



**MARCO DE ENTRENAMIENTO EN PROCESOS DE DESARROLLO DE  
SOFTWARE PARA DESARROLLADORES**

**TRABAJO DE GRADO**

**Marcela Carmona  
Enna Catalina Gómez**

**Asesor  
Hugo Arboleda, PhD  
Andrés Felipe Paz, MSc**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN GESTIÓN INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES  
SANTIAGO DE CALI  
2014**

**MARCO DE ENTRENAMIENTO EN PROCESOS DE DESARROLLO DE  
SOFTWARE PARA DESARROLLADORES**

**Marcela Carmona  
Enna Catalina Gómez**

**Trabajo de grado para optar al título de  
Magíster en Gestión de Informática y Telecomunicaciones con Énfasis  
En Ingeniería de Software**

**Asesor  
Hugo Arboleda, PhD  
Andrés Felipe Paz, MSc**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN GESTIÓN INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES  
SANTIAGO DE CALI  
2014**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Santiago de Cali, Julio 8 de 2014.

## CONTENIDO

	pág.
<b>RESUMEN</b>	<b>8</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>
1.1 <i>CONTEXTO DE TRABAJO</i>	9
1.2 <i>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</i>	10
1.3 <i>OBJETIVOS</i>	11
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	11
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	11
1.4 <i>RESUMEN DEL MODELO PROPUESTO</i>	11
1.5 <i>RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS</i>	16
1.6 <i>ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO</i>	17
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>19</b>
2.1 <i>Ciclos de Vida de Desarrollo</i>	19
2.2 <i>Referente de calidad</i>	20
2.2.1 <i>ISO (Organización Internacional de Normalización)</i>	20
2.2.2 <i>CMMI for Development, versión 1.3 [16]</i>	21
2.2.3 <i>IEEE 1074 [17]</i>	26
2.2.4 <i>Lenguaje de modelado unificado (UML) [19]</i>	27
2.3 <i>Los 6 principios de calidad de software[9]</i>	28
<b>3. MODELO PROPUESTO</b>	<b>29</b>
3.1 <i>Selección de modelos referentes de calidad y procesos</i>	29
3.2 <i>Definición y caracterización de los procesos que conforman el marco de entrenamiento en procesos de desarrollo de software</i>	30
3.3 <i>Ejecución ejercicio práctico: Online Store Retailer</i>	45
<b>4. VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA</b>	<b>46</b>
<b>5. RESULTADOS OBTENIDOS</b>	<b>49</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y FUTURO TRABAJO</b>	<b>55</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>57</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>61</b>

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Caracterización Procesos Pre-análisis .....	38
Tabla 2. Levantar información de solicitudes de usuario.....	39
Tabla 3. Analizar y documentar los requerimientosde usuario.....	40
Tabla 4. Realizar mockups para validación con el cliente .....	41
Tabla 5. Validar mockups con el cliente .....	41
Tabla 6. Elaborar Project chárter de alto nivel.....	42
Tabla 7. Descripción de los Roles .....	43
Tabla 8. Descripción de Productos .....	43
Tabla 9. Descripción de Artefactos .....	44
Tabla 10. Resultados de la validaciónde la propuesta .....	52
Tabla 11. Resumen de resultados de la validación de la propuesta .....	53

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Conjunto de Procesos .....	12
Figura 2. Grupos de Procesos IEEE 1074.....	27
Figura 3. Proceso de Pre Análisis dentro del conjunto de procesos del marco de entrenamiento.....	36
Figura 4. Actividades del proceso de Pre Análisis.....	37

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Proceso Pre Análisis.....	61
Anexo 2. Proceso Análisis de Requerimientos .....	61
Anexo 3. Proceso Diseño.....	61
Anexo 4. Proceso Desarrollo .....	61
Anexo 5. Proceso Pruebas .....	61
Anexo 6. Proceso Administración de Requerimientos.....	61
Anexo 7. Proceso Gestión de Configuración .....	61
Anexo 8. Proceso Medición y Análisis .....	61
Anexo 9. Proceso Aseguramiento de Calidad .....	61
Anexo 10. Proceso Seguimiento y Control .....	61
Anexo 11. Desarrollo Ejercicio Práctico.....	61
Anexo 12. Validación de la propuesta .....	61

## RESUMEN

El desarrollo de software es un sector de ha venido teniendo un alto crecimiento a nivel mundial, haciendo que las empresas vean la necesidad de contar con personal humano que apoye sus procesos y que brinden una ventaja competitiva. Por lo que se ve la necesidad de centrarse desde la academia en brindar los conocimientos necesarios.

En la actualidad, las instituciones académicas están orientadas a brindar conocimientos técnicos y tecnológicos, y muy poco hacia temas como aseguramiento de la calidad en los procesos de software, procesos transversales y herramientas de soporte.

Por lo que se define en este trabajo un marco de entrenamiento que se enmarca en el contexto de procesos de software, aportando una herramienta que permite guiar la incorporación de conocimiento de procesos y buenas prácticas de desarrollo de software en el ejercicio que llevan a cabo diariamente desarrolladores sin capacitación formal en dicho tema.

El marco de entrenamiento propone un conjunto de herramientas de soporte para administrar procesos, que está orientado a la práctica, para desarrollar productos en periodos de tiempo cortos, de mediana escala y participando en equipos de trabajo.



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 CONTEXTO DE TRABAJO

Durante los últimos años el sector del software se ha consolidado como una industria global de gran interés para todos los continentes, ya que ha venido incrementando su demanda e inversión. En Colombia la inversión a 2012 fue de US\$16.000 millones, de un total US\$302.000 millones en América Latina y el Caribe, y de US\$3,7 billones en gasto global en el mismo sector; de acuerdo al estudio de BSA, The software Alliance[2].

Entre los factores que determinan la estructura de mercado de un país para ser competitivo están: que se debe de contar con infraestructura de tecnologías de información (TI), disponibilidad de mano de obra calificada, acceso a capital de riesgo y financiación para proyectos innovadores[3][1]. Dados los factores anteriores, Colombia ha planteado diferentes estrategias que permitan incrementar la capacidad del país, y que ayuden a acelerar el crecimiento económico, como es el caso de Vive Digital, FITI (Fortalecimiento de la Industria de Tecnologías de la Información), además de convenios entre el Ministerio TIC y Colciencias, entre otros.

Si se profundiza en la estrategia de FITI, se evidencia que se enfoca en 8 líneas de acción: Visión Estratégica del Sector, I+D+I, Talento humano, Normatividad, Asociatividad, Emprendimiento y fortalecimiento empresarial, Calidad, Infraestructura. La dimensión de Calidad promueve la adopción de modelos de calidad, Talento Humano articula esfuerzos con la academia y el sector empresarial, para el diseño e implementación de programas de formación ajustados a las necesidades de la industria TI.

Al enfocarse en las dos anteriores dimensiones, se debe evaluar cómo se encuentran las instituciones académicas de formación técnica, tecnológica y universitaria en cuanto a temas de formación ajustados al mercado. De acuerdo a la metodologías de pedagogía actuales, se evidencia que la estructura de formación está orientada a la realización de un producto software, el cual debe de ser desarrollado en un periodo de tiempo corto y participando en equipos de trabajo. Pero dada la premura de los tiempos estipulados y la duración de la curva de aprendizaje, hace que las instituciones académicas centren sus esfuerzos en la enseñanza de conocimientos técnicos y tecnológicos, dejando muy poco espacio o en algún caso ninguno para otros temas. Lo anterior, se puede extraer al analizar los planes de estudio académicos y los perfiles profesionales de diferentes instituciones de la región[12] [13] [14] [15]. También se evidencia la presencia de una, a lo sumo dos materias de ingeniería de software, que brindan un conocimiento limitado en temas de aseguramiento de la calidad en los

procesos de software, procesos transversales y herramientas de soporte y su respectiva administración.

El tema de aseguramiento de calidad es de gran importancia debido a que la calidad de cualquier producto no puede ser asegurada simplemente inspeccionando el producto por sí mismo o desarrollando controles de calidad estadísticos, ya que *"existe una relación directa entre calidad del proceso y la calidad del producto obtenido y como resultado una organización no puede garantizar la entrega de productos de calidad centrandó sus programas de calidad únicamente en el producto"*<sup>1</sup>, además, y de acuerdo al principio 4 de calidad de software creado por Watts Humphrey: *"La calidad de un producto la determina el proceso usado para desarrollarlo"*[9]. Siendo un principio que ha sido probado por la industria en la práctica a través de la adopción de modelos como CMMI, PSP, TSP, Procesos Prescriptivos y Procesos Agiles entre otros.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad existen diferentes propuestas de procesos, metodologías y en general, marcos de referencia para la adopción de procesos de ingeniería de software en la industria [[16] **SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE - SEI. CMMI for Development, Version 1.3.** [17] **SOFTWARE ENGINEERING STANDARDS COMMITTEE OF THE IEEE COMPUTER SOCIETY. IEEE Standard for Developing Software Life Cycle Processes, 1074. pp - 96. 1998.**[18] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARIZATION, INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. Technical Report ISO/EIC TR 29110-5-1-2, Software engineering — Lifecycle profiles for Very Small Entities (VSEs) — Part 5-1-2: Management and engineering guide: Generic profile group: Basic profile. 54 p. 2011.. También existen propuestas para apoyar el proceso de aprendizaje de estudiantes de ingeniería, en particular de ingeniería de software [25] [26] [27]. Algunas de estas propuestas prestan especial atención a procesos de soporte como lo son la planeación de proyectos o gestión de la configuración del producto de software [27]. No obstante, los autores de este trabajo no han encontrado evidencia verificable de la existencia de un marco de entrenamiento que soporte el proceso de aprendizaje de interesados en procesos de software, y considere las siguientes características:

- Que se base en ciclos de desarrollo completos con tiempo limitado para la ejecución, que defina las actividades que se deben realizar en los procesos de ingeniería y en los de soporte, definiendo los flujos de información, los

---

<sup>1</sup> Humphrey W; Acquiring Quality Software; Crosstalk, The Journal of Defense Software Engineering, Vol 18 No. 12; page 21-25; December 2005

artefactos a utilizar en cada actividad, los productos resultados de los procesos, con formatos, guías e instructivos, que guíen la ejecución de los procesos definidos.

- Que proponga un conjunto concreto de herramientas de soporte que administren la ejecución de los procesos.
- Que tenga una orientación práctica, que considere la parte teórica pero que, basándose en ejemplos prácticos y repetibles, permita evidenciar la aplicabilidad de los procesos y buenas prácticas propuestas.
- Que considere el trabajo en equipo como el mecanismo base para el desarrollo de productos de software de mediana escala, en periodo de tiempos cortos.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Definir un marco de entrenamiento en procesos de software para desarrolladores con poco conocimiento en procesos de desarrollo de software

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Definir y caracterizar un conjunto de procesos que serán la base para el marco de entrenamiento en procesos de desarrollo de software.
2. Desarrollar un ejercicio práctico siguiendo el marco de entrenamiento definido, dejando evidencia de los procesos ejecutados y los artefactos desarrollados.
3. Validar la aplicabilidad del marco de entrenamiento en procesos de desarrollo de software haciendo uso de una estrategia que evidencie resultados cualitativos.

### **1.4 RESUMEN DEL MODELO PROPUESTO**

Este trabajo de grado se enmarca en el contexto de procesos de desarrollo de software; en particular aporta una herramienta que permite incorporar conocimientos de procesos y buenas prácticas de desarrollo de software en el ejercicio que llevan a cabo diariamente desarrolladores sin capacitación formal en dicho tema.

Se elaboró un marco de entrenamiento en procesos de desarrollo de software, que está dirigido a un perfil particular de desarrolladores y que incluye un conjunto de procesos (Figura 1) que se enmarcan en las actividades núcleo de un proceso de

desarrollo. Es desarrollado teniendo una orientación práctica que permite mediante un ejemplo práctico la incorporación de buenas prácticas.

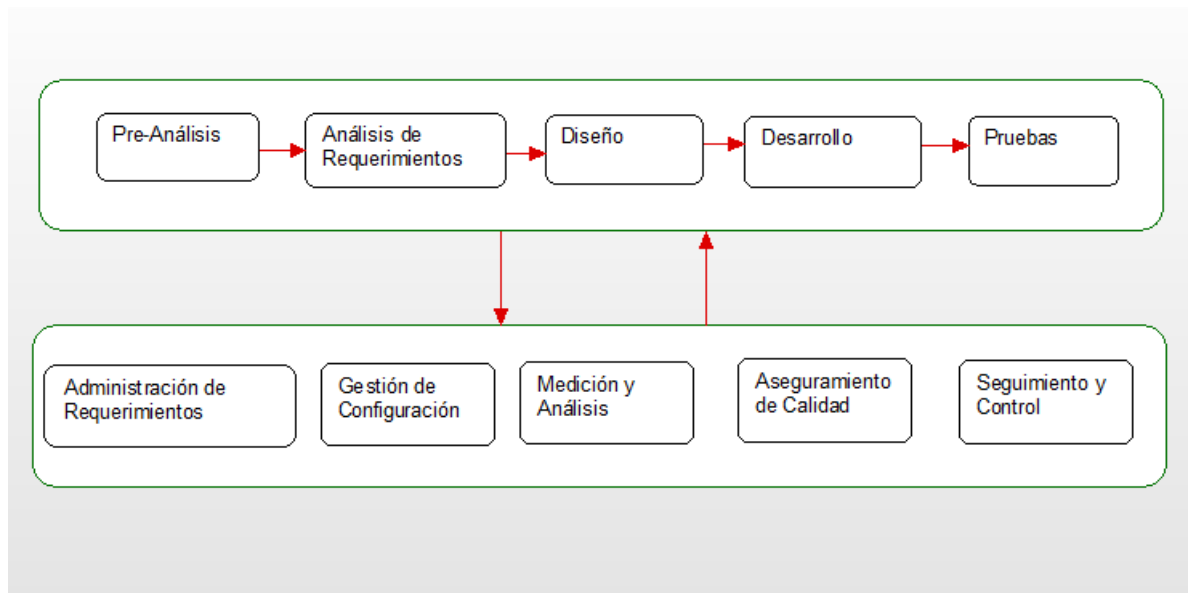


Figura 1. Conjunto de Procesos

El perfil de los desarrolladores a los que se dirige este trabajo, son estudiantes de carreras técnicas, tecnológicas y de ingeniería, en sus 2 primeros años de carrera, con poco conocimiento en procesos de software, los cuales deben desarrollar productos de software en períodos de tiempo cortos, de mediana escala y participar en equipos de trabajo.

El proceso de desarrollo de software propuesto está basado en el ciclo de vida Incremental [10] **Ph.D. PRESSMAN, Roger S. Ingeniería del Software, Un enfoque práctico. 6th Edition ed2005. 958 p**, ya que combina elementos del modelo en cascada [10] **Ph.D. PRESSMAN, Roger S. Ingeniería del Software, Un enfoque práctico. 6th Edition ed2005. 958 p** aplicado en forma iterativa y aplica secuencias lineales de manera escalonada conforme avanza el tiempo. Además, se basa en el comportamiento del modelo espiral [10] **Ph.D. PRESSMAN, Roger S. Ingeniería del Software, Un enfoque práctico. 6th Edition ed2005. 958 p**, el cual realiza el análisis de los riesgos al final de cada iteración de desarrollo, y con base en el resultado de este análisis se realiza el plan de cada incremento. Este proceso se repite después de la entrega de cada incremento (iteraciones de desarrollo) hasta que se elabore el producto completo.

Para la definición de los procesos se tomaron las mejores prácticas del modelo CMMI Dev versión 3, que definen el orden y coordinación de las tareas o actividades involucradas. De UML, se seleccionaron diagramas que tuvieran

relación entre los elementos de los procesos. Y con base en el modelo IEEE 1074, se definió el proceso de pre-análisis que define las tareas que buscan explorar conceptos y definir los requisitos del sistema antes de empezar el desarrollo de software [17], orientando y garantizando la correcta ejecución de las actividades, para obtener la información suficiente para la ejecución de las fases posteriores del proyecto.

Los modelos base son robustos y contienen todos los elementos para ser utilizados en proyectos de gran tamaño y complejidad, pero los elementos seleccionados fueron adaptados a la necesidad de definir un proceso liviano, teniendo en cuenta que se requiere para proyectos de desarrollo de software en los que se cuenta con poco tiempo para su ejecución, pero asegurándonos que se incluyen los elementos mínimos necesarios para ejecutar los procesos de manera eficiente dentro de los proyectos.

Como resultado el proceso general contempla los siguientes procesos del ciclo de vida de desarrollo del software:

- Pre Análisis (PA)  
El proceso de pre – análisis define los lineamientos y pautas para levantar, analizar y documentar las solicitudes de usuario y realizar los documentos suficientes para definir y validar con el cliente el alcance del proyecto.
- Análisis de requerimientos (RA)  
El proceso de análisis de requerimientos refina, modela, especifica y verifica las solicitudes de usuario, y con ello genera documentos base para la ejecución de los procesos siguientes.
- Diseño (DS)  
El proceso de diseño define los componentes de software que deben ser implementados para satisfacer las necesidades de los usuarios.
- Desarrollo (ST)  
El proceso de desarrollo proporciona los lineamientos para la adecuada generación del código y las verificaciones necesarias para minimizar los errores técnicos inherentes a los procesos de desarrollo de software.
- Pruebas (PS)  
El proceso de Pruebas define los lineamientos para garantizar que el producto final cumpla con los requerimientos establecidos por el cliente.

A su vez se definieron los procesos que se ejecutan transversalmente a los procesos del ciclo de vida de desarrollo del software:

- **Administración de requerimientos (AR)**  
El proceso de administración de requerimientos define los lineamientos y pautas para administrar los requerimientos de un sistema de forma simple y consistente, para garantizar mantener la trazabilidad y controlar los cambios de los mismos durante la ejecución del ciclo de vida de desarrollo del software.
- **Gestión de configuración (GC)**  
El proceso de gestión de configuración brinda los lineamientos y pautas para administrar la configuración del proyecto de forma simple, de tal manera que se conserve la integridad en los productos de trabajo durante la ejecución del proyecto.
- **Medición y análisis (MA)**  
El proceso de medición y análisis define los indicadores de medición que se implementarán en los proyectos de desarrollo de software, los cuales permitirán medir el grado de adaptación del proyecto a los procesos definidos para su ejecución y tomar las acciones correctivas necesarias para minimizar los errores y garantizar la calidad del producto final.
- **Aseguramiento de calidad (AC)**  
El proceso de aseguramiento de calidad define los lineamientos para garantizar que los procesos y los productos de trabajo, se realicen según los estándares definidos, contribuyendo a la correcta ejecución del proyecto.
- **Seguimiento y control (SC)**  
El proceso de seguimiento y control especifica los mecanismos de seguimiento con los cuales se controlarán las actividades del proyecto, para garantizar su ejecución dentro del alcance, tiempo y costo definidos.

Se definió como estructura base para la especificación de los procesos, los paquetes de puesta en Operación (PPO) del estándar ISO/IEC 29110[18] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. Technical Report ISO/EIC TR 29110-5-1-2, Software engineering — Lifecycle profiles for Very Small Entities (VSEs) — Part 5-1-2: Management and engineering guide: Generic profile group: Basic profile. 54 p. 2011., los cuales definen un conjunto de artefactos livianos desarrollados para facilitar la implementación de un conjunto de prácticas en una pequeña organización.

Los elementos seleccionados para la especificación de los procesos, que definen la organización de los mismos son:

- Diagrama de Actividades: muestra el flujo de información entre las actividades de los procesos, incluyendo los productos de trabajo generados durante la ejecución y su relación con los demás procesos.
- Caracterización: muestra las actividades del proceso, especificando el proveedor de cada actividad, su entrada, su salida y el cliente que utiliza la salida generada. Dentro de los procesos los proveedores y clientes pueden ser actividades del proceso o los demás procesos del sistema.
- Actividades: describe los objetivos, justificación, roles, artefactos, pasos y descripción de los pasos de cada actividad.
- Productos: son los productos de trabajo generados durante la ejecución de los procesos, los cuales son requeridos por otros procesos para su ejecución.
- Artefactos: son productos generados durante la ejecución de los procesos, pero no son requeridos por los otros procesos.
- Formatos, guías, instructivos: elementos creados para guiar la ejecución de los procesos.
- Herramientas de soporte: elementos definidos para soportar la ejecución de los procesos.

El marco de entrenamiento se enfocó en permitir que todas las actividades que se plantean en los procesos del ciclo de vida del desarrollo, puedan ser realizadas por cualquier integrante del equipo del proyecto, sin la necesidad de que cada integrante tenga un rol específico, a pesar de este enfoque se definieron los roles que participan en la ejecución de los proyectos de desarrollo de software y sus respectivas competencias, con la finalidad de mostrar al estudiante la existencia de los mismos:

- Líder del proyecto (LP)  
Persona proactiva y organizada, con capacidad para liderar y motivar a los miembros del equipo del proyecto, con buenas relaciones y habilidades de comunicación.
- Analista de Requerimientos (AREQ)  
El analista de requerimientos debe tener excelente capacidad de abstracción y análisis de información y capacidad para detectar las necesidades de los usuarios e interpretarlas en lenguaje funcional. Buena comunicación oral y escrita.
- Arquitecto de software (AS)  
Capacidad de abstracción, análisis y diseño de sistemas de información, alto conocimientos técnico en desarrollo y buena comunicación oral y escrita.

- **Desarrollador (DES)**  
Capacidad para definir y crear código en la tecnología del proyecto, además de explorar distintos ambiente en el que el sistema puede ser desarrollado, buena comunicación oral y escrita y excelente relación con otros miembros del equipo de trabajo.
- **Ingeniero de Pruebas (IP)**  
Capacidad de comprensión y análisis de información, destreza para evaluar sistemas de información, buena comunicación oral y escrita.
- **Administrador del Sistema de gestión de configuración (AGC)**  
Conocimiento y experiencia para velar por la integridad y mantenibilidad del sistema completo y seguir los procedimientos definidos para el control de la configuración, capacidad de aplicar las políticas de configuración definidas y de realizar las auditorias de configuración.
- **Cliente (CL)**  
El cliente debe tener autoridad para aprobar los requerimientos y sus cambios. Conocimiento de los procesos de la empresa, experiencia en el dominio de aplicación y habilidad para explicar los requerimientos.

La definición de las herramientas de soporte que intervienen en la ejecución de las actividades de los procesos, se realizó teniendo en cuenta su usabilidad, además se elaboraron instructivos para su utilización:

- IBM Rational Modeler, Herramienta de diseño se software basada en UML
- DBDesignerFork, Herramienta de diseño de modelos de bases de datos
- Balsamiq Mockup, Herramienta de diseño rápido de maquetas
- Subversion (SVN), Herramienta de control de configuración

## **1.5 RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS**

Al realizar este trabajo se obtuvieron los siguientes resultados:

- Marco de entrenamiento en procesos de software para desarrolladores con poco conocimiento en procesos de desarrollo de software, para guiar la incorporación de buenas prácticas de procesos en su ejercicio diario.



- Ejercicio práctico: Proyecto Online Retail Store. La ejecución del proyecto estuvo guiada por la herramienta construida.

Como resultado complementario, se construyó por medio de un administrador de contenidos, un sitio para guiar el desarrollo de un proyecto de software, enmarcado en los procesos definidos.[20] CARMONA, M y GÓMEZ, C. Sitio de procesos de desarrollo de software. Universidad Icesi. Disponible en Internet:

- <[https://www.icesi.edu.co/i2t/driso/projects/proceso\\_desarrollo\\_sw/](https://www.icesi.edu.co/i2t/driso/projects/proceso_desarrollo_sw/)

## 1.6 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO

El documento se encuentra dividido en 6 capítulos que se describen a continuación:

### Capítulo 1: Introducción

Este capítulo describe el contexto del trabajo, planteamiento del problema, objetivos y el resumen del modelo propuesto y de los resultados obtenidos.

### Capítulo 2: Marco Teórico

Este capítulo describe el marco teórico del trabajo, definiendo los aspectos teóricos más importantes para soportar el trabajo realizado.

### Capítulo 3: Modelo Propuesto

Este capítulo presenta la propuesta planteada para la de solución del problema definido, se divide en tres secciones:

Sección 1: Selección de modelos referentes de calidad y procesos: describe los criterios que se tuvieron en cuenta para seleccionar los modelos de referencia para la construcción del marco de entrenamiento. Además se nombran las prácticas que fueron el punto de partida para la definición y especificación de los procesos que conforman el marco de entrenamiento.

Sección 2: Definición y caracterización de los procesos que conforman el marco marco de entrenamiento en procesos de desarrollo de software: describe los los componentes del marco de entrenamiento, detallando el perfil de desarrolladores para los cuales está dirigido y la caracterización del proceso de de Pre Análisis. El conjunto de procesos completo del marco de entrenamiento se entrenamiento se presentan como anexos y están disponibles en el sitio de procesos de desarrollo de software[20] CARMONA, M y GÓMEZ, C. Sitio de procesos de desarrollo de software. Universidad Icesi. Disponible en Internet:

<[https://www.icesi.edu.co/i2t/driso/projects/proceso\\_desarrollo\\_sw/](https://www.icesi.edu.co/i2t/driso/projects/proceso_desarrollo_sw/)

Sección 3: Ejecución de ejercicio práctico: Online Store Retailer: muestra la ejecución de un ejercicio práctico, el cual se realizó guiado por la herramienta construida. Se realizó una instancia de cada proceso dentro del ejercicio.

### Capítulo 4: Validación de la propuesta

Este capítulo presenta la estrategia utilizada para la validación de la propuesta y el instrumento definido para la misma.

#### Capítulo 5: Resultados obtenidos

Este capítulo muestra los resultados obtenidos con la elaboración del trabajo.

#### Capítulo 6: Conclusiones y trabajo futuro

Este capítulo presenta las conclusiones del trabajo y el trabajo futuro identificado durante la realización del presente trabajo.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Ciclos de Vida de Desarrollo

Un ciclo de vida es una estructura que se escoge para ser aplicada al desarrollo de un producto, que define un conjunto de actividades para que sean adoptadas dentro de un proceso de software, define además las acciones, tareas de deben realizarse para alcanzar un objetivo [10].

Para el desarrollo de marco de entrenamiento se tomaron como referencia los modelos de ciclo de vida prescriptivos. Entre los se encuentran: modelo en Cascada, Incremental y Espiral.

El modelo en cascada, es un modelo secuencial que inicia con la especificación de los requerimientos del cliente, luego con la planeación, modelado, construcción y el despliegue. Este modelo se caracteriza por conducir a estados de bloque los cuales se deben finalizar para continuar el siguiente estado de bloque. Entre las ventajas que se identifican es que es un modelo que está orientado a documentos, que es conocido y que promueve una metodología de trabajo efectiva. Entre los problemas que se encuentra es que no es común que los proyectos que sigan un flujo secuencial, además que si se identifica una no conformidad esta conduce al rediseño y a una nueva programación, afectando los costos y el tiempo de desarrollo [10] [21].

El modelo incremental une elementos de cascada y los aplica de manera iterativa, proporcionando un conjunto limitado de funcionalidad que se puede validar con el usuario a través de incrementos de software. El modelo incremental puede incorporar el paradigma de construcción de prototipos. Al utilizar el modelo, el primer incremento se concentra en la definición de los requisitos básicos que queda para el cliente y puede ser sujeto a una evaluación. Los resultados de la evaluación sirven para elaborar un plan que es utilizado para el incremento siguiente, puede incluir modificaciones del producto, características y funcionalidades adicionales; y puede repetirse en cada entrega de incremento hasta que se elabore el producto completo [22].

El modelo en espiral es un modelo integra el proceso iterativo de la construcción de prototipos como un elemento enfocado a reducir riesgos. Además contiene características del modelo en cascada y proporciona un material para el desarrollo rápido de versiones incrementales. Este modelo tiene en cuenta los riesgos técnicos que se puedan generar en todas las etapas del proyecto, tratando de reducirlos antes de se vuelvan problemáticos [23][10].

## 2.2 Referente de calidad

En la actualidad cada vez las empresas y/o desarrolladores dan mayor importancia a poder satisfacer a sus clientes, teniendo en consideración que hay mayor competitividad en el desarrollo del software, por lo que surge una búsqueda de opciones del cómo poder desarrollar software de calidad, para lo cual fueron desarrollados los estándares de calidad que son: *"Un conjunto de criterios o parámetros que se da a un producto con la intención de determinar si es de calidad o seguro para los consumidores, se les puede conocer también como descriptores o características que al cumplirlos o poseerlos se convierten en logros que demuestran que son confiables, buenos y de mejor valor que otro de su misma clase."*[11]

### 2.2.1 ISO (Organización Internacional de Normalización)

Entre los estándares aplicados al desarrollo de software se encuentran los estándares ISO (Organización Internacional de Normalización), los cuales ofrecen un conjunto de herramientas que facilitan a las empresas la definición de sus procesos.

La definición de la estructura de documentación de los procesos del marco de entrenamiento se basó en los paquetes de implementación que han sido aplicados a estándares como ISO / IEC 29110. Estos paquetes fueron creados teniendo en cuenta que la redacción debe de ser fácil entendimiento.

Todo paquete de implementación define las tareas que hay que realizar y para cada una se describe: el objetivo, justificación, rol, artefactos producidos, los pasos que la componen con su descripción detallada.

El contenido de un paquete de implementación (ISO / IEC TR 29110-5) es [18]:

1. Technical Description
  - Purpose of this document
  - Why this Topic is important?
2. Definitions
3. Relationships with ISO/IEC 29110
4. Overview of Processes, Activities, Tasks, Roles and Products
5. Description of Processes, Activities, Tasks, Steps, Roles and Products
  - Role Description
  - Product Description
  - Artefact Description
6. Template(s)

7. Example(s)
8. Checklist(s)
9. Tool(s)
10. References to Other Standards and Models (e.g. ISO 9001, ISO/IEC 12207, CMMI)
11. References
12. Evaluation Form

## **2.2.2 CMMI for Development, versión 1.3 [16] SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE - SEI. CMMI for Development, Version 1.3.**

CMMI es una evolución de CMM para software (software Capability Maturity Model). Permite aproximarse a la mejora continua y evaluaciones de software utilizando dos representaciones, la representación escalonada (por etapas) y la representación continua. Cada una de las representaciones proporciona un camino para implementar la mejora del proceso de software con objeto de alcanzar los objetivos del negocio. Ambas representaciones proporcionan esencialmente el mismo contenido, pero organizado de formas diferentes.

### **Representación Escalonada**

La representación escalonada utiliza conjuntos predefinidos de áreas de procesos con objeto de definir un camino de mejora para una organización. Este camino de mejora se caracteriza por niveles de madurez. Cada nivel de madurez proporciona un conjunto de áreas de proceso que definen los diferentes comportamientos de la organización.

La representación por etapas ofrece una manera estructurada y sistemática de enfocar la mejora de procesos, cada vez una etapa o nivel de madurez. Alcanzar cada etapa asegura que se ha establecido una infraestructura adecuada del proceso que sirve de base para la siguiente etapa.

Los niveles de madurez definidos por el modelo CMMI son: inicial, administrado, definido, cuantitativamente administrado y optimizado.

### **Representación Continúa**

La representación continua permite a una organización, a diferencia de la representación escalonada, seleccionar las áreas de proceso (o grupo de áreas de proceso y mejorar los procesos relativos a ellas). Esta representación utiliza los niveles de capacidad para caracterizar la mejora relativa de un área de proceso individual.

Una organización puede elegir mejorar el rendimiento de un único proceso que resuelve un problema existente, o puede trabajar sobre varias áreas que están estrechamente alineadas con los objetivos de negocio de la organización. Así mismo, permite a una organización mejorar diferentes procesos a diferentes velocidades. Existen algunas limitaciones en cuanto a las elecciones de los procesos debido a las dependencias entre las áreas de proceso.

Los niveles de capacidad definidos por el modelo CMMI son: incompleto, realizado, administrado y definido.

Uno de los componentes más importantes del modelo CMMI son las áreas de proceso, que son un conjunto de prácticas relacionadas en un área, que al ser implementadas colectivamente satisfacen un conjunto de metas consideradas importantes para lograr el mejoramiento de esa área, el modelo presenta 22 áreas de proceso, organizadas en los diferentes niveles:

- Causal Analysis and Resolution (CAR)
- Configuration Management (CM)
- Decision Analysis and Resolution (DAR)
- Integrated Project Management (IPM)
- Measurement and Analysis (MA)
- Organizational Process Definition (OPD)
- Organizational Process Focus (OPF)
- Organizational Performance Management (OPM)
- Organizational Process Performance (OPP)
- Organizational Training (OT)
- Product Integration (PI)
- Project Monitoring and Control (PMC)
- Project Planning (PP)
- Process and Product Quality Assurance (PPQA)
- Quantitative Project Management (QPM)
- Requirements Development (RD)
- Requirements Management (REQM)
- Risk Management (RSKM)
- Supplier Agreement Management (SAM)
- Technical Solution (TS)

- Validation (VAL)
- Verification (VER)

A continuación se describen 4 áreas de proceso de la categoría soporte, 1 de administración del proyecto y 3 de ingeniería, las cuales fueron seleccionadas de acuerdo al enfoque que se pretende dar al conjunto de procesos del marco de entrenamiento, resaltando las metas y prácticas específicas de cada área. El lector encontrará en el capítulo que describe el modelo propuesto, el detalle de las prácticas seleccionadas de cada área de proceso, a partir de las cuales se realizó la propuesta:

#### Categoría Soporte, Nivel 2:

- Configuration Management (CM): el propósito de esta área es establecer y mantener la integridad de los productos de trabajo realizando la identificación y control de la configuración, determinando el estado de la configuración y realizando las auditorías de configuración.

Metas (SG) y prácticas (SP) específicas:

##### SG 1 Establecer líneas base

SP 1.1 Identificar los ítems de configuración

SP 1.2 Establecer un sistema de control de configuración

SP 1.3 Crear o liberar líneas base

##### SG 2 Seguimiento y control de cambios

SP 2.1 Realizar seguimiento a las solicitudes de cambios

SP 2.2 Controlar los ítems de configuración

##### SG 3 Establecer la integridad

SP 3.1 Establecer registros de control de configuración

SP 3.2 Realizar auditorías de configuración

- Measurement and Analysis (MA): el propósito de esta área es desarrollar y sostener la capacidad de medición utilizada para soportar la administración de las necesidades de información.

Metas (SG) y prácticas (SP) específicas:

##### SG 1 Alinear las mediciones y análisis de las actividades

SP 1.1 Establecer los objetivos de medición

SP 1.2 Especificar las métricas

SP 1.3 Especificar los procedimientos de recolección y almacenamiento de datos

SP 1.4 Especificar los procedimientos de análisis

##### SG 2 Proveer los resultados de las mediciones



SP 2.1 Obtener los datos de medición  
SP 2.2 Analizar los datos de medición  
SP 2.3 Almacenar datos y resultados  
SP 2.4 Comunicar los resultados

- Process and Product Quality Assurance (PPQA): el propósito de esta área es proveer al equipo y a la gerencia una visión objetiva de los procesos y productos de trabajo asociados al proyecto.

Metas (SG) y prácticas (SP) específicas:

SG 1 Evaluar los procesos y productos de trabajo objetivamente

SP 1.1 Evaluar los procesos objetivamente

SP 1.2 Evaluar los productos de trabajo objetivamente

SG 2 Proveer una visión objetiva

SP 2.1 Comunicar y resolver los hallazgos reportados

SP 2.2 Establecer registros

- Project Monitoring and Control (PMC): el propósito de esta área es proveer un entendimiento del progreso del proyecto y realizar las acciones correctivas apropiadas cuando se presenta una desviación del proyecto respecto al plan.

Metas (SG) y prácticas (SP) específicas:

SG 1 Monitorear el proyecto contra el plan

SP 1.1 Monitorear los parámetros del plan del proyecto

SP 1.2 Monitorear los compromisos

SP 1.3 Monitorear los riesgos del proyecto

SP 1.4 Monitorear la administración de los datos

SP 1.5 Monitorear el involucramiento de los interesados

SP 1.6 Realizar revisiones del progreso

SP 1.7 Realizar revisiones de los hitos

SG 2 Administrar las acciones correctivas hasta el cierre

SP 2.1 Analizar los problemas

SP 2.2 Tomar las acciones correctivas

SP 2.3 Administrar las acciones correctivas

Categoría Administración del proyecto, Nivel 2:

- Requirements Management (REQM): el propósito de esta área es administrar los requerimientos de los productos y componentes de producto

del proyecto y asegurar la consistencia entre dichos requerimientos y los productos de trabajo y planes del proyecto.

Metas (SG) y prácticas (SP) específicas:

SG 1 Administrar los requerimientos

SP 1.1 Entender los requerimientos

SP 1.2 Obtener compromiso de los requerimientos

SP 1.3 Administrar los cambios en los requerimientos

SP 1.4 Mantener la trazabilidad bidireccional de los requerimientos

SP 1.5 Asegurar la consistencia entre el trabajo del proyecto y los requerimientos

Categoría Ingeniería, Nivel 3:

- Requirements Development (RD): el propósito de esta área es elicitar, analizar y establecer los requerimientos de usuario, de producto y de componentes de productos.

Metas (SG) y prácticas (SP) específicas:

SG 1 Desarrollar los requerimientos de usuario

SP 1.1 Elicitar necesidades

SP 1.2 Transformar las necesidades de los interesados en requerimientos de usuario

SG 2 Desarrollar los requerimientos de producto

SP 2.1 Establecer los requerimientos de producto y de componentes de producto

SP 2.2 Asignar los requerimientos de los componentes de producto

SP 2.3 Identificar los requerimientos de interfaces

SG 3 Analizar y validar los requerimientos

SP 3.1 Establecer escenarios y conceptos operacionales

SP 3.2 Establecer una definición de funcionalidades y atributos de calidad requeridos

SP 3.3 Analizar los requerimientos

SP 3.4 Analizar los requerimientos para lograr el equilibrio

SP 3.5 Validar los requerimientos

- Technical Solution (TS): el propósito de esta área es seleccionar, diseñar e implementar soluciones a los requerimientos. Soluciones, diseños e implementaciones abarcan los productos, los componentes del producto y los procesos del ciclo de vida de productos relacionados ya sea por separado o combinados, según corresponda.

Metas (SG) y prácticas (SP) específicas:

SG 1 Seleccionar soluciones para componentes de productos

SP 1.1 Desarrollar alternativas de solución y criterios de selección

SP 1.2 Seleccionar soluciones para componentes de productos

SG 2 Desarrollar el diseño

SP 2.1 Diseñar los productos o componentes de productos

SP 2.2 Establecer el paquete de datos técnicos

SP 2.3 Diseñar las interfaces usando criterios

SP 2.4 Analizar la construcción, compra o reutilización de componentes

SG 3 Implementar el diseño del producto

SP 3.1 Implementar el diseño

SP 3.2 Desarrollar la documentación soporte del producto

- Verification (VER): el propósito de esta área es asegurar que los productos de trabajo cumplan con los requerimientos especificados.

Metas (SG) y prácticas (SP) específicas:

SG 1 Preparar la verificación

SP 1.1 Seleccionar los productos de trabajo para verificación

SP 1.2 Establecer el ambiente de verificación

SP 1.3 Establecer criterios y procedimientos de verificación

SG 2 Realizar revisiones de pares

SP 2.1 Preparar las revisiones de pares

SP 2.2 Realizar las revisiones de pares

SP 2.3 Analizar los datos de las revisiones de pares

SG 3 Verificar los productos de trabajo seleccionados

SP 3.1 Realizar las verificaciones

SP 3.2 Analizar los resultados de las verificaciones

**2.2.3 IEEE 1074 [17] SOFTWARE ENGINEERING STANDARDS COMMITTEE OF THE IEEE COMPUTER SOCIETY. IEEE Standard for Developing Software Life Cycle Processes, 1074. pp - 96. 1998.**

El estándar IEEE 1074 para los procesos de vida de software, define un conjunto de actividades y procesos para el desarrollo y mantenimiento de software. Establece un marco común para el proceso de construcción.

El estándar especifica seis grupos de procesos para el desarrollo de software a través de 17 procesos como se muestra en la figura 2:

Section Title	Clause	Activity Groups
Project Management	A.1	Project Initiation Project Planning Project Monitoring and Control
Pre-Development	A.2	Concept Exploration System Allocation Software Importation
Development	A.3	Requirements Design Implementation
Post-Development	A.4	Installation Operation and Support Maintenance Retirement
Integral	A.5	Evaluation Software Configuration Management Documentation Development Training

Figura 2. Grupos de Procesos IEEE 1074

Para el marco de entrenamiento de procesos de desarrollo de software se tomó como referencia el grupo de actividades de Pre - Development para definir el proceso de Pre-análisis, puesto que orienta las actividades de exploración de conceptos y definición de los requisitos del sistema antes de empezar el desarrollo de software.

#### 2.2.4 Lenguaje de modelado unificado (UML) [19]

Es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad; está respaldado por el OMG (Object Management Group). Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema. UML ofrece un estándar para describir un "plano" del sistema (modelo), incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos de negocio, funciones del sistema, y aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y compuestos reciclados.

UML es un "lenguaje de modelado" para especificar o para describir métodos o procesos. Se utiliza para definir un sistema, para detallar los artefactos en el sistema y para documentar y construir. En otras palabras, es el lenguaje en el que está descrito el modelo.

**2.3 Los 6 principios de calidad de software[9]** HUMPHREY, W. Acquiring Quality Software. Crosstalk, The Journal of Defense Software Engineering, Vol 18 No. 12. p. 21-25. December 2005. Disponible en Internet:

Watts Humphrey es considerado el padre de la calidad del software; es autor de varios artículos, uno de los cuales fue “los 6 principios de la calidad del software”:

Principio 1: Si un cliente no demanda calidad, probablemente no la conseguirá.

Principio 2: Para obtener calidad de manera constante los desarrolladores deben gestionarla en su trabajo.

Principio 3: Para gestionar la calidad los desarrolladores deben medirla.

Principio 4: La calidad de un producto la determina el proceso usado para desarrollarlo.

Principio 5: Ya que las pruebas solucionan solo una fracción de los defectos, se debe obtener pruebas de calidad.

Principio 6: La calidad solo la producen profesionales motivados orgullosos de su trabajo.

### 3. MODELO PROPUESTO

#### 3.1 Selección de modelos referentes de calidad y procesos

Para la selección de los modelos de referencia de calidad para la construcción del marco de entrenamiento se definieron un conjunto de criterios; los referentes usados deben promover los siguientes principios:

- Promover la identificación y análisis de las necesidades del cliente hasta entenderlas y refinarlas.
- Contener prácticas para la adecuada administración de requerimientos.
- Ser flexible, de tal manera que se facilite adicionar nuevos requerimientos o cambios en los requerimientos actuales del sistema.
- Incluir la implementación de los casos de uso como una tarea obligatoria, puesto que se considera el punto de partida para el diseño de la solución.
- Tener en cuenta los principales roles que participan en un proceso de desarrollo de software, pero que haga énfasis en que una persona puede desempeñar diferentes roles a lo largo del proceso.
- Contener prácticas para la verificación de los procesos y productos de trabajo generados durante el proyecto.
- Incluir el componente de administración de riesgos.
- Proporcionar un lenguaje claro para el modelado de procesos.
- Promover el trabajo en equipo.

De acuerdo con los criterios definidos, los modelos de referencia de calidad seleccionados fueron:

- CMMI Development versión 1.3 (Capability Maturity Model Integration)
- UML (Lenguaje de modelado unificado)
- IEEE 1074

De los cuales se seleccionaron los siguientes componentes:

- Áreas de Proceso del modelo CMMI:
  - Requirements Management (REQM): SP de la SG 1.
  - Requirements Development (RD): SP de la SG 1, SP de la SG 2, SP de la SG 3.
  - Process and Product Quality Assurance (PPQA): SP de la SG 1, SP de la SG 2.
  - Technical Solution (TS): SP 2.1, SP 2.2 de la SG 2, SP de la SG 3.
  - Configuration Management (CM): SP de la SG 1, SP de la SG 2, SP de la SG 3.
  - Measurement and Analysis (MA): SP de la SG 1, SP de la SG 2.

- Verification (VER): SP de la SG 1, SP de la SG 3.
- Project Monitoring and Control (PMC): SP 1.1, SP 1.2, SP 1.3, SP 1.6, SP 1.7 de la SG 1, SP de la SG 2.
- Lenguaje unificado de modelado "UML": para el modelado de los diagramas definidos en los procesos de análisis de requerimientos y diseño.
- Actividades de exploración del concepto del proceso de Pre desarrollo del estándar IEEE 1074:
  - Identificación de ideas o necesidades
  - Refinamiento y finalización de las ideas o necesidades

### **3.2 Definición y caracterización de los procesos que conforman el marco de entrenamiento en procesos de desarrollo de software**

#### **MARCO DE ENTRENAMIENTO**

Perfil de los interesados:

- Estudiantes de carreras técnicas, tecnológicas y de ingeniería, en sus 2 primeros años de carrera.
- Conocimiento limitado en procesos de desarrollo de software.
- Necesidad de desarrollar productos en periodos de tiempo cortos, de mediana escala y participando en equipos de trabajo.

Descripción del proceso General:

El proceso de desarrollo propuesto es un modelo iterativo e incremental, liviano pero prescriptivo, que proporciona una administración adecuada de los riesgos del proyecto teniendo en cuenta las mejores prácticas del modelo de ciclo de vida Espiral. Al ser un modelo incremental permite la incorporación de nuevas características y funcionalidades adicionales de manera simple.

Describe el proceso de desarrollo de software, mostrando las relaciones entre los diferentes procesos que participan en el ciclo de vida del desarrollo del producto y aquellos procesos transversales que se requieren para ejecutar los procesos adecuadamente.

Este proceso está diseñado para ser utilizado en entornos de entrenamiento, por personas que quieran adquirir conocimiento en ingeniería de software, en corto tiempo. Aplica para proyectos de desarrollo de software a la medida, de complejidad media, cuya duración oscila entre 3 y 6 meses e involucra el desarrollo de máximo 20 requerimientos funcionales.

## Descripción de los procesos:

El proceso general contempla 5 procesos del ciclo de vida de desarrollo del software y 5 procesos que se ejecutan transversalmente a los procesos del ciclo de vida de desarrollo del software, la descripción de cada proceso, formatos, instructivos y herramientas, se encuentra en el sitio de procesos de desarrollo de software [20] CARMONA, M y GÓMEZ, C. Sitio de procesos de desarrollo de software. Universidad Icesi. Disponible en Internet:

<[https://www.icesi.edu.co/i2t/driso/projects/proceso\\_desarrollo\\_sw/](https://www.icesi.edu.co/i2t/driso/projects/proceso_desarrollo_sw/) además se cuenta con una estructura de almacenamiento creada para almacenar la documentación correspondiente a los procesos incluidos en el marco de entrenamiento<sup>2</sup>.

- Pre Análisis  
Anexo 1
- Análisis de requerimientos  
Anexo 2
- Diseño  
Anexo 3
- Desarrollo  
Anexo 4
- Pruebas  
Anexo 5
- Administración de requerimientos  
Anexo 6
- Gestión de configuración  
Anexo 7
- Medición y análisis  
Anexo 8
- Aseguramiento de calidad

---

<sup>2</sup> Descripción del proceso, en la carpeta Proceso <Sigla del Proceso>. Formatos, guías e instructivos que soportan la ejecución de cada proceso, en la carpeta Formatos <Sigla del Proceso>



Anexo 9

- Seguimiento y control  
Anexo 10

La estructura definida para documentar los procesos fue la siguiente:

1. Descripción Técnica  
*Propósito del documento*  
*¿Por qué es importante el proceso?*
2. Definiciones  
*Términos Genéricos*  
*Términos Específicos*
3. Relaciones con modelos Referentes
4. Descripción del Proceso
  - 4.1. *Caracterización del Proceso*
  - 4.2. *Actividades*
  - 4.3 *Descripción de los Roles*
  - 4.4. *Descripción de Productos*
  - 4.5. *Descripción de Artefactos*
5. Formatos, Guías, Instructivos y Herramientas

A continuación se muestra el proceso de Pre Análisis, como ejemplo para que el lector se familiarice con la especificación de los procesos definidos.

## Paquete de Proceso

### Pre - Análisis

---

<b>Autores</b>	Marcela Carmona, Catalina Gómez
<b>Fecha de creación</b>	17/03/2014
<b>Fecha de actualización</b>	20/05/2014
<b>Estado</b>	Final
<b>Versión</b>	1.0

## Control de Versiones

Fecha	Versión	Autor	Modificación
17/03/2014	0.1	M. Carmona C. Gómez	Creación del documento
20/05/2014	1.0	M. Carmona C. Gómez	Modificación del documento, para incluir mayor nivel de detalle en la especificación.

## Tabla de Contenido

<b>1. Descripción Técnica .....</b>	<b>34</b>
<i>Propósito del documento</i>	34
<i>¿Por qué es importante el proceso de Pre-Análisis?</i>	34
<b>2. Definiciones .....</b>	<b>34</b>
<i>Términos Genéricos</i>	34
<i>Términos Específicos</i>	35
<b>3. Relaciones con modelos Referentes .....</b>	<b>35</b>
<b>4. Descripción del Proceso .....</b>	<b>37</b>
4.1. <i>Caracterización del Proceso</i>	37
4.2. <i>Actividades</i>	38
4.2.1. <i>Actividad: PA.1 Levantar información de solicitudes de usuario.....</i>	39
4.2.2. <i>Actividad: PA.2 Analizar y documentar los requerimientos de usuario .....</i>	40
4.2.3. <i>Actividad: PA.3 Realizar mockups para validación con el cliente.....</i>	40
4.2.4. <i>Actividad: PA.4 Validar mockups con el cliente .....</i>	41
4.2.5. <i>Actividad: PA.5 Elaborar Project Charter de alto nivel.....</i>	42
4.3 <i>Descripción de los Roles</i>	43
4.4 <i>Descripción de Productos</i>	43
4.5 <i>Descripción de Artefactos</i>	43

## **5. Formatos, Guías, Instructivos y Herramientas ..... 44**

<i>5.1. Especificación de requerimientos de usuario</i>	44
<i>5.2. Instructivo para elaboración de mockups</i>	44
<i>5.3. Project charter de alto nivel</i>	44
<i>5.4. Acta de reunión</i>	44
<i>5.5. Lista de chequeo de reunión de levantamiento de información</i>	44
<i>5.6. Lista de chequeo de validación de productos</i>	44
<i>Herramientas</i>	44

### **1. Descripción Técnica**

#### ***Propósito del documento***

El propósito de este documento es proporcionar los lineamientos para realizar correctamente la etapa de pre análisis dentro de proyectos de desarrollo de software, ejecutados en periodos cortos de tiempo y por personal con buenos conocimientos técnicos, pero no de ingeniería de software.

Un paquete de proceso es un conjunto de artefactos desarrollados para facilitar la implementación de procesos en una empresa de desarrollo de software. Los elementos típicos de un paquete de proceso son: descripción de procesos, actividades, tareas, roles y productos, plantillas, listas de chequeo, ejemplos y herramientas.

Este documento está diseñado para ser utilizado en entornos de entrenamiento, por personas que quieran adquirir conocimiento en ingeniería de software, en corto tiempo.

#### ***¿Por qué es importante el proceso de Pre-Análisis?***

El proceso de pre – análisis es importante porque define los lineamientos y pautas para levantar, analizar y documentar las solicitudes de usuario y realizar los documentos suficientes para definir y validar con el cliente el alcance del proyecto.

### **2. Definiciones**

En esta sección se encuentran dos conjuntos de definiciones. El primer conjunto define los términos usados en todos los paquetes de despliegue. El segundo conjunto define los términos usados en este paquete de despliegue.

#### ***Términos Genéricos***

***Proceso:*** conjunto de actividades interrelacionadas las cuales transforman entradas en salidas. [ISO/IEC 12207].

***Actividad:*** un conjunto de tareas de un proceso. [ISO/IEC 12207].

***Tarea:*** requerida, recomendada, o acción permisible que pretende contribuir al cumplimiento de una o más metas de un proceso. [ISO/IEC 12207].

**Paso:** una tarea es descompuesta en una secuencia de pasos.

**Rol:** una función definida para ser realizada por un miembro del equipo del proyecto. [ISO/IEC 24765]

**Producto:** pieza de información o entregable que puede ser producido (no obligatorio) por una o varias tareas.

**Artefacto:** información que ayuda a las pequeñas empresas durante la ejecución de un proyecto.

### **Términos Específicos**

**Requerimientos de usuario:** la especificación de las necesidades de los usuarios de un sistema.

**Mockups:** boceto básico y de baja calidad del desarrollo de una página web o el diseño de una interfaz, la finalidad de este es el mostrar al cliente un diseño o boceto rápido y facilitar la comunicación entre cliente y desarrollador.

## **3. Relaciones con modelos Referentes**

Este paquete de proceso cubre las actividades relacionadas a la etapa de pre – análisis para proyectos de desarrollo de software.

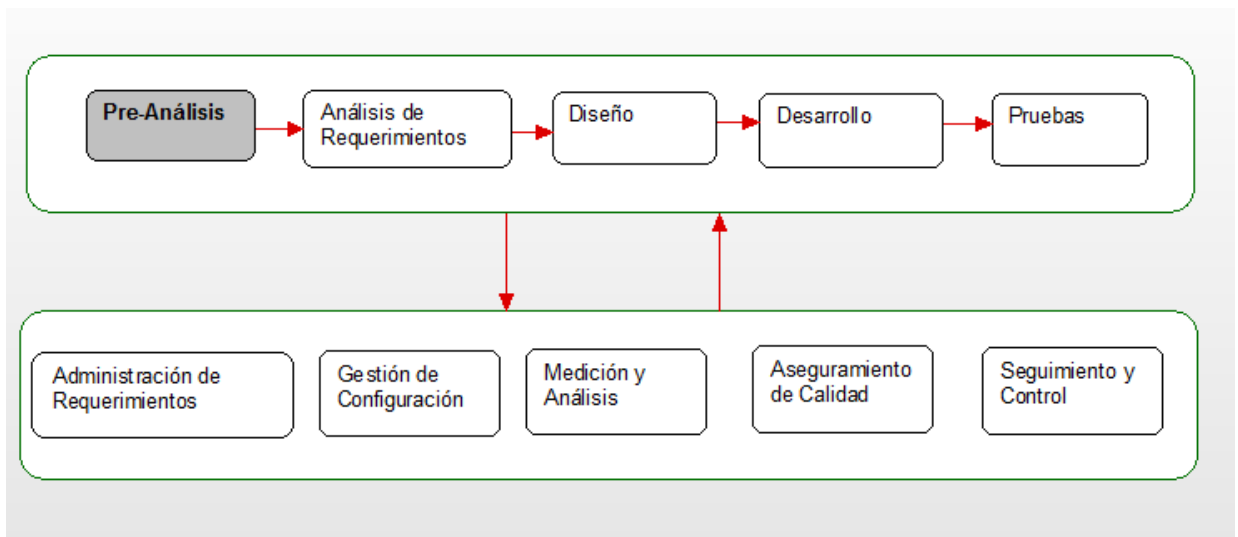
La base para la definición del proceso de pre análisis es el proceso Pre-Desarrollo / Exploración del concepto del modelo IEEE 1074, que se enfoca en identificar y analizar las necesidades del cliente hasta entenderlas y refinarlas, orientando y garantizando la correcta ejecución de las actividades, para obtener la información suficiente para la ejecución de las fases posteriores del proyecto. Además, se tomaron algunas de las prácticas del área de procesos *Requirements Development (RD)* del modelo *CMMI Development versión 1.3* (Capability Maturity Model Integration), que hacen referencia a la elicitación de las necesidades del cliente y a la transformación de dichas necesidades en requerimientos de usuario.

Durante esta etapa se realiza la definición inicial de los riesgos del proyecto, actividad que juega un papel primordial en la ejecución del proyecto, puesto que se está adoptando el *Modelo Espiral* para realizar el ciclo de vida del software. El modelo espiral define que para realizar el ciclo de vida del software las actividades se conforman en una espiral, en la que cada iteración representa un conjunto de actividades, al final de la iteración se realiza el análisis de los riesgos y según el resultado de este análisis se determinan las actividades a realizar en las iteraciones siguientes, en el modelo espiral las actividades no tienen una prioridad específica, el orden lo determina el análisis de riesgos realizado en las iteraciones previas, por lo tanto el modelo espiral se constituye en la base para la administración de los riesgos del proyecto y además incorpora como actividad importante la creación de prototipos para las validaciones con el cliente.

Este proceso aplica para proyectos de desarrollo de software a la medida, de complejidad media, cuya duración oscila entre 3 y 6 meses e involucra el desarrollo de máximo 20 requerimientos funcionales y su resultado es el insumo para realizar correctamente el ciclo de desarrollo: ejecución (análisis de requerimientos, diseño, construcción y pruebas), seguimiento y control.

Para realizar el proceso de pre-análisis se elaboraron una serie de formatos, instructivos y actas que permiten el registro de las actividades del proceso.

En la figura 3 se presenta la ubicación del proceso de Pre análisis dentro de los procesos del ciclo de vida del desarrollo de software.



**Figura 3. Proceso de Pre Análisis dentro del conjunto de procesos del marco de entrenamiento**

#### 4. Descripción del Proceso

El diagrama de la figura 4 muestra el flujo de información entre las actividades del proceso de pre-análisis incluyendo los productos de trabajo generados durante el proceso.

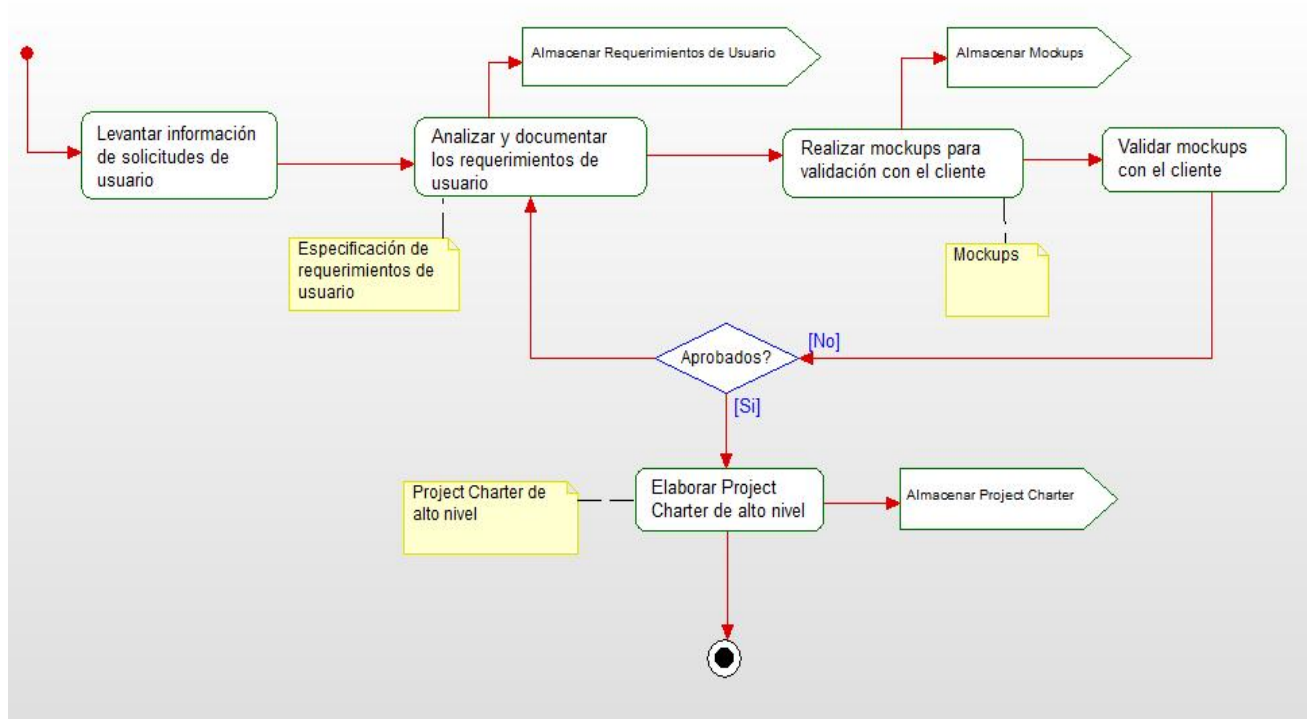


Figura 4. Actividades del proceso de Pre Análisis

#### 4.1. Caracterización del Proceso

PROVEEDOR	ENTRADA	ACTIVIDAD	SALIDA	CLIENTE
- Aseguramiento de calidad (Elaborar listas de chequeo para verificación de procesos y productos)	- Información del cliente - Lista de chequeo de reunión de levantamiento de información	Levantar información de solicitudes de usuario	- Acta con la información de solicitudes de usuario	- Pre-Análisis (Analizar y documentar los requerimientos de usuario)

- Pre-Análisis (Levantar información de solicitudes de usuario)	- Acta con la información de solicitudes de usuario	Analizar y documentar los requerimientos de usuario	- requerimientos de usuario analizados y documentados en el documento de especificación de requerimientos de usuario	- Pre-Análisis (Realizar mockups para validación con el cliente) - Gestión de configuración (Almacenar elementos en el SVN según estándares)
- Pre-Análisis (Analizar y documentar los requerimientos de usuario)	- requerimientos de usuario analizados y documentados en el documento de especificación de requerimientos de usuario	Realizar mockups para validación con el cliente	- Mockups	- Pre-Análisis (Validar mockups con el cliente) - Gestión de configuración (Almacenar elementos en el SVN según estándares)
- Pre-Análisis (Realizar mockups para validación con el cliente)	- Mockups	Validar mockups con el cliente	- Mockups validados	- Pre-Análisis (Elaborar project charter de alto nivel)
- Pre-Análisis (Analizar y documentar los requerimientos de usuario; Validar mockups con el cliente)	- Requerimientos de usuario, Mockups	Elaborar project charter de alto nivel	- Project Charter de alto nivel	- Análisis de Requerimientos (Realizar plan de fase) - Gestión de configuración (Almacenar elementos en el SVN según estándares)

Tabla 1. Caracterización Procesos Pre-análisis

## 4.2. Actividades

El propósito del proceso de Pre-Análisis es proporcionar los lineamientos y pautas para levantar, analizar y documentar los requerimientos de usuario y realizar los documentos suficientes para definir y validar con el cliente el alcance del proyecto.

El proceso de Pre - Análisis (PA) tiene las siguientes actividades:

- PA.1 Levantar información de solicitudes de usuario
- PA.2 Analizar y documentar los requerimientos de usuario
- PA.3 Realizar mockups para validación con el cliente
- PA.4 Validar mockups con el cliente
- PA.5 Elaborar Project Charter de alto nivel

#### 4.2.1. Actividad: PA.1 Levantar información de solicitudes de usuario

La actividad *Levantar información de solicitudes de usuario* asegura que se recopile completamente las necesidades de los usuarios con el fin de definir adecuadamente el alcance del proyecto.

**Tabla 2. Levantar información de solicitudes de usuario**

<b>Objetivos:</b>	Entender las necesidades de los usuarios por todos los miembros del proyecto y definir en conjunto con ellos las prioridades de implementación.
<b>Justificación:</b>	Permite entender las necesidades de los usuarios, para definir los requerimientos que estarán en el alcance y fuera del alcance del proyecto.
<b>Roles:</b>	Miembros del equipo del proyecto
<b>Artefactos:</b>	Lista de chequeo de reunión de levantamiento de información Acta de reunión
<b>Pasos:</b>	Paso 1: Preparar las entrevistas que se realizarán a los usuarios del sistema Paso 2: Realizar entrevistas a los usuarios del sistema
<b>Descripción de los Pasos:</b>	<p><b>Paso 1: Preparar las entrevistas que se realizarán a los usuarios del sistema</b></p> <p>Los miembros del equipo del proyecto deben preparar las entrevistas que se realizarán a los usuarios del sistema, utilizando la lista de chequeo de levantamiento de información de usuario.</p> <p><b>Paso 2: Realizar entrevistas a los usuarios del sistema</b></p> <p>Durante este paso se realizan las entrevistas a los usuarios del sistema que sean necesarias para entender bien sus necesidades, guiando a los usuarios para que proporcionen la información relevante para realizar el análisis del alcance de alto nivel del proyecto. Esta información debe quedar consignada en un acta de la reunión.</p>



#### 4.2.2. Actividad: PA.2 Analizar y documentar los requerimientos de usuario

La actividad *Analizar y documentar los requerimientos de usuario* permite analizar la información recolectada durante el levantamiento de información, teniendo en cuenta la prioridad de implementación identificada y aquellas variables que afectan los procesos y documentarla en especificaciones de requerimientos de usuario.

**Tabla 3. Analizar y documentar los requerimientos de usuario**

<b>Objetivos:</b>	Analizar las solicitudes de los usuarios para definir correctamente los requerimientos de usuario que permiten identificar el alcance del proyecto a alto nivel.
<b>Justificación:</b>	Permite formalizar las necesidades de los usuarios en un documento de especificación de requerimientos de usuario que contiene los detalles mínimos requeridos para definir el alcance del proyecto y realizar la fase de análisis de requerimientos correctamente.
<b>Roles:</b>	Miembros del equipo del proyecto
<b>Artefactos:</b>	Especificación de requerimientos de usuario
<b>Pasos:</b>	<p>Paso 1: Revisar la información recolectada durante el levantamiento de información de solicitudes de usuario</p> <p>Paso 2: Abstractar la información relevante</p> <p>Paso 3: Elaborar el documento de especificación de requerimientos de usuario.</p>
<b>Descripción de los Pasos:</b>	<p><b>Paso 1: Revisar la información recolectada durante el levantamiento de información de solicitudes de usuario</b></p> <p>Los miembros del equipo del proyecto deben revisar y entender la información recolectada durante el levantamiento de información de solicitudes de usuario e iniciar la organización de la misma.</p> <p><b>Paso 2: Abstractar la información relevante</b></p> <p>Después de realizar el análisis de la información recopilada se debe abstraer la información relevante, teniendo en cuenta aspectos como: prioridad de implementación, criticidad para el negocio, sistemas externos, datos, cantidad de usuarios, volumen de transacciones, etc.</p> <p><b>Paso 3: Elaborar el documento de especificación de requerimientos de usuario</b></p> <p>Se elabora el documento de especificación de requerimientos de usuario con la información necesaria para que las solicitudes queden completamente entendidas y puedan ser validadas con los usuarios posteriormente.</p>

#### 4.2.3. Actividad: PA.3 Realizar mockups para validación con el cliente

La actividad *Realizar mockups para validación con el cliente* permite plasmar de manera gráfica las solicitudes de los usuarios con el objetivo de facilitar la validación de los requerimientos con los usuarios.

**Tabla 4. Realizar mockups para validación con el cliente**

<b>Objetivos:</b>	Realizar mockups, los cuales permiten plasmar en un lenguaje claro y gráfico las solicitudes de los usuarios, facilitando la validación de los requerimientos con los usuarios.
<b>Justificación:</b>	Permite realizar la validación de los requerimientos de usuario con los usuarios, en un lenguaje claro y gráfico para mayor entendimiento de los mismos.
<b>Roles:</b>	Miembros del equipo del proyecto
<b>Artefactos:</b>	Mockups
<b>Pasos:</b>	Paso 1: Revisar el documento de especificación de requerimientos de usuario Paso 2: Realizar mockups
<b>Descripción de los Pasos:</b>	<p><b>Paso 1: Revisar el documento de especificación de requerimientos de usuario</b></p> <p>Los miembros del equipo deben revisar el documento de especificación de requerimientos de usuario como preparación para la elaboración de los mockups.</p> <p><b>Paso 2: Realizar mockups</b></p> <p>Durante este paso se deben elaborar los mockups que servirán de insumo para la validación de los requerimientos con los usuarios.</p>

#### 4.2.4. Actividad: PA.4 Validar mockups con el cliente

La actividad *Validar mockups con el cliente* permite acordar el alcance del proyecto y definir los compromisos de implementación, garantiza que los requerimientos han sido claros y entendidos por las partes involucradas.

**Tabla 5. Validar mockups con el cliente**

<b>Objetivos:</b>	Validar con el cliente los mockups realizados en la actividad previa, con el objetivo de acordar el alcance el proyecto.
<b>Justificación:</b>	Garantiza el entendimiento de los requerimientos de usuario y permite definir el alcance del proyecto. El resultado de esta validación incluye los requerimientos que están incluidos y por fuera del alcance del proyecto.
<b>Roles:</b>	Miembros del equipo del proyecto

<b>Artefactos:</b>	Lista de chequeo de validación de productos Mockups
<b>Pasos:</b>	Paso 1: Preparar la reunión de validación de mockups con el cliente Paso 2: Realizar la validación de los mockups con el cliente
<b>Descripción de los Pasos:</b>	<p><b>Paso 1: Preparar la reunión de validación de mockups con el cliente</b> Los miembros del equipo deben prepararse para la reunión de validación de mockups con el cliente, utilizando la lista de chequeo de validación de productos.</p> <p><b>Paso 2: Realizar la validación de los mockups con el cliente</b> Durante este paso se validan los mockups con el cliente con el objetivo de cerrar el entendimiento de los requerimientos con los usuarios.</p>

#### 4.2.5. Actividad: PA.5 Elaborar Project Charter de alto nivel

La actividad *Elaborar Project Charter de alto nivel* permite recopilar la información recolectada durante las actividades previas y formalizar el alcance del proyecto. Este documento será el compromiso a cumplir durante el desarrollo del proyecto.

**Tabla 6. Elaborar Project carácter de alto nivel**

<b>Objetivos:</b>	Recopilar la información recolectada en las actividades previas y formalizar el alcance del proyecto.
<b>Justificación:</b>	Permite definir el alcance del proyecto y los compromisos entre las partes involucradas.
<b>Roles:</b>	Miembros del equipo del proyecto
<b>Artefactos:</b>	Project Charter de alto nivel
<b>Pasos:</b>	Paso 1: Revisar la información recolectada en las actividades previas durante el proceso Paso 2: Elaborar el Project charter de alto nivel
<b>Descripción de los Pasos:</b>	<p><b>Paso 1: Revisar la información recolectada en las actividades previas durante el proceso</b> Los miembros del equipo deben revisar toda la información recolectada en las actividades previas durante el proceso y determinar la información a incluir en el Project carácter de alto nivel.</p>

**Paso 2: Elaborar el Project charter de alto nivel**

Durante este paso se elabora el Project chárter de alto nivel haciendo uso del formato creado para dicho fin, el cual contiene la información mínima requerida en el documento.

### 4.3 Descripción de los Roles

Las actividades del proceso de pre-análisis serán realizadas por cualquier integrante del equipo del proyecto, puesto que durante el curso y los cursos previos adquieren las competencias suficientes para realizarlas.

	<b>Rol</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Competencias</b>
1.	Cliente	CL	Conocimiento de los procesos del cliente y habilidad para explicar los requerimientos del cliente. El cliente debe tener autoridad para aprobar los requerimientos y sus cambios. El cliente debe tener conocimiento y experiencia en el dominio de aplicación.
2.	Analista de requerimientos	AREQ	Capacidad de abstracción y análisis de información. Buena comunicación oral y escrita.

**Tabla 7. Descripción de los Roles**

### 4.4. Descripción de Productos

	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fuente</b>
1.	<i>Mockups</i>	Prototipos de interfaces de usuario que agrupan los requerimientos de los usuarios.	
2.	<i>Project Charter de Alto Nivel</i>	Documento que define el alcance del proyecto a alto nivel, contiene: <ul style="list-style-type: none"><li>• Propósito del proyecto</li><li>• Objetivos y restricciones</li><li>• Requerimientos de usuario (incluye definición de mockups)</li><li>• Descripción del proyecto de alto nivel</li><li>• Riesgos de alto nivel</li><li>• Hitos del proyecto: teniendo en cuenta las fases (análisis, diseño, desarrollo, pruebas)</li><li>• Plan de comunicaciones</li><li>• Beneficios</li><li>• Cronograma</li></ul>	

**Tabla 8. Descripción de Productos**

#### 4.5. Descripción de Artefactos

<b>Artefactos</b>	<b>Definición</b>
<i>Acta de reunión con la información de las solicitudes de usuario</i>	Documento en el que se registran las necesidades de los usuarios, durante las entrevistas de levantamiento de información.
<i>Especificación de requerimientos de usuario</i>	Documento que contiene las solicitudes de los usuarios, de forma clara y completa.
<i>Lista de chequeo de reunión de levantamiento de información</i>	Documento que contiene los aspectos mínimos que deben ser tenidos en cuenta para realizar las reuniones de levantamiento de información.
<i>Lista de chequeo de validación de productos</i>	Documento que contiene los aspectos mínimos que deben ser tenidos en cuenta para realizar la validación de los productos de trabajo generados durante la ejecución del proyecto.

**Tabla 9. Descripción de Artefactos**

#### 5. Formatos, Guías, Instructivos y Herramientas

Los formatos deben ser ajustados a cada proyecto.

##### **5.1. Especificación de requerimientos de usuario**

##### **5.2. Instructivo para elaboración de mockups<sup>3</sup>**

##### **5.3. Project charter de alto nivel**

##### **5.4. Acta de reunión**

##### **5.5. Lista de chequeo de reunión de levantamiento de información**

##### **5.6. Lista de chequeo de validación de productos**

#### **Herramientas**

Para la elaboración de los mockups para validación con el cliente se definió como herramienta de soporte Balsamiq Mockup.

---

<sup>3</sup> Tomado del documento “Diseño e interfaces utilizando herramienta web balsamiq mockups” elaborado por el SENA – Servicio Nacional de Aprendizaje

### **3.3 Ejecución ejercicio práctico: Online Store Retailer**

Este capítulo muestra el desarrollo de un ejercicio práctico, el cual se realizó guiado por la herramienta construida. Incluye una instancia de cada proceso dentro del ejercicio.

El ejercicio fue ejecutado como un proyecto de desarrollo de software, siguiendo el conjunto de procesos definidos, el proyecto tiene como propósito diseñar y desarrollar un sistema informático para una tienda minorista de artículos en línea, se elaboró el documento Ejercicio Practico.doc, en el que se presenta la definición y ubicación de los productos de trabajo generados durante la ejecución del proyecto.

Ejercicio Práctico  
Anexo 11

#### 4. VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Este capítulo describe el mecanismo empleado para validar cualitativamente la necesidad y suficiencia de los procesos que conforman el marco de entrenamiento, para que se logre el objetivo del entrenamiento en dicho tema, cuando es utilizado por desarrolladores con el perfil definido.

La validación del trabajo se realizó por medio de una presentación del marco de entrenamiento, realizada a empresas que consideran contratar técnicos, tecnólogos o ingenieros con poca formación en procesos, para el desarrollo de sus proyectos, con el objetivo de obtener retroalimentación sobre los procesos definidos y tener información para responder los siguientes interrogantes:

- ¿Los procesos incluidos son suficientes?
- ¿Los procesos incluidos son los más importantes?
- ¿Hay procesos definidos que no deberían estar?

La validación se realizó en las siguientes empresas:

1. Ikernell Aplicaciones de Software
2. SoMoS LTDA
3. ENSETechnology
4. TISEK
5. Geniar S.A.S

A continuación se describe el instrumento utilizado para obtener la retroalimentación del marco de entrenamiento construido:

1. Seleccione el o los principales inconvenientes que ha encontrado en la ejecución de sus proyectos de desarrollo de software:
  - a. Desviación por mala planeación
  - b. Análisis de requerimientos deficiente
  - c. Dificultades en la codificación
  - d. Administración no adecuada de los cambios
  - e. Mala calidad del producto de software
  - f. No ha presentado inconvenientes
2. ¿Considera que el marco de entrenamiento construido ayudaría a solucionar algunos de los inconvenientes seleccionados en la pregunta anterior?

- a. Si
- b. no

3. ¿Considera que los procesos incluidos en el marco de entrenamiento incluyen las prácticas de procesos necesarias y suficientes para que al ser tomado por desarrolladores con experiencia limitada en procesos obtengan formación para ejecutar un proyecto enfocado en procesos y no únicamente en el producto final?
  - a. Si
  - b. no
4. Si la respuesta anterior no es afirmativa, por favor relacione los procesos y prácticas que considera que faltan en el marco de entrenamiento.
5. ¿Considera que la definición realizada de los procesos es liviana y puede ser fácilmente entendible y adoptable por desarrolladores con poca formación en procesos de desarrollo de software?
  - a. Si
  - b. no
6. ¿Considera que si un desarrollador realiza el entrenamiento utilizando el marco construido, contribuye a que se desempeñe mejor en los proyectos en los que participe?
  - a. Si
  - b. no
7. ¿Para qué tipos de proyectos cree que aplica el marco de entrenamiento construido?
8. ¿Cuál es la duración que considera necesaria para realizar el entrenamiento, para que los desarrolladores obtengan la formación esperada en procesos de desarrollo de software?
9. ¿Cuenta en este momento con una biblioteca de procesos, para el desarrollo de sus proyectos de desarrollo de software?
  - a. Si
  - b. no



10. Si la respuesta anterior es afirmativa, ¿El marco de entrenamiento presentado aplica para realizar el entrenamiento en procesos de desarrollo de software a su equipo de desarrollo?
- a. Si
  - b. no

## 5. RESULTADOS OBTENIDOS

- Marco de entrenamiento en procesos de software, el cual incluye los siguientes procesos y artefactos:
  - Pre análisis (PA)
    - PA.FT.EspecificacionRequerimientosUsuario<sup>4</sup>
    - PA.FT.ProjectCharter
    - PA.INST.DiseñoMockupsConBalsamiqMockups
  - Análisis de requerimientos (RA)
    - RA.FT.EspecificacionCasosDeUso
    - RA.FT.EspecificacionRequerimientosFuncionales
    - RA.FT.ListadoRequerimientosFuncionalesYNoFuncionales
    - RA.INST.DiseñoDiagramaDeActividadesConIBMRationalModeler
    - RA.INST.DiseñoDiagramaDeCasosDeUsoConIBMRationalModeler
    - RA.INST.DiseñoDiagramaDeEstadosConIBMRationalModeler
  - Diseño (DS)
    - DS.FT.DocumentoDeDiseño
    - DS.INST.DiseñoDiagramaDeClasesConIBMRationalModeler
    - DS.INST.DiseñoDiagramaDeSecuenciaConIBMRationalModeler
    - DS.INST.ModeloRelacionalconlaHerramientaDBDesignerFork
  - Desarrollo (ST)
    - ST.FT.ManualTécnico
    - ST.FT.PruebasUnidadIntegracion
  - Pruebas (PS)
    - PS.FT.InformeFinalPruebas
    - PS.FT.InformeParcialPruebas
    - PS.FT.MatrizDeRequerimientosdePruebas
  - Administración de requerimientos (AR)
    - AR.FT.SolicitudDeCambio
  - Aseguramiento de calidad (AC)
    - AC.FT.ListaChequeoAdministracionDeRequerimientos
    - AC.FT.ListaChequeoAnálisisDeRequerimientos
    - AC.FT.ListaChequeoAuditoriasDeConfiguracion
    - AC.FT.ListaChequeoDiseño
    - AC.FT.ListaChequeoGestionDeConfiguracion
    - AC.FT.ListaChequeoPreAnálisis
    - AC.FT.ListaChequeoPruebas

---

<sup>4</sup> FT = Formato  
INST = Instructivo

- AC.FT.ListaChequeoReunionLevantamientoInformacion
  - AC.FT.ListaChequeoValidaciónDeProductos
  - AC.FT.ListaChequeoValidaciónLineaBaseRequerimientos
  - AC.FT.ListaMedicionYAnalisis
  - AC.FT.ListaSeguimientoYControl
- Gestión de configuración (GC)
  - GC.FT.AdministracionDeUsuariosSVN
  - GC.FT.DocumentoDeAuditoriasDeConfiguracion
  - GC.FT.EstandarCodigoDeProyectos
  - GC.FT.EstandarDocumentalDeProyectos
  - GC.FT.PlanDeAuditoriasDeConfiguracion
  - GC.INST.ActualizacionDeCopiaDeTrabajoConTortoiseSVN
  - GC.INST.LiberacionDeVersiones
- Medición y Análisis (MA)
  - MA.FT.FichaTecnicaDelIndicadores
  - MA.FT.ListadoDelIndicadores
- Seguimiento y control (SC)
  - SC.FT.MatrizDeRiesgos
  - SC.FT.ReporteDeSeguimientoSemanal
  - SC.FT.ReporteSemanalDeRevisionesPersonalizadas
- Formatos generales para todos los procesos
  - PR.FT.ActaDeReunión
  - PR.FT.Cronograma
  - PR.FT.PlanDeFase

El marco de entrenamiento realizado satisface los requerimientos de calidad relacionados a continuación:

- Permite identificar y analizar las necesidades del cliente hasta entenderlas y refinarlas, de tal manera que se logra un acercamiento claro al alcance del proyecto, que favorece su ejecución.
- Garantiza la adecuada administración de los requerimientos y permite adicionar nuevos requerimientos o cambios en los requerimientos actuales del sistema de manera simple.
- Contiene prácticas para la verificación de los procesos y productos de trabajo generados durante el proyecto, garantizando la calidad del proceso de desarrollo y del producto final.
- Promueve la organización del trabajo en equipo.
- La definición de los procesos se presenta de manera liviana, lo cual permite que sea fácilmente entendible y adoptable por desarrolladores que cumplen el perfil definido.
- Permite dejar registros de las actividades realizadas, agregando valor a los proyectos, pues se cuenta con información histórica que permite el mejoramiento continuo en la ejecución de los procesos de desarrollo de software.

- Se definió un ejercicio práctico denominado Online Store Retail, el cual fue ejecutado como un proyecto de desarrollo de software, siguiendo el conjunto de procesos definidos; se dejaron evidencias de los procesos ejecutados, haciendo uso de los artefactos definidos para cada proceso. [Anexo 11. Desarrollo Ejercicio Práctico
- Se construyó el sitio de procesos de desarrollo de software, por medio de un administrador de contenidos, en el cual se encuentran todos los procesos y artefactos definidos dentro del marco de entrenamiento, este es un sitio web que podrá ser accedido por los interesados en tomar el entrenamiento. [20] CARMONA, M y GÓMEZ, C. Sitio de procesos de desarrollo de software. Universidad Icesi. Disponible en Internet: <[https://www.icesi.edu.co/i2t/driso/projects/proceso\\_desarrollo\\_sw/](https://www.icesi.edu.co/i2t/driso/projects/proceso_desarrollo_sw/)
- Análisis de la validación de la propuesta [Anexo 12. Validación de la propuesta:

La validación se realizó en las siguientes empresas:

1. Ikernell Aplicaciones de Software
2. SoMoS LTDA
3. ENSE Technology
4. TISEK
5. Geniar S.A.S

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la validación y el correspondiente resumen:

Pregunta	Ikernell Aplicaciones de Software	SoMoS LTDA	ENSETechnology	TISEK	Geniar S.A.S
1	B, D	A, D	B, D	A, B, C, D, E	A, B, D
2	Si	Si	Si	Si	Si
3	Si	Si	Si	No	Si
4				Falta incluir el proceso de estimación de los tiempos de ejecución de las actividades de un proyecto de software y el proceso de	

				administración del Presupuesto	
<b>5</b>	Si	Si	Si	Si	Si
<b>6</b>	Si	Si	Si	Si	Si
<b>7</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyectos colaborativos.</li> <li>- Proyectos web.</li> <li>- Gestión de proyectos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo de Sistema de Información de pequeña y media complejidad.</li> <li>- Proyectos de desarrollo web.</li> <li>- Proyectos de desarrollo de soluciones Móviles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyectos de construcción de componentes fábricas de software.</li> <li>- Procesos de construcción de productos de software.</li> <li>- Manejo de prestación de servicios construcción de software.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyectos medianos, cuya ejecución dure de 3 a 4 meses.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyectos de desarrollo de software a la medida.</li> <li>- Implementaciones de controles de cambios en los proyectos</li> </ul>
<b>8</b>	De 5 a 12 meses	6 Meses	6 Meses	3 Meses	3 Meses
<b>9</b>	Si	Si	No	Si	Si
<b>10</b>	Si	Si		Si	Si

**Tabla 10. Resultados de la validación de la propuesta**

Pregunta	Resumen
<b>1</b>	A, B, D
<b>2</b>	5 Si
<b>3</b>	4 Si, 1 No
<b>4</b>	Falta incluir el proceso de estimación de los tiempos de ejecución de las actividades de un proyecto de software y el proceso de administración del presupuesto.
<b>5</b>	5 Si
<b>6</b>	5 Si
<b>7</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyectos colaborativos.</li> <li>- Proyectos web.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión de proyectos.</li> <li>- Desarrollo de Sistema de Información de pequeña y media complejidad.</li> <li>- Proyectos de desarrollo web.</li> <li>- Proyectos de desarrollo de soluciones Móviles.</li> <li>- Proyectos de construcción de componentes en fábricas de software.</li> <li>- Procesos de construcción de productos de software.</li> <li>- Manejo de prestación de servicios en construcción de software.</li> <li>- Proyectos medianos, cuya ejecución dure de 3 a 4 meses.</li> <li>- Proyectos de desarrollo de software a la medida.</li> <li>- Implementaciones de controles de cambios en los proyectos</li> </ul>
8	De 5 a 12 meses 6 Meses 3 Meses
9	4 Si, 1 No
10	4 Si

**Tabla 11. Resumen de resultados de la validación de la propuesta**

De acuerdo a los resultados de la validación, se observa que los principales inconvenientes que se presentan durante la ejecución de los proyectos de desarrollo de software son debidos a, mala planeación, análisis de requerimientos deficiente y la administración no adecuada de los cambios, inconvenientes que se pueden minimizar si los miembros del equipo del proyecto tienen un conocimiento básico en procesos de desarrollo de software.

Las empresas coincidieron en que los procesos incluidos en el marco de entrenamiento incluyen las prácticas de procesos necesarias y suficientes para proporcionar a los desarrolladores formación en procesos, que les permitirá mejorar su desempeño dentro de los proyectos, contribuyendo a que el proyecto se ejecute según los planes definidos.

La definición y caracterización de los procesos y los artefactos de soporte se perciben livianos y fácilmente entendibles y adoptables por desarrolladores con poca formación en procesos de desarrollo de software.

Se evidencia que el marco de entrenamiento aplica para diferentes tipos de proyectos, siempre y cuando se adapten los procesos y artefactos según el tipo de proyecto.

Las empresas seleccionadas cuentan con una biblioteca de procesos, para el desarrollo de sus proyectos de desarrollo de software, a pesar de eso ven en el marco de entrenamiento una oportunidad para fortalecer el conocimiento en procesos de sus equipos técnicos, ya que presenta consistencia con sus procesos organizacionales.

Se evidenciaron diferencias respecto al tiempo requerido para realizar el entrenamiento, utilizando el marco definido, puesto que cada empresa tiene sus planes de entrenamientos definidos, según sus políticas organizacionales, por lo tanto en caso de realizar el entrenamiento con la herramienta construida, este pasaría por un proceso particular en cada empresa.

## 6. CONCLUSIONES Y FUTURO TRABAJO

En este trabajo presentamos un marco de entrenamiento en procesos de desarrollo de software. El marco promueve la aplicación de buenas prácticas de procesos de software contribuyendo al cumplimiento de los parámetros de calidad definidos en el plan del proyecto; esto aplica para los diferentes tipos de proyecto y tecnologías utilizadas.

Los artefactos que incluye, entre los que se encuentran formatos, guías, instructivos y herramientas que soportan la ejecución de los proyectos, permiten organizar correctamente el trabajo dentro del proyecto, garantizando la calidad del producto final.

Como parte del trabajo desarrollado se creó un ejercicio práctico denominado Online Store Retail, el cual fue ejecutado como un proyecto de desarrollo de software, siguiendo el conjunto de procesos definidos; basándose en éste, se pudo concluir que los interesados en realizar el entrenamiento adquirirán el conocimiento necesario para ejecutar los procesos de desarrollo de software correctamente durante la ejecución de los proyectos.

Como parte de la validación, desarrollamos un instrumento que permitió obtener información importante para definir las mejoras a realizar en los procesos del marco de entrenamiento, el estudio de los resultados muestra que se tiene una definición clara y completa de los procesos. La información recopilada nos permite resaltar ventajas de la propuesta, tales como, incluye una definición clara que se evidencia que será fácilmente entendible por los que realicen el entrenamiento, los formatos e instructivos definidos facilitan la ejecución de los procesos, proporcionando la formalidad requerida para obtener el compromiso de los interesados y documentar la información relevante del proyecto. A su vez identificamos oportunidades de mejora, tales como, complementar el marco con procesos o actividades que guíen las tareas de estimación del tiempo de ejecución de las actividades del proyecto, la administración del presupuesto y la gestión documental.

### **Trabajo Futuro:**

- Ajustes al marco de entrenamiento, resultantes de su utilización en el curso de Ingeniería de Software de la carrera ingeniería de sistemas de la Universidad Icesi, y de la validación realizada con las empresas seleccionadas.
- Diseño y aplicación de mecanismo para evaluar la eficiencia del entrenamiento. Se recomienda realizar una evaluación previa al



entrenamiento y otra después de realizado el entrenamiento, a las personas que realicen el entrenamiento con la herramienta construida.

- Incluir en el conjunto de procesos del marco de entrenamiento, el proceso para sensibilizar a los líderes de los proyectos, para que tomen conciencia del incremento en el tiempo de ejecución del proyecto, cuando participen desarrolladores que han tomado el entrenamiento, puesto que se debe considerar el tiempo que permita aplicar las buenas prácticas de procesos dentro de los proyectos.
- Diseñar una guía de adaptación que permita adaptar los procesos y artefactos definidos en el marco de entrenamiento a los diferentes tipos de proyectos de desarrollo de software.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] FEDESOFTE. Estudio de la caracterización de productos y servicios de la industria de software y servicios asociados 2012. 2012. Disponible en internet: <[http://fedesoft.org/download/est.\\_2014/Estudio\\_de\\_cifras\\_2013.pdf](http://fedesoft.org/download/est._2014/Estudio_de_cifras_2013.pdf)>
- [2] BSA - THE SOFTWARE ALLIANCE. Powering the Digital Economy "A trade Agenda to Drive Growth. Enero 2014. Disponible en internet: <[http://digitaltrade.bsa.org/pdfs/DTA\\_study\\_en.pdf](http://digitaltrade.bsa.org/pdfs/DTA_study_en.pdf)>
- [3] UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. Activity report 2012. DTL - Division on technology and logistics. United Nations Conference on trade and development UNCTAD. 2013. Disponible en internet: <[http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/dtl2013d1\\_en.pdf](http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/dtl2013d1_en.pdf)>
- [4] CCTI - FEDESARROLLO. Informe Trimestral: Sector TIC: La nueva locomotora de la economía Colombiana, Informe Trimestral TIC; FEDESARROLLO- Centro de Investigación Económica y Social; Junio de 2013; Disponible en internet: <<http://www.evaluamos.com/2006/PDF/201306InformeTIC.pdf>>
- [5] COLOMBIA. FITI. Visión Estratégica del Sector de Software y Servicios Asociados Plan de Mercadeo y Ventas Regionalizado del sector en Colombia-Resumen Ejecutivo. A.P.C.A Consorcio ETI: CIDEI - Centro de Investigación y Desarrollo de la Industria Electro Electrónica e Informática, CINTEL -Centro de Investigación de las Telecomunicaciones, Fundación ESICenter SINERTIC Andino, Fundación TECNALIA Research&Innovation, IKEL Research& Consultancy.2013. Disponible en internet: <<http://www.fiti.gov.co/Images/Recursos/resumenejecutivoves-v130827.pdf>>
- [6] COLOMBIA. FITI. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de los sectores Electrónica, tecnologías de la Información y las Comunicaciones (ETIC) en Colombia, Resumen Ejecutivo 2013. A.P.C.A. Consorcio ETI: Fundación CIDEL, Fundación CINTEL, fundación ESICenter SINERTIC Andino, Fundación TECNALIA Research&Innovation, IKEI Research&Consutancy. 2013. pags 50. Disponible en Internet: <<http://www.fiti.gov.co/Images/Recursos/6-resumenejecutivo-pcti-colombia.pdf>>
- [7] COLOMBIA. VIVE DIGITAL - FITI. Informe de Gestión 2012, Estrategia de Fortalecimiento de la Industria de Tecnologías de información. Febrero 2013,

Disponible en Internet: <<http://www.fiti.gov.co/Images/Recursos/informe-de-gestion-fiti-2012.pdf>>

[8] PIATTINI, M; GARCÍA, F y CABALLERO, I. Calidad de Sistemas Informáticos. Alfaomega, Ra-Ma. Julio 2009; 97p

[9] HUMPHREY, W. Acquiring Quality Software. Crosstalk, The Journal of Defense Software Engineering, Vol 18 No. 12. p. 21-25. December 2005. Disponible en Internet:  
<<http://www.crosstalkonline.org/storage/issue-archives/2005/200512/200512-0-Issue.pdf>>

[10] Ph.D. PRESSMAN, Roger S. Ingeniería del Software, Un enfoque práctico. 6th Edition ed2005. 958 p

[11] ACEVEDO ROJAS, Doris Marivel. Evaluación de la calidad del desempeño profesional docente y directivo en el Colegio Técnico Nacional Huambi, de la parroquia Huambi, cantón Sucúa, provincia de Morona Santiago, en Educación General Básica y Bachillerato, durante el año académico 2011 - 2012. UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA. CENTRO UNIVERSITARIO SUCÚA. 2012. 199 p

[12] FUNDACIÓN CENTRO COLOMBIANO DE ESTUDIOS PROFESIONALES - FCECEP. Tecnólogo en Sistemas de Información. Disponible en internet:  
<[http://www.cecep.edu.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=149&Itemid=148](http://www.cecep.edu.co/index.php?option=com_content&view=article&id=149&Itemid=148)>

[13] CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA - UNICONFACAUCA. Plan de Estudios Ingeniería de Sistemas. Disponible en internet:  
<[http://web.unicomfauca.edu.co/images/pregrados/Ingenieria\\_Sistemas.pdf](http://web.unicomfauca.edu.co/images/pregrados/Ingenieria_Sistemas.pdf)>

[14] CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA - UNICONFACAUCA. Plan de Estudios Sistemas Empresariales de Información. Disponible en internet:  
<[http://web.unicomfauca.edu.co/images/pregrados/Sistemas\\_Empresariales.pdf](http://web.unicomfauca.edu.co/images/pregrados/Sistemas_Empresariales.pdf)>

[15] UNIVERSIDAD ICESI. Plan Curricular Ingeniería de Sistemas. Disponible en internet:  
<[http://www.icesi.edu.co/ingenieria\\_sistemas/plan\\_curricular\\_sistemas.php](http://www.icesi.edu.co/ingenieria_sistemas/plan_curricular_sistemas.php)>

[16] SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE - SEI. CMMI for Development, Version 1.3. Technical Report. Noviembre 2010 disponible en internet  
<<http://www.sei.cmu.edu/reports/10tr033.pdf>>

- [17] SOFTWARE ENGINEERING STANDARDS COMMITTEE OF THE IEEE COMPUTER SOCIETY. IEEE Standard for Developing Software Life Cycle Processes, 1074. pp - 96. 1998. Disponible en internet:  
<[http://arantxa.ii.uam.es/~sacuna/is1/normas/IEEE\\_Std\\_1074\\_1997.pdf](http://arantxa.ii.uam.es/~sacuna/is1/normas/IEEE_Std_1074_1997.pdf)>
- [18] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARIZATION, INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. Technical Report ISO/EIC TR 29110-5-1-2, Software engineering — Lifecycle profiles for Very Small Entities (VSEs) — Part 5-1-2: Management and engineering guide: Generic profile group: Basic profile. 54 p. 2011.
- [19] STEVENS, P y POOLEY, R. Utilización de UML en Ingeniería del Software con Objetos y Componentes. PEARSON EDUCACIÓN. 2da Edición, Madrid, 2007.
- [20] CARMONA, M y GÓMEZ, C. Sitio de procesos de desarrollo de software. Universidad Icesi. Disponible en Internet:  
<[https://www.icesi.edu.co/i2t/driso/projects/proceso\\_desarrollo\\_sw/](https://www.icesi.edu.co/i2t/driso/projects/proceso_desarrollo_sw/)>
- [21] BALAJI, S. WATERFALLVs V-MODEL Vs AGILE: A COMPARATIVE STUDY ON SDLC. International Journal of Information Technology and Business Management, p. 26-30. 2012. Disponible en internet:  
<<http://jitbm.com/Volume2No1/waterfall.pdf>>
- [22] GANG, Z; LIWEI, S; XIN, P y Zhenchang X, W. ZhaolIncremental and iterative reengineering towards software product line: An industrial case study, IEEE International Conference On Software Maintenance, ICSM. p. 418-427. 2011
- [23] MEAD, N; VISWANATHAN, V; PADMANABHAN, D y RAVEENDRAN, A., Incorporating Security Quality Requirements Engineering (SQUARE) into Standard Life-Cycle Models, Software Engineering Institute, 35 p. 2008.
- [24] MORENO, A. M; SANCHEZ-SEGURA, M. I.; MEDINA-DOMINGUEZ, F y CARVAJAL, L. (2012). Balancing software engineering education and industrial needs. Journal of Systems and Software, 85(7), p. 1607-1620.
- [25] ANAYA, R. Una Visión de la Enseñanza de la Ingeniería de Software como apoyo al mejoramiento de las empresas de software. Revista Universidad EAFIT, Vol. 43, No. 141, pp. 60-76. 2006. Disponible en internet  
<<http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/viewFile/809/719>>

[26] ROMERO C, C; ROSERO S, M. Modelos de Enseñanza y su Relación con los Procesos Metacognitivos en Programación de Sistemas. Revista Educación en Ingeniería. Enero a Junio de 2014. Vol. 9. No. 17. p. 1-12. Disponible en internet <<http://www.educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/view/334/189>>

[27] OFFUTT, J. Putting the Engineering into Software Engineering Education. IEEE Software, 30(1), 96-96. (2013) Disponible en internet: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=6401119>>

## ANEXOS

### **Anexo 1. Proceso Pre Análisis**

[Ubicación: Marco De Entrenamiento / Descripcion Procesos / 1.Pre Analisis](#)

### **Anexo 2. Proceso Análisis de Requerimientos**

[Ubicación: Marco De Entrenamiento / Descripcion Procesos / 2.Analisis de Requerimientos](#)

### **Anexo 3. Proceso Diseño**

[Ubicación: Marco De Entrenamiento / Descripcion Procesos / 3.Diseno](#)

### **Anexo 4. Proceso Desarrollo**

[Ubicación: Marco De Entrenamiento / Descripcion Procesos / 4.Desarrollo](#)

### **Anexo 5. Proceso Pruebas**

[Ubicación: Marco De Entrenamiento / Descripcion Procesos / 5.Pruebas](#)

### **Anexo 6. Proceso Administración de Requerimientos**

[Ubicación: Marco De Entrenamiento / Descripción Procesos / Administracion de Requerimientos](#)

### **Anexo 7. Proceso Gestión de Configuración**

[Ubicación: Marco De Entrenamiento / Descripcion Procesos / Gestion de Configuración](#)

### **Anexo 8. Proceso Medición y Análisis**

[Ubicación: Marco De Entrenamiento / Descripcion Procesos / Medicion Y Analisis](#)

### **Anexo 9. Proceso Aseguramiento de Calidad**

[Ubicación: Marco De Entrenamiento / Descripcion Procesos / Aseguramiento de Calidad](#)

### **Anexo 10. Proceso Seguimiento y Control**

[Ubicación: Marco De Entrenamiento / Descripcion Procesos / Seguimiento Y Control](#)

### **Anexo 11. Desarrollo Ejercicio Práctico**

[\(Ubicación: Marco De Entrenamiento / Online Store Retailer / Ejercicio Practico.doc\)](#)

### **Anexo 12. Validación de la propuesta**

[\(Ubicación: Marco De Entrenamiento / Validacion Propuesta\)](#)