

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DEL MODELO DE MEJORA DE PROCESOS
CMMI NIVEL 2 EN LA EMPRESA COMPUTER S.A.**

OSMAR ORTIZ ORTEGA

EVELIO ZAMBRANO RUEDA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS

BUCARAMANGA

2011

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DEL MODELO DE MEJORA DE PROCESOS
CMMI NIVEL 2 EN LA EMPRESA COMPUTER S.A.**

OSMAR ORTIZ ORTEGA

EVELIO ZAMBRANO RUEDA

**Monografía para optar al título de
Especialista en Evaluación y Gerencia de Proyectos**

Director:

Ing. JAVIER ARIAS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS

BUCARAMANGA

2011

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1 Identificación	14
1.2 Descripción	14
1.3 Formulación	15
2. ALCANCES Y LIMITACIONES	16
2.1 Alcance	16
2.2 Justificación	16
3. OBJETIVOS	17
3.1 Objetivo General	17
3.2 Objetivos Específicos	17
4. GENERALIDADES	19
4.1 Marco Teórico	19
4.1.1 Características del Software	19
4.1.2 CMMI	19
4.1.3 Niveles de CMMI	20
4.1.4 Cuerpos de Conocimientos de CMMI	21
4.1.5 Áreas de procesos	22
4.1.6 Áreas de procesos del Nivel 2	24
4.1.7 Estimación del Esfuerzo de Desarrollo de Software	25
4.1.8 Proceso de Inspección de software	25

4.1.9 Costo Total del Ciclo de Vida del Software	25
5. ESTUDIO DEL ENTORNO	27
5.1 Definición del Sector Software	27
5.2 Situación Actual del Sector Software en Colombia	29
5.2.1 Infraestructura para TIC's	30
5.2.2 Asociaciones del Sector Software	32
5.2.3 Fortalezas y debilidades de la industria del Software	34
5.3 Análisis de la Oferta	35
5.3.1 Tamaño del Mercado	35
5.3.2 Producción Nacional	38
5.3.3 Producción Extranjera	46
5.4. Análisis de la Demanda	50
5.4.1 Actividad comercial de la industria del Software	50
5.4.2 Perfil del Consumidor	51
5.4.3 Localización Geográfica de los principales mercados	52
5.5 Estándares y Normas técnicas en Colombia	53
5.6 CMMI en Colombia	54
5.7 Conclusiones del Estudio del Entorno	55
6. ESTUDIO TÉCNICO	57
6.1 Descripción de la organización	57
6.2 Tecnología	58
6.2.1 Software	58
6.2.2 Hardware	59
6.2.3 Metodologías y Técnicas	59
6.3 Aspectos Administrativos y Organizacionales	60

6.3.1 Personal	60
6.3.2 Capacitación	62
6.4 Localización	62
7. ESTUDIO FINANCIERO	63
7.1 Supuestos	63
7.2 Estimación de Costos del Proyecto	64
7.2.1 Costos de procesos	65
7.2.2 Costos de Productos	66
7.2.3 Costos de Capacitación y Asesoría	66
7.2.4 Costos de Herramientas	66
7.2.5 Costos de Evaluación	67
7.2.6 Costos de Desarrollo	67
7.2.7 Costos de Pruebas de Software	68
7.2.8 Costos de Mantenimiento de Software	69
7.3 Fuentes de Financiación	70
7.4 Evaluación financiera	70
7.4.1 Retorno sobre la inversión	71
7.4.1.1 Costos	71
7.4.1.2 Beneficios	71
7.4.1.3 Relación Beneficio /Costo	72
7.4.1.4 Retorno sobre la inversión	73
7.4.1.5 Valor presente Neto	73
7.4.2 Conclusiones de la Evaluación Financiera	74
8. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN	75
8.1 Alcance del Proyecto	75

8.2 Factores Críticos de Éxito	75
8.3 Equipo del Proyecto	79
8.4 Descripción General del proceso de Implementación	79
8.4.1 Fase Iniciación (Initiating)	80
8.4.2 Fase de Diagnóstico (Diagnosing)	81
8.4.3 Fase de Definición (Establish)	82
8.4.4 Fase de Ejecución (Acting)	83
8.4.5 Fase de Aprendizaje o Retroalimentación (Learning)	84
8.4.6 fase de Acreditación	85
8.5 Estrategia de Implementación	85
8.6 Plan de Acción por Área de Proceso	86
8.7 Plan de Comunicaciones	86
8.7.1 Mecanismos de distribución de Información	87
8.7.2 Indicadores de Desempeño	88
8.8 Análisis de Riesgos	89
9. CONCLUSIONES	92
BIBLIOGRAFÍA	95
ANEXOS	97

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Niveles de Madurez CMMI	21
Figura 2. Inversión en TICs	31
Figura 3. Composición de la industria del software por tipo de empresa	39
Figura 4. Principales áreas de producción de software en Colombia en porcentaje de número de empresas	40
Figura 5. Organigrama de la Organización	58
Figura 6. Equipo del Proyecto CMMI	79
Figura 7. Modelo IDEAL	80

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Áreas de Procesos de CMMI	23
Tabla 2. Fórmula para Esfuerzo de Software	25
Tabla 3. Clasificación Industrial Internacional uniforme	27
Tabla 4. Líneas de Negocios del Sector Informático en Colombia	28
Tabla 5. Inversión en TICs por componentes	31
Tabla 6. Ranking Empresas Sector Software en Colombia	47
Tabla 7. Principales países exportadores a Colombia del año 2004.	49
Tabla 8. Principales empresas importadoras del año 2004	49
Tabla 9. Concentración de la población Colombiana en las principales ciudades – Año 2005	52
Tabla 10. Empresas evaluadas CMMI en Colombia	55
Tabla 11. Requerimiento de Hardware estimado para proyecto de implementación CMMI	59
Tabla 12. Costos de implementación del modelo CMMI nivel 2	65
Tabla 13. Costos de uso del modelo CMMI nivel 2	65
Tabla 14. Costos de implementación del modelo CMMI	67
Tabla 15. Esfuerzo de Software para proyecto Piloto	68
Tabla 16. Costos de uso del modelo CMMI	70
Tabla 17. Origen de la inversión	70
Tabla 18. Costos totales del proyecto	71
Tabla 19. Beneficios estimados del modelo CMMI nivel 2	72
Tabla 20. Relación Beneficio/Costo del modelo CMMI nivel 2	73
Tabla 21. Plan de Acción por Área de Proceso	86
Tabla 22. Lista de Riesgos	89

RESUMEN

TITULO: PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DEL MODELO DE MEJORA DE PROCESOS CMMI NIVEL 2 EN LA EMPRESA COMPUTER S.A.*

AUTOR (ES): OSMAR ORTIZ ORTEGA - EVELIO ZAMBRANO RUEDA **

PALABRAS CLAVES: TIC, CMMI, Áreas de Procesos, Ciclo de Vida del Software

DESCRIPCIÓN

El mercado de las TIC en los últimos años ha tenido un crecimiento en la producción de software. Esta producción de software en Colombia se ha venido realizando sin la utilización de metodologías y estrategias de calidad para obtener mejores resultados, tanto en la calidad final de los productos como en los procesos que llevan a su creación.

COMPUTER S.A. es una empresa Santandereana, que viene prestando sus servicios en calidad de Outsourcing, y que día a día, viene implementando mecanismos que le permitan una mejor atención de sus clientes, atendiendo oportunamente sus solicitudes. Es por ello, que se ve la necesidad de implementar una metodología que le permita llevar un control de la producción de software, optimizando los tiempos de respuesta y aumentando la satisfacción de sus clientes.

Dentro de esta necesidad, se presenta la metodología CMMI, como un modelo que provee las herramientas de control necesarias, y que le permitiría a la empresa COMPUTER S.A. una mejora continua de sus procesos, reduciendo los tiempos en el desarrollo y mantenimiento de software, mejorando de esta manera la prestación del servicio. En la evaluación de la metodología y en la presentación para la utilización de la misma, esta propuesta muestra los beneficios económicos que obtendría la empresa, así como, un plan de implementación para llevar al nivel 2 de la metodología CMMI a la empresa COMPUTER S.A.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas – Escuelas de Estudios Industriales y Empresariales – Especialización en Evaluación y Gerencia de Proyectos. Director: Javier Eduardo Arias Osorio – Ing. de Sistemas.

SUMMARY

TITTLE: IMPLEMENTATION OF THE MODEL PROPOSAL PROCESS IMPROVEMENT CMMI LEVEL 2 IN THE COMPUTER COMPANY S.A.

AUTHORS: OSMAR ORTIZ ORTEGA - EVELIO ZAMBRANO RUEDA **

KEY WORDS: TIC, CMMI, PROCESS AREAS, SOFTWARE LIFE CYCLE

DESCRIPTION

The ICT market in recent years has grown in the production of software. This software production in Colombia has been conducted without the use of quality methods and strategies for best results, both in the final quality of the products and processes that lead to its creation.

COMPUTER S.A. is a company of Santander, that has been providing its services as outsourcing, and that every day, is implementing mechanisms that will enable better care for their clients taking their applications promptly. This is why you see the need to implement a methodology to keep track of software production, optimizing response times and increasing customer satisfaction

Within this need, CMMI methodology is presented as a model that provides the necessary control tools, and to allow the company COMPUTER SA continuous improvement of its processes, reducing development time and maintenance of software, thus improving service delivery. The evaluation of the methodology and presentation for the use of it, this proposal shows the economic benefits would derive, as well as an implementation plan to bring the level 2 CMMI methodology the company COMPUTER S.A.

* Graduation Project

** Faculty of Engineerings Physical Mechanical – School of Industrial and Managemental Studies. Specialization in Evaluation and Project Management. Manager: Javier Eduardo Arias Osorio – System Engineering

INTRODUCCION

En Colombia, el mercado de las TIC ha experimentado un gran crecimiento en los últimos años, especialmente en la producción de software. Sin embargo, aunque se produce más software, todavía existe un gran desconocimiento generalizado de las metodologías y estrategias de calidad que se utilizan a nivel mundial para obtener mejores resultados, tanto en la calidad final de los productos como en los procesos que llevan a su creación.

Para aumentar la calidad del software se han establecido una serie de metodologías formales y buenas prácticas que permiten tener control sobre lo que está ocurriendo a distintos niveles del proceso de producción del software, de tal forma que se pueda evaluar y mejorar sistemáticamente.

Gracias a estas metodologías, se consigue no sólo que el producto final tenga las características predefinidas (robustez, funcionalidad, fiabilidad, etc.) sino que los procesos asociados se vean afectados positivamente y los tiempos de entrega disminuyan, los costos de producción se reduzcan y la satisfacción del cliente final aumente.

Dentro de estas metodologías se destaca CMMI (Capability Maturity Models Integration), como un robusto modelo de madurez que provee a las empresas desarrolladoras de software, de las herramientas necesarias para controlar la producción de software, enfocándose principalmente en la mejora continua de los procesos. Este enfoque ha convertido a CMMI como uno de los modelos más importantes y de mayor proyección.

En su afán constante de ofrecer mejorar la calidad de los productos y satisfacer las necesidades de sus clientes, COMPUTER S.A. evalúa la posibilidad de implementar el modelo CMMI nivel 2. Este estudio tiene como objetivo, realizar un análisis y evaluación para determinar la viabilidad técnica y financiera del proyecto de implementación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Identificación

La creación de software confiable y de alta calidad se ha convertido en un factor decisivo para el éxito de las empresas desarrolladoras de software. A medida que aumenta la complejidad y el uso de herramientas informáticas en la sociedad, se hace necesario que las empresas proveedoras de dichas herramientas, garanticen la calidad de sus productos.

En la actualidad, COMPUTER S.A. tiene un área de ingeniería, la cual es la encargada de desarrollar los productos software que se ofrecen a los clientes. Dentro de esta área conviven grupos de desarrollo asignados a diversos proyectos, los cuales funcionan de manera independiente. Esta independencia de los grupos de desarrollo, sumado a la inexistencia de un marco de trabajo que los dirija, ha generado un entorno de trabajo informal y poco controlado. Esta situación afecta directamente la calidad de productos desarrollados dentro de la empresa, principalmente por los retrasos en las fases de desarrollo y entrega de las soluciones a los errores presentes en los productos.

Los problemas de calidad de los productos software se reflejan en la insatisfacción de los clientes y usuarios finales, así como en los tiempos de las actividades de mantenimiento que se destinan para corregir dichos problemas de calidad.

1.2 Descripción

- Ausencia de un modelo de mejora de procesos de desarrollos de software.
- No existe una metodología para determinar con anterioridad, los tiempos de desarrollo de un proyecto específico, lo cual genera incertidumbre y retrasos durante las fases de desarrollo de los mismos.

- Ausencia de una política de re-uso de componentes (programas, partes de códigos, librerías, procedimientos almacenados, etc.) que evite que diferentes grupos de desarrollo realicen las mismas actividades bajo enfoques diferentes. Esta situación genera pérdidas de tiempo y atenta contra la integración de los productos.
- Un alto porcentaje del tiempo de los grupos de desarrollo, lo dedican a las actividades de mantenimiento de los productos por causa de las fallas presentes en los mismos.
- En general la documentación del proyecto, que incluye la documentación de los procesos y del producto, es escasa y en la mayoría de los casos, no se realiza formalmente, esta situación genera que se dedique un tiempo excesivo para la interpretación de programas y procesos realizados anteriormente.

1.3 Formulación

Con base en la situación descrita anteriormente, se evidencia la necesidad de desarrollar una propuesta que sirva como base para la implementación futura del Modelo de Madurez de Capacidad (CMMI), con el objetivo primordial de mejorar los procesos de desarrollo de software dentro de la empresa COMPUTER S.A.

2. ALCANCES Y LIMITACIONES

2.1 Alcance

Esta monografía se limita a la elaboración de una propuesta de implementación del modelo de mejora de procesos CMMI nivel 2, basada en la metodología IDEAL. Las áreas de procesos (PA) que se estudian son: Administración de Requerimientos, planificación de proyectos, control y monitoreo de proyectos, administración de acuerdos con proveedores, medición y análisis, Aseguramiento de la calidad de productos y procesos, y administración de la configuración, las cuales conforman el nivel 2 de madurez de CMMI, y aplica para el departamento de ingeniería de la Empresa COMPUTER S.A.

Es importante destacar que la propuesta generada en esta monografía se podría tomar como punto de partida para la aplicación de los procesos que allí se definan, así como para la estructuración de otras áreas de procesos basadas en el modelo CMMI.

2.2 Justificación

Las empresas desarrolladoras de software a nivel nacional e internacional, y de todos los tamaños, grandes, pequeñas, pymes, etc., se han dado cuenta de la vital importancia que tiene la calidad de los productos ofrecidos para la competitividad de las mismas.

COMPUTER S.A. a lo largo de su existencia se ha destacado como una empresa innovadora y de reconocida reputación por la calidad de sus productos y servicios. Siendo el talento humano la base fundamental para su consolidación.

A pesar de estar en una situación favorable con respecto a la competencia, es evidente que se deben tomar las medidas necesarias para corregir las falencias identificadas anteriormente.

Ante este panorama, se deben definir estrategias que permita que la empresa pueda afrontar los retos que se generan por la competitividad y masificación de las tecnologías de información.

Con la realización de esta monografía, se contara con una propuesta que sirva como base para la implementación del modelo CMMI, el cual contribuirá a la mejora consistente de los procesos de desarrollo de software, lo cual redundara en la calidad de los productos.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Elaborar una propuesta metodológica que contribuya al mejoramiento de los procesos de desarrollo de software de la empresa COMPUTER S.A.

3.2 Objetivos Específicos

- Reconocer los requerimientos definidos en el modelo de mejora CMMI, para cada una de las áreas de procesos en estudio.
- Estudiar e ilustrar el enfoque y las principales características del modelo de mejora CMMI.
- Analizar y evaluar el proceso de desarrollo de software actual a la luz de requerimientos del modelo de mejora CMMI.
- Definir el modelo que contenga los procesos, procedimientos y en general, las acciones a seguir para la utilización de CMMI en las áreas de procesos seleccionadas para estudio.

4. GENERALIDADES

4.1 Marco Teórico

4.1.1 Características del software

El software se desarrolla no se fabrica: se puede empaquetar y venderse como producto estándar. Los costos del software se encuentran en la ingeniería. Esto significa que los nuevos proyectos de software no se pueden gestionar como si fueran proyectos de fabricación. Requieren en promedio de 12 a 18 meses para su desarrollo dependiendo del programa. El software sufre una curva de obsolescencia, lo que hace que requiera añadir continuas actualizaciones. La vida útil de un producto de software sin cambios puede ser de dos a tres años.

El software desde el punto de vista comercial posee doble tratamiento:

- Es un **bien**, sujeto a circulación y transferencia de derechos de propiedad o de la facultad de quien lo recibe de disponer económicamente de este bien como si fuera su propietario. Bajo este concepto se habla de venta de paquetes de software (aún cuando solo se otorga al comprador una licencia con derechos limitados).
- Es un **servicio**, cuando toma la forma de provisión de un soporte lógico "a la medida" adaptado para cubrir las necesidades de un determinado usuario. En este caso ocurre una prestación de servicio.

Desde el punto de vista jurídico el software es un **bien inmaterial** porque el conjunto de instrucciones que conforman su esencia no es un "Objeto corporal" sino una obra intelectual. El objeto inmaterial -software- conlleva la titularidad de una producción intelectual, que se cataloga como "derecho intelectual" de idéntica especie al de la obra científica, literaria o artística, y por ende sujeta a protección.

4.1.2 CMMI

CMMI es un modelo de mejora de procesos desarrollado por el Instituto de Ingeniería de Software SEI, de la Universidad Carnegie Mellon, y describe las mejores prácticas

para el desarrollo de software. Su objetivo principal es ayudar a las organizaciones a implementar mejoras de procesos que alcancen la madurez en sus procesos de desarrollo de software. Esta madurez se consigue de manera gradual y evolutiva, desde procesos caóticos hasta procesos maduros y disciplinados.

Para lograr la madurez de los procesos, CMMI define cinco niveles de madurez o etapas: Inicial, Gestionado, Definido, Gestionado Cuantitativamente y Optimizado.

Para lograr los niveles de mejora definidos se deben satisfacer las metas y objetivos que define el modelo para cada nivel en particular.

4.1.3 Niveles de CMMI

Inicial: En el nivel inicial el proceso de software se caracteriza por ser caótico y poco planificado. Pocos procesos son definidos y seguidos, y el éxito de los proyectos depende en gran medida de los esfuerzos individuales de los integrantes de los grupos de trabajo. No existe una gestión formal en todas las etapas del desarrollo de software.

Gestionado: Este nivel provee una introducción a los procesos documentados y formales. Los procesos básicos de administración son establecidos para el control de los costos, los cronogramas y la funcionalidad del software. Pasar del nivel 1 al 2 significa que la organización ha establecido una gestión de proyectos y formalmente ha implementado métodos y técnicas de la ingeniería de software.

Definido: Este nivel provee las bases para la mejora continua de procesos y establece las funciones de gestión de procesos necesarias para controlar los proyectos. Los procesos de software tanto para las actividades de gestión y de ingeniería, están documentados, estandarizados e integrados a los procesos de la organización.

Gestionado Cuantitativamente: En este nivel se implementan técnicas de medición detalla de los procesos de software y de la calidad del producto. Tanto los procesos de software como el producto son cuantitativamente controlados.

Optimizado: Los procesos de la organización son mejorados continuamente basados en una comprensión cuantitativa de las causas comunes de variación inherentes a los

procesos. El nivel 5 está centrado en mejorar continuamente el desempeño de los procesos con mejoras tecnológicas incrementales e innovadoras.

Figura 1. Niveles de Madurez CMMI



Fuente: Libro CMMI® Guía para la integración de procesos y la mejora de productos

4.1.4 Cuerpos de Conocimientos de CMMI

La intención de CMMI es proveer un modelo de mejora que cubra los procesos de desarrollo y mantenimiento de productos y servicios y también ofrecer un marco de trabajo extensivo de forma que otros cuerpos de conocimiento puedan ser adicionados. Actualmente CMMI abarca cuatro cuerpos de conocimiento que están disponibles para las organizaciones que implementen CMMI.

Ingeniería de Sistemas: La ingeniería de sistemas cubre el desarrollo total de los sistemas que pueden incluir o no, el software. Se enfoca en la transformación de las necesidades, expectativas y restricciones de los clientes en productos.

Ingeniería de Software: Cubre el desarrollo de sistemas software. Se enfoca en la aplicación sistemática y disciplinada de métodos y metodologías de desarrollo, operación y mantenimiento de software.

Desarrollo integrado de producto y Proceso: Es un método sistemático para alcanzar una colaboración adecuada de los involucrados más relevantes durante el ciclo de vida del producto

Adquisición de Proveedores: Los gerentes de proyecto pueden utilizar proveedores para ejecutar funciones o modificaciones a los productos que son específicamente necesarios para el proyecto. Cuando estas actividades son críticas para el proyecto, se deben controlar y monitorear para garantizar la calidad del producto final.

4.1.5 Áreas de procesos: El documento oficial del Modelo CMMI define las áreas de procesos como: un conjunto de mejores prácticas relacionadas a un área, que cuando se implementan colectivamente satisfacen un conjunto de objetivos considerados importantes para lograr una mejora significativa en esa área.

CMMI para desarrollo Versión 1.2 contiene 22 áreas de proceso, ver tabla 1.

Tabla 1. Áreas de Procesos de CMMI

Área de Proceso	Categoría	Nivel de madurez
Análisis causal y resolución (CAR)	Soporte	5
Gestión de configuración (CM)	Soporte	2
Análisis de decisiones y resolución (DAR)	Soporte	3
Gestión integrada de proyecto + IPPD (IPD + IPPD)	Gestión de proyectos	3
Medición y Análisis (MA)	Soporte	2
Innovación y despliegue en la organización (OID)	Gestión de proyectos	5
Definición de procesos de la organización + IPPD (OPD + IPPD)	Gestión de proyectos	3
Enfoque en procesos de la organización (OPP)	Gestión de proyectos	3
Rendimiento de procesos de la organización (OPP)	Gestión de proyectos	4
Formación organizativa (OT)	Gestión de proyectos	3
Integración de producto (PI)	Ingeniería	3
Monitorización y control de proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	2
Planificación de proyecto (PP)	Gestión de proyectos	2
Aseguramiento de la calidad de proceso y Producto (PPQA)	Soporte	2
Gestión Cuantitativa de proyecto (QPM)	Gestión de proyectos	4
Desarrollo de requerimientos (RD)	Ingeniería	3
Gestión de requerimientos (REQM)	Ingeniería	2
Gestión de riesgos (RSKM)	Gestión de proyectos	3
Gestión de acuerdos con proveedores (SAM)	Gestión de proyectos	2
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	3
Validación (VAL)	Ingeniería	3

Verificación (VER)	Ingeniería	3
---------------------------	------------	---

Fuente: Libro CMMI® Guía para la integración de procesos y la mejora de productos

4.1.6 Áreas de procesos del Nivel 2 *

Gestión de la Configuración: El propósito de la Gestión de configuración (CM) es establecer y mantener la integridad de los productos de trabajo utilizando la identificación de configuración, el control de configuración, el registro del estado de configuración y las auditorías de configuración.

Medición y Análisis: El propósito de Análisis causal y resolución (CAR) es identificar las causas de defectos y de otros problemas, y tomar acción para prevenir que no ocurran en el futuro.

Monitoreo y Control de proyectos: El propósito de la Monitorización y Control de proyecto (PMC) es proporcionar una comprensión del progreso del proyecto para que se puedan tomar las acciones correctivas apropiadas, cuando el rendimiento del proyecto se desvíe significativamente del plan.

Planificación de Proyectos: El propósito de la Planificación de proyecto (PP) es establecer y mantener planes que definan las actividades del proyecto.

Aseguramiento de la calidad de proceso y producto: El propósito de Aseguramiento de la calidad de proceso y de producto (PPQA) es proporcionar al personal y a la gerencia una visión objetiva de los procesos y de los productos de trabajo asociados.

Gestión de Requerimientos: El propósito de la Gestión de requerimientos (REQM) es gestionar los requerimientos de los productos y de los componentes del producto del proyecto, e identificar inconsistencias entre esos requerimientos y los planes y productos de trabajo del proyecto.

Gestión de acuerdos con proveedores: El propósito de la Gestión de acuerdos con proveedores (SAM) es gestionar la compra de productos.

4.1.7 Estimación del Esfuerzo de desarrollo de Software

El esfuerzo de Software es el número de horas requeridas para el desarrollo. Es el número de horas necesarias para el análisis, diseño, codificación y pruebas del software. El esfuerzo es una unidad de tiempo, usualmente medido en horas persona o meses persona. El esfuerzo de software no contempla el mantenimiento del software, por lo cual, se debe medir por separado. Existen varios modelos de medición de esfuerzo de software basado en líneas de código. La tabla 2 muestra las fórmulas para el esfuerzo de software.

Tabla 2. Fórmula para Esfuerzo de Software

Modelo	Fórmula
Boehm	Meses = 3 x KSLOC ^{1.12}
Walston/Felix	Meses = 5.2 x KSLOC ^{0.91}
Bailey/Basili	Meses = 5.5 + 0.73 x KSLOC ^{1.15}
Doty	Meses = 5.288 x KSLOC ^{1.047}

KSLOC = Miles de líneas de código

Fuente: ROI of Software Process Improvement: Metrics for Project Managers and Software Engineers

4.1.8 Proceso de Inspección de software (Software Inspection Process)

El proceso de inspección de software es una técnica utilizada para la detección de defectos en el software, antes de su despliegue, reduciendo los costos de las pruebas y reproceso. Las inspecciones de software también pueden promover más el trabajo en equipo, proporcionar capacitación en el puesto de trabajo, y apoyar la transferencia de conocimientos de los miembros más experimentados de los equipos a los demás.

4.1.9 Costo Total del Ciclo de Vida del Software

El Costo total del Ciclo de vida es un estimado de los todos los costos de desarrollo y mantenimiento del software. La fórmula básica del modelo es:

$$TLC = LOC * (TD * 100 + ES/10000) - HI * 99 - HT * 9$$

Donde,

LOC = líneas de código

TD = tasa de defectos (%)

ES = Esfuerzo de software (Horas)

HI = Horas de inspección de software

HT = Horas de pruebas de software

Esta fórmula cuantifica los costos del análisis, diseño, desarrollo, pruebas, y mantenimiento del software.

5. ESTUDIO DEL ENTORNO

5.1 Definición del Sector Software

El sector software está compuesto por las actividades de desarrollo, mantenimiento y publicación de software de todo tipo, Además incluye servicios tales como entrenamiento, documentación y consultoría. El sector hardware, el sector software y los servicios informáticos conforman lo hace parte de lo que actualmente se conoce como las tecnologías de información

Las salidas del sector software pueden ser productos o servicios. Los principales ingresos de la fabricación de software provienen de la venta de licencias de uso, mientras que los ingresos generados por los servicios provienen de actividades diversas como el diseño y desarrollo de soluciones a la medida, la implementación de adaptación de productos de terceros, servicios de consultoría, capacitación, instalación y mantenimiento de software, entre otros. De acuerdo a la clasificación industrial internacional uniforme, el sector software forma parte de la actividad K72 INFORMÁTICA Y ACTIVIDADES CONEXAS. Ver tabla 3.

Tabla 3. Clasificación Industrial Internacional uniforme

K ACTIVIDADES INMOBILIARIAS, EMPRESARIALES Y DE ALQUILER (DIVISIONES 70 A 74)	
72	INFORMÁTICA Y ACTIVIDADES CONEXAS
721	CONSULTORES EN EQUIPO DE INFORMÁTICA
7210	CONSULTORES EN EQUIPO DE INFORMÁTICA
722	CONSULTORES EN PROGRAMAS DE INFORMÁTICA Y SUMINISTRO DE PROGRAMAS DE INFORMÁTICA
7220	CONSULTORES EN PROGRAMAS DE INFORMÁTICA Y SUMINISTRO DE PROGRAMAS DE INFORMÁTICA
723	PROCESAMIENTO DE DATOS
7230	PROCESAMIENTO DE DATOS
724	ACTIVIDADES RELACIONADAS CON BASES DE DATOS
7240	ACTIVIDADES RELACIONADAS CON BASES DE DATOS
725	MANTENIMIENTO Y REPARACION DE MAQUINARIA DE OFICINA, CONTABILIDAD E INFORMÁTICA
7250	MANTENIMIENTO Y REPARACION DE MAQUINARIA DE OFICINA, CONTABILIDAD E INFORMÁTICA

Fuente: Banco de la república. <http://quimbaya.banrep.gov.co/servicios/saf2/BRCodigosCIIU.html>

El sector de informática está conformado por las empresas concesionarias de redes de comunicación, la industria de software y las comercializadoras de máquinas y equipo de computación. El sector de tecnologías de información está compuesto por diversas ramas de actividad que comprende Industria, comercio y servicios relacionados, como la fabricación, distribución, instalación y soporte de hardware; los proveedores de acceso a Internet, el desarrollo y la comercialización de software.

Tabla 4. Líneas de Negocios del Sector Informático en Colombia

Negocios	Caracteres
Hardware	PCs
	Periféricos
	Suministros
	Servidores
	Computadores Portátiles
Software	PC Business Software
	Packaged Software
	Custom Software
Distribución	Mayoristas
	Minoristas
	Resellers
	Vars (Distribuidores de valor agregado)
Servicios en TI	Consultoría en sistemas
	Integración de sistemas
	Desarrollo de software a la medida
	Outsourcing de sistema
	Servicio de procesamiento
	Educación y capacitación
	Mantenimiento y soporte de equipo
	Mantenimiento y soporte de software

	Consultoría e integración de redes
	Administración de redes

Fuente: Descripción del sector informático - Fedesoftware

De acuerdo con un reporte realizado por FEDESOFTE, el 80% de sus afiliados activos y no activos, se encuentran clasificados en alguno de los códigos CIIU K72. El 66% está clasificado en el CIIU K7220 "Consultores en programas de Informática y suministro de Programas de Informática" y un 13,48% están clasificados en el código CIIU G5243 "Comercio al por menor de muebles de oficina, maquinaria y equipo de oficina, computadores y programas de computador, en Establecimientos Especializados".

5.2 Situación Actual del Sector Software en Colombia

El sector software en Colombia se ha destacado como uno de los sectores económicos de mayor crecimiento en los últimos 20 años, contribuyendo en gran medida a la mejora de la eficacia y eficiencia de los procesos de producción, administrativos, comercialización y distribución de la industria colombiana.

Las empresas de la industria del software en Colombia no tienden a especializarse en la prestación de servicios específicos sino que, por el contrario, se dedican a varias actividades a la vez, entre las cuales predominan el desarrollo, venta de productos propios y de otras empresas, implementación e instalación de software, servicios de consultoría y soporte de sistemas. La tendencia muestra que entre más grande es la empresa, más depende de la producción y comercialización de software de base y de la comercialización de productos desarrollados por otras empresas.

Adicionalmente, las empresas de la industria no se especializan en productos para sectores específicos de la economía. Es importante notar que la industria, el comercio, los servicios, el Gobierno y el sector financiero son los que más demandan software y servicios asociados.

Una de las áreas más importantes de la industria de software son los servicios de comercio por internet, sector que ha aumentado significativamente, adquiriendo dinamismo y ampliándose diferentes tipos de bienes. El comercio electrónico requiere aplicaciones de web tales como sistemas informáticos que los usuarios utilizan al

acceder un servidor a través de internet o de una intranet. De hecho, según la UNCTAD, uno de los productos de la industria de software que más impacto tiene en el crecimiento económico de los países en vías de desarrollo son las transacciones electrónicas. Éstas permiten dinamizar la economía y crean nuevas oportunidades para los sectores de bienes y servicios emergentes.

5.2.1 Infraestructura para las TIC's.

El desarrollo del sector está asociado a la construcción de infraestructura necesaria para esta actividad. Además de la penetración de banda ancha, la capacidad instalada de los servicios portadores y el acceso a la tecnología, hay otros aspectos que dan cuenta de la capacidad de los ciudadanos de un país de acceder y utilizar las tecnologías de la información y la comunicación.

El acceso a infraestructura de telecomunicaciones sigue siendo un obstáculo importante para el desarrollo de la industria de software. Según lo advirtió la UNCTAD, este es un sector en constante cambio y se requiere de grandes inversiones en TIC's para mantener el ritmo de crecimiento mundial. Por esto, los países que no puedan mantener este nivel de inversión, quedarían marginados, aun cuando en el largo plazo los costos de sus TIC's disminuyan. Para evitar esta situación, los empresarios del sector y el Gobierno de los países en vías de desarrollo deben trabajar para evitar que el rezago en las TIC's sea un obstáculo para su competitividad.

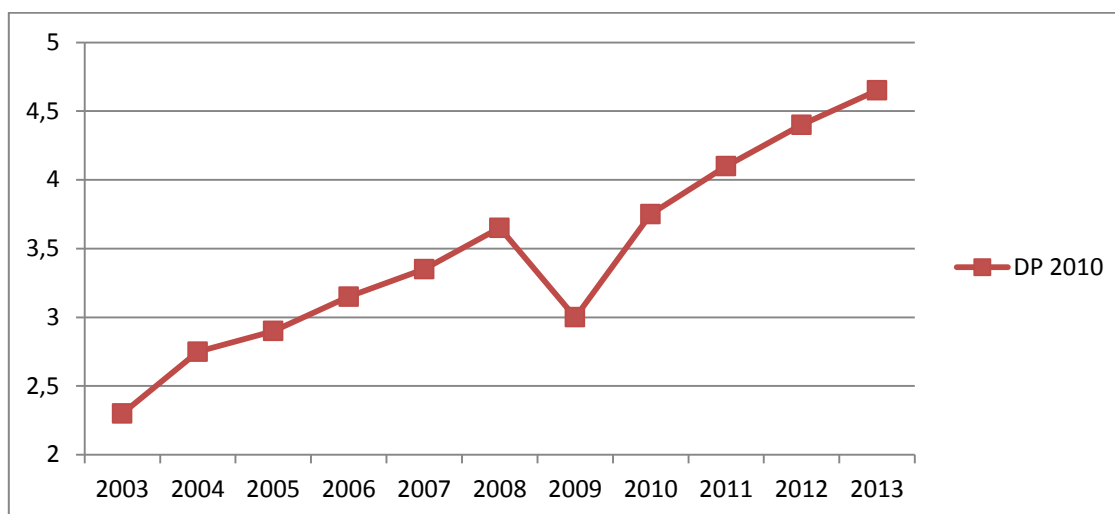
El 1,2% de la población colombiana tiene acceso a banda ancha en los que coexisten varias tecnologías. Si bien en este momento predomina el cable módem, se espera que la tecnología xDSL comience a ganar terreno.

La industria de software en Colombia está dedicada en gran parte a la producción de aplicaciones ERP²³ a la medida, a la adecuación de éstos a las necesidades locales y al desarrollo de aplicaciones y portales de internet, software educativo y desarrollo multimedia. Así mismo, las empresas de software del país tienen la capacidad y la experiencia para desarrollar productos para empresas del sector salud, que cuentan con un gran potencial exportador. Algunas de las empresas más grandes dedicadas al desarrollo de software en Colombia surgieron de los departamentos de sistemas de empresas que invirtieron en investigación para autosatisfacer sus necesidades de

software y después encontraron en el mercado interés por los productos que habían desarrollado.

De acuerdo a los estudios realizados por FEDESOF, los gastos en TIC (en trillones de dólares) como porcentaje del PIB mundial han presentado un comportamiento de la siguiente manera:

Figura 2. Inversión en TICs



Fuente: Digital Planet 2010, World Information Technology and Service Alliance (WITSA), Octubre 2010

De acuerdo a lo anterior, los gastos en TIC a nivel mundial venían creciendo por encima del 6,8% por año. Debido a la recesión mundial, se presentó una caída importante en el año 2009 frente a la proyección estimada, esperando la recuperación de la tendencia de crecimiento para el año 2013.

Por otra parte la participación de la inversión de cada componente frente al total de Inversión en TICs para los últimos años ha sido:

Tabla 5. Inversión en TICs por componentes

	Hardware		Software		Servicios		Comunicaciones	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Mundo	12,7	12,3	8,7	8,6	20,3	20,3	58,3	58,8
EEUU	12,4	11,9	12,2	12,3	31,1	32,3	44,3	43,6
México	12,6	11,8	3	2,8	7,2	6,8	77,2	78,6
Irlanda	2,3	2,4	2,1	2,2	26,6	27,4	69	68

España	15,4	15,7	12	12,5	14,4	14,7	58,2	57,1
LATAM	9,8	9,5	2,8	2,7	8	7,8	79,4	80,1
Brasil	10,3	9,8	3	2,8	8,9	8,4	77,8	79
Chile	13,6	13,4	3,6	3,5	10	9,8	72,9	73,3
Argentina	8,4	10,9	20,3	2,6	5,6	6,6	65,7	79,9
Costarica	5	5	2	2	3,6	3,6	89,4	89,3
Colombia	6,7	6,2	2	1,8	4,9	4,5	86,4	87,4

Fuente: Fedesoft

5.2.2 Asociaciones del Sector Software

El Sector del Software no cuenta con una política nacional o un ente gubernamental o privado que la oriente, apoye o contribuya con su organización. Ésta depende fundamentalmente de esfuerzos aislados y de las iniciativas de las asociaciones y gremios que representan cada uno de sus entornos.

Los primeros gremios y asociaciones enfocaron sus esfuerzos e iniciativas a la prestación de servicios y contribuyeron a que los nuevos profesionales (Ingenieros de Sistemas) ganaran identidad y capacidad de asociación.

La última década permitió un nivel de desarrollo significativo de las empresas proveedoras de software que fortaleció el gremio y permitió importantes acuerdos y fusiones que dieron lugar al nacimiento de la Federación Colombiana de la Industria del Software (FEDESOFTE).

FEDESOFTE, es hoy el gremio más importante con que cuentan las empresas de software y servicios asociados y surge de la fusión de FEDECOLSOFT e INDUSOFT. En los 90, ACOSOFT y ACUC realizaron los primeros estudios sobre la industria del software nacional.

A finales de los años noventa surgió el Foro de Alta Tecnología, organización informal que convocó a las universidades, proveedores, gremios, entes gubernamentales y usuarios en general para redactar y construir un documento de lineamientos de una política nacional de informática.

En el Área también existe la Cámara Colombiana de Informática que agrupa un selecto grupo de empresas de comunicaciones y telecomunicaciones y, mantiene relación con los gremios, empresarios y usuarios, enunciados anteriormente.

El desarrollo de la industria de software se ha potenciado por los parques tecnológicos.

Colombia es el único país en Latinoamérica que cuenta con una red de clusters tecnológicos especializados en el desarrollo de software, en los que se llevan a cabo proyectos de tecnología altamente innovadores. Cada cluster tiene compañías dedicadas exclusivamente al desarrollo de software para diferentes sectores económicos.

Actualmente hay 6 parques tecnológicos en diferentes departamentos del país y 11 incubadoras de empresas que propician el desarrollo de la industria. Sin embargo los parques tecnológicos de Cali y Popayán han tenido un mayor desarrollo respecto a los demás del país y buenos resultados en la incubación de empresas de software y en asegurar su éxito en el mercado. En Bolívar, Quindío y Nariño se están construyendo parques tecnológicos de software con el fin de impulsar el desarrollo de empresas del sector.

Si bien hay interés por parte de las regiones del país por impulsar la industria de software, la infraestructura por ciudad evidencia las posibilidades de crecimiento que tiene el sector en ese lugar, ya que depende altamente de los servicios portadores existentes

Las TIC's deben concebirse como un instrumento de crecimiento, desarrollo y competitividad y como una estrategia para que Colombia se integre exitosamente en la globalización. Por lo tanto, el Gobierno nacional debe comprometerse con el desarrollo de infraestructura fiable para las telecomunicaciones y así evitar rezagos con los principales competidores internacionales. Así mismo, debe fomentar la industria del software reconociendo que la información y el conocimiento son las principales fuentes de valor y entendiendo que este sector es un motor de crecimiento para toda la economía.

Para esto, debe dar cuenta de las necesidades y las diferencias regionales en cuestión de infraestructura. Además, debe diseñar políticas específicas para atraer inversión extranjera a este sector, que incluirían el mejoramiento del ambiente de negocios, el

acceso a servicios y como se mencionó anteriormente, la existencia de una infraestructura para las telecomunicaciones adecuada.

5.2.3 Fortalezas y debilidades de la industria del software.

La industria de software en Colombia es altamente competitiva en la región y ha mostrado un desarrollo acelerado en los últimos años, por encima de sectores más tradicionales. Sin embargo, es necesario identificar no solo las fortalezas específicas de la industria, sino también sus debilidades con el fin de desarrollar las estrategias para incrementar la competitividad del sector, tal como lo demuestra el siguiente ejercicio:

➤ Investigación y Desarrollo

La industria de software es un sector que depende de la innovación, que puede ser potenciada por las entidades que se dedican a la investigación. Sin embargo, en Colombia los lazos entre la universidad y la empresa, el medio más eficaz para lograr incrementar la innovación y el desarrollo tecnológico y la transferencia de tecnología, no son muy sólidos. Además, las empresas no suelen dedicar una partida presupuestal significativa para estos desarrollos por sí sola. Con el fin de fomentar la investigación y el desarrollo tecnológico en el sector, se creó en 1996 el Centro de Apoyo a las Tecnologías Informáticas – CATI, vinculado al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y al Sistema Nacional de Innovación y a otras entidades que tienen como función fomentar la innovación como el SENA y Colciencias. Actualmente, el sector utiliza herramientas de última tecnología y cuenta con la flexibilidad necesaria para adaptarse a ellas.

➤ Estructura Empresarial

Ésta es una industria en constante crecimiento. Su mayor ventaja es su capacidad para responder a las demandas específicas de los consumidores con productos de calidad que cuentan con un amplio reconocimiento en Latinoamérica.

Finalmente, en Colombia existe una infraestructura de telecomunicaciones adecuada que permite la formación de organizaciones empresariales virtuales. Sin embargo, para

incursionar en los mercados externos y afrontar la competencia internacional a la hora de participar en procesos de contratación pública, es necesario que las empresas se fortalezcan organizacional y financieramente y generen productos de calidad certificable a nivel mundial. Los principales obstáculos que enfrentan las empresas para cumplir estos objetivos son el acceso al financiamiento, las barreras para la creación de nuevas empresas, la adopción de estándares de calidad y las habilidades para explorar nuevos mercados

➤ **Recurso Humano**

Colombia cuenta con profesionales calificados en el área de sistemas, reconocidos en el país y en la región. No obstante esta ventaja, los trabajadores del sector deben capacitarse permanentemente para dar cuenta de las tendencias mundiales y proveer los productos especializados que demanda el mercado. Así mismo, el personal certificado en áreas específicas como diseño, ventas, soporte de calidad y comercialización, entre otros, debe certificarse.

➤ **Propiedad intelectual**

En Colombia hay un alto índice de piratería originado por los altos costos del software y las desigualdades en la implementación de políticas de protección intelectual.

➤ **Desarrollo de la TICS**

Colombia carece de canales de comunicación adecuados para lograr un buen desarrollo del sector. Así mismo, el acceso a computadores como herramientas de trabajo es limitado. Las principales debilidades del sector llevan a que las empresas dedicadas al desarrollo y comercialización de software deban cerrar al poco tiempo de abiertas y por ende presten servicios de postventa deficientes y tengan pocas posibilidades de ser acreditados.

5.3 Análisis de la Oferta

5.3.1 Tamaño del Mercado

- El mercado en Latinoamérica

El representante exclusivo para Colombia de Internacional Data Corporation – IDC (Empresa Multinacional dedicada a la investigación de mercados en las áreas de tecnología de la información y telecomunicaciones, con más de 800 analistas en el mundo y oficinas en 50 países) se encuentra investigando el desempeño de diferentes mercados de software durante 2004, y sus resultados preliminares indican que el mercado de software de paquetes habrá crecido 10,4 por ciento con relación al año anterior

Este crecimiento aún es menor que el promedio del mercado de IT en general, para el cual IDC estima un crecimiento del 14,1 por ciento. En el 2004, IDC calcula que las empresas habrán gastado USD 26,4 mil millones en Tecnología de Información.

El mercado de software en América Latina es 10% mayor de lo que se estimaba para el 2004. Por lo tanto, IDC estima que el mercado sobrepasó los USD 4.1 mil millones en el mismo 2004, según las cifras publicadas antes del cierre del año.

Las expectativas de IDC para el 2005 tienen en cuenta un crecimiento del 10.6% para el mercado de software, siendo uno de los más dinámicos en IT.

- El mercado en Colombia.

Se estima que en los sectores público, productivo (industria manufacturera, comercio, servicios y micro-establecimientos), educativo (educación formal regular y educación superior) y comunidad (hogares y personas) el total de computadores en estos sectores está alrededor de 1 766 000, de los cuales 1 649 000 (93,4%) están en uso y 737.000 (44,7%) están conectados a Internet.

Las mayores coberturas en computadores las presentan educación superior con el 100%; le siguen el sector público con 93,4% y la industria manufacturera con 76,6%.

En los establecimientos de educación formal se observa que únicamente el 27,7% tiene computador y del total de computadores, el 12,8% está en desuso.

La medición también indica que el 18,2% de los hogares de las 13 principales ciudades y áreas metropolitanas tienen computador, y del total de computadores (933 000) el 93,9% (877 000) está en uso; y de estos el 53,8% tiene acceso a Internet.

Los sistemas operativos de mayor participación son los productos Microsoft Windows 95/98 y Windows 2.000, el 65,8% y 20,4% de los equipos tienen estos sistemas, mientras que el Windows NT utilizado para el manejo de redes, está instalado en el 5,7% de los equipos.

Con respecto al uso que se da a los equipos en el sector productivo, se nota que son más utilizados en labores administrativas que de producción; por ejemplo, en comercio el 71,2% se emplea únicamente en labores administrativas, en el sector público el 58% se utiliza simultáneamente en trabajos administrativas y de producción y en el sector educación alrededor del 52% es usado exclusivamente para actividades pedagógicas.

Sobre el tipo de software existente, se encuentra que los programas de usuario final y de uso administrativo son de los que más se disponen; en el sector productivo entre el 86,9% y 94,1% de los establecimientos o empresas poseen programas de usuario final y en el sector público el 89,4%. En cuanto a los de uso administrativo, en el subsector de micro-establecimientos es donde menos los utilizan; el 23,6% tiene programas para este tipo de labores, en tanto que en el sector público alrededor del 77,4% de las instituciones posee software de este tipo.

En cuanto al lugar de procedencia del software, es importante destacar la participación significativa de la industria nacional. En efecto, el 54,4% de las soluciones incorporadas en el sector público corresponde a desarrollos locales, en tanto que en el sector productivo, a excepción de micro-establecimientos, esta participación está entre el 41,1%(servicios) y el 46,6%(industria).

El medio o canal más utilizado por los hogares y las empresas o instituciones para conectarse a Internet es el conmutado por línea telefónica. La participación de los otros tipos de conexión más modernos como el RDSI, cable, satelital, XDSL, en todos los sectores está por el 15,0%, excepto educación superior, donde el 41,9% de las instituciones indicaron que lo hace por línea telefónica y el resto, a través de los otros medios.

El servicio de Internet más utilizado en todos los sectores es el correo electrónico. Su penetración varía entre el 71,6% en micro-establecimientos y 95,9% en Estado; le siguen el uso libre con 84,2% en educación superior y 46,7% en hogares.

El 34,1% de las entidades públicas conectadas a Internet tiene habilitados sitios web. El 97,3 % de los que consultan estas páginas lo hace para obtener información general de la institución y el 2,1% para realizar pagos en línea.

Con respecto a la piratería de software, Colombia cuenta con la tasa más baja de todo Latinoamérica (55% de software instalado ilegal), y la legislación más avanzada en proteger propiedad intelectual.

5.3.2 Producción Nacional

La industria del software en Colombia requiere una transformación que permita su rápido desarrollo y promueva la exportación de aplicaciones de primer nivel.

Muchas empresas colombianas están tratando de cruzar las fronteras en busca de nuevas oportunidades en software. Sin embargo, el terreno es muy difícil. De acuerdo con FEDESOFTE (Federación Colombiana de la Industria del Software), menos del 10% de las empresas de software tiene o ha tenido incursiones en el mercado internacional, mientras las exportaciones del sector en su conjunto han crecido a razón de 6% anual. Este resultado es superior al promedio de la región, 4,5%, pero es todavía muy bajo si se compara con Israel, China e India, países que han alcanzado crecimientos anuales superiores al 100% en los últimos 4 años.

Las compañías colombianas son reconocidas en el mercado internacional como buenos "artesanos de software" y se han concentrado en el desarrollo y comercialización de lo que se conoce como aplicaciones a la medida, es decir, aplicaciones desarrolladas específicamente para los requerimientos del usuario. Esto se explica porque el mercado del software empaquetado es ampliamente dominado por compañías estadounidenses y europeas, en un segmento en el cual es casi imposible competir.

Si bien las oportunidades en el mercado internacional son reales, muchos empresarios se frustran porque no pueden concretar su acceso a ellas. Para aprovecharlas se necesita trabajar en tres aspectos: capacitación, aseguramiento de calidad y esquemas de comercialización.

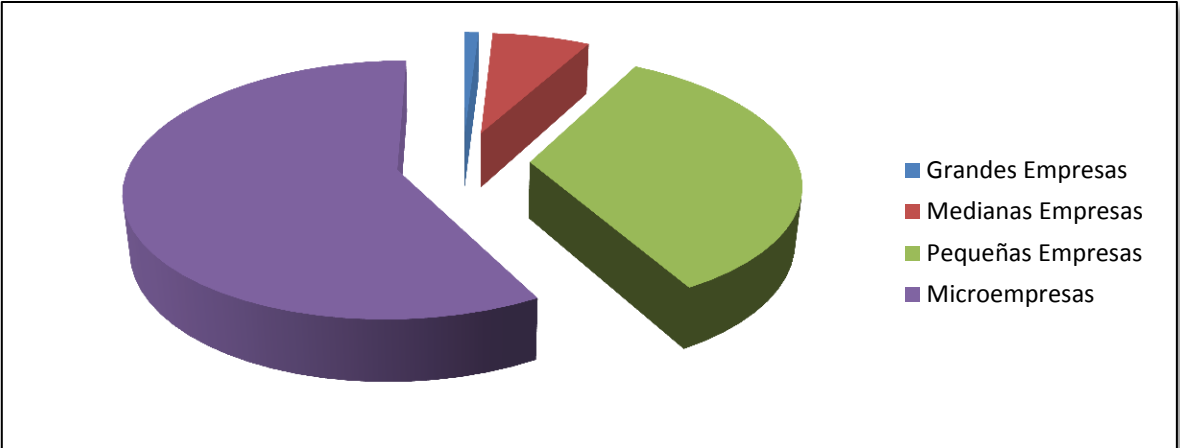
Por su parte, la calidad se mide hoy con estándares internacionales muy claros, que deben ser cumplidos por cualquier empresa que aspire a hacer negocios. En muchas

ocasiones, estos estándares son tan elevados que pocas empresas colombianas pueden cumplirlos. Buena parte de las empresas de software colombianas que han incursionado con éxito en mercados internacionales han basado su estrategia en alianzas con compañías multinacionales, para poder llegar a las grandes corporaciones que exigen estos estándares de calidad, especialmente en Estados Unidos y Europa.

Dadas estas condiciones, las empresas están viendo la necesidad de adoptar procesos de control y mejoramiento continuo de la calidad. De acuerdo con un documento publicado por FEDESOFTE, en Colombia solo se ha trabajado el tema de calidad relacionado con ISO (International Organization for Standardization). Sin embargo, hay un estándar más exigente, el CMM (Capability Maturity Model), una certificación específica para el software. Este último es un proceso costoso. Tiene cinco niveles y solo 60 empresas en el mundo han llegado al nivel 4, mientras que 25 han llegado al nivel 5. En Latinoamérica ninguna empresa se ha certificado en CMM, pero PSL, de Medellín, está avanzando en el proceso.

La capacidad de comercialización es el otro requisito básico. Tener el producto no garantiza su venta, si no se conoce al usuario, sus perfiles de consumo y sus necesidades. Según Carlos Santanilla, presidente ejecutivo de FEDESOFTE, muchas de las empresas de software colombianas carecen de verdaderas habilidades comerciales para penetrar con éxito los mercados foráneos

Figura 3. Composición de la industria del software por tipo de empresa

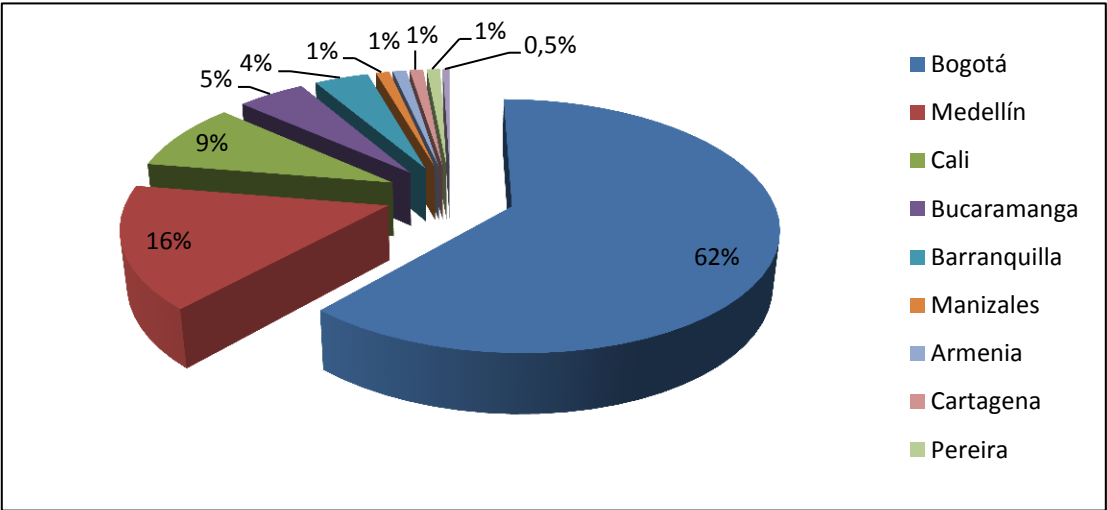


Fuente: Fedesoft

De acuerdo al informe dado por FEDESOFTE, el número de sociedades en el Sector TI, en agosto de 2010 estaba compuesto por 6.524 sociedades clasificadas en el K72 de las cuales 3.662 corresponden al CIIU K7220.

El 70% de las sociedades clasificadas en el K7220 están localizadas en Bogotá. Por otra parte, de acuerdo con el nivel de activos (L590), hay 1 empresa grande y 28 medianas; de tal forma que, el 97% de las sociedades son microempresas. El 20% de las sociedades tienen más de 10 años.

Figura 4. Principales áreas de producción de software en Colombia en porcentaje de número de empresas



Fuente: Fedesoft

Dentro de las empresas colombianas que se destacan en el Sector de Software, se encuentran comercializadoras y desarrolladoras de Software. Las más importantes en ventas son Ittasa, Nexys de Colombia S.A., Parquesoft, P.S.L. S.A. y American International Ltda. A continuación se hace una descripción de cada una de ellas:

Information Technologies Alliance S.A. (Ittasa) – www.ittasa.com

Compañía de origen Colombiano, dedicada a la comercialización de productos y servicios de software. Tiene como asociados 6 empresas colombianas : Call Processing Technologies S.A. CALLTECH S.A., CNT Sistemas de Información Ltda., ETHOS Software Ltda., Talentos y Tecnología Ltda. , Heinsohn Asociados Ltda. y DHS Asociados Ltda. Agrupa 40 compañías colombianas del sector TI.

Parquesoft – www.parquesoft.com

ParqueSoft es el cluster más importante en Colombia de empresas de base tecnológica especializadas en la Industria del Conocimiento, a través del desarrollo de productos, soluciones y servicios de software. Agrupa 40 empresas y se soporta en un modelo estratégico de desarrollo empresarial enfocado en - Las personas de su comunidad presente y futura, La investigación aplicada para la apropiación y construcción de conocimiento, Sistemas eficientes de calidad, Fortalecimiento y respaldo financiero de la iniciativa y sus empresas y el Desarrollo de mercados y negocios.

ParqueSoft enmarcado dentro de sus lineamientos corporativos de creación de Capital Social, de Competitividad y Productividad y su objetivo de generar 4000 nuevas posiciones de trabajo para los jóvenes talentos de la Región, se quiere convertir en un gran corredor de industria de conocimiento en el Sur Occidente Colombiano.

Tiene como estrategia crear un Red de Parques Tecnológicos de Software, conformado por incubadoras de empresas productoras de Software y servicios afines, situadas en los departamentos del Eje Cafetero, Risaralda, Caldas y Quindío, y los departamentos del Sur Occidente, Valle del Cauca, Cauca y Nariño. Esta Red permitirá generar un corredor sólido de Industria de Software en la región.

Se han determinado estas ciudades por su cercanía geográfica, que permite desplazarse entre estas en tiempos y costos razonables facilitando el desarrollo del modelo de emprendimiento de ParqueSoft en estos parques:

Regiones	Ciudades
Valle del Cauca	Cali, Popayán, Pasto, Tulúa, Buga, Palmira, Buenaventura, Cartago
Eje Cafetero	Pereira, Manizales, Armenia
Cauca	Popayán
Nariño	Pasto

Nexsys de Colombia S.A. – www.nexysla.com

Fundada en 1988 iniciando sus operaciones como uno de los primeros distribuidores de software en América Latina. Su visión y análisis permanente de los cambios del mercado en la industria de Tecnología de Información le han permitido mantener una constante evolución en su esquema de distribución mayorista de los productos y soluciones de los más importante fabricantes de software a nivel mundial, adaptándose a sus requerimientos y a las necesidades de su extensa y creciente cadena de distribución que incluye Resellers, VARs, ISVs e Integradores de Sistemas.

Productora de Software S.A. – www.psl.com.co

Fundada en 1985, PSL ofrece servicios de desarrollo de clase mundial en Europa, Norte, Centro y Sur América. Nuestra compañía se especializa en el desarrollo y mantenimiento de software por encargo, como también en la producción y comercialización de sus propios productos, entre los que se encuentran sistemas ERP, plataformas Web y Wireless Banking, herramientas para inteligencia de negocios, plataformas de pagos electrónicos (sistemas EBPP).

American International Ltda. – www.american.com.co

Empresa mayorista de capital y equipo humano 100% colombiano, dedicada al ensamble y comercialización de productos informáticos y de productos OEM para el ensamble de equipos de cómputo, periféricos y consumibles. American International es creador de su marca propia de PC´s, monitores y accesorios Aprix. Cuenta con

distribuciones exclusivas: Ups Apollo, Networking Smartlink, Periféricos SKY, Seguridad SURVILLANCE, Accesorios A4Tech, en toda Colombia, y América Latina.

Cuentan con distribución directa de líneas como: Microsoft, Epson, ups Tripp Lite, Hewlett Packard, periféricos Benq, Monitores Philips, Monitores Daewoo, Panasonic, US Robotics, Symantec, McAffe, Lotus Smart Suite y Corel.

Informática y Gestión S.A. – www.siigo.com.co

Compañía colombiana fundada en el año de 1998, dedicada a la venta, diseño y desarrollo de software. La empresa de software administrativo más grande de Europa Exact Software invirtió acciones en esta compañía con el fin de comercializar el Sistema Integrado de Información Gerencial Operativo SIIGO.

Heinsohn Software House S.A. – www.heinsohn.com.co

Compañía informática colombiana establecida en 1.977, pionera y líder en el desarrollo e implementación de software aplicativo, así como en la prestación de servicios relacionados.

Procálculo Prosis S.A. – www.prosis.com

Procálculo Prosis S.A. es la compañía líder en Colombia de Soluciones de Información Geográfica (SIG) y tecnologías asociadas. Desde su inicio en 1968, su principal objetivo ha sido brindar soluciones integrales de tecnología , convirtiéndose en un soporte para el manejo de la información estratégica de sus clientes, ofreciéndoles herramientas para la toma de decisiones basadas en la información.

Soft Bolívar S.A. – www.softbolivar.com.co

Soft Bolívar fue fundada en 1995 con el propósito de brindar soluciones tecnológicas integrales, mediante aplicaciones especializadas, así como servicios de apoyo

tecnológico. Ofrecen un conjunto de servicios tecnológicos y de gestión, como la planeación estratégica de sistemas, outsourcing y selección de talento humano, implantación y desarrollo de sistemas de información, capacitación a usuarios, consultoría en administración de bases de datos, optimización de procesos, consultoría e implantación de modelos de Costeo Basado en Actividades y Balanced ScoreCard.

S.Q.L. Software S.A. – www.sqlsoftware.com.co

SQL Software desde Marzo de 1990 se ha dedicado a desarrollar un conjunto de productos y servicios basados en la tecnología Oracle. En estos productos involucran prácticas administrativas para poder satisfacer las necesidades de empresas de cualquier sector económico. Desde su nacimiento han crecido y se han consolidado en el mercado y expandiendo sus operaciones a Venezuela, Ecuador, Perú y Centroamérica.

Digital Ware Ltda. – www.digitalware.com.co

Empresa fundada en 1998, que trabaja con sistemas abiertos y tecnología de punta involucrando en sus productos bases de relacionales, ambientes Cliente Servidor, internet e Intranet, modelamiento de procesos Work Flow, business intelligence y comercio electrónico por medio de sistemas robustos ERP (Enterprise Resource Planning) y CRM (Customer Relation-Ship Management). Sus productos bandera son KACTUS 2000 y SEVEN e-Business, los que han permitido la internacionalización de su trabajo.

Novasoft – www.novasoft.com.co

Compañía fundada en 1998, líder en el desarrollo y comercialización de Software de Gestión Empresarial para todo tipo de empresas del mercado, desde microempresas hasta empresas corporativas. Ofrece soluciones de Software que permitan satisfacer las necesidades y expectativas de manejo de información de sus clientes, utilizando

avances tecnológicos y asegurando la calidad en la creación de productos, soporte y servicio postventa.

Recursos y Tecnología – www.rekursosytecnologia.com.co

Es una empresa Colombiana constituida en enero de 1995 que brinda a la comunidad herramientas integradoras que faciliten la utilización de las últimas tecnologías de la informática en proyectos de renovación tecnológica enfocados fundamentalmente a entidades del orden gubernamental, educativo, industrial y comercial.

A partir de su creación se ha especializado en la aplicación de la tecnología de "Clientes Delgados" en la industria Colombiana a través de un selecto grupo de profesionales con amplia experiencia y formación en este campo.

Klug Communications de Colombia S.A. – www.klugcom.com

Organización Empresarial constituida en 1992, concebida como una Compañía regional con presencia en Centro y Sudamérica.

Data Tecnología Ltda. – www.datatecnologia.com.co

Data Tecnología es una empresa dedicada a comercializar e implantar aplicaciones de Nómina y Recursos Humanos en Colombia y Centroamérica. Representa el software de clase mundial ADAM, desarrollado por la firma ADAM Technologies de México. Data Tecnología cuenta con más de 15 años de experiencia en el mercado Colombiano de Informática y más de 13 años como representante de software de Recursos Humanos y Nómina Universal ADAM, en nuestro país.

Asesoría en Sistemas de Datos S.A. – www.asdsa.com

Empresa de servicios de tecnología de sistemas creada el 1 de octubre de 1982, ofreciendo a sus clientes servicios de outsourcing como Implantación y administración

de redes de transmisión de datos, Administración de datos y bases de datos, Administración y operación aplicaciones , Consultoría informática, Desarrollo de sistemas de información.

Adci-Sigesty Ltda. – www.sigesys.com

Empresa colombiana fundada en 1993, dedicada a la producción de software para la industria de ingeniería y de la administración; teniendo como base el conocimiento contable y administrativo, diseñando diversas versiones de "ADCI" Administrador Contable Integrado con el fin de satisfacer las necesidades de los usuarios.

5.3.3 Producción Extranjera

- Ventas

Según estadísticas de BPR(*), dentro de las diez primeras empresas que registraron mayor valor de ventas en Colombia en el año 2007 se ubicaron Hewlett Packard, Dell Colombia, IBM, MPS Mayorista y Impresistem.

La dinámica de este sector estuvo determinada por el buen momento de la economía colombiana y por el fortalecimiento del peso en 2007, que permitieron que las empresas invirtieran en innovación tecnológica, para poder cumplir con la demanda del mercado. Aunque el potencial de crecimiento de este sector, especialmente el de software, se ve limitado por el consumo de las personas u hogares, debido no sólo a la piratería sino al rezago en la penetración de computadores personales e internet comparado con la región. Si bien la composición de las ventas del sector se ha mantenido, se han presentado algunos cambios en la dinámica de las empresas individualmente. Hewlett Packard conserva el liderazgo con 12,68% de las ventas, seguida por Dell Colombia con 7,08%, e IBM de Colombia con 5,4%. Algunas empresas han perdido participación en el mercado debido a la pérdida de dinamismo en sus ventas, como IBM de Colombia, Sed International y Oracle Colombia, las cuales mostraron tasas de crecimiento de -0,8%, 12,3% y 2%, respectivamente.

(*) BPR Benchmark: Empresa dedicada a producir herramientas para estudios de crédito y mercados emergentes

Tabla 6. Ranking Empresas Sector Software en Colombia

RANKING	EMPRESA	VENTAS	CIUDAD
1	HP	\$754,063.00	BOGOTÁ
2	DELL COLOMBIA	\$420,765.34	BOGOTÁ
3	IBM	\$321,687.94	BOGOTÁ
4	MPS MAYORISTA	\$264,235.03	COTA
5	IMPRESISTEM	\$215,313.48	COTA
6	SED INTERNATIONAL	\$159,841.02	COTA
7	ORACLE COLOMBIA	\$123,658.70	BOGOTÁ
8	SAP ANDINA	\$104,421.08	BOGOTÁ
9	NEXSYS DE COLOMBIA	\$101,228.28	COTA
10	MAKRO CÓMPUTO	\$100,030.16	COTA
11	LENOVO COLOMBIA	\$95,460.77	BOGOTA
12	COMPUTEC	\$91,733.98	BOGOTÁ
13	INTCOMEX COLOMBIA	\$84,267.99	COTA
14	UNISYS DE COLOMBIA	\$84,262.05	BOGOTÁ
15	EPSON COLOMBIA	\$80,803.62	BOGOTÁ
16	QUORUM COMPUTER	\$77,657.10	BOGOTÁ
17	MICROSOFT COLOMBIA	\$72,723.94	BOGOTÁ
18	POLUX SUMINISTROS	\$72,159.09	COTA (CUNDINAMAR)
19	INTEGRAR	\$71,052.06	BOGOTÁ
20	INFORMÁTICA DATAPOINT	\$69,811.70	COTA
21	XEROX DE COLOMBIA	\$67,454.57	BOGOTÁ
22	CONEXCEL BULEVAR	\$67,253.34	BOGOTÁ
23	SISTEMAS INTEGRALES	\$61,728.43	BOGOTÁ
24	SUN MICROSYSTEMS	\$58,520.77	BOGOTÁ
25	SYNAPSIS COLOMBIA	\$57,147.57	BOGOTÁ
26	RED COLOMBIA	\$54,208.20	BOGOTÁ
27	COMPUTER S.A.	\$53,008.61	BUCARAMANGA
28	COLVISTA	\$52,984.52	BOGOTA
29	COMWARE	\$52,487.12	BOGOTA
30	CANAL DIGITAL	\$51,576.88	COTA

Fuente: LanotaDigital.Com

Principales empresas:

Hewlett-Packard – www.hp.com

Fundada por Bill Hewlett y Dave Packard en el año de 1939 en E.E.U.U. La fusión del año 2002 con Compaq Computer Corporation forjó un equipo dinámico y potente de 140.000 empleados con capacidades en 178 países que hacen negocios en más de 40 divisas y 10 idiomas diferentes. Los ingresos de las empresas combinadas fue de US\$72.000 millones para el año fiscal que finalizó el 31 de octubre de 2002. La Presidenta y Directora General Carly Fiorina dirige HP, con oficinas centrales en Palo Alto, California

IBM – www.ibm.com/co

Fundada por Thomas J. Watson en E.E.U.U. En la línea de productos de software, ofrece soluciones para generar, modernizar y mejorar los negocios de los clientes, tales como Software IBM Rational, WebSphere, Tibco, Lotus y DB2.

Unisys de Colombia – www.unisys.co

Fundada en 1874 por E. Remington en E.E.U.U. con oficinas principales ubicadas en Blue Bell, Philadelphia. Unisys es una empresa con clientes en más de cien países.

Oracle – www.oracle.com.co

Fundada por Larry Ellison y Bob Miner en 1977 en E.E.U.U. con oficinas principales ubicadas en Redwood Shores, California. Sus principales productos son Oracle Data Base, Oracle Enterprise Manager, Oracle Collaboration Suite, Oracle Data Hub, Oracle Application Server, Oracle Development Tools.

Dell Computer – www.dell.com

Fundada en 1984 por Michael Dell en E.E.U.U. con oficinas principales ubicadas en Round Rock, Texas, Dell es la empresa de sistemas informáticos de mayor aceptación

a nivel mundial, y uno de los principales proveedores de productos y servicios requeridos por los clientes en todo el mundo para desarrollar sus infraestructuras tanto de tecnología de la información como de Internet. Con ingresos que totalizaron US\$38,200 millones en los últimos cuatro trimestres, la empresa emplea a aproximadamente 41,800 personas en todo el mundo. El Centro de Texas también sirve de sede de Dell Américas, la unidad de negocio regional para Estados Unidos, Canadá, Sudamérica y América Latina. Dell tiene además oficinas regionales en Bracknell, Inglaterra, para Europa, el Medio Oriente y África y en Singapur para atender a la región del Pacífico, incluyendo Japón, India, China, Australia y Nueva Zelanda.

Los 10 principales países que exportaron a Colombia programas en discos en el 2004 fueron:

Tabla 7. Principales países exportadores a Colombia del año 2004.

País Procedencia	Valor FOB	% cuota importación
1 ESTADOS UNIDOS	719.805,01	62,35%
2 IRLANDA (EIRE)	146.832,50	12,72%
3 PAISES BAJOS - HOLANDA	67.660,00	5,86%
4 MEXICO	59.780,81	5,18%
5 ALEMANIA	59.468,51	5,15%
6 ARGENTINA	26.008,49	2,25%
7 BRASIL	25.370,00	2,20%
8 ZONA FRANCA BOGOTA	21.286,70	1,84%
9 SUECIA	19.443,10	1,68%
10 PANAMA	8.802,32	0,76%

Fuente: SICEX

Tabla 8. Principales empresas importadoras del año 2004

Nombre de Empresa	Valor FOB Importado	% cuota importación
NEXSYS DE COLOMBIA SA.	267.660,61	22,47%
SIEMENS S.A	202.789,09	17,02%
PROCALCULO PROSIS A ANTES PROCESAMIENTO Y CALCULO	157.034,40	13,18%

ELECTRON		
AFINASIS LTDA	51.433,51	4,32%
BP EXPLORATION COMPANY	51.390,00	4,31%
EBC INGENIERIA CIA LTDA	37.172,42	3,12%
MPS MAYORISTA	28.861,91	2,42%
ABBOTT LABS DE COL SA	26.008,49	2,18%
INFORMESE LTDA	25.696,88	2,16%
DTS SOFTWARE LATIN LTDA	25.370,00	2,13%
INDUDATA LTDA	21.469,19	1,80%
OTROS	296.396,52	24,88%

Fuente: SICEX

Se nota que las principales empresas importadoras importan software estándar de los fabricantes más reconocidos al nivel mundial como por ejemplo Microsoft, Oracle o Symantec, para luego vender estos productos en Colombia. Eso explica perfectamente el alto porcentaje de importaciones desde EE.UU. como fabricante de software más grande con respecto al nivel mundial. Lo mismo ocurre con los principales fabricantes de Hardware, aunque los más reconocidos tienen distribución propia.

5.4 Análisis de la Demanda

5.4.1 Actividad comercial de la industria del Software

A principios del año 2002, la Agenda de Conectividad encargó al Centro Nacional de Consultoría, la realización de un estudio para determinar el perfil del mercado nacional de la Industria. Dicho estudio trabajó sobre una muestra empresarial de 560 empresas de todo el país. La tabla 8 señala el portafolio de productos y servicios de las Empresas de la Industria del Software y Tecnología Informáticas Relacionadas ISTIR. Las participaciones señalan que las empresas colombianas prestan varios servicios. Esto explica por qué la sumatoria de las participaciones de los diferentes productos suma más de 100%. Como las actividades comerciales más importantes de las empresas colombianas, se ubica la venta/ instalación de software (84%), servicios de consultoría en TI (76%), desarrollo de software a la medida (69%), implantación de software (69%) y soporte en sistemas (66%).

TABLA 8. Portafolio de productos y servicios de las Empresas

Actividad Comercial	%
Venta / Instalación de Software	84
Servicios de Consultoría en TI	76
Desarrollo de software a la medida	69
Implantación de software y/o paquetes	69
Soporte en Sistemas	66
Capacitación en TI	62
Integración de sistemas	51
Gerencia de Proyectos	48
Venta / Instalación Hardware	47
Outsourcing en tecnología	44
Procesamiento de Datos	33
Telecomunicaciones	24
Arrendamiento Hardware	21
Otros	13

5.4.2 Perfil del Consumidor

En cuanto a los sectores económicos atendidos por la industria colombiana, se encuentran en primeros lugares Comercio y Servicios (78%), Industrial (66%), Gobierno (59%) y Financiero (59%). En este aspecto no hay especialización, es decir, una empresa suele atender varios sectores.

Los consumidores también se benefician del software, ya sea de forma directa, como usuarios, o indirecta a través de los beneficios sociales que conlleva la emergente sociedad de la información.

Un cambio esencial en el mercado de los equipos de escritorio de los últimos años ha estado compuesto por el aumento de consumidores particulares como el grupo más grande de usuarios en algunos países, con ventas muy elevadas de computadoras domésticas para uso educativo o de entretenimiento. Las ventas de software diseñados de forma específica para usuarios domésticos están también subiendo, al ofrecer un manejo fácil y ayuda para diversas tareas que engloban desde actividades convencionales como la gestión de la contabilidad doméstica hasta otras más

novedosas como la creación de sitios Web personales o tarjetas de felicitación personalizadas basadas en imágenes captadas con una cámara digital.

Las pruebas disponibles sugieren que se realizan muchas copias ilegales dentro de las organizaciones de los usuarios de las empresas, ya sea de manera deliberada o por desconocimiento de las leyes de derechos de autor o las condiciones de las licencias. El balance lo llevan a cabo aquellos que hacen y venden copias ilegales a terceros, con frecuencia a precios inferiores a los gastos en desarrollo y producción de los editores de software legal.

Los índices más altos de piratería en América Latina en el año 2004, correspondieron a Nicaragua (77%), Bolivia (74%) , Paraguay (71%) , El Salvador(68%) y Honduras (66%). El valor de Colombia fue uno de los más bajos (55%).

5.4.3 Localización Geográfica de los principales mercados en Colombia

El consumo de software se ubica en las principales ciudades del país como Bogotá, Cali, Cartagena, Medellín, Bucaramanga y Barranquilla, pues allí se concentran la mayor parte de la población de Colombia y se localizan las grandes, medianas y pequeñas empresas que requieren actualizar y mejorar sus recursos y procesos de tecnología informática para ser competitivos en el mercado.

En cuanto a la concentración de la población colombiana, que se convierte en el consumidor final de cualquier industria, de acuerdo a las proyecciones del DANE para el año 2005, la distribución en las urbes será mayor en ciudades como Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla

Tabla 9. Concentración de la población Colombiana en las principales ciudades – Año 2005

Ciudad	Departamento	Total Habitantes
Bogotá	Cundinamarca	7.185.889
Cali	Valle del Cauca	2.423.381
Medellín	Antioquia	2.093.624
Barranquilla	Atlántico	1.386.895

Fuente: fedesoft

5.5 Estándares y Normas técnicas en Colombia

La certificación es el procedimiento mediante el cual una tercera parte diferente al productor y al comprador asegura, por escrito, que un producto, un proceso o un servicio, cumple los requisitos especificados. Por esta razón, constituye una herramienta valiosa en las transacciones comerciales nacionales e internacionales. Es un elemento insustituible para generar confianza en las relaciones cliente-proveedor.

La Superintendencia de Industria y Comercio , mediante las Resoluciones 2330 de 1994, 10711 de 1999 y 2246 de 1998, ha acreditado al Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC - como organismo de certificación de productos industriales, de sistemas de calidad en el sector industrial y de sistemas de administración ambiental.

- Normas Internacionales:

- ISO/IEC 90003:2004: Ingeniería de Software- Guía para la aplicación de ISO 9001:2000 al software de computador.
- NTC 4243. Tecnología de la información. Proceso del ciclo de vida del software.
- NTC-ISO 9000-3. Normas de administración de la calidad y aseguramiento de la calidad. Parte 3: directrices para la aplicación de la NTC-ISO 9001:1994 al desarrollo, suministro, instalación y mantenimiento de software de computadores.

- Normas Nacionales:

- Icontec NTC 3560 sistemas de procesamiento de la información. Procedimientos y desarrollo. Guía para la adquisición de sistemas de computación.
- Icontec NTC 3574 sistemas de procesamiento de la información. Documentación para el usuario e información del empaque para los paquetes de software para los consumidores.
- Icontec NTC 3585 sistemas de procesamiento de la información. Auditoria.

Programa de aseguramiento de calidad para el software previamente desarrollado utilizado en aplicaciones no críticas.

- Icontec NTC 4242 tecnología de la información. Vocabulario. Desarrollo del sistema.
- Icontec NTC 4243 tecnología de la información. Proceso del ciclo de vida del software.
- Icontec NTC 4244 tecnología de la información. Evaluación del producto de software. Características de calidad y directrices para su uso.
- Icontec NTC 4245 tecnología de la información. Directrices para la evaluación y selección de herramientas case.
- Icontec NTC 4530 tecnología de la información. Paquetes de software. Requisitos de calidad y ensayos.
- Icontec NTC 4536 tecnología de la información. Calidad del servicio (qos). Estructura.
- Icontec NTC 4681 tecnología de la información. Medición de software. Medida del tamaño funcional. Parte 1: definición de conceptos.
- Icontec NTC-ISO 9000-3 normas de administración de la calidad y aseguramiento de la calidad. Parte 3: directrices para la aplicación de la NTC-ISO 9001:1994 al desarrollo, suministro, instalación y mantenimiento de software de computadores.

5.6 CMMI en Colombia

Las cifras de empresas evaluadas en CMMI en Colombia (Ver tabla 9) nos muestran que el modelo todavía no tiene amplia aceptación dentro del sector software, diversas razones explican este comportamiento.

Debido a esta situación, PROEXPORT en asocio con Colciencias, SENA y la Red Colombiana de calidad De Software lanzaron un programa para apoyar la implementación del modelo CMMI versión 1.2 en Pymes de sector software del país. Con esta iniciativa se pretende que las empresas seleccionadas optimicen los procesos de desarrollo de software y aumenten la calidad de los productos. Adicionalmente, con

la implementación del modelo se deben disminuir los errores durante el proceso y gestionar los riesgos, lo cual se refleja en la satisfacción de los clientes.

Tabla 10. Empresas evaluadas CMMI en Colombia

Nivel 2

Nombre	Versión	Evaluador
CIDLIS	CMMI v1.1	Procesix
Fundación Cardio Vascular (División de Desarrollo)	CMMI v1.1	Procesix
Servinte	CMMI v1.1	Procesix
Soft Bolivar	CMMI v1.1	Procesix
Nivel 3		
Asesoftware	CMMI v1.1	Procesix
Avansoft	CMMI v1.1	Procesix
Coomeva (Unidad de tecnología informática)	CMMI v1.2 DEV	Procesix
Gestiontek	CMMI v1.1	Procesix
Ilimitada	CMMI v1.1	Procesix
Red Colombia	CMMI v1.1	Procesix
Trebol Software	CMMI v1.1	Procesix
Nivel 4		
Heinsohn Software House	CMMI v1.1	Procesix
MVM Ingeniería de software	CMMI v1.1	Procesix
Open Systems S.A.	CMMI v1.1	Procesix
Nivel 5		
Productora de Software (PSL)	CMMI v1.2 DEV	Grafp
InterGrupo	CMMI v1.2 DEV	Grafp

Fuente: sei.cmmi.edu

5.7 Conclusiones del Estudio del Entorno

- El sector Software en Colombia se consolidada como uno de los sectores de mayor crecimiento en el país, lo cual se refleja en el mayor número de empresas y las ventas de software reportadas.
- Las políticas económicas del país apuntan a un mercado globalizado, donde las empresas colombianas compitan con empresas extranjeras. En este escenario, es de vital importancia que la empresas del Sector Software en Colombia optimicen sus

procesos productivos, razón por la cual, cada vez son mayores los esfuerzos por parte del estado y el sector privado, por acoger normas internacionales para lograr este objetivo.

- Las características del entorno regional y nacional es el cual se encuentra la empresa COMPUTER S.A. muestra que están dadas las condiciones para iniciar proyectos como los planteados en esta monografía. La adopción del modelo CMMI para Desarrollo, le proporcionaría grandes beneficios a esta organización. Dado que en el país existen pocas empresas evaluadas en es este modelo, su adopción en COMPUTER S.A., sería un factor diferenciador y una ventaja competitiva.

6. ESTUDIO TÉCNICO

En esta fase del estudio se describen las herramientas tecnológicas apropiadas para la implementación del modelo CMMI así como los conocimientos técnicos correspondientes que soporten el proceso durante todo el ciclo de vida. En esta fase es importante que se seleccionen las tecnologías adecuadas que determinan los procedimientos que se aplican en los procesos de desarrollo de los productos software.

Las herramientas tecnológicas, así como los conocimientos técnicos, deben ser adquiridos en términos y condiciones que satisfagan las necesidades del proyecto. Para esto se debe establecer un plan para gestionar los procesos de adquisición y capacitación técnica del personal.

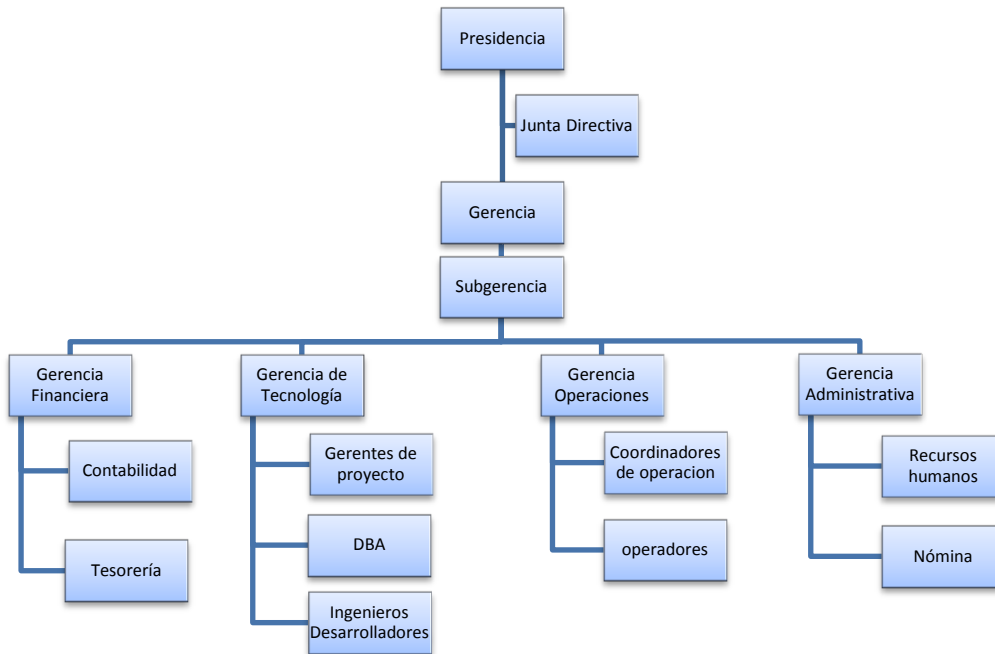
6.1 Descripción de la Organización

COMPUTER S.A. es una organización con más de 20 años de experiencia que presta servicios de tecnologías de información a través de la modalidad de outsourcing, generando soluciones informáticas que integran diversas áreas de conocimiento. Actualmente, la organización está ubicada en dos sedes: Bucaramanga (Santander) y Bogotá (Cundinamarca) y cuenta con alrededor de 1000 empleados a nivel nacional.

Para el desarrollo de las soluciones informáticas, COMPUTER S.A. cuenta con una planta de ingeniería de 40 ingenieros de sistemas, con diversos perfiles: gerentes de proyecto, arquitectos de software, DBAs e ingenieros junior y auxiliares.

Por cada proyecto ejecutado dentro de la organización se asigna un grupo de trabajo multidisciplinario (operaciones, jurídico, ingeniería, administrativo) el cual trabaja exclusivamente en el proyecto hasta su finalización o reasignación a otro proyecto.

Figura 5. Organigrama de la Organización



6.2 Tecnología

Para la implementación del modelo CMMI se identificaron dos tipos de tecnologías: hardware y software. Aunque la utilización de herramientas tecnológicas como el software, no es un requisito obligatorio del modelo CMMI, si es aconsejable que la implementación del modelo se soporte en este tipo de herramientas que agilizan y mejoran el proceso en general.

6.2.1 Software

La mayoría de los productos software de la organización se desarrollan con productos ofrecidos por Microsoft. Dada esta situación, se recomienda la utilización de herramientas de esta casa productora de software, para que se facilite la integración con el proceso.

Los productos software propuestos son los siguientes:

Microsoft Project Professional 2010 (US\$ 995.95)

<http://office.microsoft.com/en-us/products/FX101754511033.aspx>

Microsoft Office Professional 2010 (US\$ 499.95)

<http://office.microsoft.com/en-us/buy/office-2010-pricing-information-HA101810737.aspx>

Microsoft Team System 2010 Team Suite (US\$ 10.939.00)

<http://www.microsoft.com/visualstudio/en-us/howtobuy/default.aspx>

6.2.2 Hardware

Actualmente la empresa COMPUTER S.A. cuenta con el hardware necesario para la implementación de modelo CMMI. El hardware que se identificó es el siguiente:

Tabla 11. Requerimiento de Hardware estimado para proyecto de implementación CMMI

Equipo	Cantidad	Descripción
Servidor	2	Instalación del Project Server 2010. Instalación del Microsoft Team System 2010 Team Suite.
Computador Portátil	8	Cada persona de los grupos de trabajo debe contar con su computador portátil.
Impresoras	2	Impresoras para la documentación del proyecto.

Fuente: autores

6.2.3 Metodologías

La metodología de desarrollo de software que se propone es Microsoft Solutions Framework (MSF), el cual provee un marco de trabajo y describe la secuencia de actividades de alto nivel para la construcción y despliegue de soluciones IT. Este modelo combina dos modelos de la industria: modelo de cascada y espiral. El modelo

Lead Appraiser (Evaluador)

Persona encargada de la evaluación SCAMPI Appraisal. Debe ser un evaluador autorizado por el SEI.

Asesor Experto

Las responsabilidades principales del asesor son impartir la información necesaria de las áreas de proceso del modelo CMMI-DEV al equipo de mejora (área técnica y de Gestión) y al equipo de definición, validar la documentación metodológica con base en las directrices definidas por el modelo CMMI-DEV, dar soporte a la implementación y asesoramiento en general durante todo el proyecto.

Representante de la Dirección (Patrocinador)

Es la persona de la designada por la dirección como responsable de supervisar el proyecto de implementación del modelo. Esta persona normalmente tiene el poder de asignar recursos económicos y personal. Por lo general suele estar en un nivel de dirección.

Líder EPG (Engineering Process Group)

Es la persona que lleva a cabo la gerencia del proyecto. Esta persona debe presentar el informe del proyecto al comité. Su principal función es liderar el grupo que se encarga de revisar los procesos. Esta persona asigna las tareas los miembros del EPG, monitorea sus esfuerzos y establece los planes de trabajo del grupo.

Grupo de Ingeniería de Procesos (EPG: Engineering Process Group)

El objetivo principal de este grupo es liderar y coordinar el Programa de Mejoramiento de los procesos de la organización, facilitando la definición e implementación de las prácticas del proceso. Los miembros de este grupo son los responsables por el aseguramiento de que la documentación de la mejora de procesos sea escrita y acatada. Adicionalmente se encargan de generar las métricas para monitorear el proceso. Este grupo lidera a los PAT.

Equipo de Área de Proceso (PAT)

Estos grupos están integrados por miembros de las áreas técnicas y son los encargados de definir e institucionalizar los procesos para las áreas de Proceso.

Se trata de un equipo estable durante todo el proyecto que está formado por miembros de las áreas técnicas, los cuales poseen una visión técnica de las actividades realizadas en el desarrollo de software, y por representantes de los equipos de gestión que poseen una visión más global y enfocada a las actividades de gestión del desarrollo.

La función principal es generar la documentación de la mejora de procesos: políticas, procesos, procedimientos y planes de acción, así como de definir o actualizar los procesos, procedimientos, guías y plantillas de la metodología de desarrollo implementada con base en las áreas de proceso de CMMI-DEV y a las necesidades de la empresa.

6.3.2 Capacitación

Se plantea la ejecución de un curso introductorio al modelo CMMI. Esta capacitación se analiza más adelante en el capítulo 7.1.4 Costos de Capacitación y asesoría.

6.4 Localización

Las actividades definidas para la implementación del modelo CMMI serán ejecutadas en las instalaciones de la empresa ubicadas en la ciudad de Bucaramanga, Santander (Colombia) y Bogotá, Cundinamarca (Colombia).

Debido a que las instalaciones de Bucaramanga cuentan con el departamento de ingeniería, en esta sede se ubicarán los grupos de trabajo encargados de la producción intelectual de la documentación del modelo.

7. ESTUDIO FINANCIERO

La implementación del modelo CMMI es un proyecto extenso en tiempo y personal involucrado, así mismo los costos que se generan por la implementación también son considerablemente altos. Este estudio describe de manera general cuáles son los principales costos involucrados en la implementación del modelo CMMI nivel 2, de igual forma, se pretende dar una aproximación a cuales y cuantos serían los costos asociados al proceso de mejora, con el fin de tener una base para evaluar la viabilidad financiera del proyecto. Adicionalmente, se debe aclarar que esta aproximación se basa principalmente en información secundaria obtenida de otros procesos de implementación, los cuales han sido documentados y publicados en el sitio web del SEI (<http://www.sei.cmu.edu>).

7.1 Supuestos

Para estimar los costos del modelo CMMI se definieron los siguientes supuestos:

- El valor promedio de una hora de trabajo/ingeniero es de \$16.000. Este valor se toma del promedio de ingresos del grupo de ingeniería.
- Se asume que para la implementación del modelo CMMI se escoge únicamente un proyecto como proyecto piloto, el cual tiene un tamaño de 10.000 líneas de código.
- Para la estimación de los costos de implementación del modelo CMMI nivel 2 se aplicó el modelo de costos creado por David F. Rico. Este modelo forma parte Del libro guía: *ROI of Software Process Improvement: Practical Metrics for Project Managers and Software Engineers*. En el anexo A se describe el detalle el modelo de costos aplicado.

- Un mes de trabajo equivale a 180 horas.
- La densidad de defectos de software es de 100 defectos por cada 1.000 líneas de código, es decir 0.1, para el software construido por la organización sin aplicar el modelo CMMI nivel 2.
- Por cada defecto de software se necesitan en promedio 5 horas de trabajo para detectarlo y corregirlo en la fase de pruebas.
- Los beneficios de la implementación del modelo CMMI nivel 2, se reflejan en un aumento de la productividad del 50% en promedio y un aumento de la calidad de los productos (47% de reducción de defectos). Estos porcentajes se toman del Centro de Análisis y Datos de Software del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (www.thedacs.com: The Data & Analysis Center for Software).
- El 25% del esfuerzo del software corresponde a la fase de pruebas.
- La tasa de inflación tomada como referencia es de 3.5% para el año 2011.

7.2 Estimación de Costos del Proyecto

En esta etapa de estimación de costos se identificaron dos tipos de costos: los costos de implementación del modelo y los costos de uso del modelo. Los costos de implementación están asociados principalmente a las actividades necesarias para la adopción del modelo, tales como capacitación, evaluación, entre otros, y los costos de uso se asocian a las actividades propias del desarrollo de software utilizando el modelo CMMI, es decir, costos de desarrollo, pruebas y mantenimiento del software.

Tabla 12. Costos de implementación del modelo CMMI nivel 2	
Costo	Descripción
Procesos	Costo de desarrollar políticas y procedimientos para CMMI
Productos	Costo de desarrollar planes, documentos, registros y análisis para CMMI
Capacitación y Asesoría	Costos de capacitación y preparación del personal involucrado
Herramientas	Costos asociados a herramientas software y/o hardware
Evaluación	Costos de planeación de la evaluación, preparación de la evaluación, y costos de la evaluación del modelo

FUENTE: ROI of Software Process Improvement: Metrics for Project Managers and Software Engineers

Tabla 13. Costos de uso del modelo CMMI nivel 2	
Costo	Descripción
Desarrollo	Costo de desarrollar software aplicando el modelo
Inspección	Costos de aplicar Software Inspection Process
Pruebas	Costo generados por las pruebas de software
Mantenimiento	Costos de mantenimiento del software

FUENTE: ROI of Software Process Improvement: Metrics for Project Managers and Software Engineers

7.2.1 Costos de Procesos: Los costos de Procesos abarcan principalmente, los costos asociados al desarrollo de las políticas y procedimientos del que se deben construir para el nivel 2. Estas políticas y procedimientos se agrupan en prácticas específicas y prácticas genéricas.

De acuerdo al modelo de costos tenemos lo siguiente:

El modelo CMMI requiere que se produzcan 56 prácticas específicas para cumplir el nivel 2, en promedio se necesitan 2,091 horas de trabajo para producirlas. Multiplicando por el valor hora, tenemos que el costo de producir estas 56 prácticas específicas es de: \$33.456.000.

De igual forma, el modelo requiere 84 prácticas genéricas que en promedio necesitan 1.568 horas de trabajo, esto representa un valor de \$25.088.000.

En total, tenemos que los costos de Procesos son: \$58.544.000 (Ver anexo A Modelo de Costos).

7.2.2 Costos de Productos:

Por cada proyecto incluido en el proceso de evaluación del modelo, se requieren 138 productos de trabajo, en promedio se necesitan 2.576 horas de trabajo. Multiplicando por el valor por hora, tenemos que el costo de producir estos 138 productos de trabajo es de: \$41.216.000(Ver anexo A Modelo de Costos).

7.2.3 Costos de Capacitación y asesoría: En la fase inicial del proyecto, los costos de capacitación son elevados debido principalmente al desconocimiento del modelo CMMI por parte del personal de la organización. No obstante, posteriormente a la implementación y estabilización del modelo dentro de la organización el costo de capacitación será sensiblemente inferior.

Para la capacitación del Modelo CMMI, se propone que se realice para todos los miembros del grupo de ingeniería. Actualmente el grupo de ingeniería de la organización está conformado por 30 ingenieros.

El curso de introducción al modelo CMMI que tiene una duración de 3 días, cuesta aproximadamente \$2.000.000 por persona (los datos se obtuvieron de centros de capacitación autorizados por el SEI para Colombia), esto nos daría un total de \$60 millones de pesos en Capacitación.

Dada la complejidad propia del modelo y la ausencia de personal experto en CMMI, se hace necesaria la contratación de una empresa consultora avalada por el SEI, para que apoye el proceso de implementación. Estos costos son considerablemente altos.

La determinación de los costos de la consultoría depende de diversas variables como el tamaño de la empresa, si es necesario el desplazamiento hacia otras ciudades, tiempo de la consultoría, entre otros. De acuerdo a la estructura de la organización se estimó que los costos de la consultoría son de aproximadamente \$70.000.000 por un período de un año (tiempo estimado para la implementación del modelo).

7.2.4 Costos de Herramientas: Aunque no es un requisito del modelo, La implantación del modelo requerirá de la adquisición de una serie de herramientas

software y en algunos casos hardware, que ayuden a la organización en cada una de sus fases o áreas de proceso.

En el estudio técnico se sugieren las herramientas software necesarias para implementar el modelo CMMI. Los costos de las herramientas con valores actuales es de \$24.869.800

Para determinar los costos de las herramientas se tomó como tasa de cambio del dólar de \$2.000.

7.2.5 Costos de Evaluación: Para obtener el nivel 2 del modelo CMMI, se debe presentar una evaluación, realizada por un entidad evaluadora aprobada por el SEI, la cual determina si la organización cumple con los requisitos exigidos por el modelo. En caso de obtener el nivel 2, se deben presentar evaluaciones periódicamente para garantizar la aplicación del modelo dentro de la organización.

El costo de la evaluación para el nivel 2 es de US\$12.500. Tomando como tasa de cambio el valor de \$2.000/US\$, tenemos que los costos de evaluación son: \$25.000.000.

Tabla 14. Costos de implementación del modelo CMMI	
Costo	Valor
Procesos	\$58.544.000
Productos	\$41.216.000
Capacitación y asesoría	\$130.000.000
Herramientas	\$24.869.800
Evaluación (No incluye evaluación de seguimiento)	\$25.000.000
TOTAL	\$279.629.800

7.2.6 Costos de Desarrollo:

El proyecto piloto tiene 10.000 líneas de código, aplicando las formulas (Ver capítulo 4.1.6 Estimación de Esfuerzo de Desarrollo de Software) del cálculo de esfuerzo tenemos:

Tabla 15. Esfuerzo de Software para proyecto Piloto

Modelo	Fórmula	Valor
Boehm	Meses = $3 \times 10^{1.12}$	39.55 meses = 7,119 h
Walston/Felix	Meses = $5.2 \times 10^{0.91}$	42.27 meses = 7,608 h
Bailey/Basili	Meses = $5.5 + 0.73 \times 10^{1.15}$	15.81 meses = 2,845 h
Doty	Meses = $5.288 \times 10^{1.047}$	58.92 meses = 10,605 h
PROMEDIO		39.13 meses = 7,043 h

- **Costo del Desarrollo para el modelo Actual**

Se asume que el 25% del esfuerzo corresponde a pruebas de software. Es decir, el esfuerzo de desarrollo promedio corresponde a **5,282** horas de trabajo. Teniendo en cuenta que el valor hora es de \$16,000, obtenemos que el costo de desarrollo es: **\$84.512.000.**

- **Costo de Desarrollo para el Modelo CMMI**

El modelo CMMI mejora en un 50% la productividad, es decir, que para el desarrollo del proyecto piloto de 10.000 líneas de código, gastaríamos un total de 2.641 horas, el costo de desarrollo es: **\$42.256.000.**

7.2.7 Costos de Pruebas de Software

- **Costos de Pruebas de modelo Actual**

Para el desarrollo de un software de 10.000 líneas de código, se tiene un tasa de 100 defectos por cada 1.000 líneas, esto equivale a 1000 defectos.

*Costo de las pruebas = total defectos * horas de detección * hora ingeniero*

*Costo de las pruebas = 1000 * 5 * 16000*

Costo de las pruebas = 80.000.000

- **Costos de Pruebas de modelo CMMI**

El modelo CMMI reduce en un 47% los defectos del software, esto equivale a que para el proyecto piloto que tiene 1000 líneas de código, tendríamos un total de 530 defectos.

*Costo de las pruebas CMMI = total defectos * horas de detección * hora ingeniero*

*Costo de las pruebas CMMI = 530 * 5 * \$16.000*

Costo de las pruebas CMMI = \$42.400.000

7.2.8 Costos de Mantenimiento de Software

El costo total del ciclo de vida representa los costos de desarrollo y mantenimiento del software. Es un método para cuantificar los costos de análisis, diseño, desarrollo, pruebas y mantenimiento del software. Ver formula:

$TLC = LOC * (TD * 100 + ES/10.000) - HI * 99 - HT*9$

- **Costos de Mantenimiento del modelo Actual**

Aplicando la fórmula anterior, tenemos que:

$TLC = 10.000 * (0.1*100 + 5.282/10.000) - 5.000 * 9$

$TLC = 60.282$ horas del ciclo de vida

El costo total del ciclo de vida con el modelo actual es 60.282 horas, a las cuales le restamos las 5.282 horas de desarrollo, menos las 5.000 horas de pruebas, lo que nos deja un total de 50.000 horas de mantenimiento que equivalen a \$800.000.000.

- **Costos de Mantenimiento del modelo CMMI**

$TLC = 10.000 * (0.053*100 + 2.641/10.000) - 2.650 * 9$

$TLC = 102641 - 23850$

$TLC = 31.791$ horas

El costo total del ciclo de vida con el modelo CMMI es 31.791 horas, a las cuales le restamos las 2.641 horas de desarrollo, menos las 2.650 horas de pruebas, lo que nos deja un total de 26.500 horas de mantenimiento que equivalen a \$424.000.000.

Tabla 16. Costos de uso del modelo CMMI	
Costo	Valor
Desarrollo	\$42.256.000
Pruebas	\$42.400.000
Mantenimiento	\$424.000.000
TOTAL	\$508.656.000

7.3 Fuentes de Financiación

Los costos totales que se incurren en la implementación son considerablemente altos, pero, teniendo en cuenta las condiciones financieras de la empresa y las dificultades inherentes en los procesos de obtención de recursos por terceros, se plantea el supuesto de que todos los recursos necesarios los coloca la empresa (socios).

Tabla 17. Origen de la inversión

Valor Inversión	\$788.285.800
Socios (100%)	\$788.285.800

7.4 Evaluación Financiera

Para la evaluación financiera del proyecto se aplicó la metodología expuesta en el libro: *ROI of Software Process Improvement—Metrics for Project Managers and Software Engineers*. En este libro, se define una metodología para el cálculo de retorno sobre la inversión – ROI (Return on investment por sus siglas en inglés) de los procesos de mejora de software, el cual contempla conceptos importantes como el Beneficio/costo, valor presente neto, punto de equilibrio, entre otros conceptos. Adicionalmente, para establecer posibles escenarios que permitieran estimar los beneficios económicos que puede obtener la empresa por la implementación del proyecto, se obtuvieron los datos

estadísticos de implementaciones similares del modelo CMMI en otras empresas a nivel mundial, los cuales están recopilados y analizados por el Centro de Análisis y Datos de Software del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (www.thedacs.com: The Data & Analysis Center for Software).

7.4.1 Retorno Sobre la Inversión (ROI) del modelo CMMI

La metodología del Retorno Sobre la inversión es un proceso compuesto por seis partes: estimar costos, beneficios, relación beneficio/costo, ROI% y valor presente neto. A continuación se detallan cada una de estas partes que se calcularon para el proyecto.

7.4.1.1 Costos:

Los costos involucrados en el ROI se clasifican en dos tipos: costos de implementación del modelo y costos de uso del modelo. El primer tipo de costos se identificó en el estudio financiero. En esta parte, se detallan los costos de uso del modelo CMMI, que se componen por los costos de desarrollo, pruebas y mantenimiento del software.

Tabla 18. Costos totales del Proyecto

Costo	Valor
Procesos	\$58.544.000
Productos	\$41.216.000
Capacitación y asesoría	\$130.000.000
Herramientas	\$24.869.800
Evaluación (No incluye evaluación de seguimiento)	\$25.000.000
Desarrollo	\$42.256.000
Pruebas	\$42.400.000
Mantenimiento	\$424.000.000
COSTO TOTAL	\$788.285.800

7.4.1.2 Beneficios

Los beneficios de implementar un programa de mejora de procesos, para el caso particular, el modelo CMMI, son múltiples y provienen principalmente del incremento

en la calidad de los procesos y productos y el decremento de los costos de mantenimiento del software y los costos totales del ciclo de vida de los productos.

Para realizar el cálculo de los beneficios del modelo CMMI, primero calculamos el costo total del desarrollo del software con el proceso actual.

- **ANTES de CMMI:**

$$TLC = (LOC) * 10.5282 - \text{Horas de Inspección} * 99 - \text{Horas Pruebas} * 9$$

$$TLC = 10.000 * 10,5282 - 5.000 * 9$$

$$TLC = 60.282$$

$$\text{Costo total} = 60.282 * 16.000 = \$964.512.000$$

- **Después de CMMI:**

$$TLC = 10.000 * (0.053*100 + 2.641/10.000) - 2.650 * 9$$

$$TLC = 31.791 \text{ horas}$$

$$\text{Costo total} = 31.791 \text{ horas} * 16.000 = \$508.656.000$$

Tabla 19. Beneficios Estimados del modelo CMMI nivel 2

Estado	Costo total
Antes CMMI	\$964.512.000
Después CMMI	\$508.656.000
Beneficio	\$455.856.000

7.4.1.3 Relación Beneficio /Costo

Para calcular la relación debemos extraer los costos de implementación del modelo CMMI reportados capítulo 7.3.1.1 Costos y los beneficios calculados en el capítulo 7.3.1.1 Beneficios.

Los costos reportados incluyen los costos asociados al proceso de implementación del modelo, es decir, se tienen en cuenta los costos de Procesos, productos, Capacitación y Asesoría, herramientas y evaluación. No se tienen en cuenta los costos asociados al desarrollo.

Tabla 20. Relación Beneficio/Costo del modelo CMMI nivel 2

Estado	
Beneficios CMMI	\$455.856.000
Costos CMMI	\$279.629.800
Beneficio/Costo	2:1

7.4.1.4 Retorno sobre la inversión

El retorno sobre la inversión calculado es el siguiente:

$$ROI = \text{Beneficios} - \text{Costos} / \text{Costos} * 100\%$$

$$ROI = (455.856.000 - 279.629.800) / 279.629.800 * 100\%$$

$$\mathbf{ROI = 63\%}$$

7.4.1.5 Valor presente Neto

El valor presente neto calculado es el siguiente:

$$NPV = \text{Beneficios} / (1 + \text{Tasa de inflación})^{\text{Años}}$$

$$NPV = 455.856.000 / (1 + 0.035)^1$$

$$NPV = \$440.440.579$$

Este valor equivale a los Beneficios del modelo CMMI ajustados con el valor presente neto. Utilizando los beneficios ajustados (NPV) se procedió a calcular el ROI.

$$ROI = \text{Beneficios} - \text{Costos} / \text{Costos} * 100\%$$

$$ROI = (440.440.579 - 279.629.800) / 279.629.800 * 100\%$$

$$\mathbf{ROI = 57\%}$$

7.4.2 Conclusiones de la Evaluación Financiera

El costo estimado de implementar el modelo CMMI nivel 2 en la organización es de \$279.629.800, este valor es considerablemente alto. Sin embargo, de acuerdo a los cálculos del retorno sobre la inversión (67%) basado en la relación beneficio/costo, se puede concluir que el proyecto es viable financieramente.

Si se implementa el modelo CMMI con un proyecto inicial de construcción de un software de 10.000 líneas de código, obtenemos unos beneficios netos económicos de \$176.226.200.

Adicionalmente a los beneficios económicos, la implementación del modelo CMMI nivel 2, representa otros beneficios para la organización, como el aumento en la satisfacción del cliente, mejora en la calidad de los productos, aumento de la productividad, disminución en los defectos del software, entre otros.

8. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN

El objetivo principal de esta monografía es presentar una propuesta que sirva como referencia para evaluar e iniciar el proceso de implementación del modelo CMMI nivel 2 dentro de la organización.

8.1 Alcance del Proyecto

La propuesta de implementación que se plantea en este documento tiene como alcance la obtención del nivel 2 del modelo CMMI para Desarrollo Versión 1.2., en el área de ingeniería de la Empresa COMPUTER S.A. Con este alcance se pretende que todos los proyectos que se desarrollen en el área de ingeniería apliquen las buenas prácticas que el modelo ofrece y cumplan las metas definidas.

En el nivel 2 del modelo CMMI-DEV existen 7 áreas de procesos con objetivos específicos que se deben alcanzar para llegar al nivel de madurez esperado. Esta propuesta sugiere que cada área de proceso sea tratada, a nivel de grupo de trabajo, como un proyecto para implementar dichas áreas.

8.2 Factores Críticos de éxito

A continuación se relacionan algunos Los factores críticos de éxito que se consideran en esta propuesta para la implementación del modelo CMMI-DEV:

- **La mejora de procesos es un esfuerzo duro y complejo:** La iniciar un programa de mejora de procesos, lo primero que se debe tener claro es que esto es un esfuerzo duro, que requiere de un alto compromiso por parte de toda la organización para que se logren los objetivos definidos del programa.
- **Compromiso y patrocinio para la gestión:** La mejora de procesos típicamente implica cambios en los procesos, tecnologías, roles de trabajo, y en

la cultura organizacional. Cambiar cualquiera de éstos requiere respaldo y compromiso de la alta dirección que incluye:

- El desarrollo de políticas organizacionales y proveer orientación a un alto nivel para la implementación de todas las mejoras.
 - Asegurar que los procesos de la organización reflejan los objetivos del negocio.
 - La provisión de los fondos y recursos adecuados para llevar a cabo las actividades de mejora.
 - Llevar a cabo revisiones sobre las actividades de forma periódica.
 - Establecimiento de estrategias para la gestión y ejecución de las actividades de mejora
 - Garantizar que el programa de mejora tenga alta visibilidad en la organización, con los clientes, y cualquier involucrado con la organización.
- **Objetivos de la mejora de procesos:** Es importante tener claramente definidos los objetivos de la mejora de procesos y que estos estén alineados con los objetivos del negocio y las estrategias de dirección de la organización. Estos objetivos deben ser escritos en una forma que todos entiendan y comprendan que pasaría si no se logran estos objetivos.
 - **Motivaciones reales:** Se debe asegurar que las razones que sustentan la implementación de un programa de mejora son válidas y razonables. La motivación básica deber ser la de eliminar los problemas y dificultades que se experimentan en el proceso actual de desarrollo de software.
Ejemplos de motivación equivocada sería:
 - Demanda de los clientes para que la organización se ubique en un nivel determinado de madurez.

- Un alto directivo decide que sería bueno para la organización disponer de un certificado en la pared, que avale la calidad de los procesos organizacionales.

- **Características culturales:** El éxito depende de la obtención de un alto nivel de conciencia y la aceptación de todos los miembros de la organización. En particular:
 - Garantizar que todos los miembros de la organización son conscientes del compromiso de la administración para el éxito del programa de mejora.

 - Garantizar que todos los miembros de la organización conozcan los procesos, estándares y procedimientos disponibles para su uso.

 - Proveer entrenamiento en los procesos, estándares y procedimientos que son relevantes a cada persona.

 - Designación de un propietario de cada uno de los procesos, o conjunto de procedimientos relacionados. La persona que actúa como dueño debe tener las habilidades apropiadas para desarrollar e implementar los procesos y procedimientos.

 - Proveer el grupo de trabajo con la oportunidad necesaria para contribuir al desarrollo de los procesos, estándares y procedimientos.

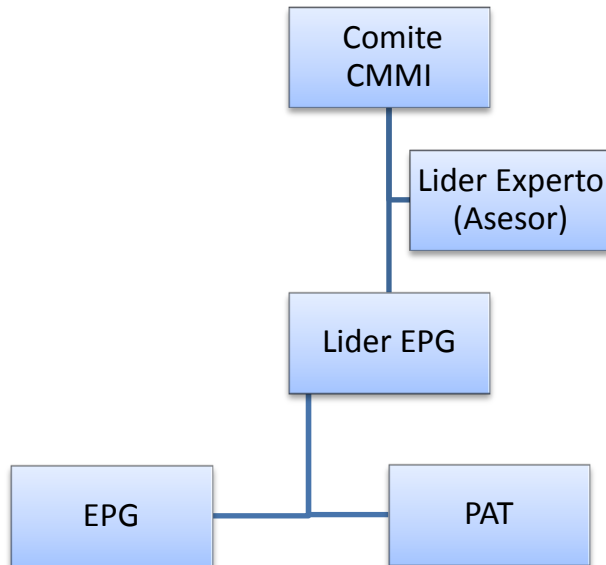
 - Continuamente mejorar los procesos existentes para reflejar los cambios en los objetivos del negocio, cambios en tecnologías, etc.

- **Suministro de los recursos y fondos de financiación suficientes:** Los recursos adecuados y los fondos suficientes deben ser suministrados para llevar a cabo las actividades del programa de mejora. En particular:

- Establecimiento de la infraestructura requerida para la implementación de las mejoras, por ejemplo el patrocinador, el grupo directivo, el gerente de proyecto, los grupos de mejora, etc.
 - El nombramiento de un recurso para impulsar el programa de mejora y coordinar las actividades, esta persona actúa como el gerente de proyecto para su proyecto de mejora.
 - Garantizar que los representantes de todas las partes de la organización estén involucrados, por ejemplo, los directores de proyecto, personal técnico y clientes.
 - Tiempo programado suficiente para que el personal asignado a las actividades de mejora pueden ejecutar dichas actividades que incluyen el desarrollo de nuevos estándares, familiarización con estándares existentes, etc.
 - Asignar responsabilidades y darle a las personales la autoridad necesaria para que se ejecuten las actividades de mejora.
- **Disponibilidad de estándares y procedimientos:**
 - Entrenamiento y orientación deben ser provistos en el uso de los estándares y procedimientos de la organización.
 - Proveer un curso de inducción a todos los empleados nuevos el cual incluye una revisión de los estándares y procedimientos de la organización.
 - Comunicar los detalles o los cambios de cualquier estándar a los miembros de la organización.

8.3 Equipo del Proyecto

Figura 6. Equipo del proyecto CMMI



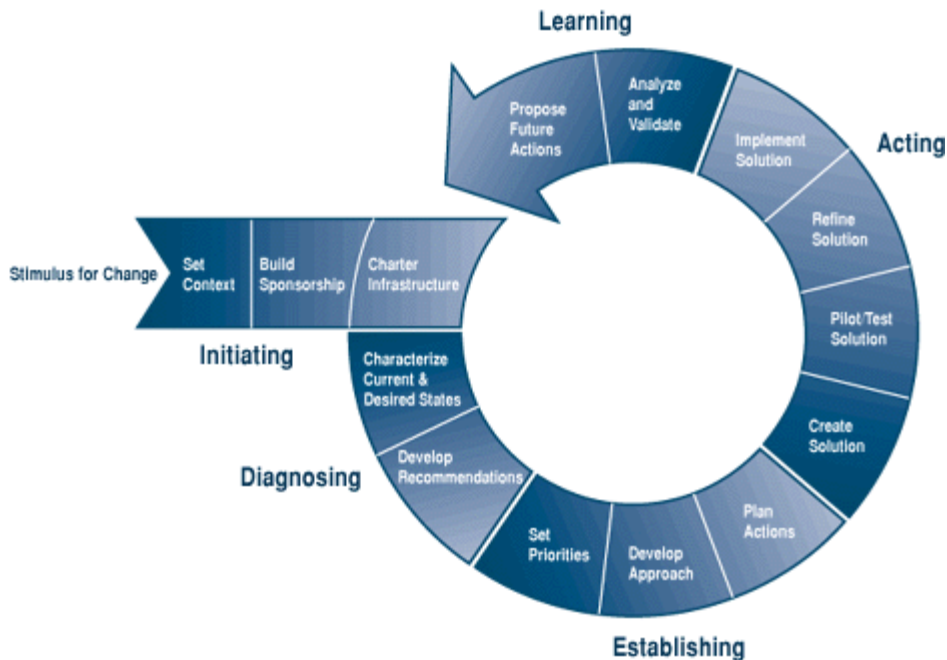
8.4 Descripción General del proceso de Implementación

La implementación de CMMI se hará por medio de iteraciones según describe el modelo IDEAL, desarrollado por el SEI, el cual propone un modelo cíclico de mejoramiento para que se pueda realizar las mejoras a los procesos.

IDEAL se compone de 5 fases (Ver figura 5):

- I (Initiating) - Iniciación
- D (Diagnosting) – Diagnóstico
- E (Establishing) – Definición
- A (Acting) – Ejecución
- L (Learning) – Aprendizaje o retroalimentación

Figura 7. Modelo IDEAL



FUENTE: Handbook IDEALSM: A User's Guide for Software Process Improvement

8.4.1 Fase Iniciación (Initiating)

Este es el primer paso en el modelo ideal. En esta fase, la organización de la alta gerencia comprende la necesidad de mejora de procesos software (SPI), se compromete a un programa SPI, y define el contexto de SPI.

En esta fase la empresa consultora acreditada por el SEI, con la ayuda de todos los grupos de trabajo del proyecto, realiza un análisis inicial de los procesos de desarrollo y mantenimiento del software, que permite obtener una imagen clara tanto de sus capacidades como de las prácticas que en ella se realizan. Se identifican y detallan los puntos fuertes y débiles detectados en cada una de las áreas de proceso, definiendo una serie de acciones de mejora y la estrategia general para alcanzar el nivel de madurez deseado, para este proyecto se definió el nivel 2 como el nivel objetivo a alcanzar.

Propósito

- Reconocer y comprender el estímulo de la mejora.

- Establecer el contexto y establecer el patrocinio de la SPI.
- Poner en marcha el programa SPI mediante la construcción de un entendimiento y una conciencia de los costos y beneficios.
- Comprometer los recursos necesarios.
- Establecer la infraestructura inicial necesaria para poner en práctica y administrar el programa.

Objetivos

- Crear una conciencia inicial y conocimientos para iniciar SPI.
- Obtener un entendimiento de que es necesario el compromiso para el éxito de SPI.
- Determine la disposición a proceder.
- Crear una propuesta para el programa SPI, destacando la necesidades de SPI, el alcance del programa, y las necesidades de recursos.
- Recomendar un calendario y la infraestructura para la gestión del programa.
- Plan para comprometer a los participantes del proyecto.

Entradas

- Necesidades críticas del negocio a mejorar en el desarrollo de software.
- Procesos Existentes, comprendidos plenamente.
- Líderes del Proceso identificados.

Salidas

- Infraestructura inicial del (SPI) definida (ROLES) y actividades aprobadas.
- La organización ha asociado el proyecto (SPI) a la estrategia del negocio.
- Se ha establecido un plan de comunicaciones inicial.
- Programa de reconocimiento público a los resultados (SPI).
- Se ha definido un primer plan para orientar la puesta en marcha del modelo IDEAL, identificando las etapas del modelo a utilizar.

8.4.2 Fase de Diagnóstico (Diagnosing)

El objetivo de esta fase es llevar a cabo la actividad de identificar las líneas base para dar una visión de las actuales fortalezas y debilidades. Esta información obtenida de

las líneas base será utilizada para iniciar el desarrollo del SPI, el plan de acción estratégico servirá de orientación y dirección a el SPI.

Propósito

- Determinar que líneas base son requerida.
- Determinar mejoras en las líneas base
- Reportar conclusiones y recomendaciones

Objetivos

- Entender el funcionamiento de los procesos actuales y las interacciones en la organización y la forma en que contribuyen al negocio.
- Reunir información sobre las actuales fortalezas y oportunidades de mejora en el proceso.
- Detallar el punto de partida para medir el proceso de mejora.

Entradas

- Equipo de SPI formados y funcionando especialmente el SEPG
- Recursos disponibles para establecer las líneas base
- Actualización del plan SPI.

Salidas

- La visión de la organización, plan de negocios y SPI se encuentran alineados.
- Informe de recomendaciones y conclusiones emitido y aceptado por el comité.
- Se ha dado inicio al plan de mejora estratégico.

8.4.3 Fase de Definición (Establish)

Propósito

El propósito de este paso es desarrollar o perfeccionar un SPI estratégico, un plan de acción que servirá de guía y orientación al programa SPI. El plan de acción estratégico es crítico en el sentido de que es necesario para proporcionar una orientación clara.

Objetivos

- desarrollar y actualizar el plan estratégico que abarca toda las definiciones de proceso y actividades, se debe integrar con otros esfuerzos de calidad en curso
- desarrollar y actualizar a corto y mediano plazo metas medibles para el SPI

- integrar los hallazgos y recomendaciones al plan SPI
- integrar el SPI con la misión y la visión de la compañía.

Entradas

- Infraestructura SPI definida
- Plan estratégico actualizado
- Definición de líneas base completas

Salidas

- Plan estratégico actualizado y aprobado
- Plan estratégico alineado con la misión y visión de la organización

8.4.4 Fase de Ejecución (Acting)

Propósito

El propósito de esta fase es desarrollar las mejoras y soluciones de procesos y problemas detectados durante la fase de diagnóstico.

Objetivos

- Planear las actividades de mejora
- Comprender el proceso y realizar las actividades de mejora
- Investigar el problema y desarrollar una solución
- Realizar el piloto de la solución y refinar
- Desarrollar la estrategia de institucionalización y un plan de aplicación de la plantilla
- Evaluar la solución en uso
- Reiterar el ciclo para realizar mejoras
- Desarrollar la mejora del proceso de acuerdo a su prioridad
- Integrar el proceso de mejora con los planes de desarrollo existentes
- Monitorear y apoyar los grupos en el uso de los procesos nuevos o modificados

Entradas

- Comunicación del plan de acción a el comité y EPG
- Problemas encontrados en la fase de definición
- Recomendaciones y sugerencias de mejora en los procesos
- Descripciones de alto nivel de los procesos de línea base

Salidas

- Objetivos identificados y medibles de la fase de definición
- Procesos clave sujetos a mediciones
- Plan de despliegue ejecutado o en ejecución
- Solución documentada por el EPG
- El proceso de mejora ha sido comenzado a institucionalizarse en la línea de proceso

8.4.5 Fase de Aprendizaje o Retroalimentación (Learning)

Esta fase, además de dar la oportunidad de preparar el próximo ciclo, da la oportunidad de realizar ajustes al proceso de mejora y de mantener actualizada las lecciones aprendidas por iteración.

Propósito

- Realizar y revisar las lecciones aprendidas en etapas anteriores
- Incorporar las mejoras en los procesos de SPI
- Examinar y evaluar objetivos
- Evaluar el patrocinio y el compromiso
- Desarrollar plan para la orientación del programa SPI

Objetivos

- Incorporar las lecciones aprendidas en etapas anteriores
- Obtener visibilidad en valor de SPI
- Reafirmar el patrocinio / compromiso
- Crear o ajustar las metas del próximo ciclo
- Determinar posibles nuevas líneas base
- Crear el plan para la orientación del próximo ciclo

Entradas

- Resultados del primer ciclo a través de IDEAL
- Cumplimiento de los objetivos del negocio y las metas
- Los cambios que se han producido a la infraestructura
- El ciclo anterior completo
- Lecciones aprendidas de las fases
- Artefactos producidos durante la ejecución

Salidas

- Lecciones aprendidas y se analizan las mejoras incorporadas al SPI
- El patrocinio y el compromiso han sido reafirmados
- Objetivos para el próximo ciclo

8.4.6 Fase de Acreditación

Fase final, de aproximadamente 4 meses, que implica la acreditación formal. En ella se preparan las evidencias que deberán ser estudiadas por un Lead Appraiser (Evaluador) para determinar si se alcanza el nivel de madurez esperado.

Una vez finalizada la implementación debe pasar un período mínimo de operación antes de poder certificar el proceso, en el cual también se preparan las evidencias a ser estudiadas por el jefe de proyecto. Posteriormente, se realiza una auditoria previa donde el evaluador verifica la idoneidad para la acreditación oficial.

El periodo para la acreditación oficial se estima aproximadamente en tres meses y es realizada por un Lead Appraiser que, basándose en las evidencias recolectadas, en entrevistas y en la revisión detallada de documentos, evalúa usando el método SCAMPI si las prácticas utilizadas en la organización están acordes con el nivel de madurez 2.

8.5 Estrategia de Implementación

Se presentará un plan de trabajo con las actividades a resolver semanalmente, cada actividad se entregará a los líderes de los grupos de trabajo (PAT), quienes realizarán reuniones de trabajo en conjunto con los miembros de su respectivo equipo (PAT) usando la estrategia de implementación propuesta y descrita por el modelo IDEAL. Los resultados de la investigación serán presentados al líder EPG para ser evaluados junto con el auditor con el fin de hacer su aprobación y publicación.

La cantidad expuesta para labores de mejora y definición de procesos será de medio tiempo diario por persona (4 horas diarias), en caso de tener situaciones que impidan dedicar este tiempo debe reportarse de inmediato para realizar los ajustes en el cronograma.

8.6 Plan de Acción por Área de proceso

Con el fin de definir las políticas y procedimientos de las áreas de proceso que conforman el nivel 2 del modelo CMMI, se propone la siguiente plantilla de actividades:

Tabla 21. Plan de Acción por Área de Proceso

Área de Proceso	
Actividades	Responsables
Estudio del área de proceso	PAT
Conclusiones estudio Área de proceso	PAT y Líder EPG
Definición de descripción del proceso	PAT
Revisión descripción del proceso	Líder EPG
Corrección descripción del proceso	PAT
Definición de descripción de procedimientos	PAT
Revisión descripción de procedimientos	Líder EPG
Corrección descripción de procedimientos	PAT
Definición de políticas y métricas	Líder PAT
Revisión de políticas y métricas	Líder EPG
Corrección de políticas y métricas	PAT
Definición de criterios de adaptación y listas de chequeo	PAT
Revisión de criterios de adaptación y listas de chequeo	Líder EPG
Corrección de criterios de adaptación y listas de chequeo	PAT
Definición de adaptación de herramientas	PAT
comparación del proceso vs CMMI	PAT y Líder EPG
Aprobación del Proceso	PAT y Líder EPG

8.7 Plan de Comunicaciones

- Mecanismos de Planeación
 - Se realizarán entregas parciales mensuales, cada una representa una iteración. Durante el proyecto, el inicio/final de una iteración serán considerados puntos de revisión.
 - Al inicio de cada iteración se acordará un cronograma detallado con el sponsor
 - Proyecto Implementación CMMI presentará Reporte al final de cada iteración / entrega

- Mecanismos de Seguimiento
 - Proyecto Implementación CMMI presentará informe de avance semanal de las actividades de mejora realizadas por los PAT.
 - Se anexarán las bitácoras de actividades semanales de cada PAT.
 - Se realizara 2 reuniones mensuales de seguimiento entre el sponsor y el líder del proyecto, para evaluar la efectividad y nivel de adherencia de los procesos, adicional a las reuniones técnicas, funcionales o extraordinarias que se precisen.

- Revisiones
 - Se realizara una revisión semanal de seguimiento por parte del personal correspondiente a cada PAT. Será responsabilidad del PAT de cualquier atraso en las revisiones de cualquier artefacto durante cualquier etapa del proyecto.
 - Plan de Investigación.
 - Documentos:
 - Documentos de definición del proceso
 - Indicadores de medición
 - Descripción del proceso
 - Responsables
 - Entregables
 - Entradas y salidas
 - Políticas
 - Lista de chequeo
 - Documentos de capacitación
 - Documentos estándar del proceso
 - Documentos Ejemplo del proceso

8.7.1 Mecanismos de distribución de Información

- Escrita – formal.

- E-mail – Informal (con copia a los líderes PAT, líder EPG).
- Verbal canalizada a través de los Comité / líder EPG / líderes PAT / Miembros PAT.
- Todos los requerimientos del Proyecto Implementación CMMI se canalizarán por medio del líder EPG y los líderes PAT designados.
- Reuniones funcionales se programarán por medio del envío de e-mail notificando a los asistentes con al menos 1 día de anticipación, con el fin de tener seguimiento de cuantas reuniones se pactan, cuantas se cumplen y nivel de asistencia.
- La información generada en los grupos PAT debe ser canalizada a través del líder PAT
- La información generada por los líderes PAT debe ser canalizada a través del líder EPG.

Toma de Decisiones

- La toma de decisiones administrativas del proyecto la realizará el equipo directivo del proyecto conformado por el patrocinador, los líderes Expertos asignados y el líder EPG del proyecto Implementación CMMI.
- La toma de decisiones para definir procesos serán tomadas por el equipo de Definición conformado por los líderes PAT y las personas seleccionadas como participantes PAT con la asesoría del líder EPG designado para Proyecto Implementación CMMI.
- Los artefactos (actas, documentos, anexos) que soportan los procesos de comunicación son artefactos administrativos por lo que no se incluyen dentro de la lista de entregables del plan del proyecto, en su lugar debe existir evidencia relacionada al incidente correspondiente.

8.7.2 Indicadores de Desempeño

Se propone la implementación de los siguientes indicadores de desempeño para monitorear el proyecto de implementación del modelo CMMI.

- Porcentaje de actividades realizadas vs actividades planeadas.
- Porcentaje de actividades realizadas a tiempo.
- Cantidad de mejoras obtenidas al final de cada iteración.
- Cantidad de lecciones aprendidas por iteración.
- Nivel de cumplimiento de las reuniones pactadas.
- Cantidad de hallazgos clasificados de impacto alto durante la revisión de la definición procesos

8.8 Análisis de Riesgos

La tabla 22. Lista de Riesgos, presenta una relación de los posibles riesgos asociados, así como algunas acciones a tomar para prevenir o mitigar cada uno de ellos. Esta lista se ha obtenido revisando en la literatura de riesgos asociados a los procesos de implementación del modelo CMMI en otras organizaciones.

Tabla 22. Lista de Riesgos

Riesgo	Acciones a tomar
<p>No Alcanzar el suficiente nivel de uso de los procesos.</p> <p>No alcanzar el nivel de uso de los procesos y procedimientos definidos en el modelo, necesario para la adecuación. Entonces, no es posible acreditarse en el nivel de madurez 2 y no quedan implementadas todas las buenas prácticas del modelo.</p>	<p>Implementar como parte de la estrategia de mejora distintas acciones de gestión del cambio cultural.</p> <p>Implementar métricas que proporcionen información de la ejecución y del uso de los procesos en cada área de proceso.</p> <p>Realizar acciones de aseguramiento de calidad de producto y proceso en los proyectos a medida que se vayan implementando las distintas áreas de proceso.</p>
<p>No adaptar adecuadamente el modelo a los proyectos del negocio.</p> <p>Un grupo importante de los proyectos de la organización son de innovación, y tienen unas características especiales que deben tenerse en cuenta en la adaptación del modelo.</p>	<p>Identificar todas las tipologías del proyecto desarrollados en la organización y las actividades que en ellos se realizan.</p> <p>Facilitar una metodología lo suficientemente flexible que cumpla las directrices del modelo y que sea</p>

	adaptable a las diferentes necesidades de los proyectos.
Falta de comunicación entre los equipos de trabajo del proyecto	Establecer los canales de comunicación necesarios para que la información fluya correctamente entre los equipos de trabajo.
Desviaciones en plazo de las actividades que componen el camino crítico de la planificación del proyecto	Llevar a cabo un seguimiento exhaustivo del proyecto y actuar en los momentos en que se puedan detectar desviaciones significativas sobre los plazos que afecten al camino crítico.
<p>Falta de tiempo para disponer de la herramientas necesarias</p> <p>El proyecto puede precisar de la adaptación, adquisición o desarrollo de determinadas herramientas (necesarias para lograr las prácticas de CMMI) y puede que el proceso no sea lo suficientemente rápido.</p>	Establecer una función ejecutada por un grupo de trabajo, que analice las necesidades que se van a generar y el posible impacto en coste y tiempo.
<p>Falta de hitos formales intermedios</p> <p>El proyecto de adecuación es a largo plazo y no dispone de hitos intermedios formales de fin de proyecto.</p> <p>Un solo hito formal de final de proyecto tras un período largo de preparación, con la gran cantidad de prácticas necesarias para alcanzar el nivel 2, puede provocar una relajación en la implementación.</p>	<p>Realizar un seguimiento exhaustivo del grado de avance del proyecto en la fase de Adecuación.</p> <p>Realizar un seguimiento exhaustivo del grado de adherencia al proceso en la fase de implementación.</p> <p>Realizar una evaluación parcial informal en el momento que todas las áreas de proceso se encuentren en sus primeros meses de implementación.</p>
<p>Poca disponibilidad de los equipos de soporte</p> <p>A lo largo del proyecto es imprescindible contar con personal para dar soporte en diversas actividades.</p>	<p>Dar a conocer desde la dirección de la empresa la importancia del proyecto de implementación, así como su adherencia y soporte al proceso. La comunicación debe hacerse a todos los niveles de la organización.</p> <p>Identificar desde la Dirección los recursos con la capacidad y el perfil técnico necesarios para proporcionar el soporte adecuado, y permitirles contar con la disponibilidad necesaria.</p>
Resistencia al cambio y a la adopción de técnicas de ingeniería de software.	Sensibilizar a las personas de la organización hacia la necesidad de adoptar técnicas que mejoren la

	<p>calidad de los desarrollos y que aporten visibilidad para la correcta gestión de los proyectos.</p> <p>Fomentar una dirección visible para toda la organización, y que participe activamente en la toma de decisiones, para corregir y aportar ayudas en determinadas situaciones.</p>
--	---

9. CONCLUSIONES

- En los últimos años han surgido diversas iniciativas para definir estándares y modelos de calidad del software, aunque todavía hay un número significativo de organizaciones que no utilizan los modelos de calidad, hay una tendencia general en todo el mundo de adoptar estos modelos para mejorar la calidad de los productos y servicios. Uno de los modelos más utilizados, es el modelo CMMI, a pesar de ser modelo relativamente reciente, tiene toda la experiencia acumulada y el conocimiento de los modelos SW-CMM, IPD-CMM y SECM.
- Las implementaciones de procesos de alta complejidad como un modelo de calidad, requieren la participación de un número considerable de los recursos humanos de la organización, un presupuesto mayor o menor dependiendo de la extensión de la ejecución y un tiempo considerable. Con el fin de aumentar la probabilidad de implementación exitosa, se requiere de mucho esfuerzo, planificación, control y compromiso por parte de los involucrados en la implementación del programa. Se trata de un largo y difícil camino por recorrer, sin embargo, su implementación le representa muchos beneficios probados.
- La formalidad del modelo CMMI se basa principalmente en la documentación de los procesos, es necesario comprometer a la organización con la correcta elaboración de los documentos y con su mantenimiento. De ésta manera estará disponible y actualizada la información requerida para ejecutar los diferentes procesos definidos por el modelo.
- Implantar un modelo de calidad, requiere un alto compromiso de todos los integrantes de la organización, comenzando por la alta gerencial, por esto es importante que antes de iniciarlo se realice una motivación que logre que cada uno de los integrantes apoye el proceso de calidad y esté dispuesto a asumir el

trabajo y los costos adicionales que trae su implantación. Si no se cuenta con un equipo comprometido y con un líder o grupo líder que lo apoye difícilmente alcanzará el éxito. Este es tal vez el primer aspecto que debe tener en cuenta una organización que pretende establecer el modelo de calidad CMMI.

- No se puede pretender que desde un inicio la implantación de los procesos sea totalmente exitosa, en CMMI encontramos un proceso iterativo en donde las organizaciones a medida que implantan y usan los procesos van aprendiendo y mejorando, a partir de sus propias experiencias y las políticas establecidas frente al proceso de calidad. Una empresa puede tomar bases de otras para empezar a realizar sus procesos pero solo a partir de la propia experiencia puede darse cuenta que es válido y que no.
- No se puede pretender que desde un inicio la implantación de los procesos sea totalmente exitosa, en CMMI encontramos un proceso iterativo en donde las organizaciones a medida que implantan y usan los procesos van aprendiendo y mejorando, a partir de sus propias experiencias y las políticas establecidas frente al proceso de calidad. Una empresa puede tomar bases de otras para empezar a realizar sus procesos pero solo a partir de la propia experiencia puede darse cuenta que es válido y que no.
- Un proceso de calidad de software es comparable con los procesos de calidad existentes para otras áreas de la industria, se trata de medir y evaluar los resultados para obtener productos de mejor calidad a menor tiempo y menor costo. La principal diferencia radica en que el desarrollo de software es un proceso muy variable y mucho más difícil de medir, pero aunque difícil no imposible. Sólo teniendo mediciones de las actividades realizadas se puede conocer la evolución y encontrar cuales son los aspectos a mejorar, de acuerdo a las necesidades de la organización. Tener buenas mediciones y un historial de las mismas es indispensable para realizar un proceso de mejoramiento continuo.

- Para un proceso de implementación del modelo CMMI, es importante destacar la cultura organizacional como factor determinante del éxito del modelo: la noción de conceptos como la ética, disciplina, compromiso, control y cumplimiento de cada uno de los integrantes de la organización es fundamental para su proceso de adaptación al mismo y para su funcionamiento.
- Diversos estudios demuestran que las organizaciones que no tienen claramente definidos los procesos de recolección y análisis de requerimientos, diseño y desarrollo de los productos, difícilmente pueden entregar productos de calidad con los tiempos y costos necesarios. Esta situación, se refleja en COMPUTER S.A, razón por la cual, se tomó la iniciativa de realizar este estudio del modelo CMMI, con el fin de evaluar la posibilidad de su implementación.

BIBLIOGRAFIA

Bob McFeeley. IDEALSM: A User's Guide for Software Process Improvement. Software Engineering Institute. Carnegie Mellon University. Febrero 1996

CMMI Product Team. CMMI® for Development, Version 1.2. *August 2006*. Copyright 2006 by Carnegie Mellon University.

DIANE L. Gibson, Dennis R. Goldenson, Keith Kost. Performance Results of CMMI®-Based Process Improvement. TECHNICAL REPORT. Software Engineering Institute. Carnegie Mellon University. Agosto 2006.

Federación Colombiana de la Industria del Software Bogotá, Abril de 2011.

Informe de cifras del Sector del Software y servicios asociados 2005-2010.

Jan Jaap Cannegieter, André Heijstek, Ben Linders, Rini van Solingen. CMMI Roadmaps Carnegie Mellon University . <http://www.sei.cmu.edu>. Noviembre 2008.

Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Bogotá. El sector del Software en Colombia. Febrero 2005.

PUMAREJO, Johana. Descripción del Sector del Software, Análisis de Mercado. 2010 Federación Colombiana de la Industria del Software. www.fedesoft.org.co

RICO F. David. ROI of Software Process Improvement: Metrics for Project Managers and Software Engineers. J. Ross Publishing © 2004

Thomas McGibbon, Daniel Ferens, Robert L. Vienneau. A Business Case for Software Process Improvement (2007 Update) Measuring Return on Investment from Software Engineering and Management. DACS Report Number 347616. Data Analysis Center for Software. <http://www.thedacs.com>

ANEXOS

ANEXO A

MODELO DE COSTOS CMMI

CUADRO A. Factores de Calibración del modelo de costos CMMI

Productividad: La productividad se refiere a la tasa a la cual las políticas, procedimientos, y productos de trabajo que se crean: lenta, mediana, rápida. Este es el paso asociado con las horas por políticas y procedimientos (prácticas específicas), horas por políticas y procedimientos (prácticas genéricas), y horas por producto de trabajo.

Horas por política y procedimientos (Prácticas específicas): Es el factor de productividad, el cual se refiere al número de horas del personal para producir una política y procedimiento asociado con las prácticas específicas CMMI. Los factores de productividad grande, mediano y pequeño son las entradas para las horas por política y procedimiento.

Horas por política y procedimientos (Prácticas Genéricas): Es el factor de productividad, el cual se refiere al número de horas del personal para producir una política y procedimiento asociado con las prácticas genéricas CMMI. Los factores de productividad grande, mediano y pequeño son las entradas para las horas por política y procedimiento.

Horas por Productos de trabajo: Las horas por productos de trabajo es el factor de productividad, el cual se refiere al número de horas del personal necesarios para producir una política y procedimiento asociado con los productos de trabajo CMMI. Los factores de productividad grande, mediano y pequeño son las entradas para las horas por producto de trabajo.

Número de proyectos: El número de proyectos se refiere al número de proyectos software que tendrán que producir los productos de trabajo para cumplir la evaluación CMMI.

Tamaño Equipo de Trabajo SPI: Se refiere al número de personas que producirán las políticas, procedimientos y productos de trabajo.

Modelo de Costos

CUADRO A

1. CMMI [®] Factores de Calibración del Modelo de Costos								
Productividad						Baja	Media	Rápida
Horas por políticas y Procedimientos (Prácticas Específicas)						64	32	16
Horas por políticas y Procedimientos (Prácticas Genéricas)						32	16	8
Horas por productos de trabajo						32	16	8
Número de proyectos						1		
Tamaño equipo SPI A						2		
Tamaño equipo SPI B						4		
Tamaño equipo SPI C						6		
Tamaño equipo SPI D						8		

CUADRO B

2. CMMI [®] Políticas y procedimientos para prácticas específicas (Horas de trabajo)																	
Áreas de proceso	Prácticas Específicas	Lento				Medio				Rápido				Promedio			
		Horas	Días	Sem	Meses	Horas	Días	Sem	Meses	Horas	Días	Sem	Meses	Horas	Días	Sem	Meses
Maturity Level 2 - Managed	56	3.584	448	90	21	1.792	224	45	10	896	112	22	5	2.091	261	52	12
Requirements Management	5	320	40	8	2	160	20	4	1	80	10	2	0	187	23	5	1
Project Planning	14	896	112	22	5	448	56	11	3	224	28	6	1	523	65	13	3
Project Monitoring and Control	10	640	80	16	4	320	40	8	2	160	20	4	1	373	47	9	2
Supplier Agreement Management	8	512	64	13	3	256	32	6	1	128	16	3	1	299	37	7	2
Measurement and Analysis	8	512	64	13	3	256	32	6	1	128	16	3	1	299	37	7	2
Process and Product Quality Assurance	4	256	32	6	1	128	16	3	1	64	8	2	0	149	19	4	1
Configuration Management	7	448	56	11	3	224	28	6	1	112	14	3	1	261	33	7	2

CUADRO C

3. CMMI [®] Políticas y procedimientos para Prácticas Genéricas (horas de trabajo)																	
Process Areas	Prácticas Genéricas	Lento				Medio				Rápido				Promedio			
		Horas	Días	Sem	Meses	Horas	Días	Sem	Meses	Horas	Días	Sem	Meses	Horas	Días	Sem	Meses
Maturity Level 2 - Managed	84	2.688	336	67	16	1.344	168	34	8	672	84	17	4	1.568	196	39	9
Requirements Management	12	384	48	10	2	192	24	5	1	96	12	2	1	224	28	6	1
Project Planning	12	384	48	10	2	192	24	5	1	96	12	2	1	224	28	6	1
Project Monitoring and Control	12	384	48	10	2	192	24	5	1	96	12	2	1	224	28	6	1
Supplier Agreement Management	12	384	48	10	2	192	24	5	1	96	12	2	1	224	28	6	1
Measurement and Analysis	12	384	48	10	2	192	24	5	1	96	12	2	1	224	28	6	1
Process and Product Quality Assurance	12	384	48	10	2	192	24	5	1	96	12	2	1	224	28	6	1
Configuration Management	12	384	48	10	2	192	24	5	1	96	12	2	1	224	28	6	1

CUADRO D

4. CMMI® Evidencias de uso para N proyectos (Horas de trabajo)																	
Process Areas	Productos de trabajo	Lento				Medio				Rápido				Promedio			
		Horas	Días	Sem	Meses	Horas	Días	Sem	Meses	Horas	Días	Sem	Meses	Horas	Días	Sem	Meses
Maturity Level 2 - Managed	138	4.416	552	110	25	2.208	276	55	13	1.104	138	28	6	2.576	322	64	15
Requirements Management	13	416	52	10	2	208	26	5	1	104	13	3	1	243	30	6	1
Project Planning	46	1.472	184	37	8	736	92	18	4	368	46	9	2	859	107	21	5
Project Monitoring and Control	11	352	44	9	2	176	22	4	1	88	11	2	1	205	26	5	1
Supplier Agreement Management	26	832	104	21	5	416	52	10	2	208	26	5	1	485	61	12	3
Measurement and Analysis	12	384	48	10	2	192	24	5	1	96	12	2	1	224	28	6	1
Process and Product Quality Assurance	14	448	56	11	3	224	28	6	1	112	14	3	1	261	33	7	2
Configuration Management	16	512	64	13	3	256	32	6	1	128	16	3	1	299	37	7	2

CUADRO E

5. CMMI [®] Políticas, procedimientos, y evidencias de uso para N proyectos (Total Horas de trabajo)																	
Process Areas	SP, GP, & WP	Lento				Medio				Rápido				Promedio			
		Horas	Días	Sem	Meses	Horas	Días	Sem	Meses	Horas	Días	Sem	Meses	Horas	Días	Sem	Meses
Maturity Level 2 - Managed	278	10.688	1.336	267	62	5.344	668	134	31	2.672	334	67	15	6.235	779	156	36
Requirements Management	30	1.120	140	28	6	560	70	14	3	280	35	7	2	653	82	16	4
Project Planning	72	2.752	344	69	16	1.376	172	34	8	688	86	17	4	1.605	201	40	9
Project Monitoring and Control	33	1.376	172	34	8	688	86	17	4	344	43	9	2	803	100	20	5
Supplier Agreement Management	46	1.728	216	43	10	864	108	22	5	432	54	11	2	1.008	126	25	6
Measurement and Analysis	32	1.280	160	32	7	640	80	16	4	320	40	8	2	747	93	19	4
Process and Product Quality Assurance	30	1.088	136	27	6	544	68	14	3	272	34	7	2	635	79	16	4
Configuration Management	35	1.344	168	34	8	672	84	17	4	336	42	8	2	784	98	20	5

CUADRO F

Resumen de Costos						
Tipo	Tiempo				Valor Hora	Costo
	Horas	Días	Sem	Meses		
TOTALES	6.235	779	156	36	16.000	99.754.667
Prácticas Específicas	2.091	261	52	12	16.000	33.450.667
Prácticas genéricas	1.568	196	39	9	16.000	25.088.000
Evidencias de uso	2.576	322	64	15	16.000	41.216.000