM. La selección de cuál será aplicado en la Línea de Productos de Software Aplicativos SIG es responsabilidad de la

dirección del proyecto y depende de tres factores fundamentales: compromiso, conocimiento y experiencia. Estos escenarios son: (14)

- “Negocio como algo usual” (Business as usual): Este escenario es el que seleccionan las empresas u organizaciones más adultas en la implantación BPM. La empresa y los gerentes del negocio estarán comprometidos totalmente con una organización centrada en procesos y los proyectos BPM son simplemente actividades o proyectos usuales.
- “En el asiento del director” (In the driver seat): Es donde se encuentra un gerente del negocio bien informado y que está completamente comprometido con la implementación de soluciones BPM dentro de la empresa o unidad del negocio de la que es responsable.
- “Proyectos pilotos” (Pilot projects): En este escenario se encuentra a un gerente del negocio bien informado pero que todavía no se encuentra totalmente convencido de los beneficios de una soluciona BPM y está dispuesto a probar la implantación en más de un proyecto pero en pequeña escala, esperando comprobar principalmente los beneficios que pueda recibir antes de comprometerse completamente.
- “Bajo el radar” (Under the radar): En este escenario hay un gerente del negocio medianamente informado y que aún no está comprometido y no presta mucha atención a una solución BPM dentro de la empresa, debido a que no está del todo convencido de los beneficios que le podrá traer la implantación de una solución de este tipo. Además existe dentro de la empresa el temor y la resistencia al cambio. Generalmente cuando se adopta este escenario solo se aplica a un solo proyecto y de manera aparte al desarrollo diario de la empresa u organización.

Luego de analizadas la descripción de cada uno de los escenarios anteriormente mencionados, se decide utilizar el escenario “Bajo el Radar” (Under the radar). Para la selección del escenario se tuvieron en cuenta elementos como:

- Poco conocimiento de manera general sobre que es BPM y la forma en que se aplica el mismo.
- Experiencia prácticamente nula de cómo quedaría implementada una solución BPM, en específico el modelado de los procesos.
- Compromiso medio de la dirección de la LPS Aplicativos SIG con la adopción de esta metodología debido a que existe temor y resistencia al cambio.
- Inexistencia de expertos en el tema en la LPS Aplicativos SIG.

Seguido de haber seleccionado el escenario de implementación para el proyecto BPM y el equipo del proyecto tenga una visión y conocimientos de cómo será iniciado el proyecto, tendrá las condiciones necesarias para dar comienzo a la implantación de la solución.

1.1.8 Sistemas para la Gestión de Procesos de Negocio.

BPM cuenta con un conjunto de herramientas que dan el soporte necesario para cumplir con el ciclo de vida de BPM. Este conjunto de herramientas son nombradas Sistemas para la Gestión de Procesos de Negocio (en inglés BPMS, Business Process Management Systems), con ellas se construyen aplicaciones BPM y facilitan la administración de procesos de negocio, entiéndase por administración de procesos: análisis, definición, ejecución, monitoreo y control de los procesos. (15)

Un sistema BPMS está en capacidad de realizar las siguientes operaciones:

- Modelado de procesos de negocio.
- Provee entornos de desarrollo de aplicaciones para colaboración entre procesos de negocio.
- Generación, actualización y publicación de documentación de procesos.
- Simulación de procesos de negocio para evaluar su comportamiento en situaciones de carga exigidas en determinados momentos del proceso.
- Automatización de procesos.
- Permite la colaboración entre las empresas que participan en la cadena productiva de la organización.
- Despliegue de aplicaciones que soportan el proceso en condiciones tales que no se requiere mayor conocimiento y experiencia de un usuario final.
- Permite el análisis de procesos y comportamiento de las operaciones.

Estas características constituyen la base sobre la cual se desarrolla el modelado, simulación e implementación de procesos en una compañía. Los sistemas BPMS incluyen funcionalidades para representar la interrelación de las diferentes dimensiones del proceso de manera gráfica.

1.1.9 Notación para la modelación de los procesos.

El lenguaje de modelado es un conjunto estandarizado de símbolos para modelar un diseño de software, permite la representación conceptual y física de un sistema. Su uso es más sencillo que la programación pues existen menos medios para verificar el funcionamiento correcto del modelo.

Actualmente existen diversos tipos de lenguajes de modelado y entre los más utilizados se encuentra el Lenguaje de Modelado Unificado (en inglés UML, Unified Modeling Language) y la Notación para el Modelado de Proceso de Negocio (en inglés BPMN, Business Process Management Notation) que representa el enfoque BPM.

Lenguaje de Modelado Unificado.

Es un lenguaje que se centra en la representación gráfica de un sistema. Aunque UML está pensado para modelar sistemas complejos con gran cantidad de software, el lenguaje es lo suficientemente expresivo como para modelar sistemas que no son informáticos, como flujos de trabajo en una empresa, diseño de la estructura de una organización y por supuesto, en el diseño de hardware. Según datos del Gartner Group[1] publicados en el 2006 la notación UML es usada por un 60% de las aplicaciones de ingeniería de procesos. Las herramientas fundamentales de UML para la representación de procesos y flujos de trabajo son los diagramas de actividad.

Notación para el Modelado de Proceso de Negocio.

Inicialmente desarrollada por la organización Iniciativa de Gestión de Procesos de Negocio[2] (en inglés, BPMI, Business Process Management Initiative), y es actualmente mantenida por el Grupo de Gestión de Objetos[3] (en inglés OMG, Object Management Group), luego de la fusión de las dos organizaciones en el año 2005. Su versión actual es la 2.0, presentada en el 2011. Es un estándar que contiene actualmente todos los elementos requeridos para el modelado de procesos de negocio, es una notación gráfica que describe la lógica de los pasos y actividades de un Proceso de Negocio. La notación ha sido diseñada específicamente para coordinar la secuencia de procesos y los mensajes que fluyen entre los diferentes procesos participantes. BPMN no está pensado para modelar aplicaciones, sino procesos que correrán dentro de dichas aplicaciones. (16)

Su importancia, descansa en la capacidad de estandarización que puede ejercer en las organizaciones, proporcionando normas para acelerar la transición sin esfuerzo, entre el modelado, y la automatización de procesos de negocio. (17)

Ventajas:

---

[1] Mayor consultora estratégica del mundo en materia de tecnología.

[2] Organización que propone BPMN, como estándar para el modelado de procesos de negocios, tiene como objetivo promover y desarrollar el uso de BPM.

[3] Está formado por diversas compañías y organizaciones con distintos privilegios dentro de la misma. Es un consorcio dedicado al cuidado y el establecimiento de diversos estándares de tecnologías orientadas a objetos; un ejemplo de estándar es UML.

- La notación gráfica BPMN es simple, fácil, y comprensible.
- Contiene una representación gráfica que puede manejar ambos contextos: modelado y automatización.
- Apoya el contexto ejecutable, sin modificar el modelo de procesos.
- Permite expresar con precisión excepciones de negocio, subprocesos, participantes, etc.

El modelado de procesos es usado para capturar, documentar y rediseñar procesos de negocio. Cuando un proceso es modelado, puede apreciarse con facilidad las relaciones existentes entre distintas actividades, analizar cada actividad, definir los espacios comunes con otros procesos, así como identificar los subprocesos incluidos. Conjuntamente, los problemas existentes pueden ponerse de manifiesto claramente dando la oportunidad al inicio de acciones de mejora.

Con el Modelado del Negocio el equipo se familiarizará más con las tareas de la empresa, permite conocer sus procesos. Facilita el entendimiento de la estructura y dinámica de la organización, además de permitir identificar los problemas actuales de ésta y posibles mejoras. Constituye un mecanismo que abre paso al entendimiento común por parte de clientes, usuarios finales y desarrolladores de la organización donde se está trabajando.

En una comparación realizada por el Grupo de Gestión de Objetos en Abril del 2007 para la selección de un lenguaje para la representación de flujos de trabajo, se escogió BMPN por encima de los diagramas de actividad de UML teniendo en cuenta las siguientes razones: (18)

- BPMN es más expresivo dando soporte (total o parcial) a mayor cantidad de elementos de representación de flujos de trabajo.
- Ambas especificaciones son soportadas por numerosas herramientas.
- BPMN es más rico gráficamente y además sus diagramas son más fáciles de comprender.

Elementos gráficos de BPM.

El modelado de procesos con la Notación para el Modelado de Proceso de Negocio (BPMN) se ejecuta mediante diagramas muy sencillos que están formados por un grupo de elementos gráficos muy pequeño. Esto proporciona un sistema de categorías que ayuda al lector de un diagrama de BPMN a reconocer fácilmente los tipos básicos de elementos y entender el diagrama.

Categorías básicas para el desarrollo de diagramas:

- Objetos de Flujo o elementos de Flujo.
- Conectores.
- Canales.
- Artefactos.

Elemento	Definición	Versión anterior	Nombre BPMN
Elementos de Flujo (Flow Objects)	Los elementos de flujo son los principales elementos gráficos que definen el comportamiento de los procesos.	Eventos Actividades Decisión	Events Activities Gateways
Conectores (Connecting Objects)	Los objetos de flujo se conectan entre ellos a través de los conectores para crear el esqueleto básico de la estructura del proceso de negocio.	Transición Flujo de mensaje Asociación	Sequence Flow Message Flow Association
Canales (Swimlanes)	Los canales son mecanismos de organización de las actividades en categorías visuales separadas para ilustrar las diferentes áreas funcionales o responsables.	Área Funcional Fase	Pools Lanes
Artefactos (Artifacts)	Los artefactos son usados para proveer información adicional sobre el proceso. Otorgan flexibilidad a la notación para expresar diferentes contextos en forma apropiada.	Objeto de Datos Grupo Anotación	Data Object Group Annotation

Tabla 1. Categorías básicas para el desarrollo de diagramas.

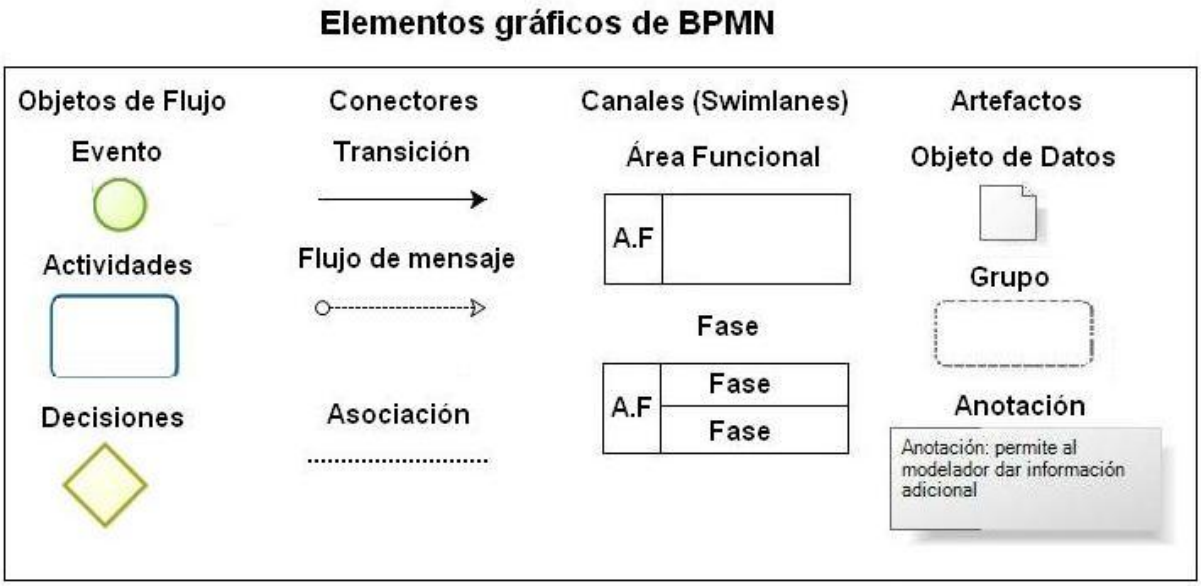

Figura 1. Elementos gráficos de BPMN.

1.1.10 Línea de Productos de Software (LPS).

Una Línea de Productos de Software suele identificarse por las siglas LPS:

- En el año 2006 Krueger planteó, que una LPS es una técnica de ingeniería para crear un portafolio de sistemas de software similares, a partir de un conjunto compartido de activos de software, usando un medio común de producción.
- Según Clements y Northrop en el 2002, es un conjunto de sistemas de software que comparten un conjunto común y gestionado de aspectos que satisfacen las necesidades específicas de un segmento de mercado o misión y que son desarrollados a partir de un conjunto común de activos fundamentales (de software) de una manera prescrita.
- Según Gomma en el 2004, consiste de una familia de sistemas de software que tienen una funcionalidad común y alguna funcionalidad variable.

1.1.11 Factoría.

Una factoría, es una organización cuyo objetivo es realizar el desarrollo de contenidos de forma eficiente proporcionando una alta calidad técnica/funcional. (19) El concepto de factoría está muy explotado en el negocio de desarrollo de soluciones informáticas.

El surgimiento de este proyecto, es sumamente importante, puesto que se dedica a computarizar los Sistemas de Información Geográfica. También se integran los datos geográficos, software, hardware y personas para desarrollar aplicaciones importantes para el país y la universidad.

La línea de desarrollo de software Aplicativos SIG, es una estrategia que se trazó en el Centro, para desarrollar software con calidad, donde un proyecto se divide por diferentes áreas donde cada una se especializa en una tarea determinada. La misma, cuenta con un grupo de trabajo integrado por estudiantes y profesionales, cada uno está asociado a una factoría en la que desempeña un rol determinado. En cada factoría, hay un responsable que es el encargado de distribuir las tareas y velar por el cumplimiento de las mismas, asumiendo una forma disciplinada de asignar tareas y responsabilidades. Además, consiste en un conjunto de elementos claves para producir sistemas de software que comparten características comunes, pero al mismo tiempo mantienen características propias. La mayoría de los SIG que son creados por Aplicativos SIG, presentan similitudes, por lo que el equipo de trabajo se basa en la reutilización de la información ya confeccionada y en la integración de las partes conformadas. El proceso de reutilización, se genera haciendo uso de un determinado expediente de proyecto y adaptándolo para el que se va a crear según las condiciones que éste presenta.

Reutilización de software:

- Sodhi en 1999 planteó que, la reutilización de software es el proceso de implementar o actualizar sistemas de software usando activos de software existentes.
- En 1997, Sametinger planteó que, la "reutilización de software es el proceso de crear sistemas de software a partir de software existentes, en lugar de desarrollarlo desde el comienzo".

El principal objetivo de la LPS Aplicativos SIG, es, que funcione como un equipo de trabajo vinculado al desarrollo de software, en el que una vez culminado el trabajo en cada una de las factorías, ésta reúna e integre las partes para que puedan ser reutilizadas en los demás productos que están o estarán en proceso de desarrollo. Aplicativos SIG, se remonta en la producción de Sistemas de Información Geográfica sobre la base de la plataforma GeneSIG. Para que la misma pudiera cumplir con todos los requerimientos esperados, el proyecto se dividió para su funcionamiento en cuatro factorías: Factoría de Integración y Componentes, de Interfaz de Usuario, de Base de Datos Espaciales y de Ingeniería; y un Equipo de Gestión de Proyectos.

Algunas funciones que se llevan a cabo en cada una de las factorías, asociada a la línea de desarrollo de software Aplicativos SIG y de Gestión de Proyectos son:

Ingeniería:

- Generar toda la documentación de ingeniería.
- Seleccionar una metodología que garantice la reutilización de los artefactos ingenieriles.
- Mantener actualizados los documentos de ingeniería.
- Mantener organizado y actualizado el expediente de proyecto enfocado al trabajo de los productos.

Integración y componentes:

- Escoger las tecnologías más livianas y sólidas para desarrollar las aplicaciones.
- Probar todo lo que se implemente en los exploradores más utilizados (Mozilla[4] e Internet Explorer[5]).
- Dominar las tecnologías extras como el Priolus[6] y el Sauxe[7], que garantizará la integración con otros sistemas y la seguridad de los aplicativos.
- Poner todos los componentes disponibles en algún repositorio.
- Seleccionar los componentes que puedan ser reutilizados.

Interfaz de usuario:

- Escoger patrones de arquitectura de información que garanticen una cómoda usabilidad.
- Reutilizar los íconos y demás elementos de peso de manera que siempre se siga la misma línea.
- Lograr los diseños de splash y banner de manera uniforme.
- Programar las interfaces siguiendo las normas de estandarización del código.
- Probar todo lo que se implemente en las variantes de exploradores más utilizados (Mozilla e Internet Explorer).

---

[4]Navegador web más extensible y usado en el mundo.

[5] Conocido comúnmente como IE, es un navegador web desarrollado por Microsoft para el sistema operativo Microsoft Windows desde 1995.

[6] Plugin para gestionar las georeferencias de los objetos espaciales.

[7] Construir sistemas con calidad guiados por estándares internacionales. Marco de trabajo novedoso, fusionado bajo tecnologías totalmente libres (PHP, PostgreSQL, apache, entre otras).

- Escoger las tecnologías más livianas y sólidas para desarrollar las aplicaciones.

Base de datos Espaciales:

- Explotar las potencialidades del PostGIS[8] y aliviar de responsabilidades a la interfaz de negocio.
- Diseñar y corregir las Bases de Datos teniendo en cuenta los principios de normalización, estandarización y codificación.

Gestión de Proyectos:

- Se encarga de gestionar todo lo referente a formación, capacitación, riesgos, costos, planificación, control y demás procesos de gestión.
- Generar documentos técnicos, de la gestión y evaluación de PP[9], de las cartas de advertencia, de las actas y minutas, de la gestión de los recursos, de la estimación y demás.
- Reforzar el área de marketing y negocios. El equipo debe trabajar en función de la mercadotecnia, la gestión de contratos y el estudio comparativo con otras soluciones mundiales.
- Gestionar actividades de revisiones de Calidad y registros de los productos.
- Mantener en todo momento el control de las actividades de los recursos humanos (afectaciones docentes, horarios de capacitación, reuniones de proyecto).
- Organizar chequeos de asistencia, guardias de laboratorio, procesos disciplinarios y actividades extra-productivas (visitas a la residencia).
- Se encarga de los aseguramientos tecnológicos para el trabajo (imagen del laboratorio, buen funcionamiento de las PC, sillas, mesas, conexiones, acceso a los repositorios y herramientas de gestión).
- Subir al repositorio todos los planes y resúmenes que se hagan diariamente.

Aplicativos SIG, se encuentra inmerso en el desarrollo de proyectos y no todos terminan en el tiempo estimado; a pesar de que el desarrollo de un software no sea complejo se genera una extensa documentación por la utilización de la metodología RUP.

---

[8]Módulo que añade soporte de objetos geográficos a la base de datos objeto-relacional PostgreSQL (es un Sistema Gestor de Base de Datos).

[9]Práctica profesional.

Idea básica de una LPS: (20)

- Ensamblaje de partes de software previamente elaboradas.
- Inspirada en los procesos de producción de sistemas físicos.
- Fundamentada en la Reutilización de Software.
- Reutilización de software.
- Asume la existencia de una industria de partes.

1.2 Investigaciones realizadas en el campo de las metodologías de desarrollo de software.

El desarrollo de software es una tarea sumamente difícil, ya que con el transcurso del tiempo aumenta exponencialmente la complejidad del mismo. Es por ello que el universo de las metodologías de desarrollo de software es bastante amplio, muchas han sido las personalidades que día a día se han encaminado al desarrollo de metodologías y por consiguiente a su utilización. Numerosos artículos han sido publicados en la red con el objetivo de alcanzar un mayor enfoque sobre el estudio y análisis de procedimientos, métodos y técnicas para alcanzar una aplicación más eficiente de las metodologías y obtener en correspondencia sistemas más robustos, mejores diseñados y que cumplan con las expectativas del cliente.

1.2.1 Las metodologías de desarrollo de software en el contexto mundial.

A nivel mundial se realizan numerosas y profundas investigaciones sobre las metodologías de desarrollo de software que han sido reflejadas en diversos artículos científicos, un ejemplo es Karenny Brito Acuña, autora del artículo “Selección de Metodologías de Desarrollo para aplicaciones WEB en la Facultad de Informática de la Universidad de Cienfuegos”.

La experiencia ha demostrado que los proyectos exitosos son aquellos que son administrados siguiendo una serie de procesos que permiten organizar y luego controlar el proyecto, considerando válido destacar que aquellos procesos que no sigan estos lineamientos corren un alto riesgo de fracasar. (2)

En el artículo “La incertidumbre y la ingeniería de software” se plantea que, la mayor crítica que han tenido las metodologías surgidas alrededor de 1960 es que son burocráticas, es decir, se debe invertir una cantidad significativa del tiempo del proyecto en perseguir objetivos paralelos impuestos, lo cual hace que se reduzca el tiempo efectivo para cumplir con el objetivo real: construir software. No obstante, hay quienes afirman que el fracaso del llamado “edificio metodológico de la ingeniería de

software temprana" se debe a que se apoya en una premisa alejada de la realidad del universo, especialmente del universo software, donde se supuso que la incertidumbre se podía erradicar, siendo inevitable. (2)

En el artículo, "Del Manifiesto Ágil sus Valores y Principios" se presenta de manera general la evolución de las metodologías para el desarrollo de software, haciéndose una breve reseña histórica del surgimiento de la computación. Expresa además que las metodologías ágiles resuelven los problemas surgidos posteriormente a la masificación del uso del computador personal dado que las expectativas y necesidades se hicieron más frecuentes. Pero la autora del presente trabajo opina que las metodologías ágiles resuelven el problema surgido en la aplicación de las metodologías tradicionales, que traen aparejadas una demora considerable teniendo en cuenta la documentación que genera y lo engorroso de su aplicación, pero son, sin dudas, una buena opción para aquellos proyectos complejos y de gran tamaño. (2)

1.2.2 Las metodologías de desarrollo en el contexto nacional.

Teniendo en cuenta la situación actual de Cuba y sus principios tecnológicos, se puede decir que en cuanto al desarrollo de software es aún primitiva y junto con ello la creación de metodologías de desarrollo de software. No obstante, el uso de las metodologías es un tema al cual las empresas de software están vinculadas, puesto que cuentan con profesionales capacitados para cumplir con el desarrollo de proyectos aplicando alguna metodología conocida, en vista de tener una mayor base para la producción de software con calidad. Por lo que la creación de una metodología no los excluye de poder utilizar una existente. Ejemplo de metodologías desarrolladas en Cuba:

- La metodología Centro de Diseño de Sistemas Automatizados (CEDISAC), es desarrollada y utilizada en la empresa CITMATEL por el MSc. Rafael Barrera Yanes; obtenida a partir de la experiencia acumulada durante varios años (1992-1996). Constituye un proceso para construir una obra de comunicación audiovisual interactivo, basada en la praxis obtenida. (21)
- La metodología MultiMet conocida para modelar el proceso de creación de una multimedia, orientada a las etapas de concepción más que a la descripción de la modelación del producto como tal. Aunque es capaz de guiar las acciones circundantes a la fabricación, deja un hueco en el conocimiento necesario para la estructura programática del software y el flujo de procesos durante el mismo, así como instrumentos que faciliten el análisis, diseño e implementación. (21)
- En el Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría (ISPJAE), un grupo de especialistas se han dedicado a la elaboración de metodologías para el software. Asociadas al tipo de

programación han sido confeccionadas dos metodologías: MetVisualE, para cuando se realiza la programación en lenguajes estructurados (Visual Basic, Microsoft ACCESS, etc.), recomendable para la construcción de sistemas fuertemente interactivos, y la metodología Análisis y Diseño Orientado a Objetos de Sistemas Informáticos (ADOOSI), como respuesta a la necesidad de poseer un conjunto de métodos e instrumentos que permitan el desarrollo de proyectos que utilicen un enfoque orientado a objetos. (22)

Argumentar que la metodología MetVisual es conocida para el desarrollo de un proyecto, o aplicación informática haciendo uso de las técnicas estructuradas y los entornos o medios visuales de programación como Microsoft Visual Basic, Microsoft Access, Microsoft Visual Foxpro y otros similares que se basan en técnicas estructuradas, ésta metodología es recomendable para la construcción de sistemas fuertemente interactivos. A diferencia de la forma de trabajo tradicional de otras metodologías estructuradas donde primero se realiza el análisis, después el diseño y por último el desarrollo, en esta metodología estas etapas se realizan de forma concurrente por lo que las etapas de la metodología no coinciden con las establecidas en otras metodologías. (21)

1.2.3 Las metodologías de desarrollo en el contexto local. Metodología de desarrollo utilizada en la LPS Aplicativos SIG.

La UCI se crea en el 2002 como idea del Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz, tiene como misiones: formar profesionales comprometidos con su Patria, altamente calificados en la rama de la informática y producir software y servicios informáticos, a partir de la vinculación estudio-trabajo como modelo de formación. Por lo que puede afirmarse que está llamada a contribuir con su potencial científico al cumplimiento de los planes en el campo del desarrollo de software. Muchas metodologías de desarrollo han ido naciendo con el objetivo de dar soporte al ciclo de desarrollo de un producto, para ello la universidad cuenta con un gran número de proyectos en los cuales se emplean metodologías, uno de ellos es la Línea de Productos de Software Aplicativos SIG.

Desde que se creó la Línea de Productos de Software (LPS) Aplicativos SIG la metodología de desarrollo de software que se ha utilizado es RUP. Está integrada al grupo de Metodologías Tradicionales, es considerada para el uso exhaustivo de documentación durante todo el ciclo del proyecto, la misma se rige por un proceso, al cual tiene incluido obligar al cliente a tomar decisiones al inicio, decisiones que no deberían variar. Dicha metodología, no está preparada para el cambio, lo que sería costoso cuando se emplea pues, mientras más tarde sea el cambio, mayor parte del proceso se

deberá realizar nuevamente, gran parte de la documentación deberá ser modificada y el producto no culminaría en tiempo.

RUP, es una metodología, que genera una numerosa cantidad de documentación y gran parte del proyecto no la considera necesaria, esto trae consigo, que hacer uso de esta metodología en la LPS no fue la elección correcta, ya que no se adapta a las condiciones de Aplicativos SIG. La proporción de la documentación que genera esta metodología, trae como consecuencia, el atraso del desarrollo de los productos y el incumplimiento por parte de los proyectos a la hora de hacer entrega del software.

1.3 Propuesta de Herramienta para el modelado de los procesos.

A continuación se realiza una breve descripción de una de las herramientas existentes en el mercado para BPM, esta herramienta genera el modelado de los procesos con la Notación para el Modelado de Procesos de Negocio (BPMN) con el objetivo de llevar a cabo el diseño de los procesos.

Business Process Visual ARCHITECT.

Es una herramienta que está incluida dentro de la familia de aplicaciones Visual Paradigm[10]. Está diseñada para visualizar, entender, analizar, mejorar y documentar procesos de negocio, flujo de documentación e información en la organización. Su interfaz visual reduce grandemente el esfuerzo de modelado mientras reparte la información mostrando cómo está funcionando la empresa. Es una notación ampliamente utilizada en el proceso de negocio permitiendo representar la compleja semántica de los procesos, soporta las últimas notaciones de modelo de procesos de negocios OMG.

Soporta la generación de Lenguaje de Ejecución de Procesos de Negocio (BPEL) para el motor de flujo de trabajo de Oracle[11]. Para la interoperabilidad con otras aplicaciones importa y exporta la modelación a un formato XML[12] abierto. Genera reportes de los procesos de negocio en disímiles formatos de documento, ejemplo: Formato de Documento Portátil[13] (en inglés PDF, Portable Document Format), Lenguaje de Marcado de Hipertexto[14] (en inglés HTML, HyperText Markup Language) y

[10]Herramienta CASE que utiliza UML como lenguaje de modelado, multiplataforma, desarrollada con tecnologías libres, factor fundamental que garantiza la soberanía e independencia tecnológica.

[11] Sistema de gestión de base de datos objeto-relacional (o ORDBMS por el acrónimo en inglés de Object-Relational Data Base Management System), desarrollado por Oracle Corporation.

[12] Considerado como un metalenguaje de definición de documentos estructurados mediante marcas o etiquetas. Estándar cuyo objetivo es crear reglas básicas para permitir el intercambio de información estructurada entre aplicaciones, y en particular, entre aplicaciones web.

[13]Formato de almacenamiento de documentos, desarrollado por la empresa Adobe Systems.

[14]Lenguaje de marcado con que se crean las páginas web.

Microsoft Word[15] (MS Word). Apoya el modelado de procesos de negocio con BPMN, de datos o de documentos de la corriente tradicional de modelado con un Diagrama de Flujo de Datos (en inglés DFD, Data Flor Diagram), así como de modelado de datos a través del Diagrama Entidad Relación (en inglés ERD, Relation Entity Diagram).

Esta herramienta posee como requerimientos mínimos Microsoft Windows (98, 2000, XP, o Vista), Linux, Mac OS X, Solaris, o cualquier otra plataforma basada en Java[16]. Además un microprocesador Intel Pentium III 600 MHz o mayor y como memoria RAM un mínimo de 512 MB aunque se recomienda 1 GB y un mínimo de 50 MB de espacio en disco. También brinda facilidades de licencia siendo una de ellas de uso libre, además corre en ambientes completamente libres como Linux, contando también con una interfaz amigable que facilita el modelado. (23)

Por lo antes mencionado se recomienda hacer uso de esta herramienta.

1.4 Integración del Modelo de Capacidad y Madurez.

Integración del Modelo de Capacidad y Madurez (CMMI), es un marco de referencia que las organizaciones pueden emplear para mejorar sus procesos de desarrollo, adquisición, y mantenimiento de productos y servicios. (24)

Fue desarrollado por el Instituto de Ingeniería de Software[17] (en inglés SEI, Software Enginnering Institute), creador del modelo CMMI y de la mayoría de sus predecesores. Es empleado para guiar las mejoras de procesos durante el desarrollo de un proyecto, un departamento o una organización. Establece un conjunto de prácticas o procesos clave agrupados en Áreas Clave de Procesos[18] (KPA), estas áreas son definidas por un conjunto de buenas prácticas que deberá cumplir una organización para poder alcanzar algún nivel de madurez, pasando necesariamente por el nivel anterior.

Este modelo presenta 2 versiones equivalentes las cuales serán llevadas a cabo en una empresa en dependencia de sus características y prioridades de mejora:

[15] Software destinado al procesamiento de textos, creado por la empresa Microsoft.

[16] Lenguaje de programación orientado a objetos, desarrollado por Sun Microsystems a principios de los años 90.

[17] Centro de investigación y desarrollo patrocinado por el Departamento de Defensa de los EUA y gestionado por la Universidad Carnegie Mellon, para desarrollar modelos de evaluación y mejora en el desarrollo de software.

[18] Estas AP se agrupan en cinco niveles de madurez, de modo que una organización que tenga institucionalizadas todas las prácticas incluidas en un nivel y sus inferiores, se considera que ha alcanzado ese nivel de madurez.

- La versión escalonada: Es una aproximación que usa un conjunto predefinido de áreas de procesos para definir un camino para la mejora de una organización estableciendo 5 niveles de madurez o escalones.
- La versión continua: Es una aproximación que permite que una organización seleccione un área específica para mejorar. Esta representación usa 6 niveles de capacidad para caracterizar una mejora relativa a un AP individual.

En el 2010 la UCI logró obtener el nivel 2 de CMMI, convirtiéndose en la primera empresa cubana certificada con este modelo, y como resultado ha sido la primera empresa en obtener el nivel 2 de CMMI en este país.

Con este nivel se alcanzó una madurez en el proceso de desarrollo de software obteniendo como resultado:

- Mejorar los procesos, métodos, tecnologías y la calidad de los proyectos a partir de la incorporación de buenas prácticas propuestas por el modelo CMMI.
- Se espera que los procesos de la organización sean definidos y administrados, los recursos sean los adecuados, las responsabilidades sean asignadas, la dirección tenga visibilidad objetiva de los procesos y que se definan las actividades básicas para la administración de los proyectos.

1.5 Análisis de otras soluciones existentes.

El desarrollo de este epígrafe se centra en el análisis de algunas Metodologías de desarrollo de software existentes que conducen a la creación de un producto de software en una LPS, todas estas metodologías poseen estrategias propias para ser aplicadas asumiendo su propio concepto de la palabra proceso. Entre ellos se encuentran los siguientes modelos de procesos para las LPS: (25)

Metodología KobrA

Aglutina varias tecnologías avanzadas de ingeniería de software entre las que se incluyen el desarrollo de LPS, el desarrollo de software basado en componentes, el diseño de fameworks y arquitecturas de software, el uso de métricas de calidad o el modelado de procesos. El proyecto KobrA es financiado por el Gobierno Alemán y se lleva a cabo por un consorcio de cuatro organizaciones: Softlab GmbH, Munich, Psipenta GmbH, Berlín, GMDFIRST y el IESE Fraunhofer. El proceso se divide en las siguientes etapas:

1. Ingeniería de Dominio: Permite definir un marco genérico de desarrollo en el que se definen todas las posibles variantes dentro de una familia de productos (incluyendo información sobre sus características comunes y diferentes). Los tres subprocesos que comprenden la ingeniería de dominio son: definición del contexto, especificación de componentes y definición de componentes.
2. Ingeniería de aplicaciones: Permite instanciar el marco de desarrollo para crear distintos productos, cada uno de ellos diseñados para satisfacer las necesidades específicas de los distintos clientes. Este proceso se divide en dos etapas fundamentales: instanciación del contexto de la LPS e instanciación del framework de la LPS.

Su asimilación y uso no es trivial, se basa en estándares y realiza trabajo con el repositorio donde se pudiera explotar más en este sentido, presenta un expediente medianamente completo, su fortaleza fundamental está en el manejo de la disciplina Arquitectura de Software.

Proceso de desarrollo PRAISE

Es un proceso definido en el Instituto Europeo de Software[19] (en inglés ESI, European Software Institute). PRAISE propone un esquema parecido al ciclo de vida en cascada, añadiéndole una fase de análisis de dominio, cuyo resultado es la elaboración de una arquitectura de referencia. La implementación tiene como resultado la producción de componentes reutilizables.

La Ingeniería de Familias de Aplicaciones produce los activos que el proceso de Ingeniería de Aplicaciones reutilizará, involucrando las siguientes actividades: Análisis del Dominio, Diseño del Dominio e Implementación del Dominio.
Las actividades que comprende la Ingeniería de Aplicación son: Análisis de los requisitos de la aplicación, Diseño del producto y Codificación del producto.

Se definen correctamente la Ingeniería de Dominios y de Aplicaciones lo que hace de simple asimilación, se propone una Arquitectura de Referencia, pero no se definen actividades de gestión de repositorios, ni se maneja la gestión de costos y riegos. Los artefactos son pobres, así como el uso de estándares.

[19]Organización independiente, promovida por empresas europeas fabricantes y usuarias de software. Difunde el uso de mejores prácticas y estándares de la Ingeniería de software para ayudar a otras organizaciones relacionadas con Tecnologías de la información a producir software de mejor calidad.

Modelo TWIN

Modelo de procesos de dos fases o modelo TWIN Life Cycle, es empleado en el desarrollo de software basado en componentes. La esencia de este modelo se basa en los procesos de desarrollo de activos reutilizables y de desarrollo de aplicaciones basadas en la reutilización:

1. Desarrollo de software para la reutilización: El propósito es producir componentes de software reutilizables (este proceso se denomina Ingeniería de Dominio).
2. Desarrollo de software con reutilización: Cuyo propósito es el desarrollar software reutilizando componentes existentes (este proceso recibe el nombre de Ingeniería de Aplicación).

Tanto la Ingeniería de Dominio como la Ingeniería de Aplicación proponen métodos que implican la reutilización, ya sea de activos reutilizables o de componentes reutilizables.

Identifica claramente los procesos de Ingeniería de Domino y de Aplicaciones, trabaja la disciplina de la Arquitectura y deja claro los mecanismos de reutilización de activos y componentes. Sus dificultades están en los procesos de gestión y la calidad de los artefactos.

Modelo WATCH

Propuesto en la Universidad de Los Andes (Venezuela) para el desarrollo de aplicaciones empresariales. Consta de dos componentes metodológicos:

- Ingeniería de Dominio: Expresado en el método WATCH-Component encaminado al desarrollo de componentes de software reutilizables.
- Ingeniería de Aplicaciones: Expresado en el método WATCH-Application encaminado al desarrollo de aplicaciones empresariales.

Utiliza UML como lenguaje de modelado, emplea el estándar IEEE[20] 1074 para crear la estructura de procesos del modelo, es simple y adaptable. Plantea la documentación del proceso. Define un repositorio donde gestionar productos y activos reutilizables de la línea. El trabajo con la Arquitectura es superficial.

[20] Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (en inglés IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers). Estándar desarrollado por la IEEE para determinar el conjunto de actividades esenciales que deben ser incorporadas en el desarrollo de un producto software. Requiere adaptarse a cada proyecto.

Modelo SPLEP[21]

Es un proceso de desarrollo de software que potencializa el desarrollo y mantenimiento del software. Es un proceso altamente iterativo, donde los productos evolucionan continuamente, lo que hace que los sistemas se puedan adaptar fácilmente a los requisitos cambiantes del entorno de negocio. Además, como los nuevos productos son a menudo evoluciones de los ya existentes o están conformados por partes reutilizables de estos. Las fases de Ingeniería de la Línea de Productos de Software del método SPLEP son:

- Modelado de requisitos de la línea.
- Modelado de análisis de la línea.
- Modelado de diseño de la línea.
- Implementación incremental de los componentes.

Todos los componentes producidos son entregados al repositorio de la LPS. Por otro lado la fase de la Ingeniería de Aplicaciones del método SPLEP se encarga de especificar cómo estas actividades van encaminadas a la personalización de los activos guardados en el repositorio a clientes concretos.

Plantea como elemento fundamental el repositorio de activos, usa UML y se documenta el proceso. La disciplina de la Arquitectura de Software se maneja superficialmente. Los procesos de gestión son pobres.

Después del estudio realizado de las metodologías de desarrollo de software para las LPS se llegó a la conclusión de no hacer uso de una de estas metodologías porque todas se centran en el proceso de gestión del desarrollo de un producto y no en el proceso de desarrollo de software que potencializa el desarrollo.

1.6 Conclusiones Parciales.

La necesidad de definir una guía metodológica para la Línea de Productos de Software Aplicativos SIG ha conducido a la elaboración del capítulo que acaba de ser presentado. Se decidió realizar una propuesta de guía metodológica para probar su aplicación en el proceso de desarrollo de los productos que son realizados por la LPS Aplicativos SIG. Para la elaboración de la propuesta se realizó el estudio de las metodologías ágiles y robustas, centrándose en las ventajas y desventajas de la metodología

[21]Evolutionary Software Product Line Engineering Process.

que actualmente se utiliza en Aplicativos SIG, además de algunos modelos de procesos creados para ser aplicados en las LPS.

Se seleccionó BMP porque está diseñado para aplicarse fundamentalmente en proyectos y equipos de trabajo de gran tamaño, 20 personas o más. El centro GEYSED cumple con la característica antes mencionada. Se utiliza esta metodología porque la misma se centra en la administración de los procesos, es ligera, confiable y flexible, propone la reutilización de procesos e involucra al cliente de forma activa en el desarrollo de productos de software. Resuelve una de las principales problemáticas que presentan hoy día la mayoría de los centros de desarrollo de la Universidad, la falta de comunicación entre el cliente y el equipo de desarrollo. BPM proporciona una serie de beneficios y mejoras en cuanto a rapidez en el desarrollo de productos de software.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE GUÍA METODOLÓGICA.

Introducción.

El presente capítulo está dedicado a describir y explicar la guía metodológica basada en procesos propuesta para la Línea de Productos de Software Aplicativos SIG, es la solución resultante de la investigación. Se definen y describen las fases que forman parte del ciclo de vida de la solución BPM propuesta. Se puntualizan los artefactos involucrados, los roles que intervienen y las responsabilidades asociadas. La solución está basada en un modelo que puede ser usado en aquellos proyectos que quieran optar por una guía metodológica que guíe el desarrollo de los productos y reduzca el tiempo de realización de dichos software.

Dentro de esta descripción se abordarán los términos fundamentales relacionados con el modelo, su estructura y especificaciones generales para su aplicación.

2.1 Solución Propuesta.

En este epígrafe se describe como quedó estructurada la solución propuesta para los proyectos de la LPS Aplicativos SIG. Dicha propuesta cuenta con una guía metodológica por el cual se regirá el proyecto para desarrollar los software, además de la herramienta de modelado seleccionada.

2.1.1 Guía Propuesta.

Según las características de la LPS Aplicativos SIG se llegó a la definición de una guía metodológica para la implantación de una solución BPM en cualquiera de los proyectos. Tiene como objetivo el desarrollo rápido de los productos con un alto nivel de calidad. Se refleja la participación de los usuarios en todas las fases, lo cual posibilitaría una buena comunicación entre ambas partes donde el cliente pueda revisar el sistema de forma sistemática. La guía está conformada por cuatro fases; de cada fase se puntualiza su principal objetivo, las actividades a desarrollar, los roles involucrado a cada una de ellas, así como los artefactos generados y consultados, sus entradas y salidas. Las fases de la guía metodológica son:

Fase 1: Inicio.

Fase 2: Análisis.

Fase 3: Desarrollo.

Fase 4: Liberación y Despliegue.

Representación gráfica.

En la figura 2 se muestra como se debe desarrollar el Ciclo de vida de la Guía Metodológica, quedando representados los objetivos de cada una de las fases.

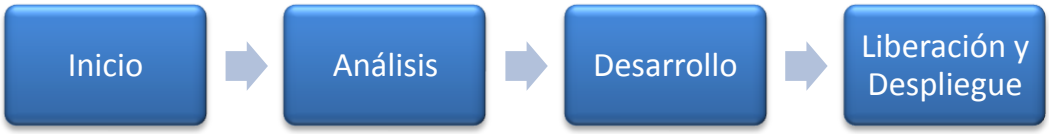

Figura 2. Ciclo de vida de la Guía Metodológica.

Durante el desarrollo de un proyecto este transitaría por las 4 fases, comenzando por la fase Inicio donde se realiza toda la estructura del proyecto. Se define la cantidad de personas que se necesitan para realizar el proyecto. Se identifican los procesos. Luego se pasa a la fase Análisis, en la cual, como su nombre lo indica, se lleva a cabo todo el análisis y modelado de los procesos identificados. Culminando ésta, se llega a la fase Desarrollo, en ella se implementan e integran los componentes que forman parte de la solución. Una vez finalizadas las fases anteriores se llegaría a la de Liberación y Despliegue que persigue el objetivo de liberar el producto y desplegarlo en el entorno de trabajo del cliente. Al finalizar cada fase el Jefe de la línea realizará una evaluación para determinar si los objetivos se cumplieron para dar paso a la fase siguiente. Una fase no comienza hasta que la antecesora no termine.

2.1.2 Descripción de las Fases.

Fase 1: Inicio.

En esta fase se llevan a cabo las actividades relacionadas con la planeación a un alto nivel con vista de crear la estructura y planificación del proyecto desde su inicio hasta su culminación. Se realiza un estudio inicial de la organización por parte del cliente que permite obtener información fundamental para establecer el alcance del proyecto y realizar estimaciones de tiempo, esfuerzo y costo. Se establece el ámbito del proyecto y sus límites. Se define la estructura del proyecto, además de la cantidad de personas necesarias para la realización del mismo. Los roles y responsabilidades fueron definidos por el programa de mejora CMMI. Se desarrollarán reuniones entre ambas partes para que el equipo de trabajo obtenga información relevante acerca de la organización para la cual realizarán el proyecto. También se identifican los procesos. Esta es la primera y la más compleja de las fases ya que tiene una gran carga de trabajo y participan casi en su totalidad los roles definidos en la estructura del proyecto.

Objetivos:

- Definir la estructura y planificación del proyecto.
- Identificar los procesos.

Entradas:

- Como parte del programa de capacitación se le proporcionará conocimiento al equipo de trabajo sobre aspectos relevantes que estén relacionados con la organización a la que se le realizará el proyecto.

Las actividades a realizarse durante esta fase son:

- Definir la cantidad de personas necesarias para la realización del proyecto.
- Definir los roles y responsabilidades.
- Definir la estructura del proyecto.
- Crear el cronograma del proyecto.
- Definir el alcance del proyecto.
- Recopilar información sobre el funcionamiento del sistema a automatizar: El Usuario-final y el Cliente deberán propiciarle al equipo de desarrollo toda la información que se considere necesaria sobre el funcionamiento de todas las áreas de la organización que estén involucradas con el proyecto.
- Analizar los escenarios BPM.
- Crear el documento Procesos Identificados.
- Firmar (el cliente) la documentación legal del proyecto. (Ver Anexo 1)
- Realizar revisiones internas.
- Realizar cierre de la fase.

Representación gráfica.

En la figura 3 se muestra como se debe desarrollar el flujo de actividades de la presente fase, quedando representados las actividades y el orden en que serán desarrolladas.

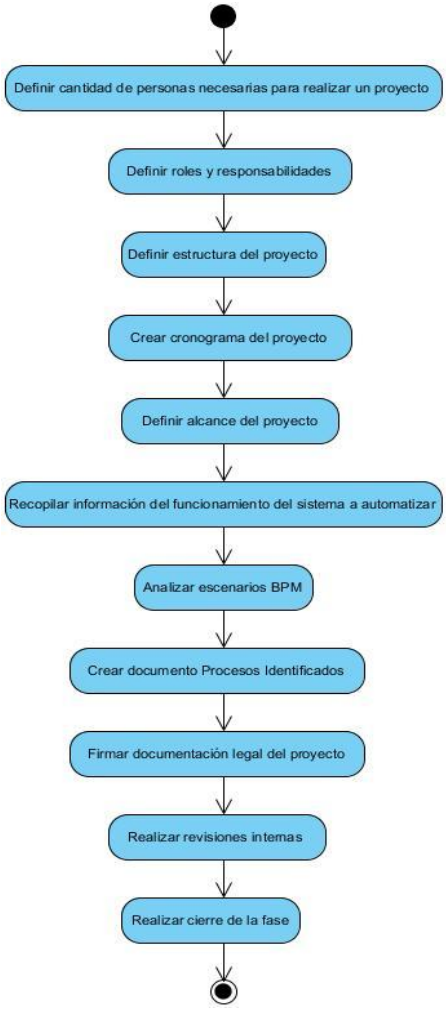

Figura 3. Actividades de la Fase Inicio.

Aclaraciones significativas:

A medida que se identifiquen los procesos se irá creando una planilla (Ver Anexo 2); una vez concluida su realización, todos los procesos en conjunto formarán parte del documento “Procesos Identificados”.

El documento “Procesos Identificados” dominará información de los procesos que pasarán a la segunda fase, conociéndose así sus entradas y salidas y la persona encargada de su realización así como de su seguimiento.

La actividad “Definir la estructura del proyecto” hace referencia a que la estructura es siempre la misma lo que se va a definir es la cantidad de integrantes por rol para realizar cada producto, pero no la estructura en sí.

Realizar revisiones internas se efectúa con el objetivo de revisar toda la documentación generada en esta fase, para detectar posibles errores cometidos.

Realizar cierre de la fase consiste en liberar la documentación con el mínimo de cambios a realizar.

Los entregables en esta fase son:

- Documento visión del proyecto. Es el documento que incluye el alcance y los objetivos específicos del proyecto, las metas de los procesos, las expectativas del cliente.
- Documento Procesos Identificados: Este documento contiene una lista con todos los procesos identificados, especificando de cada uno un código de identificación, el nombre, sus entradas, sus salidas y el encargado de realizarlo.
- Cronograma del proyecto: Este documento contendrá las actividades a realizar en el desarrollo de un proyecto, estimando un tiempo de realización para cada actividad con el objetivo de obtener un aproximado de cuanto demorará su desarrollo.
- Estructura del proyecto: Este documento contiene una planilla que contiene la estructura y firma legal del proyecto.
- Proyecto técnico: Este documento tiene como propósito describir las características del producto que se va a realizar, así como establecer las normas técnicas y legales del mismo.
- Plan de Aseguramiento de la Calidad: Este documento deja plasmado cómo se realizará el proceso de calidad en la LPS Aplicativos SIG en el desarrollo del producto, para perfeccionar el proceso de desarrollo de Software. Sirviendo de guía para todos los procesos de calidad que se realicen en el proyecto, donde se evaluará según métricas establecidas y estándares si el producto satisface los requisitos del cliente.

Roles que intervienen:

- Jefe de la línea y los líderes de las factorías.
- Cliente.

- Usuario-final.
- Planificador.
- Analista.

Salida:

- Documento Procesos Identificados.

Estructura del proyecto.

Roles y artefactos propuestos.

Para la definición de los roles se tomó como punto de partida el documento de Roles y Responsabilidades que propone CMMI. Los roles y sus responsabilidades son: (26)

Jefe de la línea. Es el encargado de la cohesión del grupo de trabajo, de la aprobación de cualquier decisión interna del proyecto, de la revisión de las tareas asignadas dentro del mismo o de la designación de miembros del equipo de desarrollo para la realización de las actividades. Se encarga de realizar reiteradas revisiones al proyecto. Es responsable de presentar reportes periódicos del avance o estado del proyecto a las direcciones pertinentes. Participa en la fase de estudio preliminar, inicio (visión general del proyecto, proyecto técnico). Aprueba las tecnologías a usar en el desarrollo del proyecto. Administra recursos. Participa en la legalización del proyecto, realiza las estimaciones del proyecto, define la organización del proyecto, participa en las revisiones con el cliente de los entregables. También administra la capacitación interna al proyecto, evalúa a los miembros del proyecto según su desempeño, gestiona las interacciones con clientes y usuarios.

Líder de factoría. Es el encargado de la aprobación de cualquier decisión interna dentro de la factoría, de la revisión de las tareas asignadas dentro de la factoría o de la designación de miembros del equipo de desarrollo para la realización de las actividades. Se encarga de realizar revisiones periódicas y de participar en reuniones con la dirección del proyecto. Es responsable de presentar reportes periódicos del avance o estado de su módulo al líder del proyecto.

Cliente. Revisa y aprueba entregables del proyecto (Proyecto Técnico). Firma documentación legal del proyecto (actas de inicio, aceptación o conformidad y fin). Revisa el estado del proyecto.

Usuario-final. Es aquella persona seleccionada por la dirección de la organización para la cual se realiza el proyecto. Su misión es la de representar los intereses de su organización en la toma de decisiones, en las cuales sus criterios son de vital importancia. Provee al equipo de desarrollo de toda la información necesaria para la realización del proyecto. Debe realizar la entrega de reportes periódicos del avance del proyecto a la dirección de su organización. La representación del Usuario-Final deberá ser un buen comunicador. Puede participar más de una representación.

Factoría de Ingeniería.

Líder de la factoría Ingeniería.

Analista. Participa con el cliente y el Usuario-Final recogiendo las entradas de los involucrados relevantes. Es el encargado de la identificación y definición de los procesos y de sus prioridades, de llevar a cabo las actividades del análisis. También se encarga de modelar los procesos del negocio si el proyecto lo requiere (CUN, BPM, otros). Participa en el diseño de la solución. Actualiza el Glosario de Términos, participa en las reuniones de aceptación con el cliente.

Administrador de la calidad. Elabora el Plan de Aseguramiento de la Calidad. Participa en las revisiones técnicas formales de los artefactos. Participa en las revisiones con el cliente de los entregables. Vela por el cumplimiento de las políticas de la organización y reglas bases del proyecto. Colabora en las auditorías que se les realicen al proyecto. Crea una cultura de calidad en el proyecto.

Factoría Integración y componentes.

Líder de la factoría Integración y componentes.

Desarrollador. Se encarga de desarrollar e implementar una parte estructural de los procesos del proyecto, así como desarrollarlos y probarlos. También desarrolla e implementa componentes. Integra los componentes que forman parte de la solución. Convierte la especificación del sistema en código fuente ejecutable.

Factoría Interfaz de usuario.

Líder de la factoría Interfaz de usuario.

Diseñador gráfico. Es el encargado de realizar todo el diseño gráfico que requiera el sistema. Interviene en la creación del prototipo. Define las pautas para el diseño de la interfaz.

Desarrollador. Se encarga de implementar los procesos. Desarrolla el prototipo de la interfaz de usuario.

Factoría Base de datos Espaciales.

Líder de la factoría Base de datos Espaciales.

Administrador de base de datos. Encargado de modelar e implementar la base de datos del sistema, define la lógica de la base de datos y el gestor de base de datos a usar, además de la herramienta de modelado para bases de datos relacionales. Define las políticas de cambio sobre los elementos de datos, los algoritmos de réplica, sincronización, respaldo, recuperación de la base de datos. Define las políticas de almacenamiento de los datos. Define las políticas de uso de los diferentes objetos de bases de datos ante situaciones particulares. Crea y mantiene el ambiente de la base de datos para el funcionamiento de la aplicación. Interviene en el ajuste del desempeño de la aplicación. Administra gestor de BD (Base de Datos). Configura roles y usuarios. Administra la BD.

Equipo de Gestión de Proyectos.

Líder del Equipo de Gestión de Proyectos.

Planificador. Es el responsable de confeccionar el cronograma del proyecto, para lo cual debería tener en cuenta el tiempo que demorará realizarse las actividades, estimar cuanto esfuerzo se requerirá y los recursos humanos disponibles para cada actividad. Controla el cronograma del proyecto. Planifica y gestiona los recursos del proyecto. Monitorea los cronograma y recursos, además, debe predecir lo más exacto posible los recursos materiales que se van a emplear durante el proyecto y los posibles riesgos que pudieran afectar el resultado del mismo.

Administrador de configuración. Identifica los elementos de configuración. Establece las líneas base del proyecto. Mantiene las diferentes librerías del proyecto. Mantiene el control de las versiones de los artefactos del proyecto. Provee el mecanismo administrativo para precipitar, preparar, evaluar y aprobar o reprobar el procesamiento de propuestas de cambio. Genera métricas de la configuración del sistema. Proporciona las herramientas para el desarrollo del proyecto. Audita la gestión de configuración dentro del proyecto.

Propuesta de los entregables que se generan por factoría en cada una de las fases:

Fase	Factoría	Artefacto
Inicio	**Ingeniería**	Procesos identificados Plan de Aseguramiento de la Calidad
	Equipo de Gestión de Proyectos	Documento Visión Proyecto Técnico Cronograma del proyecto

		Estructura del proyecto
Análisis	**Ingeniería**	Procesos Aprobados Especificación de Procesos Procesos Modelados Glosario de términos
Desarrollo	**Equipo de Gestión de Proyectos**	Plan de Administración de la configuración
Liberación y Despliegue		Código Fuente Base de Datos Manual de usuario

Tabla 2. Entregables que se generan por factoría en cada fase.

Estructura del repositorio.

El repositorio es un espacio digital que centra la reutilización. En la LPS es una base de datos especializados que almacenan activos de software, con toda la información que lo específica y facilita la recuperación y el mantenimiento de estos de forma controlada. Su objetivo es asegurar la disponibilidad de activos para apoyar el desarrollo de productos de la LPS. (25)

Para mantener una organización de la documentación y el código generado se propone utilizar la estructura del repositorio en subversion y en alfresco respectivamente, que define el libro proceso de CMMI utilizado en la UCI.

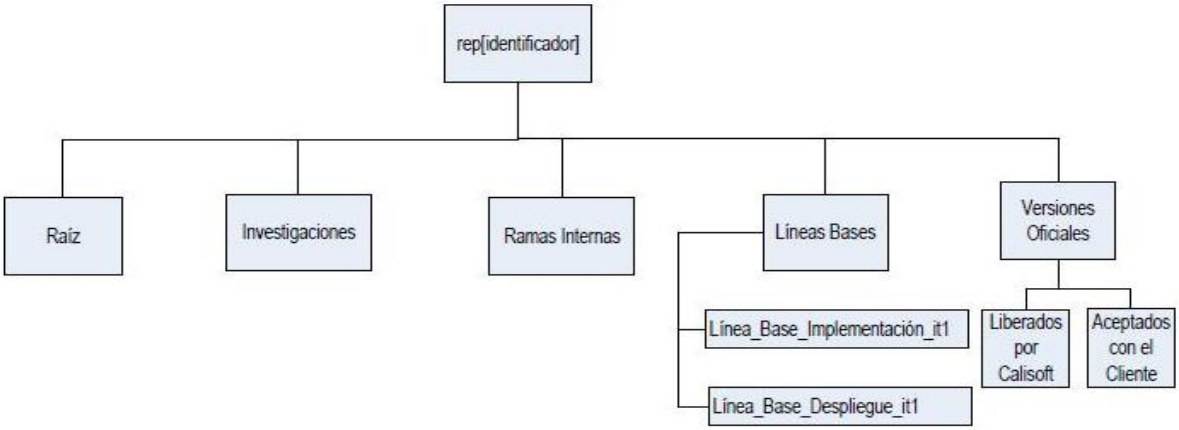

Figura 4. Estructura del repositorio del proyecto en subversion.

Descripción de la Estructura del repositorio en subversión. (27)

[id_proyecto]: la nomenclatura del nombre del repositorio estará dada por el identificador otorgado al proyecto (código con el que es identificado el proyecto, este se asigna en el momento en que se registra el proyecto de forma oficial).

El repositorio en subversion tendrá una estructura básica de cinco directorios: Raíz, Investigaciones, Ramas Internas, Líneas Bases y Versiones Oficiales.

- Raíz: Contendrá el código del proyecto y otros elementos reutilizables, documentación generada a partir del código, ficheros de internacionalización, archivos de configuración.
- Investigaciones: Contendrá los mismos tipos de artefactos de la raíz que se creen como resultado de una investigación.
- Ramas internas: Se almacenan las bifurcaciones o ramas (branches) del proyecto, donde cada rama estará dada por nombre del sistema, subsistema o modulo acompañado de la versión de la solución (release). Además contendrá todo el árbol de directorios de código del proyecto, sin restricciones hasta el momento.
- Líneas Bases: Contendrá las líneas bases que se realicen al final de las fases Desarrollo y Liberación y Despliegue, además de las que el proyecto estime conveniente, siempre especificando los datos pertinentes en el Plan de Administración de la Configuración.
- Versiones Oficiales: Almacena las versiones de la solución de software liberadas por Calisoft en directorios; habrá tantas versiones como liberaciones se realicen.
    - Liberados Calisoft: Se almacenan las versiones de las soluciones de software, se denotará por el nombre de la solución acompañado de la versión de la solución.

- Aceptados cliente: Contendrá las versiones que fueron liberadas por calidad y sufrieron cambios en la producción. La versión contendrá dos directorios: documentos y código.

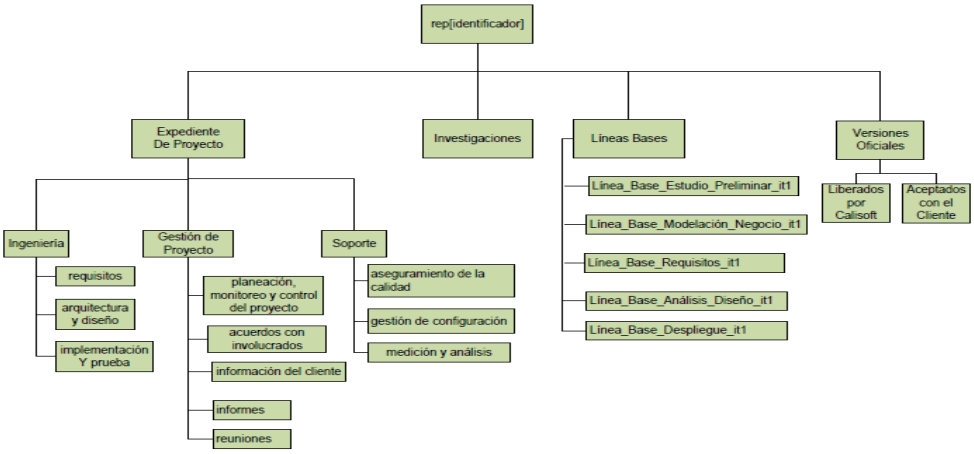

Figura 5. Estructura del repositorio del proyecto en Alfresco.

Descripción de la Estructura del repositorio en Alfresco. (27)

[id_proyecto]: la nomenclatura del nombre del repositorio estará dada por el identificador otorgado al proyecto (código con el que es identificado el proyecto, este se asigna en el momento en que se registra el proyecto de forma oficial).

El repositorio tendrá una estructura básica de tres directorios: Expediente de Proyecto, Investigaciones y Líneas Bases.

- Expediente de Proyecto: Contendrá todos los directorios del expediente de proyecto relativos a la documentación y ficheros de modelado.
- Investigaciones: Contendrá una referencia a las investigaciones realizadas en el proyecto (tesis de pregrado, tesis de postgrado, artículos u otras investigaciones, estas deben encontrarse en un repositorio central del área a la que pertenece el proyecto).
- Líneas Bases: Contendrá las líneas bases que se realicen al final de las fases Inicio y Análisis, además de las que el proyecto estime conveniente, siempre especificando los datos pertinentes en el Plan de Administración de la Configuración.

Especificaciones Generales de la Fase.

El tiempo de duración de esta fase se recomienda que no sea mayor de cuatro semanas, aunque puede variar de acuerdo a las particularidades y la complejidad del proyecto que se va a realizar.

Antes de dar inicio a la primera fase se exhorta que con anterioridad se haya definido quien será el líder de la Línea y los líderes de cada factoría.

También se debe tener en cuenta la cantidad de personas en el proyecto para distribuirlos por las diferentes factorías de acuerdo a los conocimientos que tengan respecto a las temáticas y de esta manera precisar quién desempeñará cada rol.

Fase 2: Análisis.

La fase de Análisis es la que da inicio al proceso, está encaminada a comprender los procesos de una organización definiendo las bases sobre la cual se desarrollará e implementará la solución propuesta para el proyecto. Se identifican las necesidades del usuario representadas por procesos. A medida que transcurre el desarrollo el equipo de trabajo irá obteniendo los conocimientos y habilidades necesarias para la gestión de todo el ciclo de vida del proyecto, esta fase es el enlace de gran parte de la documentación generada expresada en su implementación, es el paso fundamental que da inicio al proceso BPM, definido y documentado todo el ciclo de vida del proyecto. Para la descripción y modelado de los procesos se utilizará la notación BPMN. Se diseña la solución preliminar del problema determinando los módulos en los que se dividirá el producto y la forma de construcción. Se establece el comportamiento del sistema deseado por el usuario y que sea alcanzable por la tecnología. De forma general es donde se definen: los componentes, módulos, interfaces y datos de un sistema, que se crean para satisfacer las necesidades previamente especificadas.

Objetivo.

- Definir y diseñar los procesos para su correcta modelación e implementación.

Entrada:

- Documento Procesos Identificados.

Las actividades a realizarse durante esta fase son:

- Seleccionar el escenario BPM.
- Definir los procesos.
- Crear el documento Procesos Aprobados.
- Crear el documento Especificación de Procesos.
- Crear el documento Procesos Modelados.
- Seleccionar las herramientas y tecnologías a utilizar.
- Capacitar al personal de trabajo.
- Realizar revisiones internas.
- Realizar cierre de la fase.

Representación gráfica.

En la figura 6 se muestra como se debe desarrollar el flujo de actividades de la presente fase, quedando representados las actividades y el orden en que serán desarrolladas.

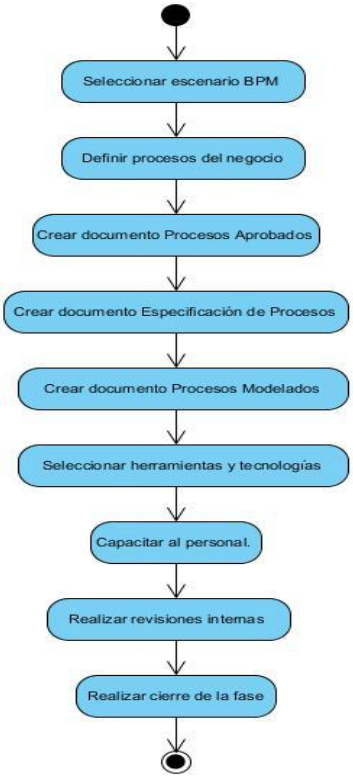

Figura 6. Actividades de la Fase Análisis.

Aclaraciones significativas:

Se realizará una comisión integrada por personas seleccionadas del equipo de trabajo, el cliente y el Usuario-final, para analizar nuevamente los procesos identificados del documento “Procesos Identificados”. Estos procesos integrarán el documento “Procesos Aprobados” con el objetivo de determinar que procesos pueden ser cancelados; los procesos aprobados formarían parte del documento Especificación de Procesos.

La actividad antes mencionada se realizará cuando el cliente no posee una idea culminante de lo que desea o el ingeniero tiene dudas sobre la variabilidad de la solución, en caso que esta situación no se vea reflejada los procesos identificados pasarían directamente al documento Especificación de Procesos.

El documento “Especificación de Procesos”, es una lista con todos los procesos del negocio donde estará bien definido el principio y final de los mismos, así como una descripción detallada y su propósito.

Los procesos deben ser priorizados según su importancia para poder definir el orden en que serán atendidos.

Para modelar los procesos se utilizará el lenguaje de modelado BPMN, estos estarán contenidos dentro del documento Procesos Modelados.

La realización del estudio de los procesos y las mejoras a realizar servirían para automatizar el desarrollo y mantenimiento de variantes de un producto.

Se cuestionan cada una de las actividades que integran a los procesos para proponer los cambios que se consideren pudiesen hacerlos más efectivos.

Realizar revisiones internas se efectúa con el objetivo de revisar toda la documentación generada en esta fase, para detectar posibles errores cometidos.

Realizar cierre de la fase consiste en liberar la documentación con el mínimo de cambios a realizar.

Los entregables en esta fase son:

- Procesos aprobados: Contiene una lista de todos los procesos identificados para determinar que procesos serán cancelados, los que sean aprobados se le realizará el modelado y posteriormente se implementarán. (Ver Anexo 3)
- Especificación de Procesos: Este documento contiene la lista de todos los procesos, así como una descripción detallada y su propósito. (Ver Anexo 4)
- Procesos Modelados: Como resultado de la utilización de la herramienta seleccionada con la notación gráfica BPMN este documento contendrá todos los procesos modelados, para tener fichados el desglose de las actividades de cada proceso. (Ver Anexo 5)
- Glosario de términos: Lista de conceptos asociados al negocio que son comúnmente usados y que deben ser del dominio del equipo de desarrollo para poder modelar el negocio y dar una solución a la problemática encontrada.

Roles que intervienen:

- Jefe de la línea.
- Líder de la factoría Ingeniería.
- Analista.
- Líder de la factoría Integración y componentes.

Salida:

- Procesos Modelados.

Especificaciones Generales de la Fase.

El tiempo de duración de esta fase se recomienda que no sea mayor de 6 semanas, aunque puede variar de acuerdo a las particularidades y la complejidad del proyecto que se va a realizar, especificándolo en el cronograma del proyecto.

En el transcurso de esta fase, los artefactos generados se deben realizar siguiendo el orden lógico que se puede observar en la figura 6.

Para el diseño y modelado de los procesos se hará uso del lenguaje de modelado BPMN.

El escenario BPM propuesto para la implantación de la solución es “Bajo el Radar” (Under the radar).

Fase 3: Desarrollo.

Una vez identificados y modelados los procesos esta fase se encarga de su desarrollo e implementación, es una actividad que debe realizarse con gran cuidado y bien detallada, proviniendo flexibilidad para poder dar respuesta a los cambios que puedan ocurrir en los procesos en el transcurso de su desarrollo e implementación. Durante esta fase todos los procesos y subprocesos deben ser implementados e integrados en su totalidad, alcanzando una versión aceptable del producto. De forma general es donde se lleva a cabo la implementación del sistema.

Objetivo:

- Desarrollo e implementación de procesos e interfaces para su integración.

Entrada:

- Procesos Modelados.

Las actividades a realizarse durante esta fase son:

- Determinar la creación o reutilización de los procesos.
- Analizar el documento Procesos Modelados.
- Desarrollar la base de datos del sistema.
- Implementar los procesos.
- Integrar los procesos.
- Proponer mejoras continuas a los procesos.
- Realizar revisiones internas.
- Entregar el producto final al equipo de Calidad del departamento de Geoinformática.
- Realizar cierre de la fase.

Representación gráfica.

En la figura 7 se muestra como se debe desarrollar el flujo de actividades de la presente fase, quedando representados las actividades y el orden en que serán desarrolladas.

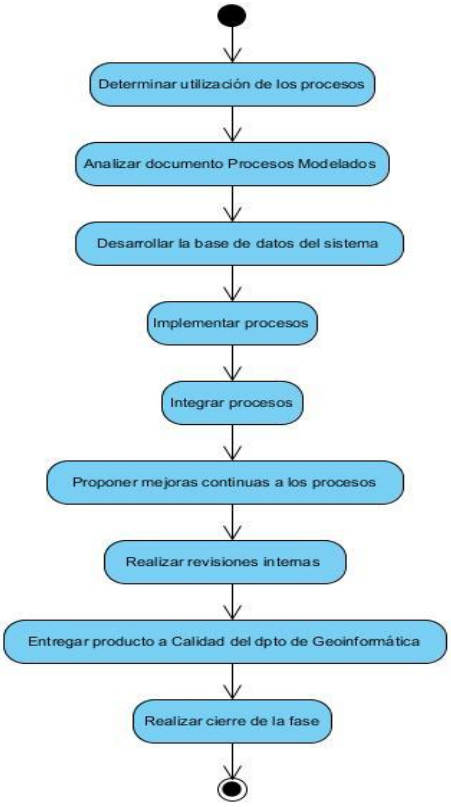

Figura 7. Actividades de la Fase Desarrollo.

Salida:

- Producto Final.

El entregable en esta fase es:

- Plan de Administración de la configuración: En este documento se describen los procedimientos de control y gestión de cambios, la organización y flujo de estos, las responsabilidades de los implicados en la configuración, las herramientas usadas para ello.

Aclaraciones significativas:

Para realizar un cambio fuera de la fase a la que corresponde primero se debe notificar (Ver Anexo 6), y una vez notificado se programará una reunión donde se analizará el contenido del pedido y se aprobará o rechazará la proposición. En caso de aprobarse se dictarán las tareas necesarias para llevar a cabo el cambio generando a quien corresponda y se procederá a reportar el cambio a quien interese si este afecta el desempeño o genera más cambios en otros procesos, actividades o documentos.

Al igual que en esta fase la notificación de cambio se puede realizar en la fase de Análisis.

Realizar revisiones internas se efectúa con el objetivo de comprobar que todos los procesos identificados han sido implementados correctamente.

Realizar cierre de la fase consiste en liberar el producto con el mínimo de cambios a realizar.

Roles que intervienen:

- Jefe de la línea.
- Líder de la factoría Integración y componentes.
- Desarrollador de Integración y componentes.
- Líder de la factoría Interfaz de usuario.
- Desarrollador de Interfaz de usuario.
- Líder de la factoría Base de datos Espaciales.
- Administrador de base de datos.
- Administrador de configuración.

Especificaciones Generales de la Fase.

El tiempo de duración de esta fase se recomienda que sea de diez a doce semanas, aunque puede variar de acuerdo a las particularidades y la complejidad del proyecto que se va a realizar, especificándolo en el cronograma del proyecto.

La actividad de reutilizar o hacer es respecto a los procesos, si se decide reutilizar se lograría reducción de tiempo y esfuerzo en el desarrollo de sistemas.

No se propone una herramienta de implementación en específico porque Aplicativos SIG desarrolla varios productos a la vez y para todos no utiliza el mismo lenguaje de programación por lo que esta selección se deja a consideración del equipo de trabajo.

Una vez terminada la implementación se hace entregada del producto al equipo de Calidad del departamento de Geoinformática.

Fase 4: Liberación y Despliegue.

La fase de Liberación y Despliegue está conformada por tres procesos esenciales: Revisión, Liberación y Despliegue, que proyectan llevar a cabo las actividades necesarias para declarar listo el producto. Se realiza la generalización del producto en la entidad para la cual se desarrollará, es donde se culmina cualquier vínculo que se tenga con la misma, se libera por completo el sistema. Esta fase concierne a ambas partes (equipo de trabajo y al cliente), el equipo de trabajo tiene como primordial objetivo la puesta en marcha del producto en el entorno de trabajo del cliente.

Proceso de Revisión: Este proceso es desarrollado por un equipo de trabajo de Calidad del departamento de Geoinformática, el cual tiene como principal objetivo realizar revisiones y pruebas internas al producto y a los documentos generados respectivamente, para determinar las No Conformidades. Una vez identificadas las No Conformidades son entregadas al proyecto para corregir los errores señalados y se procede nuevamente a la entrega del producto al equipo de trabajo Calidad del departamento de Geoinformática. Mientras se detecten No Conformidades este proceso de desarrollará.

Proceso de Liberación: El proceso de liberación del producto es realizado por un grupo de trabajo nombrado Calisoft, tiene como objetivo declarar al producto listo para ser entregado al cliente, realizando un conjunto de pruebas que certifiquen su nivel de completado y garanticen la aceptación del mismo. Este proceso ocurre en un entorno de trabajo piloto, donde se trata de conformarlo lo más parecido y exacto posible al entorno de trabajo en el que se va a desplegar, en él se garantizan los detalles técnicos del funcionamiento de la aplicación. En el entorno piloto se instala una posible versión final del producto a entregar al cliente, a esta versión se le aplican pruebas diseñadas con juegos de datos escogidos para conocer el estado del funcionamiento de la aplicación, con el propósito de determinar las No Conformidades del sistema.

Si los resultados obtenidos no son los esperados por el cliente, no está conforme con lo que se realizó o desea realizar algún cambio, entonces se desplegará un proceso de mantenimiento con el objetivo de asegurar la solución al nivel que el cliente quede satisfecho con el funcionamiento de la aplicación.

Una vez logrados los resultados esperados por el cliente entonces se llevará a cabo la Firma de conformidad del cliente: actividad que pretende sellar el acuerdo de satisfacción, corroborando el hecho de que la aplicación responde tal como él requiere.

Proceso de Despliegue: El proceso de despliegue es donde se realizan las actividades de instalación de las aplicaciones necesarias para que el sistema pueda ser ejecutado sin problema alguno, la configuración de servidores y programas de software, etcétera. El objetivo es proceder a la entrega de la solución, así como a la instalación, configuración, prueba y puesta en marcha del software en el entorno real del cliente.

En este proceso se realiza un análisis de la infraestructura telemática del cliente que incluye computadoras y periféricos, servidores, licencias, recursos de redes, telefónicos, etcétera.

Una vez implantado el sistema se realiza un procedimiento de adiestramiento para asegurar el entendimiento del personal que usará la aplicación en el entorno de negocio nombrado Curso de capacitación.

Objetivos:

- Liberar el producto.
- Desplegar el producto en el entorno de trabajo del cliente.

Entrada:

- Producto Final.

Las actividades a realizarse durante esta fase son:

- Realizar pruebas internas.
- Crear el documento Registro de No Conformidades.
- Resolver las No Conformidades.
- Entregar el producto a Calisoft.

- Realizar pruebas externas.
- Crear el documento Registro de No Conformidades.
- Resolver las No Conformidades.
- Entregar producto a la LPS.
- Liberar el producto.
- Firmar conformidad del cliente.
- Desplegar el producto.
- Realizar capacitación al cliente.

Representación gráfica.

En la figura 8 se muestra como se debe desarrollar el flujo de actividades de la presente fase, quedando representados las actividades y el orden en que serán desarrolladas.

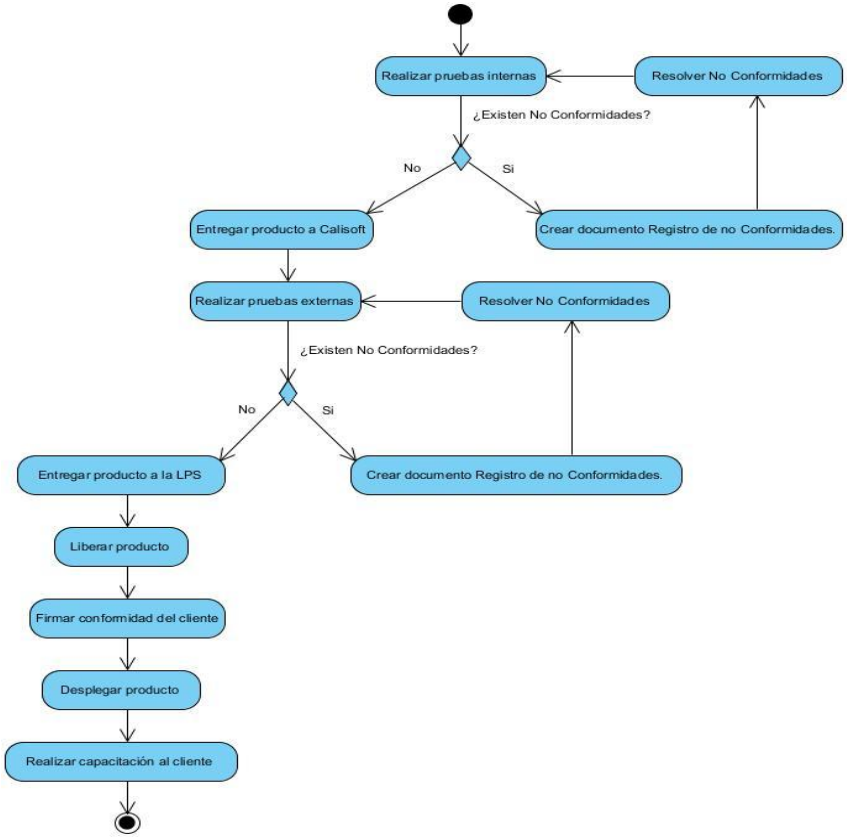

Figura 8. Actividades de la Fase Liberación y Despliegue.

Los entregables en esta fase son:

- Código Fuente.
- Base de Datos.
- Manual de usuario: Proveer una guía a los usuarios en interés de los cuales se desarrolló el producto informático, centrando su atención en los aspectos de la interacción usuario-sistema.

Aclaraciones significativas:

El propósito de efectuarle pruebas a un software es descubrir errores cometidos en su desarrollo. Para diseñar y aplicar los casos de pruebas, hay que seleccionar las pruebas a ejecutar al software y esa selección se deja a consideración del equipo de trabajo.

El equipo de Calidad del departamento de Geoinformática realizará pruebas internas para determinar las No Conformidades, actos seguidos estas No Conformidades son resueltas y se hace entrega del producto a Calisoft. Realizando Calisoft nuevamente el proceso antes mencionado.

La actividad Resolver No Conformidades la realiza el equipo de trabajo de la LPS.

Roles que intervienen:

- Analista.
- Roles que forman parte del equipo de Calidad del departamento de Geoinformática.
- Roles que forman parte del equipo de Calisoft.
- Cliente.
- Desarrollador.

Salidas:

- Liberación del Producto.
- Despliegue del Producto.

Especificaciones Generales de la Fase.

El tiempo de duración de esta fase se recomienda que sea de tres semanas, aunque puede variar de acuerdo a las particularidades y la complejidad del proyecto que se va a realizar, especificándolo en el cronograma del proyecto.

El objetivo de firmar el acta de aceptación es contener la confirmación de que el sistema fue aceptado por el cliente y está listo para dar paso al proceso de despliegue del producto.

La estrategia de sostenimiento del producto y su monitorización es algo que deberá existir mientras exista el producto y este en explotación. El proyecto ofrecerá un servicio para resolver conflictos de usabilidad y rendimiento del software entregado al cliente, suministrándole actualizaciones.

El propósito de esta fase es poner el producto en manos de los usuarios finales, para lograr esto toda la documentación del producto debe estar completa.

Se realizarán cursos de capacitación al personal que hará uso del sistema en el entorno del negocio, para que se relacionen con la aplicación, con el objetivo de lograr un correcto adiestramiento para la manipulación del mismo.

2.2 Características de la guía metodológica.

Esta propuesta de guía metodológica posee una serie de características que se brindan a continuación:

- Es secuencial, las fases no se realizan de forma concurrente.
- Forja solo los documentos necesarios.
- Alto nivel de formalización en la documentación requerida.
- Propone la reutilización de procesos.
- Involucra al cliente de forma activa en el desarrollo de productos de software.
- Propensa al cambio en cualquier parte del ciclo de vida del proyecto que se realiza.
- Centrada en los individuos y en procesos.
- Deposita importancia en la capacidad de respuesta a los cambios, la confianza en las habilidades del equipo y al mantener una buena relación con el cliente.
- Está pensada para las necesidades de la LPS Aplicativos SIG.

2.3 Conclusiones Parciales

En este capítulo se presentó una propuesta metodológica para la LPS Aplicativos SIG mediante el empleo de la metodología BPM para el modelado de los procesos identificados. Se establecieron las fases que se deben seguir para llevar a cabo un correcto cumplimiento de la misma. Se presentaron los principales aspectos para el desarrollo de esta metodología, la cual se piensa que pueda ser modificada en un futuro según se vaya profundizando más en el tema. Se definieron las características propias de la guía metodológica. Se propone generar un conjunto de artefactos que permiten el manejo de los procesos identificados.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

Introducción.

La validación es un proceso muy importante que se realiza con el objetivo de comprobar el correcto desarrollo de la Guía metodológica para la Línea de Productos de Software Aplicativos SIG, que se presenta en el capítulo anterior. La guía propuesta puede ser validada de diversas formas, una es mediante su empleo en un proyecto real en desarrollo, lo que dará la medida de su efectividad, así como sus errores y puntos débiles. También puede ser validada mediante el criterio de expertos en el tema, que no es más que la aplicación del Método Delphi[22] o Criterio de Expertos. Luego de analizadas las formas de evaluación y el poco tiempo con que se dispone se decide utilizar el Método Delphi.

3.1 Método Delphi.

El método Delphi consiste en la selección de un grupo de expertos, estos aportan sus criterios sobre cuestiones referidas a acontecimientos del futuro. Su funcionamiento se basa en la elaboración de un cuestionario que ha de ser contestado y su calidad depende de su elaboración y de la elección de los expertos consultados. Las estimaciones de los expertos se realizan en sucesivas rondas, anónimas, al objeto de tratar de conseguir consenso, pero con la máxima autonomía por parte de los participantes. (28) Se dispone de poco tiempo por lo que la validación de la guía metodológica se realizará mediante una sola iteración. Este método procede por medio de la interrogación a expertos con la ayuda de un cuestionario. La encuesta se realiza de manera anónima para evitar los efectos de implicación de influencia entre los encuestados. Esto posibilita, que un miembro pueda cambiar sus opiniones y defender sus argumentos con la tranquilidad de saber que en caso de ser erróneos, no representará una pérdida de su prestigio. Además, impide que un experto sea influenciado por la reputación de otro.

3.2 Aplicación del método.

Este método cuenta con las siguientes etapas:

- Selección del grupo de expertos.
- Determinar la cantidad de expertos.
- Cálculo del Coeficiente de Competencia.

[22] El nombre de este método proviene del oráculo de Delphos, que se encontraba en la antigua Grecia, al que se acudía para hacer preguntas al dios a través de una sacerdotisa. El oráculo de Delphos poseía gran reputación por la certeza de sus predicciones.

- Elaboración del Cuestionario de Validación.
- Análisis de los resultados.

3.2.1 Selección del grupo de expertos.

Se considera un experto a una persona que ha obtenido grandes experiencias o habilidades en relación a una materia sobre la cual es capaz de ofrecer criterios concluyentes y hacer recomendaciones al respecto.

Para el proceso de selección de los expertos se definieron los siguientes requisitos o competencias necesarias:

- Graduado de Nivel Superior.
- Tres años de experiencia como mínimo.
- Vinculación al desarrollo de productos informáticos.
- Conocimientos acerca de los contenidos que sustentan la guía propuesta.
- Conocimientos acerca de la Gestión de Procesos de Negocio (BPM).
- Conocimientos acerca del Modelado del Negocio con BPMN.
- Prestigio en el colectivo de trabajo.

Los resultados obtenidos tendrán mayor calidad si los posibles expertos a ser seleccionados cumplen con los criterios antes mencionados, junto a otras cualidades propias de ellos, que pueden ser: responsabilidad, entrega y compromiso, sinceridad, estas cualidades definen que sus opiniones pueden ser confiables respecto al objetivo propuesto.

3.2.2 Determinar la cantidad de expertos.

Landeta en 1999 planteó que, respecto al número de expertos que deben configurar el panel, no existe una norma generalizada que determine un número óptimo.

Dentro de la UCI se les pidió su participación a ocho expertos y de ellos cinco manifestaron de forma positiva su colaboración en la presente investigación. Luego de confirmada la participación de los expertos, fue necesario aplicarles una encuesta de autoevaluación con el propósito de determinar si están o no aptos para realizar el cuestionario y dar sus criterios sobre la guía propuesta. Para acceder a la encuesta aplicada ver Anexo 7.

Se considera que la guía puede ser validada satisfactoriamente con los criterios de los cinco expertos, pues estos presentan conocimientos tanto teóricos como práticos sobre los contenidos que sustentan la guía. Siendo estas las únicas personas a las que se le realizará la entrevista y la encuesta que se referencian más adelante.

3.2.3 Cálculo del Coeficiente de Competencia.

Para la selección de los expertos es importante tener en cuenta el coeficiente de competencia (K). Se calcula basándose en los resultados obtenidos mediante la encuesta aplicada para la autovaloración, específicamente en el coeficiente de conocimiento (K_c) que es el resultado de la primera pregunta de la encuesta de autovaloración multiplicado por 0.1 (donde "0" indica no tener ningún conocimiento), y el coeficiente de argumentación del conocimiento (K_a) el cual se obtiene luego de analizar los resultados de la tabla de la Pregunta 2 de la encuesta, este análisis se hace de la siguiente forma:

Los expertos deben marcar, según su criterio, su grado de competencia sobre los aspectos sometidos a consideración, a estas marcas se le asignan valores de acuerdo a la siguiente escala:

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	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 problema	0.05	0.05	0.05
6. Su intuición	0.05	0.05	0.05
Totales	1	0.8	0.5

Tabla 3. Escala de valores para la encuesta de autovaloración.

El coeficiente de argumentación del conocimiento (K_a) será igual a la suma de los valores donde el posible experto haya marcado.

A continuación se calcula el coeficiente de competencia según la fórmula: $K = \frac{K_c + K_a}{2}$

Intervalos para determinar el nivel del coeficiente de competencia (K):

Si 0.8 < k < 1.0 el coeficiente de competencia es alto.

Si 0.5 < k < 0.8 el coeficiente de competencia es medio.

Si k < 0.5 el coeficiente de competencia es bajo.

No.	Nombre	Preg 1	Preg 2						Kc	Ka	K	Competencia
			P1	P2	P3	P4	P5	P6				
1	Experto 1	8	M	M	B	B	M	M	0.8	0.8	0.8	ALTO
2	Experto 2	7	A	M	B	A	B	M	0.7	0.9	0.8	ALTO
3	Experto 3	7	M	A	B	A	M	B	0.7	0.9	0.8	ALTO
4	Experto 4	8	A	B	B	B	M	M	0.8	0.7	0.75	MEDIO
5	Experto 5	7	A	B	B	B	A	A	0.7	0.7	0.75	MEDIO

Tabla 4. Coeficiente de competencia de los expertos.

La gráfica representa el porcentaje de coeficiente de competencias de los expertos.

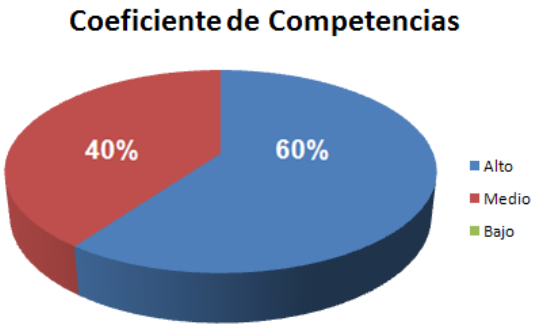

Figura 9. Porcentaje de coeficiente de competencias de los expertos.

Como resultado de la encuesta de autovaloración de cada posible experto se decide seleccionar a todos aquellos cuyos resultados arrojaron un coeficiente de competencia alto o medio.

3.2.4 Elaboración del Cuestionario de Validación.

Una vez seleccionados los expertos se elaboró la encuesta, se estableció una serie de preguntas de enfoque investigativo para que los expertos participaran en el proceso de validación de la propuesta, y ésta pudiera ser aplicada.

Para la elaboración de las preguntas que conforman el cuestionario se tuvo en cuenta el siguiente propósito:

- Demostrar que los objetivos, actividades, entradas y salidas definidas en cada fase son los correctos, necesarios y suficientes para cumplir con los objetivos establecidos.

Para acceder al cuestionario aplicado, consultar Anexo 8.

Los expertos que conforman el panel recibieron un resumen de la propuesta de solución como documentación para responder los temas encuestados, además de un cuestionario con un total de 16 preguntas. Las encuestas, así como la documentación, fueron enviadas vía e-mail.

3.2.5 Análisis de los resultados.

A partir de las respuestas del cuestionario realizado por los expertos, se procedió al cómputo y análisis de estos para una correcta explotación. En él se trazaron preguntas de gran envergadura para la validación de la guía metodológica, donde los resultados obtenidos se comportaron como se explica a continuación.

Las dos primeras preguntas del cuestionario están representadas con el objetivo de conocer el nivel de comprensión sobre BPM que tiene cada experto, donde el 100% de los mismos coincidieron con un nivel de valor siete en una escala del uno al diez.

Además se obtuvo que el 80% de los expertos poseían un nivel alto en la experiencia adquirida a través de la práctica de aplicaciones BPM y el 20% restante un nivel bajo.

El 60% tenían un nivel alto por conocimientos adquiridos en la realización de trabajos realizados acerca de BPM y el 40% restante nivel medio. Y, respecto al conocimiento teórico acerca de la utilización de BPM todos los expertos coincidieron alcanzando el 100% un nivel alto.

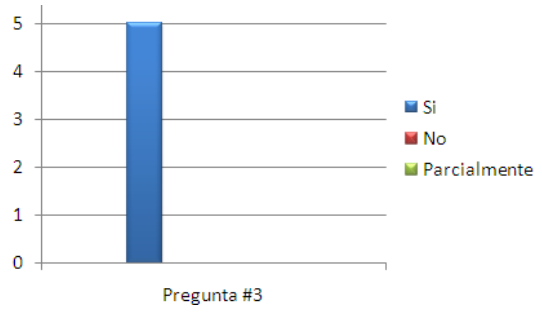

Figura 10. Altura de la guía respecto a las necesidades de Aplicativos SIG.

La figura 10 muestra el resultado de la siguiente interrogante, ¿Ud. considera que la guía está a la altura de las necesidades de la LPS Aplicativos SIG?, como se puede observar los 5 expertos

encuestados opinaron que si está a la altura de las necesidades de la LPS, obteniéndose el 100% de coincidencia.

Otra interrogante de gran importancia en el cuestionario fue ¿Cómo categorizarías la propuesta de guía metodológica basada en procesos para la LPS Aplicativos SIG?, donde los 5 expertos, opinaron que la guía era una buena propuesta, alcanzando el 100% de coincidencia, tal como se muestra en la figura 11. El 100% de los expertos coincidieron en que si se puede aplicar exitosamente la propuesta de guía metodológica en la LPS Aplicativos SIG, obteniendo una vez más la coincidencia de los expertos (figura 11).

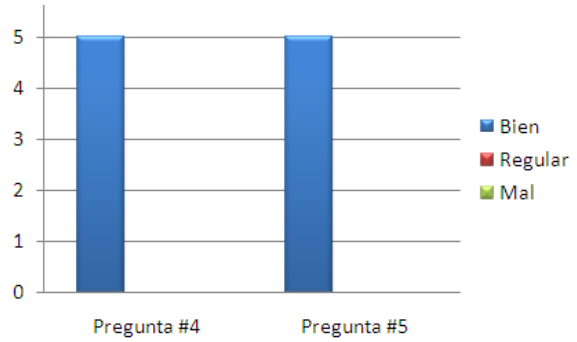

Figura 11. Categorización y aplicación exitosa de la guía.

La siguiente figura (figura 12) muestra los resultados alcanzados en las preguntas 6, 7 y 8; se reflejan las opiniones emitidas de los expertos sobre las fases definidas en la guía, así como los objetivos y roles propuesto para la solución.

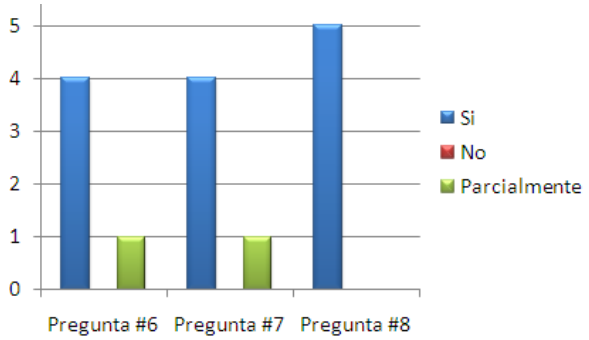

Figura 12. Criterio sobre descripción de las fases, roles y objetivos.

En la figura 13 que se muestra a continuación se pueden apreciar las opiniones expuestas por los expertos referente a las entradas y salidas definidas para cada una de las fases, correspondientes a

las preguntas 9, 10 y 11; donde todos coincidieron que las entradas son lo suficientemente adecuadas; y que las salidas son adecuadas en un 80% y parcialmente descriptivas en el 20% restante.

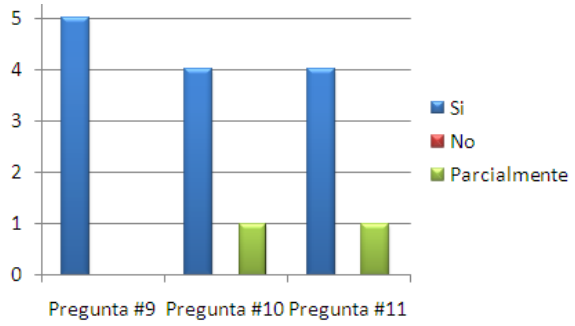

Figura 13. Criterio sobre descripción de las entradas y salidas.

Correspondiente a las actividades definidas en cada fase (figura 14), el siguiente gráfico muestra que todos los expertos coinciden en que son las adecuadas para la aplicación de la guía.

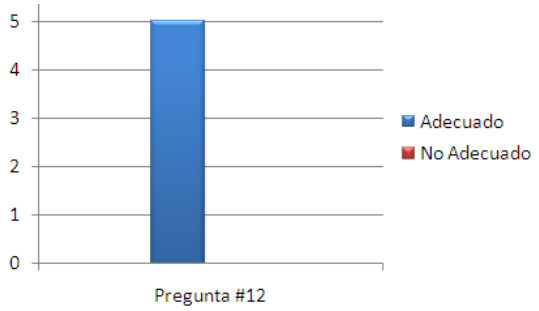

Figura 14. Criterio sobre las actividades definidas en las fases.

En la pregunta 13 se les pide a los expertos su valoración sobre la propuesta de la herramienta de modelado y estos son los resultados de las respuestas brindadas (figura 15).

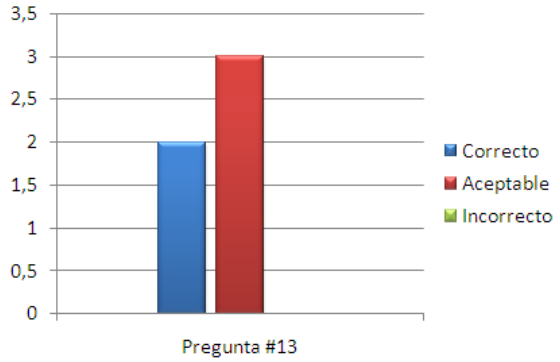

Figura 15. Criterio sobre la herramienta de modelado propuesta.

3.3 Conclusiones Parciales.

El desarrollo del capítulo presentado, ha permitido evaluar la propuesta mediante la validación teórica. Se utilizó el método Delphi dentro del contexto de los métodos de expertos cuyos resultados fueron favorables, lográndose una perspectiva de éxito alta exponiendo que lo trazado hasta el momento se ajusta meritoriamente a las condiciones existentes. Para la aplicación del método, inicialmente se definieron una serie de requisitos que debían cumplir los expertos. Se realizó una Encuesta de Autoevaluación para seleccionar los expertos que tuvieran un coeficiente de competencia medio o alto, pudiendo confirmar que las valoraciones podían ser aceptadas de manera satisfactoria. Se envió un Cuestionario de Valoración de la guía metodológica propuesta que poseía las afirmaciones necesarias para validar la misma. Se realizó el análisis de los resultados obtenidos en el cuestionario y de acuerdo a los propósitos alcanzados por las respuestas se puede concluir que la guía metodológica fue validada por la totalidad de los miembros del panel y que se puede aplicar exitosamente en la LPS Aplicativos SIG.

CONCLUSIONES

En el transcurso de este trabajo se realizó un estudio bibliográfico que ha permitido establecer un enfoque profundo de los temas mencionados en la investigación, dando como resultado la propuesta de una Guía metodológica basada en procesos para el desarrollo de software en la LPS Aplicativos SIG.

La investigación realizada permitió arribar a las siguientes conclusiones:

- Se realizó el estudio de las metodologías ágiles y robustas, centrándose en las ventajas y desventajas de la metodología que actualmente se utiliza en Aplicativos SIG para definir la guía propuesta.
- Se obtuvo una documentación organizada sobre la metodología y notación BPM y BPMN respectivamente, para el modelado de los procesos.
- Se seleccionó la notación de modelado BPMN.
- Se propone como herramienta para el modelado de los procesos Business Process Visual ARCHITECT.
- La guía describe los roles involucrados, artefactos y documentos que se centralizan en cada una de las fases definidas, así como sus objetivos, entradas, salidas y actividades.
- Se validó la guía metodológica a través del Método Delphi o Criterio de Expertos obteniéndose resultados positivos.
- Como resultado de la validación de la guía propuesta se obtuvo que está a la altura de las necesidades de la LPS Aplicativos SIG, categorizada como una buena propuesta y que pudiera ser aplicada de manera exitosa.
- Se considera que los objetivos propuestos fueron cumplidos, pues se propone una guía metodológica basada en procesos para la LPS Aplicativos SIG, expresada en elevar el nivel de autogestión del equipo y reducir la documentación sin pérdida de información.
- La guía introduce reutilización y productividad, contribuye a disminuir tiempo y esfuerzo, acortando el ciclo de vida de desarrollo y por tanto incrementando la capacidad de obtención de nuevos productos.

RECOMENDACIONES

Debido a que con el desarrollo del presente trabajo se dio cumplimiento a su objetivo general se recomienda:

- Poner en práctica el modelo propuesto aplicándolo a proyectos reales de la LPS Aplicativos SIG, para valorar su desempeño para ver si de esta forma se satisfacen las necesidades.
- Se propone continuar la investigación sobre BPM, haciendo hincapié en las herramientas de implementación y ejecución de los procesos.
- Capacitar al equipo de trabajo sobre los temas tratados en la propuesta para que puedan dar cumplimiento de manera efectiva a las actividades definidas.

TRABAJOS CITADOS

1. **Carrillo, Diego Mauricio Paz.** Evolución de la Filosofía del Conocimiento en las Metodologías de Desarrollo Software. *gluc - Grupo GNU/Linux Universidad del Cauca.* [En línea] 14 de Febrero de 2006. [Citado el: 6 de Noviembre de 2011.] http://gluc.unicauca.edu.co/wiki/index.php.

2. **Acuña, Karenny Brito.** *SELECCIÓN DE METODOLOGÍAS DE DESARROLLO PARA APLICACIONES WEB EN LA FACULTAD DE INFORMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS.* Cuba : s.n., 2009.

3. **Sevillano, Fernando.** [En línea] 22 de Abril de 2009 . [Citado el: 2 de Diciembre de 2011.] http://redindustria.blogspot.com/2009/04/definicion-de-proceso-de-negocio-i.html.

4. **Serpa, Alema Campos.** *Propuesta de escenarios de negocio y marco tecnológico en soluciones BPM.* Ciudad de La Habana, Cuba : s.n., 2010.

5. **Robles, Armando David Espinoza.** Metodologias de Desarrollo de Software. *slideshare.* [En línea] 2007. [Citado el: 23 de Noviembre de 2011.] http://www.slideshare.net/juliopari/4-clase-metodologia-de-desarrolo-de-software.

6. **Iglesias, Elizabeth Martínez.** *Adaptación de la metodología RUP a los nuevos módulos del Proyecto Registros y Notarías.* Habana, Cuba : s.n., 2006, Junio.

7. **Sommerville, Ian.** *Ingenieria de Software- Séptima edición.* s.l. : Pearson Education, 2005, Madrid(España) . ISBN: 84-7829-074-5.

8. **Sánchez, María A. Mendoza.** informatizate. [En línea] 7 de Junio de 2004. [Citado el: 5 de Noviembre de 2011.] ftp://10.0.0.22/documentacion/Ingenieria%20Software/Metodologias/caracteristicas%20breves%20de%20RUP,%20XP,%20MSF.pdf.

9. **Pérez, Fabián Bermeo.** [En línea] 8 de Diciembre de 2010. [Citado el: 21 de Febrero de 2012.] http://fabianbermeop.blogspot.com/2010/12/metodologia-rup-desarrollo-de-software.html.

10. **José H. Canós, Patricio Letelier, María Carmen Penadés.** Métodologías Ágiles en el Desarrollo de Software. [En línea] [Citado el: 29 de Noviembre de 2011.] http://www.willydev.net/descargas/prev/TodoAgil.pdf.

11. **MSc. Ailien Orjuela Duarte, MSc. Mauricio Rojas.** Las Metodologías de Desarrollo Ágil como una Oportunidad para la Ingeniería de Software Educativo. [En línea] 2008. [Citado el: 3 de Diciembre de 2011.] http://pisis.unalmed.edu.co/avances/archivos/ediciones/Edicion%20Avances%202008%202/21.pdf.

12. **Kiran Garimella, Michael Lees y Bruce Williams.** *Introducción a BPM para Dummies.* s.l. : Wiley Publishing, Inc., 2008. ISBN: 978-0-470-37359-0.

13. **Jose Manuel Perez, Francisco Ruiz, Mario Piattini.** *Model Driven Engineering Aplicado a Business Process Management.* 2007.

14. **John Jeston, Johan Nelis.** *Business Process Management: Practical Guidelines to Successful Implementations.* Elsevier : Butterworth-Heinemann, 2006. 0750669217.

15. **Maldonado, Luis Fernando Sánchez.** deGerencia.com. [En línea] 22 de Noviembre de 2004. [Citado el: 21 de Febrero de 2012.] http://www.degerencia.com/articulo/business_process_management_bpm_articulando_estrategia_procesos_y_tecnologia/imp.

16. **Alisney Agramonte Reyes, Olivier García Rangel.** *Modelo genérico para diseñar procesos de negocio a partir de las herramientas BPMS.*

17. **cejas, julio.** Mijao. *Lineamiento BPMN para el modelado de procesos.* [En línea] 14 de Junio de 2009. [Citado el: 22 de Ffebrero de 2012.] http://mijao.blogspot.com/2009/06/lineamiento-bpmn-para-el-modelado-de.html.

18. **Juan Diego Pérez Jiménez, Amador Durán Toro, Antonio Ruiz Cortes.** *¿Por qué OMG ha elegido BPMN para modelar de Procesos de Negocio si ya existe UML?* 2007.

19. **Dieguez, Jorge.** Learning Review. [En línea] 2009. [Citado el: 26 de Noviembre de 2011.] http://www.learningreview.es/e-learning-279/articulos-elearning/1432-factorias-de-contenido-desarrollo-mejorado-de-contenidos-elearning.

20. **Montilva, Jonas A.** *Desarrollo de Software Basado en Líneas de Productos de Software.* ciudad Mérida, Venezuela : s.n., 2006.

21. **Kenia Labori de la Rosa, Izary Rondón Robaúl.** *Metodologías para el desarrollo de software multimedia: Análisis comparativo y propuesta.* Habana, Cuba : s.n., 2007.

22. **María Rosa Mas Camacho, Juan Pedro Febles Rodríguez, Margarita Orue Carmona, Zoila Chávez Tur, Cristina Vargas Crespo, José Gabriel Rodríguez Quesada.** Revista Cubana de Informática Médica. [En línea] 1993. [Citado el: 3 de Diciembre de 2011.] http://www.rcim.sld.cu/revista_1/articulos_htm/mariarosa.htm#t.

23. **Raimundo Llerena Ferrer, Pedro Martínez Rey.** *Propuesta de modelo para desarrollar el modelado del negocio en proyectos BPM/SOA.* Ciudad de la Habana : s.n., 2009.

24. **Villagra, Sergio.** IT Transformation. [En línea] 16 de Mayo de 2007. [Citado el: 30 de Marzo de 2012.] http://sergiovillagra.blogspot.com/2007/05/una-breve-descripcin-de-cmmi-dev-sm.html.

25. **Fumero, Ing. Dorisbel Muro.** *Modelo de desarrollo de software basado en Líneas de Producción de Software y técnicas de desarrollo ágil.* Ciudad de la Habana : s.n., 2012.

26. **Delgado, Ramses.** *0516_ROLES Y RESPONSABILIDADES.* 2008.

27. **Blanco, Kariné Ramos.** *5602_Estándares de Configuración.* Ciudad de la Habana, Cuba : s.n., 2009.

28. **Astigarraga, Eneko.** *EL MÉTODO DELPHI.* Facultad de CC.EE. y Empresariales, Mundaiz : s.n.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Carrillo, Diego Mauricio Paz.** Evolución de la Filosofía del Conocimiento en las Metodologías de Desarrollo Software. *gluc - Grupo GNU/Linux Universidad del Cauca.* [En línea] 14 de Febrero de 2006. [Citado el: 6 de Noviembre de 2011.] http://gluc.unicauca.edu.co/wiki/index.php.

2. **Acuña, Karenny Brito.** *SELECCIÓN DE METODOLOGÍAS DE DESARROLLO PARA APLICACIONES WEB EN LA FACULTAD DE INFORMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS.* Cuba : s.n., 2009.

3. **Sevillano, Fernando.** [En línea] 22 de Abril de 2009 . [Citado el: 2 de Diciembre de 2011.] http://redindustria.blogspot.com/2009/04/definicion-de-proceso-de-negocio-i.html.

4. **Serpa, Alema Campos.** *Propuesta de escenarios de negocio y marco tecnológico en soluciones BPM.* Ciudad de La Habana, Cuba : s.n., 2010.

5. **Robles, Armando David Espinoza.** Metodologias de Desarrollo de Software. *slideshare.* [En línea] 2007. [Citado el: 23 de Noviembre de 2011.] http://www.slideshare.net/juliopari/4-clase-metodologia-de-desarrolo-de-software.

6. **Iglesias, Elizabeth Martínez.** *Adaptación de la metodología RUP a los nuevos módulos del Proyecto Registros y Notarías.* Habana, Cuba : s.n., 2006, Junio.

7. **Sommerville, Ian.** *Ingenieria de Software- Séptima edición.* s.l. : Pearson Education, 2005, Madrid(España) . ISBN: 84-7829-074-5.

8. **Sánchez, María A. Mendoza.** informatizate. [En línea] 7 de Junio de 2004. [Citado el: 5 de Noviembre de 2011.] ftp://10.0.0.22/documentacion/Ingenieria%20Software/Metodologias/caracteristicas%20breves%20de%20RUP,%20XP,%20MSF.pdf.

9. **Pérez, Fabián Bermeo.** [En línea] 8 de Diciembre de 2010. [Citado el: 21 de Febrero de 2012.] http://fabianbermeop.blogspot.com/2010/12/metodologia-rup-desarrollo-de-software.html.

10. **José H. Canós, Patricio Letelier, María Carmen Penadés.** Métodologías Ágiles en el Desarrollo de Software. [En línea] [Citado el: 29 de Noviembre de 2011.] http://www.willydev.net/descargas/prev/TodoAgil.pdf.

11. **MSc. Ailien Orjuela Duarte, MSc. Mauricio Rojas.** Las Metodologías de Desarrollo Ágil como una Oportunidad para la Ingeniería de Software Educativo. [En línea] 2008. [Citado el: 3 de Diciembre de 2011.] http://pisis.unalmed.edu.co/avances/archivos/ediciones/Edicion%20Avances%202008%202/21.pdf.

12. **Kiran Garimella, Michael Lees y Bruce Williams.** *Introducción a BPM para Dummies.* s.l. : Wiley Publishing, Inc., 2008. ISBN: 978-0-470-37359-0.

13. **Jose Manuel Perez, Francisco Ruiz, Mario Piattini.** *Model Driven Engineering Aplicado a Business Process Management.* 2007.

14. **John Jeston, Johan Nelis.** *Business Process Management: Practical Guidelines to Successful Implementations.* Elsevier : Butterworth-Heinemann, 2006. 0750669217.

15. **Maldonado, Luis Fernando Sánchez.** deGerencia.com. [En línea] 22 de Noviembre de 2004. [Citado el: 21 de Febrero de 2012.] http://www.degerencia.com/articulo/business_process_management_bpm_articulando_estrategia_procesos_y_tecnologia/imp.

16. **Alisney Agramonte Reyes, Olivier García Rangel.** *Modelo genérico para diseñar procesos de negocio a partir de las herramientas BPMS.*

17. **cejas, julio.** Mijao. *Lineamiento BPMN para el modelado de procesos.* [En línea] 14 de Junio de 2009. [Citado el: 22 de Ffebrero de 2012.] http://mijao.blogspot.com/2009/06/lineamiento-bpmn-para-el-modelado-de.html.

18. **Juan Diego Pérez Jiménez, Amador Durán Toro, Antonio Ruiz Cortes.** *¿Por qué OMG ha elegido BPMN para modelar de Procesos de Negocio si ya existe UML?* 2007.

19. **Dieguez, Jorge.** Learning Review. [En línea] 2009. [Citado el: 26 de Noviembre de 2011.] http://www.learningreview.es/e-learning-279/articulos-elearning/1432-factorias-de-contenido-desarrollo-mejorado-de-contenidos-elearning.

20. **Montilva, Jonas A.** *Desarrollo de Software Basado en Líneas de Productos de Software.* ciudad Mérida, Venezuela : s.n., 2006.

21. **Kenia Labori de la Rosa, Izary Rondón Robaúl.** *Metodologías para el desarrollo de software multimedia: Análisis comparativo y propuesta.* Habana, Cuba : s.n., 2007.

22. **María Rosa Mas Camacho, Juan Pedro Febles Rodríguez, Margarita Orue Carmona, Zoila Chávez Tur, Cristina Vargas Crespo, José Gabriel Rodríguez Quesada.** Revista Cubana de Informática Médica. [En línea] 1993. [Citado el: 3 de Diciembre de 2011.] http://www.rcim.sld.cu/revista_1/articulos_htm/mariarosa.htm#t.

23. **Raimundo Llerena Ferrer, Pedro Martínez Rey.** *Propuesta de modelo para desarrollar el modelado del negocio en proyectos BPM/SOA.* Ciudad de la Habana : s.n., 2009.

24. **Villagra, Sergio.** IT Transformation. [En línea] 16 de Mayo de 2007. [Citado el: 30 de Marzo de 2012.] http://sergiovillagra.blogspot.com/2007/05/una-breve-descripcin-de-cmmi-dev-sm.html.

25. **Fumero, Ing. Dorisbel Muro.** *Modelo de desarrollo de software basado en Líneas de Producción de Software y técnicas de desarrollo ágil.* Ciudad de la Habana : s.n., 2012.

26. **Delgado, Ramses.** *0516_ROLES Y RESPONSABILIDADES.* 2008.

27. **Blanco, Kariné Ramos.** *5602_Estándares de Configuración.* Ciudad de la Habana, Cuba : s.n., 2009.

28. **Astigarraga, Eneko.** *EL MÉTODO DELPHI.* Facultad de CC.EE. y Empresariales, Mundaiz : s.n.

29. **Sánchez, Janna Nimo.** *Procedimiento de trabajo para la integración del Modelado de Negocio utilizando la filosofía Gestión de Procesos de Negocios (BPM) y la etapa de Requerimientos.*

30. **Dainerys Sánchez Luciano, Yaimara Seoane Montané.** *Propuesta de modelo para el Aprovisionamiento y Ensamblaje de soluciones del proceso de desarrollo de SOA/BPM.* Ciudad de la Habana : s.n., 2010.

31. **Giselle Ortega Hernández, Dariel Chirino Esquijarosa.** *Propuesta de modelo para la gestión de la gobernabilidad durante la fase de diseño en un proyecto BPM/SOA.* Ciudad de la Habana : s.n., 2009.

32. **Angel Alejandro García Jiménez, Daumel Sabino Aguiar Díaz.** *Guía para la Aplicación de una Solución BPM en la Gestión de Procesos del Negocio en el Polo Productivo Gestión de Información Biomédica.* Ciudad de la Habana : s.n., 2008.

33. **Howard Smith, Peter Fingar.** *Business Process Management: The Third Wave.* 2003. 0929652339.

34. **Garcia, Adriana Marllery Pizon.** *BUSINESS PROCESS MANAGEMENT.* MANIZALES : s.n., 2010.

35. **Johanna Agip Valverde, Fabiola Evelyn Andrade Sánchez.** *GESTIÓN POR PROCESOS (BPM) USANDO MEJORA CONTINUA Y REINGENIERÍA DE PROCESOS DE NEGOCIO.Aplicación Práctica en Proceso de Provisión del Servicio ADSL - Empresa Telecom Y Proceso de Soporte Técnico del Servicio E-Security - Empresa Datasec.* Lima, Perú : s.n., 2007.

36. **Arce, Minor.** *GESTIÓN BASADA EN PROCESOS.* San José, Costa Rica : s.n., 2010.

37. **Herrera, Zeidy Segura.** *PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE DESARROLLO PARA SISTEMAS DEL DEPARTAMENTO DE BUSINESS PROCESS MANAGEMENT (BPM).* San José, Costa Rica : s.n., 2009.

38. **Castro, Glenda Marilyn Araujo.** *Business Process Management para el manejo de los procesos de permisos, horas extras y cambio de horario del personal en el honorable gobierno provincial de Tungurahua.* Ambato, Ecuador : s.n., 2011.