



UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS

FACULTAD 8

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

Título: “Procedimiento para la Producción de Software de
Gestión”

Autores: Geidys Álvarez Llanes
Lilybeth Rodríguez García

Tutor: Ing. Osiris Pérez Moya

Ciudad de la Habana, 2009

“Año del 50 Aniversario del Triunfo de la Revolución”

El éxito se alcanza convirtiendo cada paso en una meta y cada meta en un paso.

C. C. Cortez

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos ser los autores de la presente tesis y autorizamos a la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso de ella para lo que necesite, cediéndole de esta forma los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmamos la presente a los _____ días del mes de _____ del año 2009.

Autores: Geidys Alvarez Llanes

Lilybeth Rodríguez García

Tutor: Ing. Osiris Pérez Moya

|

Autor(es):

Nombre: Geidys Alvarez Llanes.

Correo Electrónico: galvarez@estudiantes.uci.cu

Nombre: Lilybeth Rodríguez García.

Correo Electrónico: lrgarcia@estudiantes.uci.cu

Tutor(es):

Nombre: Osiris Pérez Moya

Correo Electrónico: operez@uci.cu

Quiero dar gracias a Dios, por darme la fuerza y voluntad para seguir adelante, ya que solo triunfa en el mundo quien se levanta y busca las circunstancias y las crea si no las encuentra.

Agradecer mientras viva a mi mamá, la mujer que siempre ha estado a mi lado, dándome apoyo y seguridad. Creo que sin ella nunca hubiera logrado nada. Su dedicación para conmigo hoy se convirtió en nuestro triunfo, TE QUIERO. Siempre le daré gracias a Dios por haberme puesto en mi camino a mi papito, aunque a él no me unen lazos de sangre siempre le voy a agradecer sus consejos, su dedicación, su paciencia y su amor por mí. Hoy todo valió la pena y creo que parte de mi victoria se la debo a él, que siempre me guió y me orientó hacia lo que soy hoy. GRACIAS PAPITO POR SER MI PAPÁ, TE QUIERO Y TE QUERRÉ SIEMPRE.

Agradecer con el corazón a mi novio Junior, que en estos años de carrera ha sido mi apoyo, mi ayuda, mi luz. Agradecer por ser la personita que ha estado ahí cuando más lo he necesitado, gracias y nunca olvides que TE AMO.

Agradecer a mi hermano Isnay por existir, con solo eso me hace feliz. Te quiero mi niño.

Agradecer hoy y siempre a mi prima Mayet, que ha estado a mi lado, a pesar de la distancia, ayudándome y complaciéndome en todo, siendo mi hermana y mi amiga. Te quiero mucho mi prima. Agradecer a mis abuelos Alla y Berardo, porque este amor que siento por ellos es tan grande que me da fuerzas para todo.

Agradecer a mi abuela Luz María, que me ha ayudado muchísimo, a mi tía Marilú que es la tía que más quiero en este mundo, a mi amiga Lily que me ha ayudado siempre, estando a mi lado dándome apoyo y amistad.

Agradecer a mi tutor Osiris que me ayudó a cumplir este sueño, a mi profesora Surelys que fue de mucha ayuda en estos años de Universidad, a las secretarias de mi facultad Yaimi y Tamara. En fin, muchas gracias a todos los que de una forma u otra confiaron y me apoyaron siempre, familiares, vecinos y amigos.

Geidys.

Quisiera agradecer por toda la ayuda brindada a lo largo de mi carrera:

Primeramente a Dios que ha estado junto a mí en cada paso, en cada reto que me he impuesto, Gracias Diosito por la dicha que me da el haber concluido satisfactoriamente estos 5 años que me convierten hoy en una profesional de bien. A la persona más importante en mi vida, mi mamá, que me ha apoyado, brindado su ayuda y ha estado para mí incondicionalmente en los buenos y malos momentos.

A mi papá: Por su apoyo, sus consejos y la confianza que siempre ha depositado en mí, creo haberte hecho sentir un padre orgulloso.

A mi hermana: Que siempre ha estado dispuesta a ayudar a pesar de ser menor. Gracias machi por siempre estar ahí para mí.

A Peña: El cual ha estado siempre para mí cuando lo he necesitado, ayudándome con sus conocimientos y su fe.

A mi amiga Geidys: Con la cual comparto el presente trabajo de diploma y muchísimos años de hermosa amistad, juntas hemos pasado momentos de tensión, incertidumbre y alegría...siempre ha estado apoyándome.

A mi novio: Que está a mi lado desde el segundo año de mi carrera y me ha apoyado haciéndome ver siempre que sí se puede y con el cual he compartido momentos maravillosos. Te quiero nene.

A mi amiga Surelys: A la cual conocí al entrar a la Universidad y con la cual comencé una hermosa amistad y no podría describir todo lo que me ha ayudado en momentos difíciles.

A Yaimy y a Tamara: Nuestras secretarias docentes, muchas gracias por todo el apoyo brindado.

A Junior: Por ayudarme siempre con su conocimiento, te agradezco mucho tu ayuda.

A mi tutor Osiris: Quien me ha guiado en estos últimos momentos, y gracias al cual culmino hoy mi trabajo de diploma. Gracias por toda tu ayuda.

En general quisiera agradecerles a todas aquellas personas que de una forma u otra han puesto lo mejor de sí mismos para que todo este esfuerzo y sacrificio llegara a feliz término. A cada una de ellas les digo que no las podré olvidar porque todas están en algún lugar de este trabajo y por supuesto: en mi corazón.

Lily.

Yo siempre pensé que el día que me convirtiera en una profesional iba a tener a mis abuelos para compartir esta felicidad conmigo; pero la vida me jugó una mala pasada y me quitó a mi abuelo Berardo. A él, donde quiera que esté, le dedico este triunfo para que se sienta orgulloso de la nieta que lo amó y lo sigue amando con toda su vida.

Dedico este trabajo de diploma además a mi mamá y a papito, quienes me han guiado paso a paso por la vida y han hecho de mí lo que soy hoy. A mi abuela Alla y mis tías Marilú y Niorbis, que siempre me han ayudado en cada momento. A mi prima Mayet y sus niños Adonis y Andrew, por ayudarme tanto en todo, porque hasta para la realización de este sueño estuvo presente mi primita. A mi novio Junior por su dedicación y entrega estos años, por ser mi estabilidad emocional y mi apoyo. A mi hermano Isnay por estar siempre a mi lado. A mi abuela Luz María. A mi amiga de siempre y para siempre Lily, que además es mi compañera de tesis. A todos aquellos que han hecho posible esta victoria lograda, en especial a mi tutor Osiris y mi profesora Surelys.

Geidys.

El presente trabajo de diploma lo dedico a mi mamá, por haber sido mi guía y sostén a lo largo de estos 5 años, por haberme dado las fuerzas que siempre necesité para seguir: sin ti a mi lado esto hubiera sido imposible. ! Gracias Mami!

Lily.

En la actualidad, el campo de la informática se ha impuesto en el desarrollo de la sociedad, buscando cada día mejora y calidad en los productos que se producen. En la industria de software se han realizado intensos trabajos para aplicar los conceptos de calidad. A esta tarea se ha sumado Cuba, la cual no se encuentra ajena a estos cambios, siendo la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) uno de sus principales exponentes en este campo. Para los proyectos desarrollados en la universidad, se hacía presente la necesidad de crear un procedimiento para la producción de software de gestión, que resolviera los problemas existentes: tiempo de entrega del producto incumplido, insatisfacción del usuario, escasa productividad y la baja calidad en el software producido. El objetivo principal del presente trabajo es realizar una propuesta de procedimiento para la producción de software de gestión en la UCI y dejar establecido el artefacto fundamental de la primera etapa del procedimiento: la solicitud de proyecto. Para lograr lo planteado anteriormente se realizó una investigación detallada sobre los objetivos, las principales características y actividades de los procesos de producción de software, las metodologías de desarrollo de software, ágil y robusta, normas, estándares y modelos, realizando una detallada y fácil interpretación de los mismos para conformar la propuesta. Posteriormente se efectuó la validación de la misma.

PALABRAS CLAVE: Procedimiento, Software de Gestión.

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
1.1 INTRODUCCIÓN	4
1.2 DEFINICIÓN DEL MARCO CONCEPTUAL	4
1.2.1- <i>Procedimientos</i>	5
1.2.2- <i>Procesos</i>	5
1.3- METODOLOGÍAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE	6
1.3.1- <i>Metodologías tradicionales en el desarrollo</i>	6
1.3.2- <i>Metodologías ágiles</i>	7
1.3.3- <i>Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP)</i>	8
1.3.4- <i>Programación Extrema (XP)</i>	12
1.4- ANÁLISIS DE LOS MODELOS Y ESTÁNDARES	14
1.4.1- <i>Norma ISO 9001:2000</i>	15
1.4.2- <i>Modelo de Capacidad y Madurez (CMMI)</i>	19
1.5 PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE SOFTWARE	22
1.5.1 <i>Proceso de producción de CITMATEL</i>	22
1.5.2 <i>El Software ERP de Gestión Comercial</i>	24
1.5.3 <i>Software de gestión para industrias</i>	24
1.6 METODOLOGÍAS CITMA (MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE)	26
CAPITULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN	30
2.1 INTRODUCCIÓN	30
2.2 PROCEDIMIENTO PARA SOFTWARE DE GESTIÓN	30
2.3 SOLICITUD DEL CLIENTE	32
2.4 ETAPA DE CONTRATACIÓN	33
2.5 ETAPA DE DESARROLLO	34
2.6 ETAPA DE MANTENIMIENTO	36
2.7 GESTIÓN DE LA CONFIGURACIÓN	36
2.8 ETAPA DE CULMINACIÓN DE SERVICIOS. CLIENTE SATISFECHO	37
CAPITULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN	38
3.1- INTRODUCCIÓN	38
3.2- MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	38
3.3- ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	44
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	48
GLOSARIO	50
ANEXOS	52

Índice de Figuras

FIGURA 1. FASES E ITERACIONES DE LA METODOLOGÍA RUP. 9

FIGURA 2. METODOLOGÍA PROGRAMACIÓN EXTREMA (XP). 13

FIGURA 3. PROCEDIMIENTO PARA SOFTWARE DE GESTIÓN..... 31

Índice de Tablas

TABLA 3.1- RESUMEN DE LA EVALUACIÓN EMITIDA POR LOS EXPERTOS. 40

TABLA 3.2- TABLA RESUMEN PARA EL CÁLCULO DE CONCORDANCIA DE KENDALL..... 42

TABLA 3.3- RESUMEN DE LA CLASIFICACIÓN DE CADA CRITERIO 43

INTRODUCCIÓN

El desarrollo acelerado de la ciencia y las tecnologías de la información, así como la velocidad de cambio en el manejo de los negocios, ha traído como consecuencia que las empresas informáticas enfrenten cada día un reto para brindar una respuesta rápida, eficaz y con calidad a los clientes, que cada vez se vuelven más exigentes, no sólo en cuanto al precio sino también a la confiabilidad que deben brindar los productos de software.

Cualquier organización que se dedique a la producción o comercialización de software debe tener en cuenta que la organización de sus procesos juega un papel determinante en la competitividad de la misma. [1]

El software como cualquier otro bien industrial es el resultado de un proceso productivo. El proceso de producción de software es principalmente una actividad de ingeniería en la que participan varias personas con diferentes roles y abarca, en general, un tiempo prolongado.

A pesar de la importancia del proceso de producción de software, en muchas organizaciones el proceso es implícito o no suficientemente explicado. En los últimos años se ha valorado la importancia de un proceso como un aspecto central para mejorar la calidad del producto software, lograr controlar y monitorear las actividades de desarrollo y estimar con mayor precisión los recursos necesarios. [2]

Con el avance de la computación hacia una disciplina de ingeniería, los procesos utilizados para desarrollar software tomaron una fuerte relevancia tanto en el mundo académico como en el industria, la sociedad cubana se ha visto envuelta en este proceso de cambios tecnológicos y avances computacionales, al punto que unos de los pilares más importantes que actualmente le aporta a la economía, es la UCI la cual surge al calor de la batalla de ideas. La necesidad de la calidad en los productos se ve presente tanto en la industria como en el comercio y en las organizaciones de servicios y nuevas tecnologías, siendo hoy en día un claro factor diferencial competitivo.

En la UCI se lleva a cabo la industria de software teniendo como necesidad exportar los mismos con mayor calidad, haciendo visible la problemática de crear un procedimiento que abarque todas las etapas a las que se somete un software con el fin de obtener un conjunto de actividades que sean aplicables a todos los proyectos productivos y estandarizar los procesos de producción de tal forma que dichos procesos sean iguales para todos los proyectos.

Situación Problemática:

La UCI constituye en la industria cubana del software uno de los pilares de mayor importancia para la economía del país. Las ideas de convertir los servicios informáticos en un rubro exportable se ven frenadas por diversos problemas que atentan contra la calidad del proceso productivo y por consiguiente, contra los resultados del producto final. Muchos de estos problemas tienen su raíz en malas prácticas de ingeniería y gestión de software durante el proceso de desarrollo y en la definición de las necesidades de la empresa productora, lo que lleva consigo una adaptación propia de su método de producción. [3]

Lo anteriormente planteado se pone de manifiesto en la UCI, específicamente en la producción de software de gestión. Actualmente los proyectos que se llevan a cabo no siguen un procedimiento de producción específico, lo que provoca que la documentación del software omita elementos que son necesarios para su construcción, desarrollo y mantenimiento del sistema, que el tiempo de la producción de software se vea afectado en el estudio de las metodologías y herramientas que son necesarias para desarrollarlo y que se afecte la entrega del producto en tiempo como fue establecido en su contrato.

Con esta investigación se pretende proponer un procedimiento de producción de software de gestión, el cual sea aplicado a todos los proyectos de la UCI para darle solución a la falta de documentación de los artefactos principales del producto, aprovechar al máximo el tiempo a la producción del software y estandarizar los proyectos llevados a cabo en el centro cumpliendo todos con la misma línea base.

-Problema científico:

¿Cómo organizar las etapas de contratación, desarrollo y mantenimiento para los software de gestión desarrollados en la UCI?

-Objeto de estudio:

Procesos de producción de software.

-Campo Acción:

Procesos de producción de software de gestión.

-Objetivo General:

Proponer un procedimiento para la producción de software de gestión en la UCI.

-Objetivos Específicos:

- Realizar un estudio del arte sobre las formas existentes para producir software de gestión.
- Definir marco conceptual de la investigación.
- Realizar la propuesta de procedimiento de producción de software de gestión.
- Validar la propuesta con el criterio de expertos.

-Idea a Defender:

Con la propuesta de un procedimiento para la producción de software de gestión que tenga en cuenta las etapas de contratación, desarrollo y mantenimiento, se espera obtener un mejor control del producto en su proceso de desarrollo, lograr la documentación de los artefactos principales del producto, aprovechar al máximo el tiempo dedicado a la producción, asegurar la calidad del producto y facilitar la toma de decisiones.

-Tareas:

- Realizar una búsqueda de los conceptos asociados al tema de los diferentes procedimientos de producción existentes tanto nacionales como internacionales.
- Realizar la propuesta de solución conformando el procedimiento que sea aplicable a la producción de software de gestión.
- Validar la propuesta con el criterio de expertos.
- Realizar el informe de la investigación.

CAPITULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Introducción

El proceso de desarrollo de software consta de dos grupos de disciplinas: disciplinas desarrollo y disciplinas de soporte y cuatro fases: inicio, elaboración, construcción y transición. Cada una de ellas se va desarrollando incrementalmente y como resultado de esto se obtiene el producto final. Al igual que este proceso productivo normal, el proceso de desarrollo de software en la UCI debe estar estandarizado mediante un procedimiento que garantice la igualdad de producción en el centro.

Es una realidad que los problemas que afectan la producción de software ocasionan graves pérdidas económicas para el país. Sin embargo, la necesidad de solucionar estos problemas crece cada día, por lo que se hace necesario buscar las vías o mecanismos de calidad que le den solución a los mismos. En el presente capítulo se lleva a cabo el estudio de las tendencias actuales en cuanto a calidad de software, abordando específicamente en el tema de los procesos de producción de software de gestión. También se exponen conceptos relacionados con estos procesos, así como los diferentes tipos de procesos existentes.

1.2 Definición del marco conceptual

Calidad del software

El factor calidad está presente en la vida del ser humano desde tiempos muy remotos, siempre desempeñándose de la mejor manera posible con el propósito de lograr resultados satisfactorios. En la actualidad se sigue este patrón bien de cerca, buscando realizar las tareas con una mejor calidad. Por lo que se definen algunos términos que son fundamentales entre los que se pueden mencionar:

Calidad: Conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer necesidades explícitas o implícitas. [4]

Calidad: Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos. [5]

“La **calidad del software** es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple con los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario”. [6]

La **calidad del software** según la primera parte del estándar ISO 9126-1 (Organización Internacional de Estandarización), clasifica la calidad del software en un conjunto estructurado de características y sub.-

características de la siguiente manera: funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenimiento y movilidad.

Según los conceptos de calidad establecidos anteriormente, se llegó a la conclusión que es un término muy importante en la vida de un proyecto ya que si se deja para después de elaborado el producto puede resultar muy costoso si se detectan problemas derivados de imperfecciones en el diseño, por lo que es imprescindible tener en cuenta tanto la obtención de la calidad como su control durante todas las etapas del ciclo de vida del software. En fin, se define calidad como un término que hace referencia a los atributos que debe tener un servicio o producto para que sea bueno, cumpliendo con todas las expectativas del cliente.

1.2.1- Procedimientos

Procedimiento: los procedimientos incluyen las indicaciones y métodos, así como proporcionan orientaciones sobre el principal producto resultante. [7]

Las acciones que componen los procedimientos se dirigen a la consecución de una meta, se realizan para llegar a un fin. Por eso, algunas veces se utiliza el término acciones finalizadas. [8]

Se define como procedimiento al conjunto de pasos que se siguen en un proyecto desde la etapa de contratación de un software hasta el mantenimiento. En el procedimiento se encuentran registrados todos los pasos necesarios para que la construcción de un software contenga la documentación básica referente al funcionamiento de todas sus etapas, facilitando las labores fundamentales en el proceso de producción de software de gestión.

1.2.2- Procesos

Según el Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP), un proceso define quién está haciendo qué, cuándo y cómo alcanzar un determinado objetivo. Un proceso efectivo proporciona normas para el desarrollo eficiente de software de calidad. Captura y presenta las mejores prácticas que el estado actual de las tecnologías permite. [9]

Pressman define el proceso como un diálogo en el que se reúne el conocimiento y se incluye en el software para convertirse en software. El proceso proporciona una interacción entre los usuarios y los diseñadores, entre los usuarios y las herramientas de desarrollo, y entre los diseñadores y las herramientas de desarrollo [tecnología]. [10]

Se define como proceso todo un conjunto de actividades con cierto orden lógico, orientado y dirigido a obtener un determinado fin desde el marco donde se desarrolla, teniendo en cuenta las características del producto; pero con un único propósito, llegar a un determinado resultado siendo este el más satisfactorio y positivo. Los procesos se llevan a cabo mediante una serie de etapas, operaciones y funciones que establecen entre sí una relación mutua, que va a contener un carácter continuo ya que siempre los procesos van a estar sometidos a cambios según el entorno o el ambiente en el cual está enmarcado, con un único fin, mantener y garantizar la calidad en todo el desarrollo del proceso.

1.3- Metodologías de Desarrollo de Software

Para la obtención de un software con calidad es necesaria la utilización de metodologías y estándares para el análisis, diseño, implementación y prueba del software que permitan uniformar la filosofía de trabajo. Todo desarrollo de software es riesgoso y difícil de controlar, pero si no llevamos una metodología de por medio, lo que obtenemos es clientes insatisfechos con el resultado. Las metodologías de desarrollo de software son un conjunto de procedimientos, técnicas y ayudas a la documentación para el desarrollo de productos software. En ellas se van indicando paso a paso todas las actividades a realizar para lograr el producto informático deseado, indicando además qué personas deben participar en el desarrollo de las actividades y qué papel deben de tener. Además detallan la información que se debe producir como resultado de una actividad y la información necesaria para comenzarla. [11]

En la actualidad existen muchas metodologías de desarrollo, dentro de estas se encuentran las robustas y las ágiles, cada una con sus propias características de acuerdo a la necesidad que requiera la construcción de un software.

1.3.1- Metodologías tradicionales en el desarrollo

Las metodologías tradicionales se caracterizan por exponer procesos basados en la planeación exhaustiva. Esta planeación se realiza esperando que el resultado de cada proceso sea determinante y predecible. La experiencia ha mostrado que como consecuencia de las características del software, los resultados de los procesos no son siempre predecibles y sobre todo, es difícil predecir desde el comienzo del proyecto cada resultado. Sin embargo, es posible por medio de la recolección y estudio de métricas de desarrollo lograr realizar estimaciones acertadas en contextos de desarrollo repetibles. Remontándose a la historia, el modelo de cascada fue uno de los primeros modelos de ciclo de vida (MCV) que formalizó un conjunto de procesos de desarrollo de software.

El modelo espiral se postuló como una alternativa al modelo de cascada. La ventaja de este modelo radica en el perfeccionamiento de las soluciones encontradas con cada ciclo de desarrollo, en términos de dar respuesta a los requerimientos inicialmente analizados. El modelo de cascada y el modelo espiral suponen, de manera general, que los requerimientos del cliente no cambian radicalmente en el transcurso del desarrollo del sistema. El Proceso Unificado propone la elaboración de varios ciclos de desarrollo, donde cada uno finaliza con la entrega al cliente de un producto terminado. Este se enmarca entre los conocidos modelos iterativo-incremental, el cual es nombrado como Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP). [12]

1.3.2- Metodologías ágiles

Algunos grupos de desarrollo han experimentado soluciones que basan su fundamento en la adaptabilidad de los procesos de desarrollo, en lugar de seguir esperando lograr resultados predecibles de un proceso que no evoluciona. Esta comunidad de desarrolladores e investigadores han nombrado su trabajo bajo lo que conocemos como metodologías ágiles. Las metodologías ágiles no están en contra de administrar procesos de desarrollo, por el contrario, promueven la formalización de procesos adaptables. La compilación de los principios y valores que resaltan las metodologías ágiles fue formalizada en el manifiesto para el desarrollo de software ágil. Este documento desarrollado por los representantes de cada una de las metodologías que en el momento se presentaban como ágiles, logra resumir en un conjunto de ideas las prácticas que una metodología de este estilo debe llevar a cabo.

Como característica fundamental, la habilidad de responder al cambio es la principal característica de las metodologías ágiles. Programación Extrema (XP), una de las más difundidas, es una metodología de desarrollo de software ágil que define pocas reglas y pocas prácticas. XP promueve la adaptabilidad de los procesos de desarrollo basándose en los principios y prácticas que presenta. Quienes trabajan usando XP deben seguir procesos disciplinados; pero más que eso, deben combinar la disciplina con la adaptabilidad necesaria del proceso.

Las metodologías de Cristal se basan en el principio en que tipos diferentes de proyectos requieren tipos diferentes de metodologías. La metodología escogida debe depender de dos factores: el número de personas en el proyecto y las consecuencias de los errores. Conforme al principio de las metodologías ágiles, Scrum recalca la imposibilidad de encontrar procesos definidos y repetibles cuando no existen problemas, personas ni ambientes definidos y repetibles. [12]

Las más utilizadas y desarrolladas en la UCI son las metodologías de: Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP) y Programación Extrema (XP) por sus características propias siendo éstas las más importantes para el centro.

1.3.3-Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP):

El Proceso Unificado es un proceso de desarrollo de software. Un proceso de desarrollo de software es el conjunto de actividades necesarias para transformar los requisitos de un usuario en un sistema. Sin embargo el Proceso Unificado es más que un simple proceso; es un marco de trabajo genérico que puede especializarse para una gran variedad de sistemas software, para diferentes áreas de aplicación, diferentes tipos de organizaciones, diferentes niveles de aptitud y diferentes tamaños de proyectos.

La metodología RUP, llamada así por sus siglas en inglés Rational Unified Process, divide en 4 fases el desarrollo del software:

- **Inicio:** El Objetivo en esta etapa es determinar la visión del proyecto.
- **Elaboración:** En esta etapa el objetivo es determinar la arquitectura óptima.
- **Construcción:** En esta etapa el objetivo es llevar a obtener la capacidad operacional inicial.
- **Transición:** El objetivo en esta etapa es llegar a obtener el reléase del proyecto.

Cada una de estas etapas es desarrollada mediante el ciclo de iteraciones, el cual consiste en reproducir el ciclo de vida en cascada a menor escala. Los objetivos de una iteración se establecen en función de la evaluación de las iteraciones precedentes. [11]

Vale mencionar que el ciclo de vida que se desarrolla por cada iteración, es llevada bajo dos grupos de disciplinas:

Disciplina de Desarrollo

- Ingeniería de Negocios: Describe los procesos de negocio, identificando quiénes participan y las actividades que requieren automatización.
- Requerimientos: Define qué es lo que el sistema debe hacer, para lo cual se identifican las funcionalidades requeridas y las restricciones que se imponen.

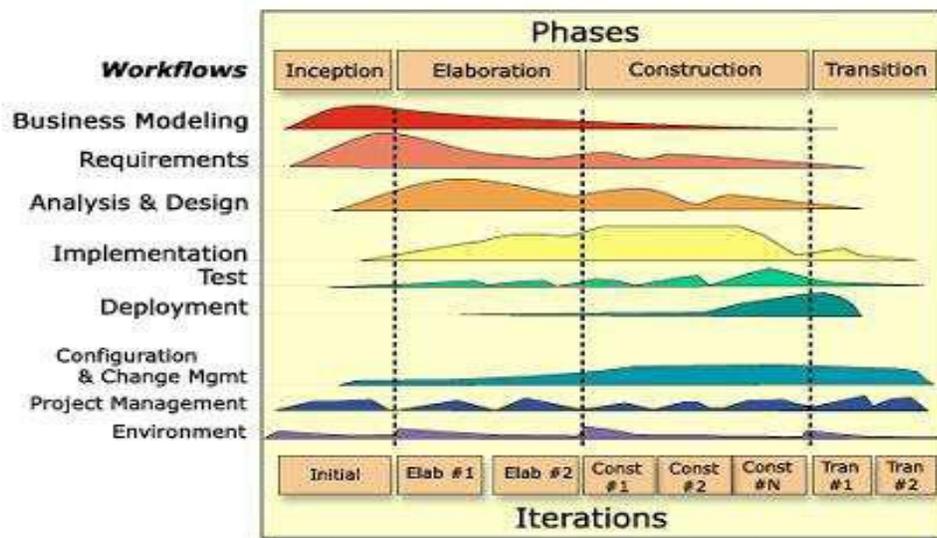
- **Análisis y Diseño:** Describe cómo el sistema será realizado a partir de la funcionalidad prevista y las restricciones impuestas (requerimientos), por lo que indica con precisión lo que se debe programar.
- **Implementación:** Define cómo se organizan las clases y objetos en componentes, cuáles nodos se utilizarán y la ubicación en ellos de los componentes y la estructura de capas de la aplicación.
- **Pruebas:** Busca defectos en el ciclo de vida del producto asegurándose que el comportamiento requerido es el correcto y que todo lo solicitado está presente.

Disciplina de Soporte

- **Configuración y administración del cambio:** Describe cómo controlar los elementos producidos por todos los integrantes del equipo de proyecto en cuanto a: utilización/actualización concurrente de elementos, control de versiones, etc.
- **Administrando el proyecto:** Involucra actividades con las que se busca producir un producto que satisfaga las necesidades de los clientes.
- **Ambiente:** Contiene actividades que describen los procesos y herramientas que soportarán el equipo de trabajo del proyecto; así como el procedimiento para implementar el proceso en una organización.

La figura 1 muestra las fases e iteraciones de la metodología RUP.

Figura 1. Fases e Iteraciones de la Metodología RUP.



Los elementos del RUP son: [11]

- **Actividades:** Son los procesos que se llegan a determinar en cada iteración.
- **Trabajadores:** Vienen hacer las personas o gentes involucradas en cada proceso.
- **Artefactos:** Un artefacto puede ser un documento, un modelo, o un elemento de modelo.

En la primera iteración de todo proyecto RUP se plantea la actividad de concebir un nuevo proyecto y dentro de ella la actividad “Desarrollar Caso de Negocio”, siendo este uno de los elementos que tienen mayor relación con la gestión de contratación. El propósito de esta actividad es desarrollar una justificación económica para el producto. La actividad se realiza a través de los siguientes pasos:

- Describir el Producto.
- Definir el contexto del negocio.
- Definir los objetivos del producto.
- Desarrollar el diagnóstico financiero.
- Describir las restricciones del proyecto.
- Describir opciones.

El caso del negocio provee la información necesaria del proyecto desde un punto de vista de negocio para determinar si vale o no la pena invertir en el proyecto. El propósito principal del Caso de negocio es el desarrollo de un plan económico viable para la realización del proyecto según la visión presentada en el artefacto visión. Una vez elaborado es usado para una estimación exacta del retorno de la inversión que provee el proyecto. Sirve para justificar la realización del proyecto y establecer sus restricciones económicas. Brinda información además para los encargados de tomar decisiones económicas acerca del valor económico del proyecto, la que se usa para determinar si se procede o no con el proyecto.

En el caso de un proyecto desarrollado bajo contrato, tanto la solicitud de oferta, la respuesta y el contrato asociado forman el caso de negocio. En general, RUP establece un marco de trabajo con un alto nivel de generalidad. Para el caso de los productos de software se requiere de una especificación más detallada de las actividades asociadas a la gestión de contratación, sus artefactos y roles.

Ventajas y desventajas de la metodología RUP:

"El Proceso Unificado es un proceso que sirve como marco de referencia sobre el cual los proyectos de desarrollo de software pueden apoyarse, ayuda a definir quien hace qué, cómo y cuándo". En el caso de RUP, el lenguaje que utiliza para realizar las tareas del proceso de desarrollo de software es UML. Revisando un poco los conceptos de procesos industriales, comerciales y estratégicos, aplicándolo a nuestra área se puede decir que el Proceso Unificado engloba el conjunto de actividades-tareas que permiten llegar desde los requisitos de software hasta el producto final, el sistema por ejemplo.

Una de las ventajas más importantes de esta metodología es el uso de métodos iterativos e incrementales, que unidos a otras prácticas claves como la orientación al manejo de riesgos y la planeación adaptable, permiten de forma natural guiar adecuadamente el proceso de desarrollo de software. El cual organiza las iteraciones por etapas y fases para obtener una estructura más sólida, clara y ajustable a las necesidades particulares de cada organización. En las etapas iniciales se implementan las funcionalidades con mayor exposición al riesgo y las de mayor complejidad, lo cual incrementa la posibilidad de éxito del proyecto. Cuando se inicia un proyecto de desarrollo de software se conoce la importancia de la participación del cliente para lograr su terminación exitosa.

El cliente es quien realmente conoce el valor que aportará el producto que está siendo desarrollado y puede definir las prioridades desde la perspectiva organizacional. El Proceso Unificado guía a los equipos de proyecto en cómo administrar el desarrollo iterativo de un modo controlado mientras se balancean los

requerimientos del negocio, el tiempo al mercado y los riesgos del proyecto. El proceso describe los diversos pasos involucrados en la captura de los requerimientos y en el establecimiento de una guía arquitectónica lo más pronto, para diseñar y probar el sistema hecho de acuerdo a los requerimientos y a la arquitectura. El proceso describe qué entregables producir, cómo desarrollarlos y también provee patrones. El proceso unificado es soportado por herramientas que automatizan entre otras cosas, el modelado visual, la administración de cambios y las pruebas.

Esta metodología presenta algunas desventajas como son: para pequeños proyectos no es recomendable usar esta metodología, pues requiere bastante rigor en las preparaciones de los artefactos y la eficiencia del proceso depende más de las habilidades de cada trabajador. A pesar de las grandes ventajas que trae consigo el uso de iteraciones en el desarrollo de un software también puede ser difícil adaptar los requerimientos del cliente a incrementos de tamaño apropiado. [13]

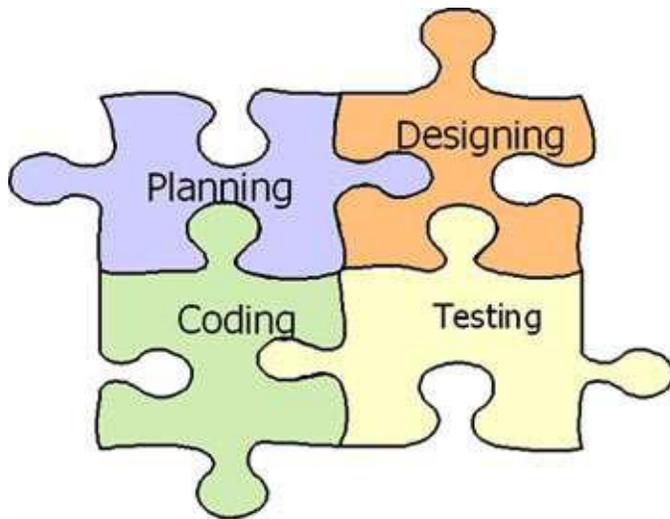
1.3.4- Programación Extrema (XP)

XP es una metodología ligera de desarrollo de software que se basa en la simplicidad, la comunicación y la realimentación o reutilización del código desarrollado. [14]

XP es una de las metodologías de desarrollo de software más exitosa y utilizada en la actualidad. Su éxito radica en su aplicación para proyectos de corto plazo, cortó equipo y cuyo plazo de entrega era ayer. La metodología consiste en una programación rápida o extrema que le de solución en un corto tiempo a lo que el cliente quiere y necesita, cuya particularidad es tener como parte del equipo, al usuario final, pues es uno de los requisitos fundamentales para llegar al éxito del mismo.

La figura 2 muestra las etapas que componen la metodología XP.

Figura 2. Metodología Programación Extrema (XP).



Características de XP, la metodología se basa en:

- **Pruebas Unitarias:** Se basa en las pruebas realizadas a los principales procesos, de tal manera que adelantándonos en algo hacia el futuro, podamos hacer pruebas de las fallas que pudieran ocurrir. Es como si nos adelantáramos a obtener los posibles errores.
- **Re-fabricación:** Se basa en la reutilización de código, para lo cual se crean patrones o modelos estándares, siendo más flexible al cambio.
- **Programación en pares:** Una particularidad de esta metodología es que propone la programación en pares, la cual consiste en que dos desarrolladores participen en un proyecto en una misma estación de trabajo. Cada miembro lleva a cabo la acción que el otro no está haciendo en ese momento. Es como el chofer y el copiloto: mientras uno conduce, el otro consulta el mapa.

¿Qué es lo que propone XP?

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

Derechos del Cliente

Dentro de los derechos del cliente la XP define: decidir que se implementa, saber el estado real y el progreso del proyecto, añadir, cambiar o quitar requerimientos en cualquier momento, obtener lo máximo de cada semana de trabajo y obtener un sistema funcionando cada 3 o 4 meses.

Derechos del Desarrollador

Los derechos del desarrollador se definen como: decidir cómo se implementan los procesos, crear el sistema con la mejor calidad posible, pedir al cliente en cualquier momento aclaraciones de los requerimientos, estimar el esfuerzo para implementar el sistema y cambiar los requerimientos en base a nuevos descubrimientos. [11]

Lo fundamental en este tipo de metodología es: [11]

- La comunicación, entre los usuarios y los desarrolladores.
- La simplicidad, al desarrollar y codificar los módulos del sistema.
- La retroalimentación, concreta y frecuente del equipo de desarrollo, el cliente y los usuarios finales.

Ventajas y Desventajas de Programación Extrema (XP):

Esta metodología trae consigo una serie de ventajas y beneficios para todo aquel que haga uso de ella. Proporciona al cliente un mejor control sobre las prioridades en el proyecto, se llevan a cabo pruebas continuas durante el desarrollo del producto, es mejor usada en la implementación de nuevas tecnologías donde los requerimientos cambian rápidamente, lleva a cabo una programación organizada con una menor tasa de errores y todo esto trae consigo una satisfacción para el programador.

Esta metodología no está absuelta de tener desventajas. Dentro de las mismas se encuentra las altas comisiones en caso de fallar y es recomendado emplearla solo en proyectos a corto plazos.

1.4- Análisis de los modelos y estándares

Los procesos de producción de software de gestión se vienen desarrollando de manera independiente, cada empresa desarrolladora de software implementa sus propios procesos de producción omitiendo una serie de elementos que son de gran importancia y necesidad para la construcción y calidad del producto. Existen una serie de empresas en el país que se dedican a dicha labor y para eso usan los respectivos procesos de producción.

1.4.1- Norma ISO 9001:2000

Uno de los propósitos principales de un estándar es promover un intercambio de productos en base a ciertos lineamientos comunes.

La '**Norma ISO 9001**' ha sido elaborada por el Comité Técnico ISO/TC176 de ISO y especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, para certificación o con fines contractuales. La norma ISO 9001:2000 contiene la especificación del modelo de gestión y los requisitos del modelo, los requisitos que han de cumplir los sistemas de la calidad a efectos de confianza interna, contractuales o de certificación.

1.4.1.1- Enfoque basado en los procesos

Esta norma internacional promueve la adopción de un enfoque a procesos para el desarrollo, implementación y mejora de la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que identificar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. Una actividad que utiliza recursos y que se gestiona con el fin de que las entradas sean transformadas en salidas, puede considerarse como un proceso. Frecuentemente la salida de un proceso forma directamente la entrada del siguiente proceso.

La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones entre estos procesos, así como su gestión, puede denominarse como "enfoque a procesos".

Una ventaja del enfoque a procesos es el control continuo que proporciona sobre los puntos de unión entre los procesos individuales dentro del propio sistema de procesos, así como sobre su combinación e interacción.

Cuando se utiliza dentro de un sistema de gestión de la calidad, un enfoque de este tipo se enfatiza la importancia de:

- La comprensión y el cumplimiento de los requisitos.
- La necesidad de considerar los procesos en términos de valor agregado.
- La obtención de resultados del desempeño y eficacia de los procesos.
- La mejora continua de los procesos en base a mediciones objetivas.

El Anexo 1 ilustra el concepto y los vínculos entre procesos. El modelo reconoce que los clientes juegan un papel significativo para definir los requisitos como entradas. El seguimiento de la satisfacción del cliente requiere la evaluación de la información relativa a la percepción del cliente del grado en que la organización ha cumplido sus requisitos. El modelo mostrado en el Anexo 1 cubre todos los requisitos de esta norma internacional, pero no refleja los procesos de una forma detallada.

De manera adicional, puede aplicarse a todos los procesos la metodología conocida como "Planificar-Hacer-Verificar-Actuar" (PDCA). PDCA puede describirse brevemente como:

Planificar: Establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.

Hacer: Implementar los procesos.

Verificar: Realizar el seguimiento y medir los procesos y los productos contra las políticas, los objetivos y los requisitos del producto e informar sobre los resultados.

Actuar: Tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.

1.4.1.2- Requisitos de la documentación

La documentación del sistema de gestión de la calidad debe incluir:

- Declaraciones documentadas de una política de la calidad y de objetivos de la calidad.
- Un manual de la calidad.
- Los procedimientos documentados requeridos en esta Norma Internacional.
- Los documentos requeridos por la organización para la planificación, operación y control eficaz de sus procesos.
- Los registros de la calidad requeridos por esta Norma Internacional.

Donde aparezca el término "procedimiento documentado" dentro de esta Norma Internacional, se requiere que el procedimiento sea establecido, documentado, implementado y mantenido. La extensión de la documentación del sistema de gestión de la calidad puede diferir de una organización a otra debido al tamaño de la organización y el tipo de actividades; la complejidad de los procesos y sus interacciones y la competencia del personal.

Debe establecerse un procedimiento documentado que defina los controles necesarios para:

- Aprobar los documentos en cuanto a su adecuación antes de su edición.
- Revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario, así como para llevar a cabo su re-aprobación.
- Asegurar que se identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos.
- Asegurar que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso.
- Asegurar que los documentos permanecen legibles y sean fácilmente identificables.
- Asegurar que se identifican los documentos de origen externo y que se controla su distribución.
- Evitar el uso no intencionado de documentos obsoletos y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por alguna razón cualquiera.

1.4.1.3- Planificación de la realización del producto

La organización debe planificar y desarrollar los procesos necesarios para la realización del producto. La planificación de la realización del producto debe ser consistente con los requisitos de otros procesos del sistema de gestión de la calidad. En la planificación de la realización del producto, la organización debe determinar, cuando sea apropiado, lo siguiente:

- Los objetivos de la calidad y los requisitos para el producto.
- La necesidad de establecer procesos, documentos y proporcionar recursos específicos para el producto.
- Las actividades requeridas de verificación, validación, seguimiento, inspección y ensayos específicos para el producto así como los criterios para la aceptación del mismo.
- Los registros que sean necesarios para proporcionar evidencia de que los procesos de realización y el producto resultante cumpla los requisitos.

El resultado de esta planificación debe presentarse en forma adecuada para el método de operar de la organización. Un documento que especifica los procesos del sistema de gestión de la calidad (incluyendo

los procesos de realización del producto) y los recursos que deben aplicarse a un producto, proyecto o contrato específico.

1.4.1.4- Procesos relacionados con el cliente

La alta dirección debe asegurar que los requisitos del cliente se determinan y cumplan con el propósito de realizar la satisfacción del cliente. La organización debe determinar:

- Los requisitos especificados por el cliente, incluyendo los requisitos para las actividades de entrega y posventa.
- Los requisitos no especificados por el cliente; pero necesarios para la utilización prevista o especificada.
- Los requisitos legales y reglamentarios relacionados con el producto.
- Cualquier requisito adicional determinado por la organización.

La organización debe determinar e implementar disposiciones eficaces para la comunicación con los clientes, como son:

- La información sobre el producto.
- El tratamiento de preguntas, contratos y pedidos, incluyendo las modificaciones.
- La retroalimentación del cliente, incluyendo sus quejas.

1.4.1.5- Planificación del diseño y desarrollo

La organización debe planificar y controlar el diseño y desarrollo del producto. Durante la planificación del diseño y desarrollo la organización debe determinar:

- Las etapas del diseño y desarrollo.
- La revisión, verificación y validación, apropiadas para cada etapa del diseño y desarrollo.
- Las responsabilidades y autoridades para el diseño y el desarrollo.

La organización debe gestionar las interfaces entre los diferentes grupos implicados en el diseño y desarrollo para asegurar una comunicación eficaz y una clara asignación de responsabilidades. Los

resultados de la planificación deben actualizarse, cuando sea apropiado, a medida que progresa el diseño y desarrollo. [5]

El propósito de la norma ISO 9001 es asegurar a los clientes que los proveedores pueden brindar productos y servicios de calidad. Está pensado para llenar las necesidades del cliente y las del proveedor. Una organización debe de alcanzar y sostener la calidad de un producto o servicio producido para seguir en la búsqueda continua de las necesidades explícitas o implícitas del cliente. La propuesta de un procedimiento para la producción de software de gestión en la UCI identificaría los procesos fundamentales y necesarios para la realización del producto, satisfaciendo las necesidades del cliente y otras partes interesadas. Para el aseguramiento de la calidad del producto se tendrán en cuenta los procesos de apoyo asociados, las etapas del proceso, las actividades, los flujos, las medidas de control, las necesidades de formación, los equipos, las metodologías, la información, los materiales y los resultados deseados.

1.4.2- Modelo de Capacidad y Madurez (CMMI)

CMMI es un modelo para la mejora o evaluación de los procesos de desarrollo y mantenimiento de sistemas y productos de software. Fue desarrollado por el Instituto de Ingeniería del Software de la Universidad Carnegie Mellon (SEI) y publicado en su primera versión en enero del 2002. Alcanzar un nivel dentro de la escala de CMMI significa seguir en busca de mejores prácticas y a la vez mantener los logros alcanzados. Los niveles son: inicial, repetible, definido, administrado y óptimo. Los niveles de madurez tienen varios objetivos:

- Definir un orden para medir la calidad de software gracias a la madurez de la compañía.
- Ayudar a la organización a ver qué procesos debe de mejorar en forma gradual para alcanzar el nivel óptimo.
- Mantener un proceso bien documentado.
- Lograr un producto controlado, verificable, validado y medido.

Los componentes que conforman el área de proceso se CMMI son agrupados en tres categorías requeridos, esperados, e informativos:

- Los componentes **requeridos** describen lo que debe lograr una organización para satisfacer un área de proceso. Este logro debe ser visiblemente implementado en los procesos de una organización. Los componentes requeridos en CMMI son los cometidos específicos y genéricos.
- Los componentes **esperados** describen lo que puede implementar una organización para lograr un componente requerido.
- Los componentes **informativos** proveen detalles, ellos ayudan a los organismos a saber qué tan cerca están de los componentes requeridos y esperados, las referencias son ejemplos de componentes de modelo informativos.

El área de proceso es un grupo de prácticas importantes para hacer mejoras en determinadas área. Estas posibilitan a la organización escoger el centro de sus esfuerzos para mejorar el proceso seleccionando esas áreas de proceso, o ajustando el área relacionándola al proceso.

Para soportar esto usando la representación continua, las áreas de proceso son organizadas en cuatro categorías: la administración de los procesos, la administración de proyecto, la ingeniería y la de soporte. Estas categorías enfatizan las relaciones que existen entre las áreas de proceso.

Una vez que se seleccione las áreas de proceso, también se debe hacer una selección en cuánto a la maduración de los procesos asociados con esas áreas de proceso (seleccionando el nivel apropiado de capacidad). Los niveles de capacidad, los cometidos genéricos y las prácticas respaldan la mejora de procesos asociados con áreas individuales de proceso. El propósito de la Definición de Proceso Organizativo (OPD) es establecer y mantener utilizables las normas de los procesos organizativos activos y de ambiente en el lugar de trabajo.

Las interacciones entre las áreas de proceso ayudan a las mejoras del proceso de la organización. Las relaciones entre las áreas de proceso se plantean en dos dimensiones:

- La primera dimensión comprende las interacciones de áreas individuales de proceso, que enseñan cómo la información y los artefactos fluyen de un área de proceso para otro.
- La segunda dimensión comprende las interacciones de grupos de áreas de proceso. Mostrado por la clasificación de algún proceso de las áreas Básicas y Adelantadas. Estas clasificaciones ilustran que las áreas Básicas de proceso deberían ser implementadas antes de las áreas Adelantadas de

proceso, para asegurar que los requisitos por los que se responsabilizó sean cumplidos cabalmente, para exitosamente implementar las áreas Adelantadas de proceso.

El objetivo de la mejora de proceso es mejorar los procesos de dirección de proyectos, asegurando la entrega del producto en tiempo. Esas mejoras confían en mejores prácticas en el proyecto en las áreas de control. [15]

Los procesos pueden ser agrupados en cuatro categorías:

- **Administración de Procesos:** Las áreas de administración de proceso contienen, las actividades del proyecto con las que se guardó relación: definir, teniendo pensado, desplegándose, implementando, monitoreando, controlando, evaluando, midiendo, y mejorando procesos. Las áreas de los procesos básicos de administración proveen la organización de una capacidad de documentar y compartir oficinas de leyes, activos organizativos de proceso y el aprendizaje a través de la organización.
- **Administración de Proyectos:** Informan acerca de las actividades de la dirección de proyecto con las que se guardaron relación, dígase, tener pensado, monitoreando, y controlar el proyecto. Los procesos que integran la dirección básica de la administración de proyectos, en las áreas de procesos con la que las actividades guardaron relación, establecen y mantienen lo que el proyecto planea, compromisos, monitoreando los progresos en contra del plan, tomando acciones correctivas y operando contratos del proveedor.
- **Ingeniería:** Informan acerca del desarrollo y las actividades de mantenimiento que son compartidas a través de diseñar disciplinas. Estas fueron escritas usando terminología general de ingeniería, tal que cualquier disciplina técnica que se involucre en el proceso de desarrollo del producto (el software diseñado o la ingeniería mecánica) se puede usar para la mejora del proceso. También, integran los procesos asociados con disciplinas diferentes de ingeniería en un solo proceso de desarrollo del producto, respaldando una estrategia orientada en producto de mejora de proceso.
- **Soporte:** Informan acerca de las actividades que soportan el desarrollo del producto y el mantenimiento del mismo. Los procesos de la dirección del área de soporte son usados con el fin

de amaestrar otros procesos. En general, los procesos que conforman el área de soporte pueden ocuparse de los procesos que aplican más generalmente para la organización.

Dándose cuenta de las interacciones que propone entre áreas de proceso CMMI y que procesan áreas básicas y adelantadas le ayudará a aplicar a CMMI en una forma útil y productiva. [15]

La utilización de CMMI en esta investigación, aporta a la propuesta de procedimiento para la producción de software de gestión un modelo para la mejora o evaluación de los procesos de desarrollo, mantenimiento de sistemas y productos de software. Conteniendo elementos necesarios e importantes para la construcción de un software. Dentro de los mismos se encuentran por mencionar algunos las áreas de procesos, dentro de las mismas sus dimensiones, las categorías de los procesos y los objetivos para alcanzar un nivel en la escala de este modelo de madurez.

1.5 Procesos de Producción de software

1.5.1 Proceso de producción de CITMATEL

La empresa de Tecnologías de la Información y Servicios Telemáticos Avanzados – CITMATEL, es una empresa cubana del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, que posee certificado su sistema de gestión de la calidad desde el 2005 bajo la norma NC ISO 9001:2001, conformado por 15 procesos, entre los cuales se encuentra el proceso de producción de software.

El proceso de producción de software implantado, tiene la característica de ser uno de los procesos operativos que involucra a diferentes áreas de la empresa, que desarrollan software en diferentes ambientes y es controlado por 4 procesos estratégicos: el proceso de calidad, el proceso de innovación, el proceso comercial y el proceso contable financiero.

Con la implantación del proceso de producción de software se logró organizar el flujo de producción, la documentación a generar, se definieron las etapas generales del desarrollo del producto de software así como una unificación del vocabulario. También se identificaron las interrelaciones con los demás procesos, los procedimientos a utilizar y los indicadores para la medición de la eficacia del proceso.

Un aspecto importante en la implantación del proceso de software, ha sido la preparación del personal en la utilización de los diferentes procedimientos y en la retroalimentación del uso de los mismos para la mejora continua.

Cualquier organización que se dedique a la producción o comercialización de software, debe tener en cuenta que la organización de sus procesos juega un papel determinante en la competitividad de la misma. En la empresa CITMATEL existen varias áreas que producen software en diferentes ambientes, es por ello que se consideró integrar en un solo proceso denominado producción de software toda la actividad que se desarrolla al respecto, organizándose la documentación en general y el flujo de producción.

En el Anexo 2 se muestra el esquema o mapa de procesos. Aquí se observa que el proceso de producción de software es controlado por procesos que consideramos estratégicos: el proceso de calidad, el proceso de innovación, el proceso comercial y el proceso contable financiero y es apoyado por los procesos de recursos humanos, administración de recursos generales y el de información. Cada proceso tiene nombrado un responsable encargado de cumplir las funciones y objetivos definidos. El proceso de producción de software comienza con la solicitud del cliente que puede ser externo o interno de la organización y termina con la entrega del producto. Ver Anexo 2.

Para cada proyecto, se define un equipo de trabajo encargado de revisar la calidad del producto como salida del proyecto y posteriormente como parte del ciclo de producción. El grupo de calidad de la empresa realiza la verificación y en algunos casos la validación de la calidad del producto, así como el cumplimiento de los diferentes documentos resultantes de las diferentes etapas del proceso, entre los que se encuentra la aprobación por el cliente. Ver Anexo 3. [1]

En este proceso de producción de software que sigue la empresa CITMATEL, se encuentran un conjunto de desventajas que no le garantizan al software un buen proceso de producción, dentro de estas desventajas se pueden mencionar:

- El proceso de producción de software que propone CITMATEL integra 4 procesos estratégicos: el proceso de calidad, el proceso de innovación, el proceso comercial y el proceso contable financiero. Ninguno de ellos contiene las etapas de desarrollo de un software, así como tampoco tienen presentes las etapas de pilotaje y mantenimiento. Este proceso se centra mayormente en la calidad del software una vez desarrollado el mismo, sin tener en cuenta que la calidad comienza a jugar un papel importante desde la construcción inicial del producto.
- En dicho proceso se definen algunos procedimientos a utilizar en el ciclo de vida del software pero no se cuenta con un procedimiento que contenga todas las actividades que integra la vida de un

software, desde su contratación hasta su mantenimiento, dígase dentro de estas el estudio de las metodologías que serán usadas en el mismo, la asignación de roles para su desarrollo, la definición de una línea base según el tipo de software que solicita el cliente y la definición de las actividades que se llevaran a cabo en las etapas que ellos definen.

A pesar de las desventajas que se encontraron en este proceso de producción que sigue CITMATEL, también se detectaron elementos que son importantes a tener en cuenta para la construcción del procedimiento, como son:

- Los 4 procesos estratégicos: el proceso de calidad, el proceso de innovación, el proceso comercial y el proceso contable financiero, los cuales son muy importantes.
- La preparación del personal en la utilización de los diferentes procedimientos y en la retroalimentación del uso de los mismos para la mejora continúa.
- El proceso de calidad que se realiza en la empresa, tomándolo para ser aplicado desde el inicio del proyecto y no una vez terminado el mismo.

1.5.2 El Software ERP de Gestión Comercial

El software ERP de gestión comercial está preparado para el régimen de factura electrónica, además de la emisión habitual por impresoras comunes y/o fiscales (Hasar y Epson). El circuito de facturación lo fija desde los parámetros generales de acuerdo a su necesidad; puede facturar directamente o partir de un esquema como: presupuesto remitido al cliente, confirmación del mismo y pasaje a estado de nota de pedido, requerir hasta dos autorizaciones para validar el pedido y pasar a facturar, o bien realizar las combinaciones que el circuito administrativo de facturación de su empresa precise (facturar directamente los presupuestos, etc.).

El sistema le brinda total trazabilidad de las operaciones (de acuerdo a las normas ISO), con lo cual puede analizar responsables, fechas, artículos solicitados, autorizaciones efectuadas y discrepancias al momento de facturar. [16]

1.5.3 Software de gestión para industrias.

El software de gestión industrial MRP es el instrumento fundamental de información gerencial para saber en qué etapas y situaciones debe tomar decisiones vitales sobre su cadena de producción. Dónde debe

optimizar procesos, descubrir sus sectores deficientes centralizando todos los datos de fabricación, e incluso reorganizando su proceso productivo tomando como modelo al esquema de módulos y siguiendo la organización que sugiere el software industrial.

Si su actividad es producir, sea una Pyme o una gran industria, entonces debe instalar el software de gestión de producción MRP y comenzar a conocer en qué estado se encuentra su capital invertido. Un sistema que compone la cartera de sistemas empresariales de calidad de Datahouse Company.

Al igual que el software de gestión comercial ERP para empresas, el software de gestión producción MRP es un sistema modular. Se arma una configuración de módulos de acuerdo a las necesidades del cliente y a su circuito administrativo. En el caso del programa de gestión de producción MRP, las modalidades de adquisición son las siguientes:

Adquirir el sistema de gestión de producción MRP (versión lite o extendida) junto con el módulo de stock, como una herramienta de administración del proceso de fabricación que complemente a su actual software de gestión comercial o bien, adquirir el software de gestión de producción MRP (versión lite o extendida) junto con el software de gestión comercial modular ERP.

En el proceso de venta de cualquier sistema modular, la definición de módulos aplicables a su empresa o industria se realiza mediante el asesoramiento especializado de nuestro personal de ventas, relevando sus requerimientos específicos de información, y elaborando la configuración óptima para su organización.

[16]

El proceso de producción del software ERP de Gestión Comercial y el Software de Gestión para Industrias MRP, se centra fundamentalmente en la asignación de módulos del proyecto donde en cada uno de estos se describe como es su funcionamiento, lo que conlleva a un conjunto bastante grande de desventajas y elementos que son fundamentales en el desarrollo de un software y que esta empresa está pasando por alto, entre los mismos están:

- No cuenta con un procedimiento o un conjunto de actividades que orienten el rumbo del proyecto desde su inicio hasta su fin. Lo llevan a cabo de acuerdo a las necesidades que el circuito de facturación fije desde sus parámetros generales, siendo directamente o partir de un esquema como: presupuesto remitido al cliente, confirmación del mismo y pasaje a estado de nota de

pedido, o bien realizar las combinaciones que el circuito administrativo de facturación que su empresa precise (facturar directamente los presupuestos).

- La no existencia de un procedimiento provoca que la documentación del software sea de manera inestable según las necesidades que surjan en el desempeño del mismo.
- La división del software en módulos trae consigo la necesidad de un conjunto de pasos lógicos de acuerdo a las características de cada módulo y el tema que trata cada uno por separado así como la asignación de responsabilidades y tareas en cada uno.
- El estudio y la aplicación de una metodología que este previamente analizada y explicada paso por paso de cómo debe aplicarse, le sumaría más tiempo a la producción del proyecto. Esto se hace necesario en el proceso de producción del software ERP y MRP.

Estos proceso de producción de software ERP de Gestión Comercial y el Software de Gestión para Industrias MRP, destacan en su desempeño un elemento que es importante a tener en cuenta en la propuesta y es la asignación de módulos en el proyecto, ya que esto permite un mejor control del trabajo y una mayor asignación de responsabilidades, garantizando así mejores resultados.

1.6 Metodologías CITMA (Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente)

La tecnología de proyectos comenzó a instrumentarse a partir de que el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) introdujo el formato de proyecto para la tramitación correspondiente al Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica. Es la existencia de una metodología y los procesos asociados a ésta lo que determina si los problemas y conflictos que se presentan durante la vida del proyecto son manejados de manera peligrosa y reactiva o bien son atendidos “suavemente” mientras se ejecutan los procesos. Existen algunas empresas que se distinguen por ser capaces de manejar sus proyectos de manera efectiva. La mayoría de los proyectos tienen también una dimensión; se puede definir como tamaño de proyecto el contenido del proyecto, que podría comprender desde sencillo hasta extenso. El proyecto facilita el proceso de toma de decisiones, sobre todo, cuando se va a realizar una inversión, si ésta es conveniente o no. Toda inversión (privada, pública, económica o social) requiere de estudios previos como: verificar la viabilidad técnica, comercial, económica, legal y financiera.

Las empresas generalmente realizan dos tipos de proyectos:

- **Proyectos de desarrollo Empresarial:** Donde se analizan las tecnologías actuales disponibles para la aplicación que se quiere desarrollar y su adecuación.
- **Proyectos de Innovación:** Son los más usuales ya que analizan los productos y procesos, tecnologías, metodologías, políticas, normas, etc.

Los proyectos de I+D son el componente fundamental de toda política tecnológica, tanto a nivel empresarial como a nivel nacional. A nivel empresarial los proyectos de I+D contribuyen a situar a la empresa y organismos que realizan este tipo de proyectos en una posición adecuada para afrontar los nuevos desafíos que surgen en el mercado cada vez más competitivo y globalizado. A nivel Nacional estos proyectos contribuyen a promover un planteamiento estratégico de la I+D+I en todos los sectores de la economía. Una buena gestión de los proyectos en las empresas se logra cuando se tiene el apoyo del director de la organización y de su consejo de dirección. El uso de prácticas sanas de administración de proyectos, técnicas y procesos, le darán mayores probabilidades de que sus proyectos finalicen en tiempo, dentro de lo presupuestado y con un buen nivel de calidad. Las empresas que conforman el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente realizan dos tipos de proyectos (Proyectos de desarrollo Empresarial y Proyectos de Innovación) y estos están clasificados en: [17]

- **Investigación y Desarrollo (I+D):** Combinación de la investigación de creación científica y de desarrollo tecnológico, que conduce a un nuevo proceso o producto y por extensión a su escala comercial.
- **Innovación tecnológica:** Encaminada a examinar las consecuencias sociales más amplias de la introducción de una tecnología nueva, la ampliación o extensión de una tecnología existente o la repercusión de una tecnología de uso no evaluado previamente.
- **Ejecución de inversiones y Proyecto de inversiones:** Es una propuesta de acción técnico económica para resolver una necesidad utilizando un conjunto de recursos disponibles, los cuales pueden ser, recursos humanos, materiales y tecnológicos entre otros. Permite al emprendedor que tiene la idea y a las instituciones que lo apoyan saber si la idea es viable, se puede realizar y dará ganancias.
- **Formación de recursos humanos:** En grandes líneas se ha propuesto trabajar sobre un sistema de ciencia y técnica que contemple nuevos aspectos organizacionales a los efectos de trabajar

dentro de la globalización e internacionalización de los sistemas, en su conjunto de acciones (investigaciones, innovaciones, recursos humanos, recursos presupuestarios, laboratorios, equipamiento y normas que los regulen).

- **Proyectos de software:** Es el proceso de gestión para la creación de un sistema o software, la cual encierra un conjunto de actividades, una de las cuales es la estimación. Estimar es echar un vistazo al futuro y aceptar resignados cierto grado de incertidumbre. Existen técnicas útiles para la estimación de costes de tiempo. Y dado que la estimación es la base de todas las demás actividades de planificación del proyecto y sirve como guía para una buena ingeniería, sistemas y software.

Después de haber realizado un análisis de todos los elementos teóricos que intervienen en la investigación, se determinó que para la propuesta se hacía necesaria la selección del contenido más importante expuesto en el capítulo para confeccionar el procedimiento. De las metodologías planteadas se tendrán en cuenta las más usadas en la UCI (Programación Extrema (XP) y El Proceso Unificado del Desarrollo del Software (RUP)) y de ellas lo mejor que propone cada una.

Del RUP se tendrá en cuenta sus cuatro fases de desarrollo: inicio, elaboración, construcción y transición con sus respectivos objetivos, así como también se tendrá presente sus nueve flujos de trabajo, dentro de los mismos seis de desarrollo y tres de soporte. Finalmente se tomará de esta metodología sus elementos fundamentales: artefactos, trabajadores y actividades.

De la metodología Programación Extrema se tomará las características principales en la que se basa: pruebas unitarias, re-fabricación y programación en pares, así como lo que tiene establecido para los derechos del cliente y del desarrollador.

Para la construcción del procedimiento se tomará como estándar Norma ISO 9001:2000, dentro de la misma sus enfoques basados en los procesos, los requisitos necesarios para la documentación, la planificación de la realización de los productos, del diseño y desarrollo y los procesos relacionados con el cliente. Como modelo se tomará lo que propone CMMI y que se ajusta a este procedimiento como es el caso de los componentes que conforman el área de proceso de dicho modelo, las categorías por las que son agrupados los procesos: la administración de procesos, la administración de proyecto, ingeniería y soporte y además los objetivos a tener en cuenta para alcanzar un determinado nivel de madurez.

Los procesos de producción de software de gestión que siguen actualmente otras empresas como CITMATEL, Software ERP de Gestión Comercial y Software de gestión para industrias son de gran utilidad para conformar un procedimiento ya que de ellos se tomará lo mejor que propone cada uno y así conformar dicha propuesta. CITMATEL es la empresa de Tecnologías de la Información y Servicios Telemáticos Avanzados, es una empresa cubana del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente.

El proceso de producción de software involucra a diferentes áreas de la empresa y es controlado por 4 procesos estratégicos: el proceso de calidad, el proceso de innovación, el proceso comercial y el proceso contable financiero, los cuales serán tomados para la propuesta con el fin de organizar el flujo de producción, la documentación a generar, definir las etapas generales del desarrollo del producto de software, así como una unificación del vocabulario. Después de un análisis de los Software ERP de Gestión Comercial y Software de gestión para industrias se creyó necesario tomar de ellos su sistema modular, conformando una configuración de módulos de acuerdo a las necesidades del cliente y a su circuito administrativo permitiendo un mejor control del trabajo y una mayor asignación de responsabilidades garantizando así mejores resultados.

La metodología del CITMA clasifica los proyectos en: Proyectos de I+D (Innovación + Desarrollo), Proyectos de Innovación tecnológica, Proyectos para la ejecución de inversiones, Proyectos de formación de recursos humanos, Proyectos de inversiones y Proyectos de software. De estos proyectos se analizó como llevaban a cabo la etapa de contratación, para luego tomar de ellas lo elementos que son ajustables y conformar la etapa de contratación que estará presente en el procedimiento para la producción de software de gestión.

CAPITULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

2.1 Introducción

Debido al papel protagónico que desempeña la UCI en el desarrollo de software en Cuba, es que se asume la tarea de crear un procedimiento para la producción de software de gestión que resuelva algunos problemas que atentan actualmente contra el desarrollo de los proyectos en la UCI.

En el presente capítulo se describe paso a paso los elementos que conforman la propuesta. La cual está compuesta por varias etapas que se comprenden desde la solicitud inicial que hace un cliente, hasta la entrega del software con la calidad requerida, satisfaciendo las expectativas que se trazaron en la etapa de contratación.

El objetivo fundamental de este capítulo es dejar plasmado todos los pasos que conforman la propuesta de procedimiento para la producción de software de gestión en la UCI, teniendo en cuenta los procesos que actualmente se llevan en el centro y la introducción de nuevas técnicas y elementos que son de suma importancia para que un software tenga la calidad requerida.

2.2 Procedimiento para Software de Gestión

Muchas empresas buscan mejoras en sus sistemas de gestión haciendo uso de los servicios de consultores para el logro de sus objetivos, reconociendo a la consultoría como un servicio profesional de gran utilidad. Algunos estudios indican que el proceso de consultoría empieza con la solicitud del proyecto que tiene, entre otras, las siguientes secciones: problemática, posible solución (en caso de conocerla) y criterios de calidad del servicio; si incluye el desarrollo de un software el consultor puede mostrar el catálogo de productos con que cuenta.

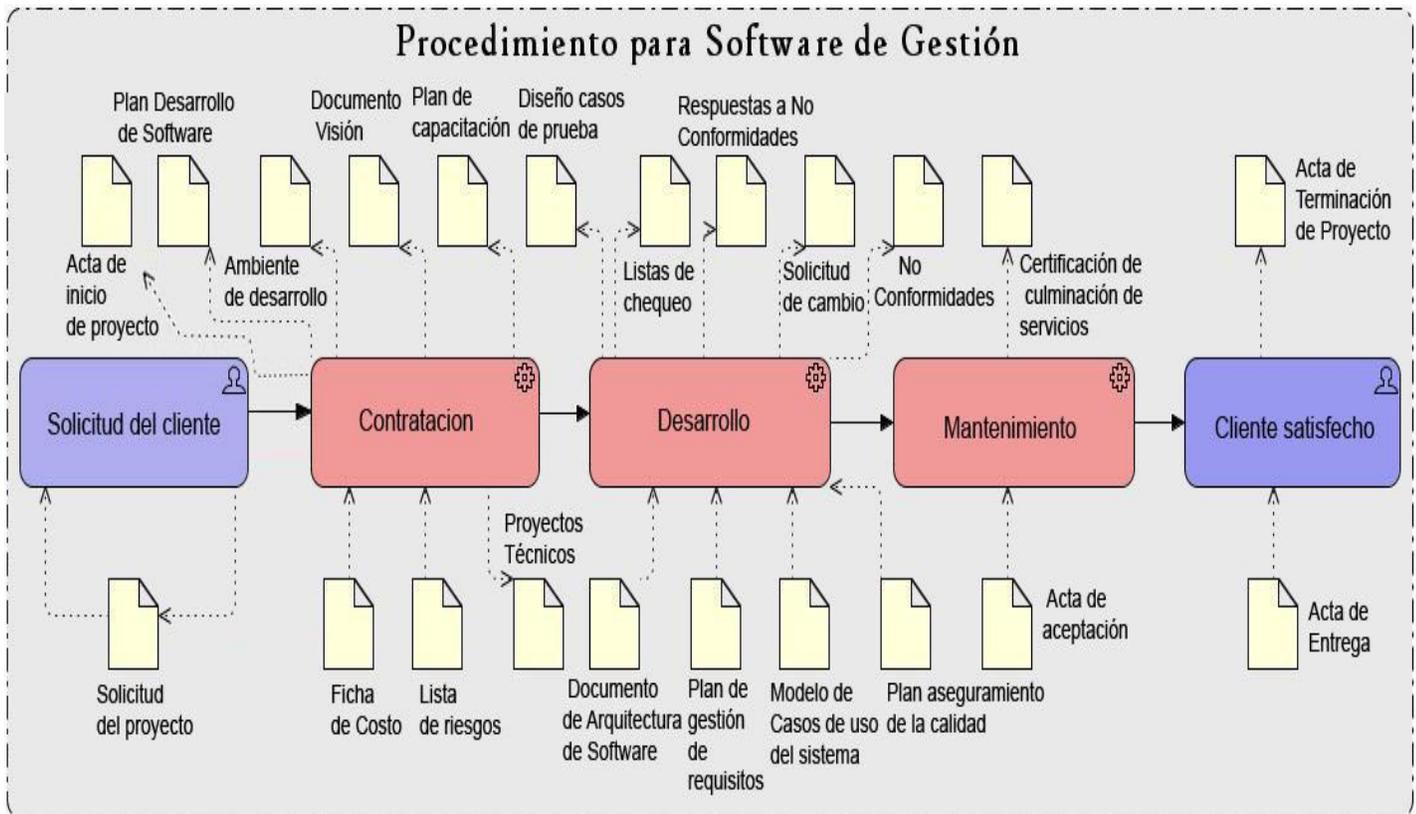
Luego se define el equipo de trabajo, que será el encargado de elaborar la ficha técnica del proyecto; ésta es discutida con el cliente hasta que se llega a un convenio; cuando ambas partes están de acuerdo se elabora el proyecto técnico que muestra al cliente las posibles propuestas de soluciones. Después de congeniar con el cliente el proyecto técnico y conocer su criterio de aceptación y/o negación; si éste es aceptado se firma un contrato que incluye, para clientes extranjeros o de empresas mixtas, el importe de la solución. Esta etapa culmina con el artefacto solicitud de proyecto donde se dejan establecidas las expectativas del cliente con la creación del producto y los criterios por parte del equipo de desarrollo.

Después de dicho análisis comienza el desarrollo del software donde se establecen los cimientos de la arquitectura que debe evolucionar en iteraciones sucesivas hasta convertirse en el sistema final. Se desarrolla el plan del proyecto y se eliminan los mayores riesgos que puedan ocasionar otros. Además se define la organización del sistema en términos de subsistemas de implementación organizados en capas y se implementan los elementos de diseño. Se prueban los elementos desarrollados independientemente como unidades y se integran los resultados producidos por desarrolladores independientes o equipos en un sistema ejecutable.

El proceso de pruebas, verificaciones y validaciones es una actividad que está presente en el desarrollo del producto siendo los resultados observados y registrados para luego hacer entrega oficial al cliente. Durante el ciclo de vida del software se describen las actividades y herramientas que soportarán el equipo de trabajo del proyecto y se toman acciones para mejorar continuamente el desempeño de las actividades siendo instalado el software a los usuarios finales. Cuando el equipo de desarrollo concluye con el producto final el consultor se prepara para concluir su tarea, una vez que verifica que se haya liquidado lo pactado en el contrato.

La siguiente imagen muestra de manera general como funcionaría el procedimiento para la producción de software de gestión.

Figura 3. Procedimiento para software de gestión.



2.3 Solicitud del Cliente

Es la etapa en la que el cliente hace una solicitud con las necesidades existentes en su entidad. En ésta el cliente plantea los problemas actuales que afectan el funcionamiento de su empresa y que lo motivaron a solicitar la creación de un producto especificando claramente los objetivos del proyecto y los resultados que se esperan alcanzar. También el cliente expone las ideas existentes para garantizar su sostenibilidad (movilización de recursos externos e internos) ya que este debe contar con las condiciones y presupuesto requeridos para llevar a cabo su solicitud. Se establecen los recursos necesarios e imprescindibles hasta ese momento para la puesta en marcha del proyecto. Se definen los datos de las instituciones participantes en el proyecto. En dicha solicitud el cliente debe expresar su prioridad y los resultados que esperan obtener del producto y finalmente exponerle claramente su definición del término calidad al equipo de especialistas encargado de llevar a cabo la solicitud con el cliente.

En este documento el equipo de desarrollo está encargado de clasificar el proyecto de acuerdo a la problemática que expresa el cliente en su solicitud y según los tipos de proyectos existentes, estos pueden ser de: I+D (Innovación + Desarrollo), de innovación tecnológica, para la ejecución de inversiones o de inversiones, de formación de recursos humanos y proyectos de software los cuales encierran un conjunto de actividades y procesos de gestión para la creación de un sistema o software. Además realiza un estudio del arte referente al tema que se abordará en el proyecto.

Luego se lleva a cabo un estudio de mercado con el fin de caracterizar los posibles clientes y/o usuarios, el nivel que el nuevo producto tendrá, lograr la satisfacción de los requerimientos, determinar el mercado al que se puede acceder con el mismo, insumos requeridos para el nuevo producto, proveedores, precios y acceso al mercado proveedor. Se determina además la cantidad de bienes o servicios a producir en la unidad de tiempo tomando como base a la cantidad técnica, mercado y localización del mismo. Se realiza un análisis económico y financiero del proyecto para verificar el fondo salarial requerido, existencia del centro de costos para el proyecto y otros recursos necesarios para la realización del producto.

Una vez que exista claridad respecto de la necesidad o requerimiento que se quiere abordar por parte de los clientes y desarrolladores, los desarrolladores pueden identificar y evaluar distintas alternativas de solución. Implica el planteamiento de diferentes escenarios alternos que puedan significar una opción potencial. Además se establecen en la solicitud de manera opcional los datos del líder de proyecto y los datos de los desarrolladores.

En dicha solicitud se generan los siguientes artefactos:

- Solicitud del proyecto. Anexo 4.
- Cronograma general.

2.4 Etapa de Contratación

En esta etapa una vez aceptado el proyecto por el cliente y el equipo encargado de la solicitud, se firma el contrato o el acuerdo de colaboración al cual se anexan el proyecto técnico, la ficha de presupuesto y el cronograma, se lleva a cabo el proceso comercial y el proceso contable financiero. Se nombra un jefe encargado de desarrollar el proyecto, darle solución a los problemas que se presentan, tributar mensualmente el estado de los resultados esperados, identificar el equipo de desarrollo que acometerá la solución, dividir el proyecto en módulos que se vinculen y se relacionen entre sí facilitando un mejor

cumplimiento de las tareas y una mayor organización y control de las actividades. Además brinda la información necesaria al encargado de realizar la ficha de costo para la elaboración de la misma y realiza un perfil del proyecto.

Se adquieren los requerimientos por parte de los distintos usuarios y se consolida una visión única de los objetivos y alcances del sistema. Se definen los procesos de negocio, identificando quiénes participan y las actividades que requieren automatización. Se lleva a cabo una planificación con el fin de establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización, así como se debe hacer un análisis exhaustivo de los riesgos para posibilitar la toma de decisiones, se realiza una primera versión de la planificación la cual puede estar sujeta a cambios.

Los artefactos que se generan en esta etapa son: [18]

- Contrato o acuerdo de colaboración.
- Acta de inicio de proyecto.
- Indefiniciones.
- Proyectos Técnicos.
- Plan Desarrollo de Software.
- Presupuesto.
- Ficha de Costo.
- Lista de riesgos.
- Plan Mitigación de Riesgos.
- Ambiente de desarrollo.
- Plan de capacitación.
- Documento Visión.
- Glosario de términos.
- Informe del Levantamiento de Información para la Arquitectura de Información.

2.5 Etapa de Desarrollo

En esta etapa se elabora la solución. Para dar inicio a la misma se debe tratar de abarcar todo el proyecto con la profundidad mínima. Sólo se profundiza en los puntos críticos de la arquitectura que debe

evolucionar en iteraciones sucesivas hasta convertirse en el sistema final y se deben analizar todos los riesgos y factores que pueden generar riesgo. Además se debe planificar y controlar el diseño y desarrollo del producto.

Con esta etapa de desarrollo se persigue como objetivo fundamental obtener un sistema de calidad en un tiempo acordado. Incluye además del análisis, diseño e implementación del software un proceso de pruebas, validación y verificación de todas las actividades que se llevan a cabo para la creación del producto. Esta actividad de la etapa de desarrollo incluye la definición de un equipo de trabajo encargado de revisar la calidad del producto como salida del proyecto y posteriormente como parte del ciclo de producción. El grupo de calidad realiza la verificación y en algunos casos la validación de la calidad del producto, así como el cumplimiento de los diferentes documentos resultantes de las diferentes etapas del proceso entre los que se encuentra la aprobación por el cliente. Esta actividad juega un papel importantísimo en la construcción de un software ya que es el elemento que permite detectar cualquier error o anomalía que se va produciendo.

En esta etapa también se lleva a cabo un proceso de pilotaje donde se hacen las pruebas de aceptación para luego hacer entrega oficial al cliente. Puede contar con varias iteraciones pero involucra al usuario final y al equipo o empresa de desarrollo. El pilotaje cuenta con un conjunto de actividades de pruebas, verificaciones y validaciones jugando estas un papel fundamental, pues esta es la última fase de pruebas y corrección de errores del producto que se le entregará al cliente garantizando así la calidad del software y el cumplimiento del contrato. Contiene pasos que describen las actividades y herramientas que soportarán el equipo de trabajo del proyecto. También se toman acciones para mejorar continuamente el desempeño de las actividades siendo instalado el software a los usuarios finales.

En esta etapa se generan entre otros los siguientes artefactos: [18]

- Arquitectura de Información.
- Documento de Arquitectura de Software.
- Especificación de requisitos.
- Modelo de Casos de uso del sistema.
- Modelo del Negocio.
- Plan de gestión de requisitos.
- Diseño casos de prueba.

- Modelo de Despliegue.
- Glosario de términos [Actualizada].
- Listas de chequeo.
- Plan aseguramiento de la calidad.
- No Conformidades.
- Respuestas a No Conformidades.
- Solicitud de cambio.

2.6 Etapa de Mantenimiento

Los procesos de la dirección del área de mantenimiento son usados como base para la ejecución de otros procesos. En general, los procesos que conforman el área de mantenimiento pueden ocuparse de los procesos que aplican más generalmente para la organización. Después de entregado el software a los usuarios finales, se firma un tiempo en el que el cliente lo prueba en un entorno real y en ese tiempo se reajusta, estableciendo después cierto tiempo para volver a darle mantenimiento al software quedando esto plasmado en el contrato.

Los objetivos y tareas involucradas en esta etapa son: instalación del software en el entorno final de trabajo realizando instalaciones progresivas y pruebas, capacitación de los usuarios con la nueva herramienta, conversión e importación de datos anteriores al nuevo sistema y ajuste del software y la organización.

Cuando el equipo de desarrollo concluye con el producto final el consultor se prepara para concluir su tarea una vez que verifica que se haya liquidado lo pactado en el contrato.

Los artefactos principales generados en esta etapa son:

- Acta de aceptación.
- Certificación de culminación de servicios.

2.7 Gestión de la Configuración

La gestión de configuración de un software es el proceso de identificar y definir los elementos en el sistema, controlando el cambio de estos a lo largo de su ciclo de vida, registrando y reportando el estado

de los mismos y las solicitudes de cambio y verificando que los elementos estén completos y que sean correctos.

Incluye además actividades con las que se busca producir un producto que satisfaga las necesidades de los clientes y describir cómo controlar los elementos producidos por todos los integrantes del equipo de proyecto en cuanto a: utilización/actualización concurrente de elementos, control de versiones, etc.

Dicha gestión de configuración de un software incluye la información creada como parte del proceso de ingeniería de software y un sistema controlador de versiones, creado para manejar múltiples revisiones de la misma unidad de información. Se trabaja con distintos algoritmos de versionado de información, lo que les permite ofrecer un conjunto de características muy interesantes para las personas que trabajan con información digital. Ver Anexo 5.

Los artefactos generados en esta etapa son: [18]

- Pedido de cambio.
- Plan de gestión de la configuración.
- Establecimiento de las políticas de gestión de configuración y salvadas.

2.8 Etapa de Culminación de Servicios. Cliente Satisfecho

Una vez realizadas todas las entregas, se termina el proceso con una carta de aceptación del producto, que manifiesta la aceptación por parte del cliente. En esta etapa participan los clientes y el Gerente de Producción. Para concluir dicha etapa se generan los siguientes artefactos: [18]

- Acta de Aceptación.
- Acta de Entrega.
- Acta de Terminación de Proyecto.

CAPITULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

3.1- Introducción

En este capítulo se realizará la evaluación técnica descrita en el capítulo anterior, la cual será validada por un comité de experto. Para la evaluación técnica de la propuesta se empleó un método cuantitativo que tiene como fundamento la evaluación por parte de expertos en el tema de los criterios anteriormente definidos. En el transcurso de este capítulo se describe el método a aplicar y se muestran los resultados derivados de la evaluación.

3.2- Método para la evaluación de la propuesta

Para realizar la evaluación técnica de la propuesta se utilizó el método de experto, el cual permite tomar decisiones para aceptar o no la propuesta de acuerdo con los criterios definidos. [19]

Para llevar a cabo el buen desarrollo del mismo sirvió de apoyo la tesis de Karenia Donatien Goliath y Yudermis Rodríguez Martínez realizada en la UCI en Julio del 2007, donde efectúan un conjunto de pasos:

1. Se elabora los criterios de evaluación de acuerdo a las características de la propuesta y se organizan por grupos.

Grupo No. 1: Criterios de mérito científico

- 1) Valor científico de la propuesta.

Peso: _____

- 2) Calidad de la investigación.

Peso: _____

- 3) Aporte científico.

Peso: _____

- 4) Novedad científica.

Peso: _____

Grupo No. 2: Criterios implantación

- 5) Satisfacción de las necesidades de los ingenieros de software.

Peso: _____

- 6) Necesidad de la propuesta.

Peso: _____

- 7) Flexibilidad en el uso de las metodologías existentes.

Peso: _____

- 8) Conocimiento de los ingenieros de software de los procesos de producción de software de gestión para aplicar la propuesta.

Peso: _____

- 9) Facilidad de entendimiento del problema presentado por el cliente.

Peso: _____

Grupo No.3: Criterios de flexibilidad

- 10) Adaptabilidad a proyectos productivos.

Peso: _____

- 11) Flexibilidad en la retroalimentación de los procesos de producción.

Peso: _____

- 12) Flexibilidad de entendimiento de los procedimientos.

Peso: _____

Grupo No.4: Criterios de impacto

- 13) Repercusión en los proyectos productivos.

Peso: _____

- 14) Aceptación de la planilla de solicitud de proyecto por los líderes de proyecto.

Peso: _____

- 15) Organización en el proceso de producción de software.

Peso: _____

- 16) Impacto en el área a la cual está destinada.

Peso: _____

2. Se le asigna un peso relativo a cada grupo de criterios de acuerdo al porcentaje que representa cada grupo del total y los intereses a evaluar.

Grupo No.1----- 25
 Grupo No.2----- 20
 Grupo No.3----- 25
 Grupo No.4 -----30

3. Se organiza un comité de expertos con una cantidad mínima de 7 teniendo en cuenta su especialidad, grado científico y currículo.
4. Se les entrega a los expertos la propuesta para que estudien el tema a evaluar y dos modelos, uno para que valore el peso relativo de cada criterio y así poder calcular la concordancia entre los expertos, Anexo 6, y otro para calcular el nivel de aceptación de la propuesta con una escala de 1-5 y la apreciación cualitativa con una clasificación final de la propuesta en excelente, bueno, aceptable, cuestionable y malo. También se da la posibilidad de dar su opinión haciendo una valoración final de la propuesta, emitiendo todas aquellas consideraciones que estimaron convenientes, Anexo 7.
5. Para calcular la concordancia en el trabajo de los expertos después de recibir los valores del peso relativo de cada criterio, se construye la Tabla 3.1, donde:

E: es el número de expertos que realizan la evaluación.

C: es el número de criterios que son evaluados.

G: es el número del grupo al que pertenecen los criterios.

Tabla 3.1- Resumen de la evaluación emitida por los expertos.

G	C/E	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E _p
25	C ₁								
	C ₂								
	C ₃								

	C ₄								
30	C ₅								
	C ₆								
	C ₇								
	C ₈								
	C ₉								
20	C ₁₀								
	C ₁₁								
	C ₁₂								
	C ₁₃								
25	C ₁₄								
	C ₁₅								
	C ₁₆								
T									

6. Se utiliza el coeficiente de concordancia de Kendell y el estadígrafo Chi cuadrado (X²) para verificar la consistencia en el trabajo de los expertos, para esto se sigue con el siguiente procedimiento.

Para cada criterio se determina:

ΣE : Sumatoria del peso dado por cada experto.

E_p : Puntuación promedio del peso dado por cada experto.

$M\Sigma E$: media de los ΣE .

ΔC : Diferencia entre ΣE y $M\Sigma E$.

- Se determina la desviación de la media, que posteriormente se eleva al cuadrado para obtener la dispersión (S) por la expresión.

$$S = \sum (\Sigma E - \Sigma \Sigma E / C)^2$$

- Conociendo la dispersión se puede calcular el coeficiente de concordancia de Kendall (W)

$$W = S / E^2 (C^3 - C) / 12$$

- El coeficiente de concordancia de Kendall permite calcular el Chi cuadrado real

$$X^2 = E (C-1) W$$

Los valores obtenidos del cálculo de la concordancia de Kendall se muestran en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2- Tabla resumen para el cálculo de concordancia de Kendall.

Expertos/Criterios	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	ΣE	E _p	ΔC	ΔC^2
C ₁								0	0	0	0
C ₂								0	0	0	0
C ₃								0	0	0	0
C ₄								0	0	0	0
C ₅								0	0	0	0
C ₆								0	0	0	0
C ₇								0	0	0	0
C ₈								0	0	0	0
C ₉								0	0	0	0
C ₁₀								0	0	0	0
C ₁₁								0	0	0	0
C ₁₂								0	0	0	0
C ₁₃								0	0	0	0
C ₁₄								0	0	0	0
C ₁₅								0	0	0	0

C₁₆								0	0	0	0
DC	0										
MΣE	0										
W	0										
X²	0										

- El Chi cuadrado calculado se compara con el obtenido del las tablas estadísticas

Si se cumple:

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

Existe concordancia en el trabajo de expertos.

7. Si no existe concordancia se hace necesario repetir el trabajo de expertos

Una vez comprobada la consistencia del trabajo de expertos se puede determinar el nivel de aceptación de la propuesta entre los expertos, para esto debemos seguir los siguientes pasos:

1. Para determinar el nivel de aceptación debemos definir el peso relativo de cada criterio (P).
2. Conociendo el peso de cada criterio y la calificación dada por los evaluadores en una escala de 1-5 se puede construir la Tabla 3.3, para obtener el valor de:

P x c, donde (c), es el criterio promedio concebido por los expertos.

Tabla 3.3- Resumen de la clasificación de cada criterio

Criterios	Clasificación (c)					P	P x c
	1	2	3	4	5		
C₁							
C₂							
C₃							
C₄							
C₅							
C₆							
C₇							
C₈							

C ₉							
C ₁₀							
C ₁₁							
C ₁₂							
C ₁₃							
C ₁₄							
C ₁₅							
C ₁₆							

Se calcula el Índice de Aceptación del proyecto (IA).

$$IA = \Sigma (P \times c) / 5$$

3. Por último se determina la probabilidad de éxito de la propuesta y para esto debemos conocer los siguientes **rangos predefinidos de Índice de Aceptación:**

- IA > 0,7 Existe alta probabilidad de éxito
- 0,7 > IA > 0,5 Existe probabilidad media de éxito
- 0,5 > IA > 0,3 Probabilidad de éxito baja
- 0,3 > IA Fracaso seguro

3.3- Análisis de la evaluación de la propuesta

Para la validación de la propuesta se seleccionaron 7 expertos, teniendo en cuenta su currículum, experiencia laboral y área a la que pertenece en estos momentos.

A cada experto se les entregó una encuesta con dos modelos, para que formularan su opinión dándole peso a cada criterio, con estos valores se construyó la tabla de peso relativo de cada criterio, Anexo 8.

Luego se calculó la concordancia entre los expertos, Anexo 9, con los valores de la tabla anterior, lo que dio como resultado:

X² real es 27.237, para seleccionar el X² de la tabla de Distribución Chi Cuadrado, Anexo 10, se toma 1- α =0.99 dónde α es el error permisible, entonces α =0.01. Debe cumplirse que X² < X² (α , c-1).

El cálculo arrojó como resultado:

27.237 < 30.5780, por lo que se llega a la conclusión de que existe concordancia entre los expertos y se puede pasar a la construcción de la tabla de clasificación de cada criterio para saber el índice de aceptación que tuvo la propuesta, Anexo 11.

Una vez que estén los datos en la tabla se calcula el Índice de Aceptación (IA) que sería: 0.727082, el cual se compara con los valores que aparecen a continuación.

IA= 0.727082 > 0,7 Existe alta probabilidad de éxito

0,7 > IA > 0,5 Existe probabilidad media de éxito

0,5 > IA > 0,3 Probabilidad de éxito baja

0,3 > IA Fracaso seguro

Se puede concluir que al aplicar el método y analizar los resultados se obtuvo una alta probabilidad de éxito, por lo que la aplicación de la propuesta debe brindar resultados favorables.

CONCLUSIONES

Mediante el presente trabajo se logró proponer un procedimiento para la producción de software de gestión en la UCI. Para ello se investigó sobre la calidad, los procesos de producción de software y cómo eran llevados a cabo en la UCI. Además, se estudiaron detalladamente los procesos de producción de software, tanto nacional como internacional, obteniendo una fácil interpretación de los mismos para crear la propuesta.

A partir de todo el trabajo realizado, se obtuvo el procedimiento, el cual recoge los pasos necesarios y fundamentales para la creación de un software de gestión, sin importar metodología de desarrollo que se seleccione para ser aplicado al mismo. Además, se creó la solicitud de proyecto, siendo uno de los artefactos fundamentales de la primera etapa del procedimiento, donde se establecen las cláusulas fundamentales por parte del cliente y los desarrolladores. Para la validación de esta investigación se aplicó el criterio de expertos y se obtuvo una alta probabilidad de éxito, por lo que se concluye que la aplicación de la propuesta debe brindar resultados favorables.

RECOMENDACIONES

Por lo planteado en dicha investigación y los resultados obtenidos se recomienda:

- Seguir estudiando sobre los procesos de producción existentes para todo tipo de proyectos.
- Definir el proceso de desarrollo de software de forma específica.
- Utilizar el procedimiento para software de gestión en todos los proyectos productivos llevados a cabo en la universidad.
- Utilizar el artefacto solicitud de proyecto para todo el software desarrollado en la UCI, aunque estos no sean de gestión.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] **Llerena, M. G.** *Experiencias en la certificación del proceso de calidad del software bajo la norma NC ISO 9001:2001.* CITMATEI; CUBA.
- [2] **Bandinelli, P. D.** "Mejorar el Proceso de Producción del software usando ambientes centrados en el proceso". Politecnico de Milanda Italia. Universidad de Buenos Aires, Facultad de ciencias Exactas y Naturales.
- [3] **Delgado, I. R., & Emilio Gonzalez.** (2006). *Confiscase 3.0 Herramienta de apoyo a la Gestión de Configuración. Propuesta arquitectónica.* Ciudad de la Habana.
- [4] **ISO 8402. 1994.** *Administración y aseguramiento de calidad. Vocabulario.*
- [5] **Norma ISO/FDI 9001:200(e)I.** *Sistemas de Gestión de la Calidad-Requisitos.* 176, I. T. (2000-09-01).
- [6] **IEEE Std 610. 1990.** Standards Collection: Somare Engineering, I. S. (12-1990).
- [7] **Codina, L.** (n. 1, 2000,). Evaluación de recursos digitales en línea: conceptos, indicadores y métodos. *Revista española de documentación científica*, v. 23 , p. 9-44.
- [8] **Valls, E.** (Cuadernos de educación 2da edición.). *Los Procedimientos, Aprendizaje, Enseñanza y Educación.*
- [9] **Jacobson, I., Booch, G., & Rumbaugh, J.** (2000). *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software.* Madrid: Pearson Educacion S.A.
- [10] **Pressman, R. S.** (2002). *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. Quinta Edicion.* Madrid: Mc Graw hill.
- [11] **Mendoza María A. Sánchez.,** Metodologías De Desarrollo De Software, *Ing. Informático – UNT*
- [12] **Arechavala, Yolanda González y García, Fernando de Cuadra.** *Calidad del software (I).* País Vasco : s.n., 2001, Vol. 1.
- [13] **Almendras, W. V.** (2007, Agosto 30). *Proceso Unificado.* Retrieved octubre 28, 2008, from Proceso Unificado.: <http://ajayu.memi.umss.edu.bo>
- [14] **Escribano, G. F.** (9-12-2002). *Ingeniería de software II.*

- [15] **CMMI** for Development, V. 1. (2006). (*Modelo de Capacidad y Madurez*). *Improving processes for better products*.
- [16] **Software ERP-MRP**, *Software de gestión comercial, sistemas para empresas y profesionales, servicios de consultaría y soluciones de diseño web y hosting*. (2001-2008). Retrieved Noviembre 10, 2008, from Datahouse Company:
<http://www.datahousecompany.com.ar/produccion.htm>
- [17] **Ing. Antonio M. Navarro López** *Especialista Principal de Desarrollo Investigador agregado Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería Miembro UNAIC Telf.: (45) 291802, Ext. 243 Antonio-navarro@empai.co.cu*.
- [18] **González, I. R.** *Expediente de proyecto v 2.0*. UCI (Universidad de las Ciencia Informáticas).
- [19] **Karenia Donatien Goliath, Y.R.M.**, *Documentación imprescindible para los flujos de trabajo de diseño e implementación de software de gestión*. 2007: Cuba.

GLOSARIO

A:

Artefactos: Son los elementos de entrada y salida de las actividades. Son productos tangibles del proyecto. Las cosas que el proyecto produce o usa para componer el producto final (modelos, documentos, código, ejecutables).

C:

CMMI: Modelo de Capacidad y Madurez.

Consultoría: Puede enfocarse como un servicio profesional o como un método para prestar asesoramiento y ayuda de manera objetiva e independiente sobre una materia.

E:

Experto: Persona que aporta conocimientos o experiencia específica con respecto a una organización, proceso, actividad o materia que se vaya a auditar.

Estándares: Acuerdos documentados que contienen especificaciones técnicas u otros criterios específicos para ser usados como referentes

I:

ISO: Organización Internacional para la Estandarización.

P:

Procedimiento: Es el modo en que se realizan determinadas acciones, siguiendo una serie de pasos lógicos para llegar a un fin.

Proceso: Conjunto de actividades o eventos que se realizan o suceden con un determinado fin.

R:

Requisito: Condición necesaria para que algo se cumpla.

Riesgo (software): Proximidad a un daño o peligro.

S:

Sistema: Conjunto de elementos mutuamente relacionados o que actúan entre sí.

Software: Conjunto de programas y procedimientos necesarios para hacer posible la realización de una tarea específica.

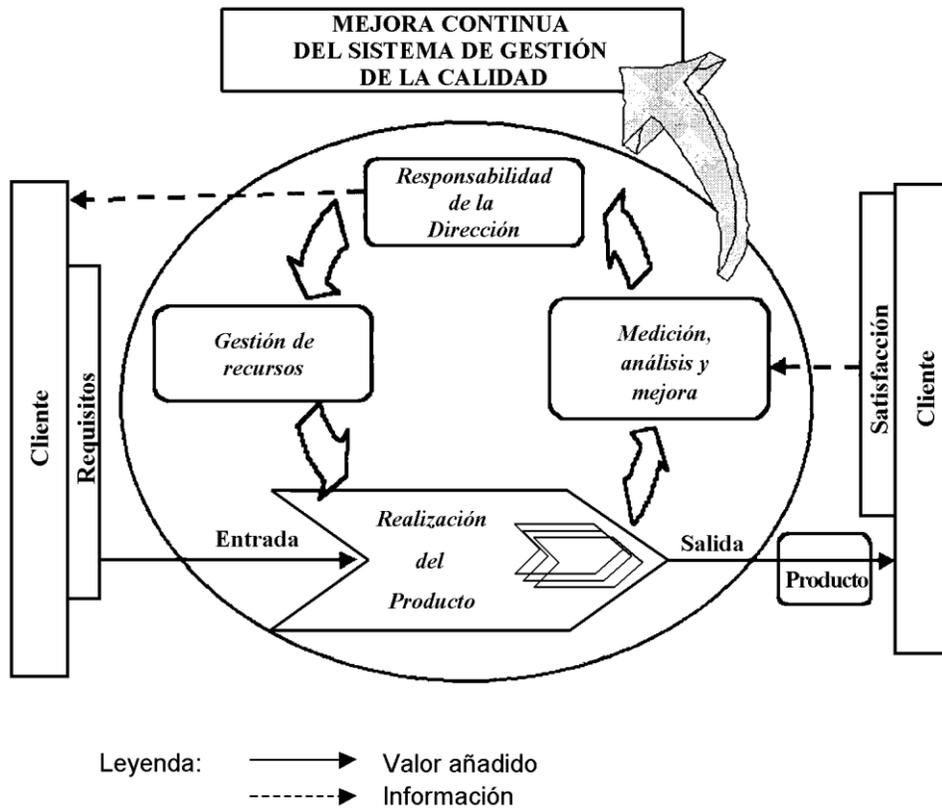
Software de gestión: Software, cuya funcionalidad principal es gestionar y procesar datos, procesos de negocio e información.

V:

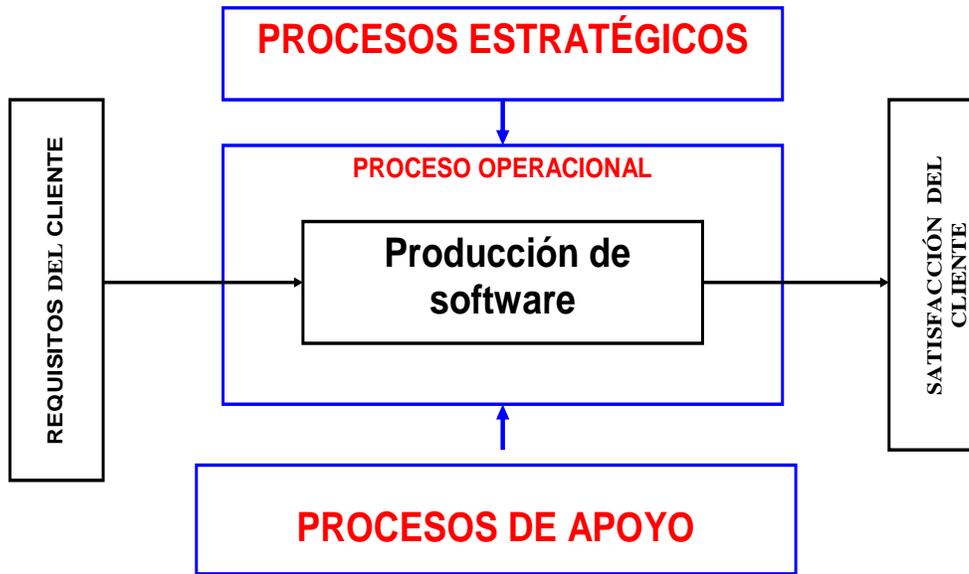
Validación: Confirmación mediante el suministro de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica prevista.

ANEXOS

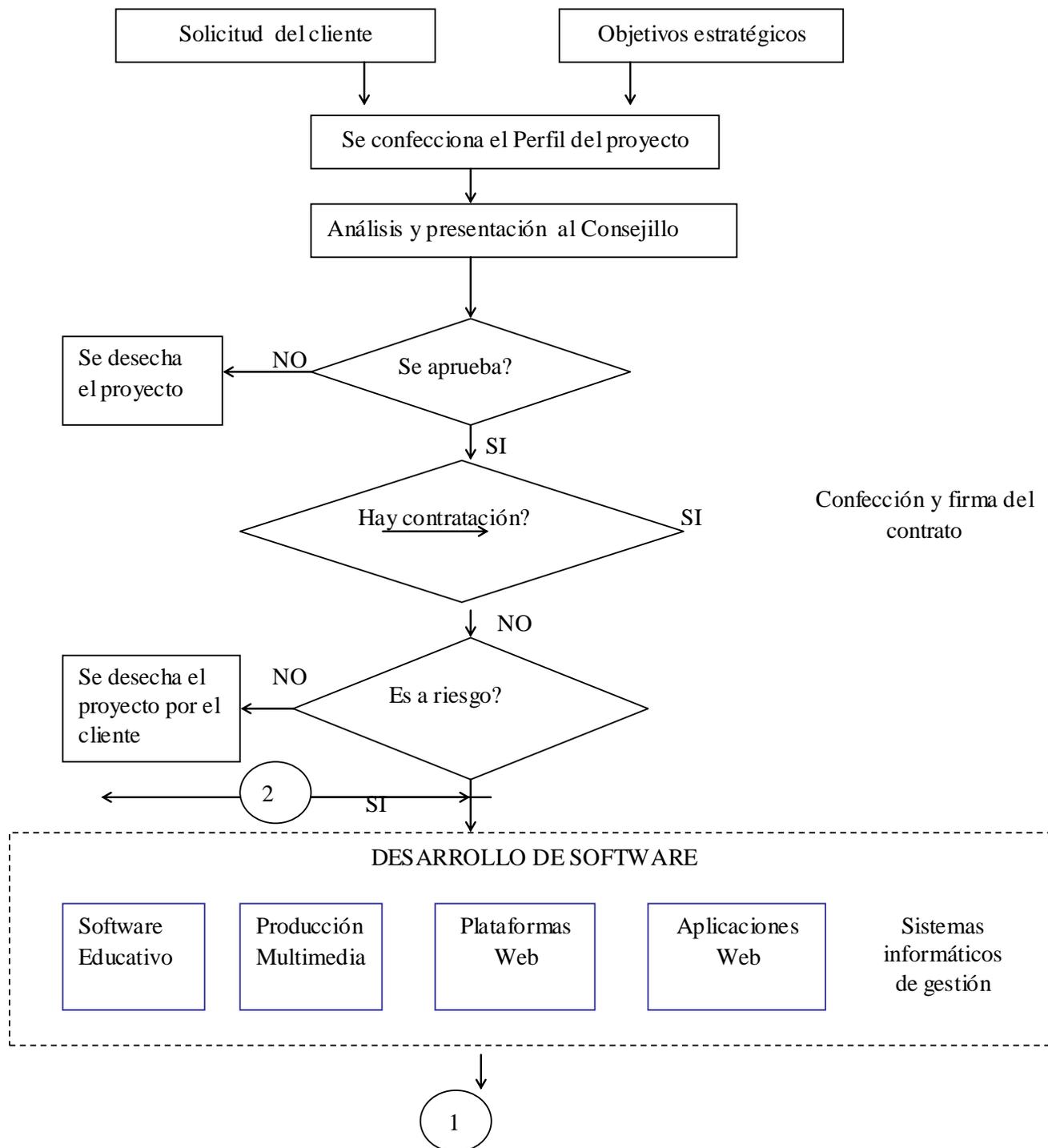
Anexo 1. Modelo del enfoque basado en los procesos según la norma ISO 9001.

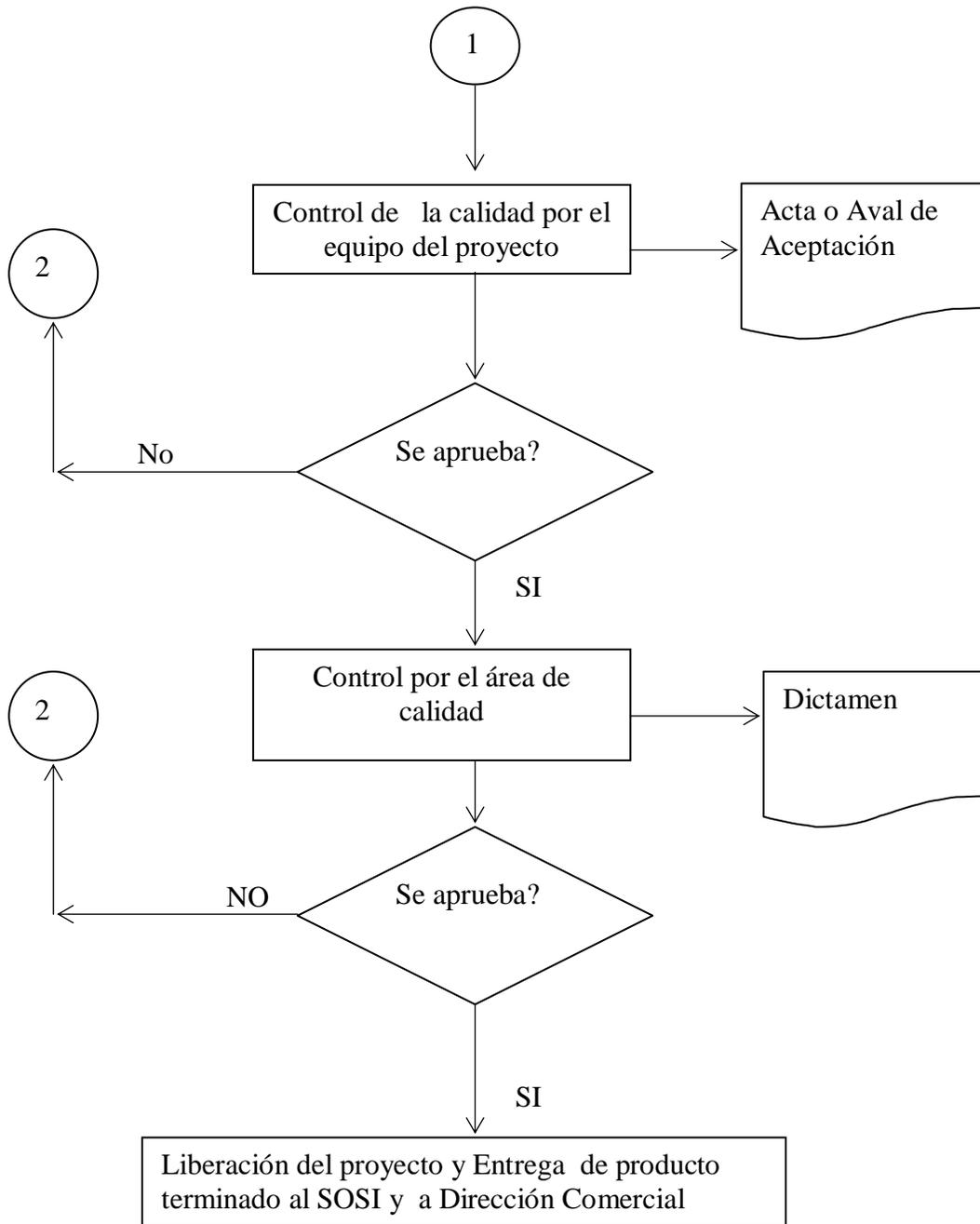


Anexo 2. Mapa de procesos que integran el proceso de producción de software de la empresa CITMATEL .



Anexo 3. Flujoograma del proceso de software de la empresa CITMATEL.





Anexo 4. Solicitud de proyecto.**<Solicitud de Proyecto>****<Fecha 00/00/00>****TABLA DE CONTENIDOS****1. ESTA SECCIÓN LA DEBE LLENAR EL CLIENTE.**

[Datos que deben ser llenados por el cliente.]

1.1 Nombre del proyecto:

[Nombre del proyecto (OPCIONAL).]

1.2 Situación Problémica:

[Es un resumen de los problemas actuales que afectan el funcionamiento de su empresa que lo motivaron a solicitar la creación de un producto especificando claramente los objetivos del proyecto y los resultados que se esperan alcanzar.]

1.3 Recursos del cliente:

[Ideas existentes para garantizar su sostenibilidad (movilización de recursos externos e internos). El cliente debe contar con las condiciones y presupuesto requeridos para llevar a cabo su solicitud. Se establecen los recursos necesarios para la puesta en marcha del proyecto.]

1.4 Datos de las Instituciones:

[Se definen los datos de las instituciones participantes en el Proyecto, dirección de la empresa, organismo al que pertenece, país, teléfono, dirección de e-mail, dirección de correo postal y cualquier otro dato de interés de la empresa.]

1.5 Posibles resultados:

[En dicha solicitud el cliente debe expresar su prioridad y los resultados que espera obtener del producto.]

1.6 Criterio de Calidad:

[El cliente expone claramente al equipo de desarrollo su definición de calidad.]

2. ESTA SECCIÓN LA DEBE LLENAR EL EQUIPO DE DESARROLLO

[Datos que deben ser llenados por el equipo de desarrollo.]

2.1 Clasificación del proyecto:

[El equipo de desarrollo esta encargado de clasificar el proyecto de acuerdo a la problemática que expresa el cliente en su solicitud y según los tipos de proyectos existentes, estos pueden ser de I+D (Innovación + Desarrollo), de Innovación tecnológica, para la ejecución de inversiones, de formación de recursos humanos, de inversiones y de software.]

2.2 Estudio del arte:

[El equipo de desarrollo realiza un estudio del arte referente al tema que se abordara en el proyecto.]

2.3 Estudio de Mercado:

[Caracterización del mercado que utilizará los resultados teniendo en cuenta las características de los posibles clientes y/o usuarios, el nivel que el nuevo producto, logrará en la satisfacción del requerimiento, mercado al que se puede acceder con el mismo. Insumos requeridos para el nuevo producto, proveedores, precios, acceso al mercado proveedor.]

2.4 Alcance del Proyecto:

[Se determina la cantidad de bienes o servicios a producir en la unidad de tiempo, tomando como base a la cantidad técnica, mercado y localización del mismo.]

2.5 Análisis económico y financiero del Proyecto:

[Fondo salarial requerido, existencia de centro de costos para el Proyecto y otros recursos necesarios para la realización del producto.]

2.6 Alternativa de Solución:

[Una vez que exista claridad respecto de la necesidad o requerimiento que se quiere abordar, los desarrolladores pueden identificar y evaluar distintas alternativas de solución. Implica el planteamiento de diferentes escenarios alternos que puedan significar una opción potencial.]

2.7 Datos del líder de proyecto (OPCIONAL):

[Se define nombre y apellidos del Investigador Principal (Jefe) del Proyecto.]

Información del líder de Proyecto

Nombre: _____

Teléfono: _____

Correo electrónico: _____

Formación académica: _____

Dirección Particular: _____

Nombre del contacto de la institución a la que pertenece: _____

2.8 Datos del equipo de desarrollo (OPCIONAL):

[Resumen del currículum de cada uno de los que participan en el proyecto: nombres y apellidos.]

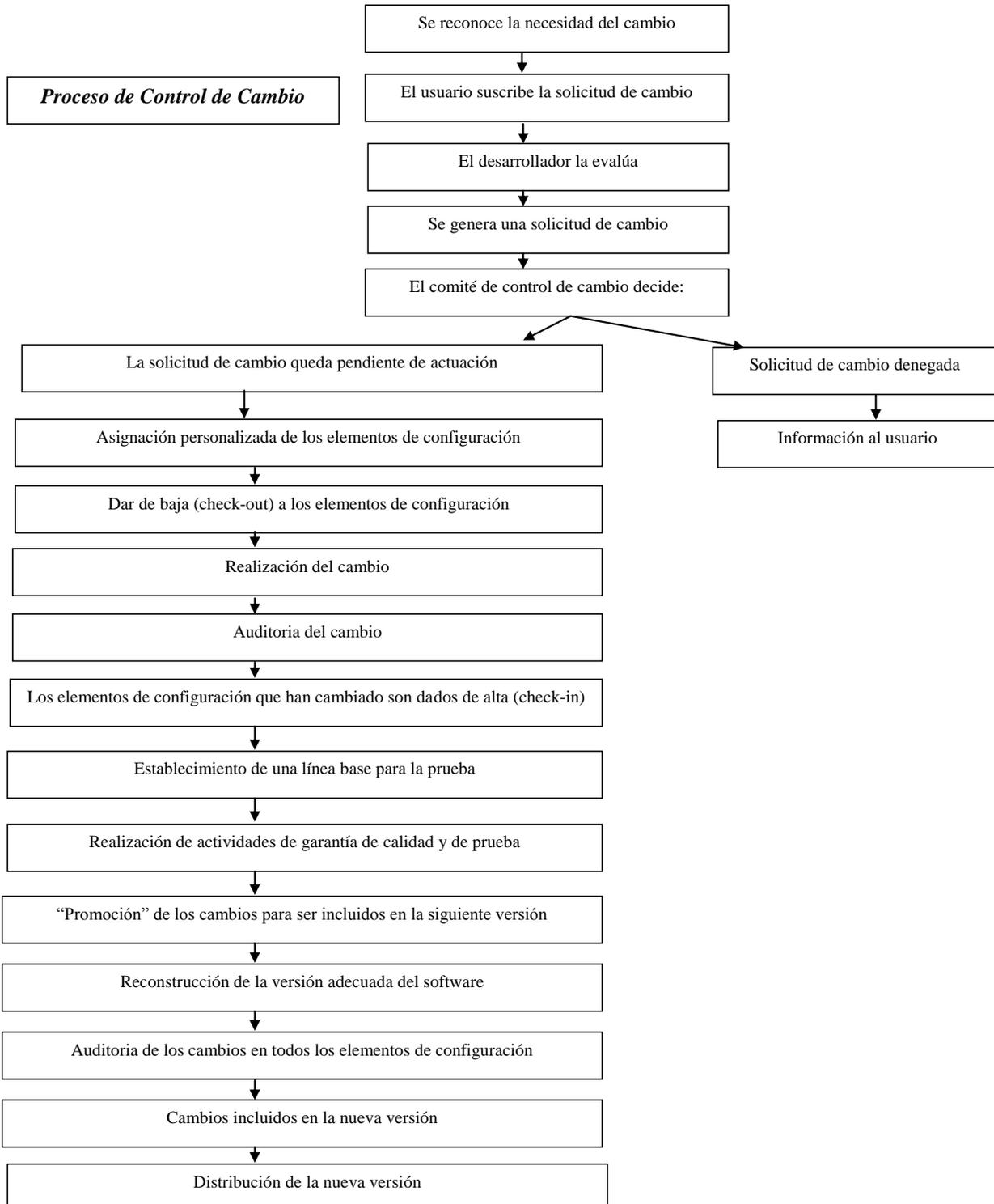
No.	Nombre(s) y Apellidos	Rol	Institución	Contacto
1.				
2.				
3.				
4.				

Rol: *[Responsabilidad que ocupa dentro del proyecto. Ej: líder, programador, coordinador, etc.]*

Institución: *[Institución o empresa a la que pertenece. Ej: CUBARTE, SIS, UCI, etc.]*

Contacto: *[Se refiere a un documento donde se puede encontrar la ficha de la persona y/o institución, los datos fundamentales de la misma como dirección particular, correo electrónico, formación académica (licenciatura/Ingeniería), situación profesional actual u otro dato de interés.]*

Anexo 5. Proceso de Control de Cambios.



Anexo 6. Guía para informar el peso de los criterios.**Modelo No. 1****Guía para informar el peso de los criterios.**

Fecha de recepción _____

Fecha de entrega _____

Experto # _____

El peso total asignado debe ser 100, usted le otorgará un peso a cada criterio de acuerdo a su opinión y el peso total de cada grupo debe sumar:

Grupo No.1..... 25

Grupo No.2..... 20

Grupo no.3..... 25

Grupo No.4..... 30

Grupo No. 1: Criterios de mérito científico

Valor científico de la propuesta.

Peso: _____

Calidad de la investigación.

Peso: _____

Aporte científico.

Peso: _____

Novedad científica.

Peso: _____

Grupo No. 2: Criterios implantación

Satisfacción de las necesidades de los ingenieros de software.

Peso: _____

Necesidad de la propuesta.

Peso: _____

Flexibilidad en el uso de las metodologías existentes.

Peso: _____

Conocimiento de los ingenieros de software de los procesos de producción de software de gestión para aplicar la propuesta.

Peso: _____

Facilidad de entendimiento del problema presentado por el cliente.

Peso: _____

Grupo No.3: Criterios de flexibilidad

Adaptabilidad a proyectos productivos.

Peso: _____

Flexibilidad en la retroalimentación de los procesos de producción.

Peso: _____

Flexibilidad de entendimiento de los procedimientos.

Peso: _____

Grupo No.4: Criterios de impacto

Repercusión en los proyectos productivos.

Peso: _____

Aceptación de la planilla de solicitud de proyecto por los líderes de proyecto.

Peso: _____

Organización en el proceso de producción de software.

Peso: _____

Impacto en el área a la cual está destinada.

Peso: _____

Anexo 7. Guía para la evaluación.**Modelo No. 2****Guía para la evaluación.**

Fecha de recepción _____

Fecha de entrega _____

Experto # _____

Criterios de medida que se evalúan en una escala de 1 – 5.

Grupo No. 1: Criterios de mérito científico

Valor científico de la propuesta.

Peso: _____

Calidad de la investigación.

Peso: _____

Aporte científico.

Peso: _____

Novedad científica.

Peso: _____

Grupo No. 2: Criterios implantación

Satisfacción de las necesidades de los ingenieros de software.

Peso: _____

Necesidad de la propuesta.

Peso: _____

Flexibilidad en el uso de las metodologías existentes.

Peso: _____

Conocimiento de los ingenieros de software de los procesos de producción de software de gestión para aplicar la propuesta.

Peso: _____

Facilidad de entendimiento del problema presentado por el cliente.

Peso: _____

Grupo No.3: Criterios de flexibilidad

Adaptabilidad a proyectos productivos.

Peso: _____

Flexibilidad en la retroalimentación de los proceso de producción.

Peso: _____

Flexibilidad de entendimiento de los procedimientos.

Peso: _____

Grupo No.4: Criterios de impacto

Repercusión en los proyectos productivos.

Peso: _____

Aceptación de la planilla de solicitud de proyecto por los líderes de proyecto.

Peso: _____

Organización en el proceso de producción de software.

Peso: _____

Impacto en el área a la cual está destinada.

Peso: _____

Categoría final del proyecto

___ Excelente: Alta novedad científica, con aplicabilidad y resultados relevantes.

___ Bueno: Novedad científica, resultados destacados.

___ Aceptable: Suficientemente bueno con reservas.

___ Cuestionable: No tiene relevancia científica y los resultados son malos.

___ Malo: No aplicable.

Valoración final

Sugerencias del evaluador para mejorar la calidad del proyecto

Elementos críticos que deben mejorarse.

Anexo 8. Tabla de los valores del peso relativos a cada criterio. (Tabla 3.1)

G	C/E	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E _P
25	C ₁	5	7	5	10	4	8	5	6.285
	C ₂	10	12	10	9	16	7	11	8.571
	C ₃	5	3	6	4	5	4	6	4.714
	C ₄	5	3	4	2	0	6	3	5.428
20	C ₅	4	5	3	4	2	4	4	3.714
	C ₆	7	10	9	6	10	7	9	8.285
	C ₇	2	3	3	4	3	5	2	3.142
	C ₈	3	2	2	3	5	3	4	3.142
	C ₉	4	0	3	3	0	1	1	1.714
25	C ₁₀	9	15	12	9	10	14	10	9.428
	C ₁₁	9	6	8	10	9	7	8	8.000
	C ₁₂	7	4	5	6	6	4	7	7.571
30	C ₁₃	10	12	9	13	10	14	10	9.857
	C ₁₄	5	6	4	3	5	7	6	6.428
	C ₁₅	8	7	9	8	8	4	8	7.428
	C ₁₆	7	5	8	6	7	5	6	6.285
T		100							

Anexo 9. Tabla para el cálculo de Concordancia. (Tabla 3.2)

Expertos/Criterios	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	∑E	E _P	ΔC	ΔC ²
C ₁	5	7	5	10	4	8	5	44	6.285	6	36
C ₂	8	9	10	6	10	7	10	60	8.571	10	100
C ₃	5	3	6	4	5	4	6	33	4.714	17	289
C ₄	7	6	4	5	6	6	4	38	5.428	12	144
C ₅	4	5	3	4	2	4	4	26	3.714	24	576
C ₆	7	10	9	6	10	7	9	58	8.285	8	64
C ₇	2	3	3	4	3	5	2	22	3.142	28	784
C ₈	3	2	2	3	5	3	4	22	3.142	28	784
C ₉	4	0	3	3	0	1	1	12	1.714	38	1444
C ₁₀	9	11	12	9	6	9	10	66	9.428	16	256
C ₁₁	9	6	7	10	9	7	8	56	8.000	6	36
C ₁₂	7	8	6	6	10	9	7	53	7.571	3	9
C ₁₃	10	11	9	9	9	11	10	69	9.857	19	361
C ₁₄	5	7	4	7	6	10	6	45	6.428	5	25
C ₁₅	8	7	9	8	8	4	8	52	7.428	2	4
C ₁₆	7	5	8	6	7	5	6	44	6.285	6	36
DC	100	100	100	100	100	100	100	700	99.992	228	4812
M∑E	50										
W	0.2594										
X ²	27.237										

Anexo 10. Tabla de Distribución Chi Cuadrado

La siguiente tabla es una parte de la tabla de Distribución Chi Cuadrado.

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado,

v = Grados de Libertad

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3863
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,6871	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834	7,8061	7,2832	6,8000	6,3458
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301	10,2189	9,5245	8,9094	8,3505	7,8325	7,3441
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564	10,0060	9,4136	8,8632	8,3428
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807	11,0971	10,4732	9,8922	9,3418
11	31,2635	28,7291	26,7569	24,7250	21,9200	19,6752	17,2750	15,7671	14,6314	13,7007	12,8987	12,1836	11,5298	10,9199	10,3410
12	32,9092	30,3182	28,2997	26,2170	23,3367	21,0261	18,5493	16,9893	15,8120	14,8454	14,0111	13,2661	12,5838	11,9463	11,3403
13	34,5274	31,8830	29,8193	27,6882	24,7356	22,3620	19,8119	18,2020	16,9848	15,9839	15,1187	14,3451	13,6356	12,9717	12,3398
14	36,1239	33,4262	31,3194	29,1412	26,1189	23,6848	21,0641	19,4062	18,1508	17,1169	16,2221	15,4209	14,6853	13,9961	13,3393
15	37,6978	34,9494	32,8015	30,5780	27,4884	24,9958	22,3071	20,6030	19,3107	18,2451	17,3217	16,4940	15,7332	15,0197	14,3389
16	39,2518	36,4555	34,2671	31,9999	28,8453	26,2962	23,5418	21,7931	20,4651	19,3689	18,4179	17,5646	16,7795	16,0425	15,3385
17	40,7911	37,9462	35,7184	33,4087	30,1910	27,5871	24,7690	22,9770	21,6146	20,4887	19,5110	18,6330	17,8244	17,0646	16,3382
18	42,3119	39,4220	37,1564	34,8052	31,5264	28,8693	25,9894	24,1555	22,7595	21,6049	20,6014	19,6993	18,8679	18,0860	17,3379
19	43,8194	40,8847	38,5821	36,1908	32,8523	30,1435	27,2036	25,3289	23,9004	22,7178	21,6891	20,7638	19,9102	19,1069	18,3376
20	45,3142	42,3358	39,9969	37,5663	34,1696	31,4104	28,4120	26,4976	25,0375	23,8277	22,7745	21,8265	20,9514	20,1272	19,3374
21	46,7963	43,7749	41,4009	38,9322	35,4789	32,6706	29,6151	27,6620	26,1711	24,9348	23,8578	22,8876	21,9915	21,1470	20,3372
22	48,2676	45,2041	42,7957	40,2894	36,7807	33,9245	30,8133	28,8224	27,3015	26,0393	24,9390	23,9473	23,0307	22,1663	21,3370
23	49,7276	46,6231	44,1814	41,6383	38,0756	35,1725	32,0069	29,9792	28,4288	27,1413	26,0184	25,0055	24,0689	23,1852	22,3369
24	51,1790	48,0336	45,5584	42,9798	39,3641	36,4150	33,1962	31,1325	29,5533	28,2412	27,0960	26,0625	25,1064	24,2037	23,3367
25	52,6187	49,4351	46,9280	44,3140	40,6465	37,6525	34,3816	32,2825	30,6752	29,3388	28,1719	27,1183	26,1430	25,2218	24,3366
26	54,0511	50,8291	48,2898	45,6416	41,9231	38,8851	35,5632	33,4295	31,7946	30,4346	29,2463	28,1730	27,1789	26,2395	25,3365
27	55,4751	52,2152	49,6450	46,9628	43,1945	40,1133	36,7412	34,5736	32,9117	31,5284	30,3193	29,2266	28,2141	27,2569	26,3363
28	56,8918	53,5939	50,9936	48,2782	44,4608	41,3372	37,9159	35,7150	34,0266	32,6205	31,3909	30,2791	29,2486	28,2740	27,3362
29	58,3006	54,9662	52,3355	49,5878	45,7223	42,5569	39,0875	36,8538	35,1394	33,7109	32,4612	31,3308	30,2825	29,2908	28,3361

Anexo 11. Tablas para la calificación de cada criterio. (Tabla 3.3)

Criterios	Clasificación (c)					P	P x c
	1	2	3	4	5		
C1				x		0.06285	0.2514
C2		x				0.08571	0.17142
C3			x			0.04714	0.14142
C4				x		0.05428	0.21712
C5					x	0.03714	0.1857
C6				x		0.08285	0.3314
C7			x			0.03142	0.09426
C8				x		0.03142	0.12568
C9				x		0.01714	0.06856
C10					x	0.09428	0.4714
C11		x				0.08	0.16
C12			x			0.07571	0.22713
C13				x		0.09857	0.39428
C14					x	0.06428	0.3214
C15			x			0.07428	0.22284
C16				x		0.06285	0.2514
Total							3.63541
IA	0.727082						