



A.F. 132626

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

"ELABORACIÓN DE MARCO REFERENCIAL DE GESTIÓN DE PROYECTOS APLICABLE A LA REALIDAD ECUATORIANA BASADO EN LOS MODELOS MOPROSOFT, CMMI Y LA NORMATIVA DE EVALUACIÓN ISO/IEC 15504"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO EN COMPUTACIÓN

Especialización: Sistemas de Información

Sistemas Multimedia

Autores:

FÁTIMA CEDEÑO BARCIA

PABLO BARBA GARRIDO

Directora:

Ingeniera MÓNICA VILLAVICENCIO CABEZAS

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2007

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN
BIBLIOTECA
INV. No. CNPT-SI-20-1**

DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza y paciencia para terminar mis estudios y poder culminar así una etapa más en mi vida. De igual manera a toda mi familia, mis amigos y en especial a mi compañero de tesis por su aporte y preocupación para lograr el éxito de este trabajo.

Fátima Isabel Cedeño Barcia

A toda mi familia en especial a mi madre a quién le dedico todo el esfuerzo que he hecho, y sé que desde donde está nunca ha dejado de ayudarme. Así también a Fátima Cedeño ya que sin su apoyo y constante dedicación por este trabajo jamás se hubiera logrado.

"The only thing that interferes with my learning is my education." -Albert Einstein-

Pablo Javier Barba Garrido

AGRADECIMIENTO

A la ingeniera Mónica Villavicencio Cabezas, por su constante guía, comprensión y ayuda en la presente tesis. Ella ha sido un pilar importante para lograr el éxito de este trabajo ya que siempre estuvo disponible para ayudarnos con su experiencia en el área de Ingeniería de Software.

Al Componente 8 de Ingeniería de Software que nos permitió colaborar con el proyecto COMPETISOFT de donde se deriva nuestra tesis.

Al ingeniero Carlos Monsalve promotor del Componente 8 de Ingeniería de Software por habernos dado todas las facilidades para desarrollar nuestra tesis.

A los docentes, ingeniera Ana Tapia e ingeniero Carlos Monsalve, quienes revisaron esta tesis y aportaron invaluables recomendaciones.

A las empresas SIPECOM y Estrategias & Negocios por su invaluable deseo de mejorar sus prácticas de gestión de proyectos permitiéndonos así trabajar con ellos unos meses y llevar a cabo la validación del marco referencial.

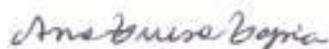
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Holger Cevallos
SUBDECANO DE LA FIEC
PRESIDENTE



Ing. Mónica Villavicencio C.
DIRECTORA DE TESIS



Ing. Ana Tapia
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



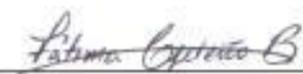
Ing. Carlos Monsalve
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA
DEL CANTÓN
FACULTAD DE INGENIERIA
BIBLIOTECA
INV. No. CMPT-SI-20-1

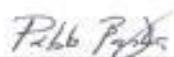
DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Fátima I. Cedeño Barcia



Pablo J. Barba Garido

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo fue orientado a la aplicación del marco referencial de gestión de proyectos en PYMES ecuatorianas desarrolladoras de software. Este trabajo tiene el fin de validar el marco referencial propuesto y a la vez lograr que las empresas adopten nuevas prácticas de gestión de proyectos para la mejora de sus organizaciones.

Capítulo I

En el capítulo uno referente a la introducción y justificación de la tesis, tiene como propósito describir los antecedentes que han originado la creación del marco referencial de gestión de proyectos, así como también los objetivos que se espera alcanzar con el marco referencial, la justificación del mismo y a quienes estará dirigido.

Capítulo II

El capítulo denominado marco teórico y análisis comparativo de los modelos, presenta una introducción a los modelos CMMI, ISO/IEC 15504 y MoProSoft, así como también las tablas comparativas de las mejores prácticas de los modelos antes mencionados en las áreas en las que se enfoca nuestra propuesta.

Capítulo III

En el capítulo tres denominado propuesta de diseño del marco referencial, presentamos nuestra propuesta en las áreas de riesgos, calidad, configuración y estimación de tiempo y costo aplicable a las PYMES ecuatorianas.

Capítulo IV

En el capítulo cuatro denominado prueba del marco referencial se explicará cómo se realizó la aplicación del marco referencial, el proceso de capacitación, el control y monitoreo así como también un análisis y presentación de los resultados obtenidos luego de la aplicación del marco referencial de gestión de proyectos.

INDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO	I
INDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	V
INDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	VIII
INDICE DE PLANTILLAS.....	VIII
INTRODUCCIÓN	IX
CAPÍTULO I.....	11
1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS	11
1.1. Antecedentes	11
1.2. Situación de las PYMES ecuatorianas en la utilización de.....	11
1.3. Objetivos	11
1.4. Justificación	12
CAPÍTULO II.....	14
2. MARCO TEÓRICO Y ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE MODELOS ..	14
2.1. Introducción a los modelos.....	14
2.2. Tabla comparativa en el área de riesgos.....	17
2.3. Tabla comparativa en el área de calidad	18
2.4. Tabla comparativa en el área de configuración.....	20
2.5. Tabla comparativa en el área de tiempo y costo	21
CAPÍTULO III.....	23
3. PROPUESTA DE DISEÑO DE MARCO REFERENCIAL PARA PYMES ECUATORIANAS	23
3.1. Área de riesgos	23
3.2. Análisis de riesgos.....	25

3.3. Plan de acción contra riesgos.....	28
3.4. Evaluación de riesgos.....	29
3.5. Área de calidad.....	32
3.6. Aseguramiento de calidad.....	34
3.7. Plan de calidad.....	47
3.8. Control de calidad.....	51
3.9. Área de configuración.....	56
3.10. Área tiempo y costo.....	67
CAPÍTULO IV.....	72
4. PRUEBA DEL MARCO REFERENCIAL.....	72
4.1. Selección de empresas.....	72
4.2. Análisis de la situación inicial de las empresas.....	73
4.3. Proceso de capacitación.....	86
4.4. Control y monitoreo de la aplicación del marco.....	87
4.5. Análisis de los resultados obtenidos.....	88
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	96
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	101
ANEXOS.....	103

ABREVIATURAS

Las abreviaturas presentadas en la siguiente tesis son las siguientes:

CMMI:	Capability Maturity Model Integration (Modelo De Capacidad Y Madurez Integrado).
ISO:	International Organization for Standardization (Organización Internacional para la Estandarización).
MOPROSOFT:	Modelo de Procesos para la Industria de Software
PYMES:	Pequeñas y Medianas Empresas.
PROSOFT:	Programa para el Desarrollo de la Industria del Software.
VLIR:	Vlaamse Interuniversitaire Raad

INDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Gráfico 4.1. Nivel de conocimientos generales de Ingeniería de software	72
Gráfico 4.2. Documentación en proyectos de software.....	73
Gráfico 4.3. Tipos de documentos realizados	75
Gráfico 4.4. Beneficio de la documentación	75
Gráfico 4.5. Conocimiento acerca de CMMI, MoProSoft o ISO/IEC 15504...	76
Gráfico 4.6. Disponibilidad de aprendizaje.....	77
Gráfico 4.7. Uso riguroso de cronograma de actividades.....	77
Gráfico 4.8. Realización de análisis de riesgos.....	78
Gráfico 4.9. Estimación de tiempo y costos basada en experiencia o técnica formal	79
Gráfico 4.10. Problemas debido a malas estimaciones de tiempo.....	80
Gráfico 4.11. Disponibilidad de documentación de proyectos anteriores	80
Gráfico 4.12. Disponibilidad de código fuente organizado de proyectos anteriores	81
Gráfico 4.13. Uso de estándar de código definido	82
Gráfico 4.14. Pruebas y reportes sobre módulos	82
Gráfico 4.15. Control de calidad sobre los procesos.....	83
Gráfico 4.16. Uso de métricas	85

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Mejores prácticas y objetivos de los modelos en la administración de riesgos.....	17
Tabla 2.2. Mejores prácticas y objetivos de los modelos en la administración de calidad.....	18
Tabla 2.3. Mejores prácticas y objetivos de los modelos en la administración de la configuración.....	20
Tabla 2.4. Mejores prácticas y objetivos de los modelos en la administración de tiempo y costo.....	29
Tabla 3.1. Prácticas u objetivos aplicables a las PYMES en el área de administración de riesgos.....	24
Tabla 3.2. Prácticas u objetivos aplicables a las PYMES en el análisis de riesgos.....	24
Tabla 3.3. Método de Cálculo de Prioridad de Riesgos.....	26
Tabla 3.4. Prácticas u objetivos aplicables a las PYMES en el plan de acción contra riesgos.....	28
Tabla 3.5. Prácticas u objetivos aplicables a las PYMES en la evaluación de riesgos.....	29
Tabla 3.6. Método de cálculo del estado de evaluación de riesgos.....	30
Tabla 3.7. Prácticas u objetivos aplicables a las PYMES en el plan de calidad.....	47
Tabla 3.8. Prácticas u objetivos aplicables a las PYMES en control de calidad.....	51
Tabla 3.9. Prácticas u objetivos aplicables a las PYMES en la gestión de la configuración del código fuente.....	57
Tabla 3.10. Prácticas u objetivos aplicables a las PYMES en la gestión de la configuración en el mantenimiento.....	64
Tabla 3.11. Prácticas u objetivos aplicables a las PYMES en la estimación de tiempo y costo.....	68

INDICE DE PLANTILLAS

Plantilla 3.1. Ejemplo de matriz de riesgos.....	31
Plantilla 3.2. Ejemplo de bitácora de pruebas unitarias.....	42
Plantilla 3.3. Ejemplo de pruebas unitarias	45
Plantilla 3.4. Ejemplo de pruebas de integración	46
Plantilla 3.5. Ejemplo de plan de calidad.....	50
Plantilla 3.6. Ejemplo de control de calidad sin métricas.....	54
Plantilla 3.7. Ejemplo de control de calidad con métricas.....	55
Plantilla 3.8. Ejemplo de registro de almacenamiento de archivos	59
Plantilla 3.9. Ejemplo de manejo de cambio de código	62
Plantilla 3.10. Ejemplo de manejo de cambio de documentos	64
Plantilla 3.11. Ejemplo de registro de mantenimientos.....	67
Plantilla 3.12. Ejemplo de registro de estimaciones	71

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de software se ha convertido en el centro de operación de la mayoría de las organizaciones y ha demostrado que puede ser una gran fuente de crecimiento económico. El software es tan importante que una falla del mismo puede paralizar a la organización entera y a sus socios de negocios.

Generalmente, se tiene la percepción que la industria del software es sólida, pero sorprendentemente no se caracteriza por la alta calidad de sus productos y servicios.

Dentro del desarrollo del software, es común trabajar con lo que denominamos *proyecto*. Un *proyecto* es un conjunto ordenado de actividades con el fin de satisfacer necesidades o resolver problemas deben ser expresados con claridad, coherencia y consistentes en objetivos, actividades y costos. [1] Además, es importante tomar en cuenta ciertas características de los proyectos tales como:

- **Carácter temporal:** donde cada proyecto tiene un comienzo y una terminación definitiva. El fin es alcanzado cuando los objetivos del proyecto han sido conseguidos, o cuando se hace claro que todos los objetivos no pueden ser alcanzados y que el proyecto tiene que

ser terminado. Temporal no quiere decir necesariamente corto en duración; muchos proyectos duran varios años. [2]

- **Producto o servicio único:** los proyectos involucran hacer algo que no se ha hecho antes, por lo tanto, es único. Un producto o un servicio puede ser único aunque la categoría a la que pertenezca sea grande. Esta característica no cambia por la presencia de elementos repetitivos. [2]
- **Elaboración progresiva:** la elaboración de las características de un producto debe ser cuidadosamente coordinada en concordancia con una apropiada definición del alcance del proyecto. Particularmente, si el proyecto es desarrollado bajo un contrato. Progresivo quiere decir "Procedimientos en pasos; avance continuo por incrementos" mientras que elaborados significa "trabajado con cuidado al detalle; desarrollado enteramente". [2]

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS

1.1. Antecedentes

1.1.1. Situación de las PYMES ecuatorianas en la utilización de metodologías de desarrollo.

En este apartado pretendemos dar a conocer la situación en la que se encuentran las empresas que actualmente desarrollan software en el Ecuador con respecto al seguimiento de metodologías para la mejora de procesos en la gestión de proyectos.

Según proyectos de tesis realizados anteriormente, podemos decir que la mayoría de PYMES en nuestro país se encuentran en un nivel bajo de utilización de metodologías debido al poco conocimiento de las mismas o la falta de tiempo para dedicar a dicha actividad.

1.2. Objetivos

La elaboración de un marco referencial de Gestión de Proyectos aplicable a la realidad de las PYMES ecuatorianas busca conducirlos a una mejora continua de procesos que contribuya al cumplimiento de los objetivos y estrategias de cada organización acercándolos a niveles de calidad comparables a los existentes en otros países.

1.2.1. Objetivos específicos

- Construir un marco referencial para la administración de proyectos de software.

- Considerar dentro del marco referencial un conjunto de factores y técnicas de estimación de tiempo, costo y tamaño provenientes de estudios anteriores realizados por el grupo de investigación de Ingeniería de Software de la ESPOL.
- Aplicar y validar el marco referencial sugerido a una muestra de PYMES de software.
- Promover en una muestra reducida de PYMES desarrolladoras de software ubicadas en la ciudad de Guayaquil una cultura de mejora de procesos y de gestión de proyectos mediante la aplicación del marco referencial.
- Determinar los factores más importantes que deben considerar las pequeñas y medianas empresas desarrolladoras de software para la gestión de proyectos.

1.3. Justificación

El cambio notorio que se ha dado en las pequeñas y medianas empresas desarrolladoras de software en nuestro país está pasando de lo artesanal a la utilización de procesos de Ingeniería de Software, lo anterior se debe a la necesidad de satisfacer la creciente demanda de calidad que imponen sus clientes. Es claro que a pesar de la evolución que han tenido algunas empresas en el área de desarrollo de software existen aún falencias que deben ser superadas para lograr metas de calidad que ayuden a las empresas a competir a nivel internacional. En vista de esto surge nuestro deseo de contribuir con las PYMES desarrolladoras de software del Ecuador y al proyecto iberoamericano COMPETISOFT cuyo

objetivo general es incrementar el nivel competitivo de las PYMES iberoamericanas productoras de software a través de la inserción de una cultura de mejora continua de procesos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO Y ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE MODELOS

2.1. Introducción a los modelos

Nuestra propuesta está enfocada al área de Gestión de Proyectos en donde se realizó una revisión de los modelos MoProSoft, CMMI e ISO/IEC 15504.

Cada uno de los modelos posee diferentes características que son valiosas para una correcta gestión de proyectos por lo que son internacionalmente reconocido y aplicados especialmente en empresas grandes.

A continuación presentamos las prácticas bases de cada uno de los modelos:

- **CMMI [3]**

- Establecer y mantener planes que definan actividades del proyecto.
- Comprender el progreso del proyecto para tomar acciones correctivas.
- Administrar la adquisición de productos a los proveedores.
- Identificar potenciales problemas antes de que ocurran.
- Formar y sostener un equipo integrado para el desarrollo de productos.
- Administrar cuantitativamente los procesos definidos del proyecto.

- **ISO/IEC 15504 [4]**

- Definir el alcance del trabajo.
- Determinar estrategia de desarrollo.
- Seleccionar modelo de ciclo de vida del Software.
- Medir y estimar tareas y recursos.
- Desarrollar una estructura detallada de trabajo.
- Identificar requerimientos de infraestructura.
- Establecer un cronograma para el proyecto.
- Asignar responsabilidades.
- Establecer y ejecutar planes de proyectos.
- Dar seguimiento al progreso del proyecto de acuerdo a lo planificado.
- Actuar para corregir desviaciones.

- **MOPROSOFT [5]**

- Definir los objetivos de los procesos.
- Identificar roles implicados en los procesos.
- Describir las actividades en detalle y su asociación con los objetivos.
- Desarrollar diagramas de flujo de trabajo.
- Describir las verificaciones y validaciones requeridas.
- Actualizar la base de conocimiento.

- Identificar los recursos de infraestructura para el apoyo de actividades.
- Establecer mediciones del proceso.
- Recopilar lecciones aprendidas.

Para nuestra propuesta a las PYMES ecuatorianas decidimos enfocarnos en 4 áreas específicas seleccionadas a partir de la experiencia en colaborar, de la investigación para el desarrollo del proyecto Competisoft, basado en el modelo mexicano MoProSoft. Trabajando en el área de proyectos específicos con la ayuda de la literatura de Project Management Book of Knowledge (PMBOK) presentamos las siguientes áreas de gestión de proyectos:

- Calidad
- Riesgos
- Configuración
- Estimaciones.

2.2. Tabla comparativa en el área de riesgos

Para el área de administración de riesgos podemos ver que es común entre las prácticas identificar los riesgos que pueden afectar los proyectos y de esta manera desarrollar planes o acciones para mitigarlos y poder llevar un control efectivo.

Tabla 2.1. Objetivos y mejores prácticas de los modelos en la administración de riesgos.

CMMI [3]	ISO/IEC 15504 [4]	MoProSoft [5]
<p>Objetivos</p> <p>Preparación para la administración de riesgo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar orígenes y categorías de riesgos. • Definir Parámetros de riesgos • Establecer una estrategia de administración de riesgo. <p>Identificar y analizar riesgos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar riesgos • Evaluar, categorizar y priorizar riesgos. <p>Mitigar Riesgos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar planes para mitigar riesgos. • Implementar planes para mitigar riesgos. 	<p>Mejores Prácticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer el alcance de la administración de riesgos. • Definir estrategias de administración de riesgos. • Identificar riesgos. • Analizar riesgos. • Definir y realizar acciones para tratar riesgos. • Monitorear riesgos. • Tomar acciones preventivas o correctivas. 	<p>Mejores Prácticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar, describir y evaluar los riesgos que pueden afectar el proyecto, que contemple riesgos relacionados con el equipo de trabajo incluyendo al Cliente y a los usuarios, riesgos con la tecnología o la metodología, riesgos con la organización del proyecto (costo, tiempo, alcance y recursos) o riesgos externos al proyecto. • Identificar la probabilidad e impacto de cada riesgo estimando sus implicaciones en los objetivos del proyecto (análisis cuantitativo). Priorizar los efectos de los riesgos sobre los objetivos del proyecto (análisis cualitativo). • Desarrollar procedimientos para reducir el impacto de

		los riesgos. <ul style="list-style-type: none"> • Documentar en el Plan de Manejo de Riesgos o actualizarlo.
--	--	--

2.3. Tabla comparativa en el área de calidad

Para el área de administración de calidad podemos ver que mientras MoProSoft se basa en la norma de gestión de calidad ISO 9001:2000 [14] y comparte cierta afinidad con las prácticas de ISO/IEC 15504, CMMI tiene un enfoque destinado a la evaluación de sus procesos y establecimiento de registros.

Tabla 2.2. Objetivos y mejores prácticas de los modelos en la administración de calidad.

CMMI [3]	ISO/IEC 15504 [4]	MoProSoft [5]
Objetivos Evaluar objetivamente procesos y productos de trabajo. <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar objetivamente procesos. • Evaluar objetivamente productos de trabajo y servicios Proveer una comprensión objetiva <ul style="list-style-type: none"> • Comunicar y asegurar la resolución de problemas de incumplimiento. • Establecer registros. 	Mejores Prácticas <ul style="list-style-type: none"> • Establecer metas de calidad. • Definir una estrategia general. • Definir un criterio de calidad. • Establecer un sistema de administración de calidad. • Evaluar la consecución de metas de calidad. • Tomar acciones preventivas o 	Mejores Prácticas Basado en ISO 9001:2000 Requerimientos Generales <ul style="list-style-type: none"> • Identificar procesos envueltos. • Determinar la secuencia de las operaciones. • Determinar la forma mediante la cual se asegura que los procesos funcionan correctamente. • Asegurar que se tienen suficientes recursos para los procesos y su monitoreo. • Demostrar que se

	<p>correctivas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obtener retroalimentación. • Monitorear el desempeño actual de la calidad. 	<p>monitorea y se mejora el sistema.</p> <p>Requerimientos de Documentación</p> <ul style="list-style-type: none"> • General • Manual de Calidad • Control de Documentos • Control de Registros
--	---	---

2.4. Tabla comparativa en el área de administración de la configuración

Para el área de administración de la configuración podemos ver que tanto los modelos como la normativa buscan establecer líneas bases que puedan ser referidas para cualquier proyecto dentro de la organización.

Tabla 2.3. Objetivos y mejores prácticas de los modelos en la administración de la configuración.

CMMI [3]	ISO/IEC 15504 [4]	MoProSoft [5]
Objetivos Establecer líneas bases. <ul style="list-style-type: none"> • Identificar ítems de configuración. • Establecer un sistema de administración de configuración. • Crear líneas bases. Rastrear y controlar cambios. <ul style="list-style-type: none"> • Rastrear peticiones de cambio. • Controlar ítems de configuración. Establecer integridad <ul style="list-style-type: none"> • Establecer registros de la administración de la configuración. • Realizar auditorías de configuración. 	Mejores Prácticas <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar estrategia de administración de configuración. • Identificar ítems de configuración. • Establecer un sistema de administración por ramas. • Establecer líneas bases. • Mantener descripción de ítems de configuración. • Control de modificaciones y liberaciones. • Mantener historial de ítems de configuración. • Verificar la información acerca de los ítems de 	Mejores Prácticas Comprobar que los productos que integran la configuración del software son los mismos que se generaron en el ciclo. Incluye un conjunto consistente de productos de software que son: <ul style="list-style-type: none"> • Especificación de Requerimientos. • Análisis y diseño. • Software • Registro de Rastreo • Plan de pruebas de sistema • Reporte de pruebas de sistema. • Plan de pruebas de integración. • Reporte de pruebas de integración. • Manual de usuario. • Manual de

	configuración. <ul style="list-style-type: none"> • Administrar el respaldo, almacenamiento, archivo, manejo y entrega de los ítems de configuración. 	operación. <ul style="list-style-type: none"> • Manual de mantenimiento.
--	---	--

2.5. Tabla comparativa en el área de tiempo y costo

Para el área de estimación de tiempo y costo podemos ver que tanto los modelos como la normativa buscan obtener estimaciones lo más cercanas a la realidad posible de acuerdo a las técnicas definidas por cada organización.

Tabla 2.4. Objetivos y mejores prácticas de los modelos en la administración de tiempo y costo.

CMMI [3]	ISO/IEC 15504 [4]	MoProSoft [5]
Objetivos <ul style="list-style-type: none"> • Establecer estimaciones de productos de trabajo y atributos de tareas. • Determinar estimados de esfuerzo y costo. • Establecer el presupuesto y cronograma. 	Mejores Prácticas <ul style="list-style-type: none"> • Realizar estimación preliminar de los costos totales, recursos y fecha de entrega. 	Mejores Prácticas <ul style="list-style-type: none"> • Estimar tiempos y costos conjuntamente con los representantes del grupo de desarrollo y mantenimiento de software. • Establecer tiempo estimado para desarrollar cada actividad considerando la información histórica y metas cuantitativas del proyecto. • Evaluar y documentar el costo del proyecto

		tomando en cuanta las metas cuantitativas del proyecto.
--	--	--

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA DE DISEÑO DE MARCO REFERENCIAL PARA PYMES ECUATORIANAS

3.1. Área de riesgos

Los resultados insatisfactorios de muchos proyectos de software obligan a mejorar su calidad incorporando el concepto de administración de riesgo. Las técnicas de administración de riesgo pueden ser utilizadas para mitigar la probabilidad de ocurrencia de riesgos de manera que se minimice pérdidas en proyectos de software e invariablemente mejorar la calidad.

Algunos de los riesgos más comunes que podemos encontrar en proyectos de software son los siguientes: [6]

- Metas irreales para el proyecto
- Estimación de recursos incorrecta
- Requerimientos mal definidos
- Estatus del proyecto reportado erróneamente
- Comunicación pobre entre desarrolladores, clientes y usuarios
- Uso de tecnología inmadura
- Falta de habilidad para manejar la complejidad del proyecto
- Deficientes prácticas de desarrollo
- Pobre administración de proyectos

- Políticas de los interesados en el proyecto
- Presiones

Luego del análisis de las prácticas y objetivos más apropiados para las pequeñas y medianas empresas del Ecuador, nuestra propuesta se plantea de la siguiente manera:

- Análisis de Riesgos
- Plan de Acción Contra Riesgos
- Evaluación de Riesgos

Antes de empezar con el desarrollo de cada una de las etapas del área de administración de riesgos planteada, es importante establecer algunos puntos previos a la identificación de riesgos que consisten en:

Tabla 3.1. Prácticas u objetivos aplicables a las PYMES en el área de administración de riesgos.

Aplicable para las PYMES:
<ul style="list-style-type: none"> • Establecer el alcance de la administración de riesgos (ISO/IEC 15504) • Establecer una estrategia de administración de riesgo (CMMI, ISO/IEC 15504)
No aplicable para las PYMES:
<ul style="list-style-type: none"> • Determinar orígenes y categorías de riesgos (CMMI): <p>Este objetivo no es aplicable dentro de nuestro marco referencial ya que requiere un esfuerzo adicional para las PYMES al realizar la categorización de los riesgos, donde es necesario analizarlos individualmente para definir las categorías. Se debe considerar que en este punto se hace la identificación de los riesgos y posteriormente su análisis.</p>

De acuerdo al cuadro anterior, dentro de lo que hemos considerado aplicable a las PYMES, podemos indicar que un primer paso en la administración de riesgos es el de establecer el alcance del mismo, lo cual implica definir todo lo que se deberá realizar y en base a ello establecer una estrategia de administración de riesgo tal como coinciden CMMI, ISO/IEC 15504 y MoProSoft.

Análisis de riesgos

Consiste en identificar los riesgos posibles del proyecto y analizarlos.

En el siguiente cuadro mostramos las prácticas que consideramos son aplicables para las PYMES:

Tabla 3.2. Prácticas u objetivos aplicables a las PYMES en el análisis de riesgos.

Aplicable para las PYMES:
<ul style="list-style-type: none"> • Analizar riesgos (ISO/IEC 15504) • Evaluar, priorizar riesgos (CMMI) • Describir y evaluar los riesgos que pueden afectar el proyecto (MoProSoft) • Definir Parámetros de riesgos (CMMI)
No aplicable para las PYMES:

Sugerimos el uso de una **Matriz de Riesgo** y a partir de ella establecer un **Plan de Acción Contra Riesgos**.

A continuación mostramos el método de cálculo de prioridad de riesgos, el mismo que es fácil de entender y adaptable a las PYMES. [7]

Tabla 3.3. Método de Cálculo de Prioridad de Riesgos [7]

	Posibilidad 1-10 1 = menos posible	Impacto 1-10 1 = menor impacto	Costo de Retiro 1-10 1 = menor costo de retiro	Cálculo de Prioridad	Prioridad Resultante menor número se maneja primero
Riesgo de mayor prioridad	10 (más posible)	10 (mayor impacto)	1 (menor costo de retiro)	$(11-10) \cdot (11-10) \cdot 1$	1
Riesgo de menor prioridad	1 (menos posible)	1 (menor impacto)	10 (mayor costo de retiro)	$(11-1) \cdot (11-1) \cdot 10$	1000

- A cada riesgo se debe asignar un número (1-10) para indicar la posibilidad de ocurrencia, siendo 10 el valor para el más posible.
- A cada riesgo se debe asignar un número (1-10) para indicar el impacto en el proyecto, siendo 10 el valor para el mayor impacto.
- A cada riesgo se debe asignar un número (1-10) para indicar el costo de retiro (costo de eliminar o mitigar el riesgo), siendo 10 el valor de mayor costo.

Al resultado del cálculo de prioridad se lo denomina prioridad resultante. Los resultados de menor valor nos indican que dichos riesgos son más críticos.

Plan de acción contra riesgos

Todos los modelos estudiados tienen planes de mitigación de riesgo y de ellos hemos considerado las siguientes prácticas u objetivos aplicables para las PYMES desarrolladoras de software.

Tabla 3.4. Prácticas u objetivos aplicables a las PYMES en el plan de acción contra riesgos

Aplicable para las PYMES:
<ul style="list-style-type: none">• Desarrollar planes para mitigar riesgos. (CMMI)• Implementar planes para mitigar riesgos.(CMMI)• Definir y realizar acciones para tratar riesgos.(ISO/IEC 15504)• Desarrollar procedimientos para reducir el impacto de los riesgos. (MoProSoft)
No aplicable para las PYMES:

Este plan consistente en especificar de manera detallada las medidas que se van a tomar contra cada riesgo, así como su responsable y la fecha de cumplimiento.

Evaluación de riesgos

Dado que ISO/IEC 15504 es una normativa de evaluación, nuestra propuesta tiene como objetivo cumplir con sus mejores prácticas ofreciendo una guía que considera el estado de cada riesgo para poder llevar un control efectivo de los mismos.

Tabla 3.5. Prácticas u objetivos aplicables a las PYMES en la evaluación de riesgos

Aplicable para las PYMES:
<ul style="list-style-type: none">• Monitorear riesgos.(ISO/IEC 15504)• Tomar acciones preventivas o correctivas.(ISO/IEC 15504)
No aplicable para las PYMES:

A continuación, presentamos el método de cálculo del estado de evaluación de riesgo. Para cada riesgo se listan una o varias medidas para mitigarlos o eliminarlos. Para verificar el cumplimiento de dichas medidas se propone una escala de uno (1) a cinco (5), donde uno significa que el riesgo no ha sido controlado y cinco significa que el riesgo está controlado. El promedio de los valores obtenidos nos permitirá conocer el estado del riesgo que se muestra en la última columna de la tabla que presentamos a continuación:

Tabla 3.6. Método de cálculo del estado de evaluación de riesgos

Riesgos	Medidas Contra Riesgos	Escala 1 – 5 (5= completamente realizado)	Estado
Riesgo 1	Medida 1	1 – 5	Promedio del resultado de la escala [1 – 2] —→ No Controlado (N) [2 – 3] —→ Levemente Controlado (L) [3 – 4] —→ Parcialmente Controlado (P) [4 – 5] —→ Altamente Controlado (A) 5 —→ Controlado (C)
	Medida 2	1 – 5	
	Medida 3	1 – 5	
	
Riesgo 2	

Hemos considerado pertinente elaborar una matriz general para reducir la cantidad de documentos que deben

Pantilla 3.1. Ejemplo de matriz de riesgo

Análisis de Riesgos					Plan de Acción			Evaluación				
Riesgo	Descripción del riesgo	Posibilidad	Impacto	Costo de retiro	Prioridad	Medidas	Responsable de ejecución de medidas	Fecha de cumplimiento esperada	Evaluador	Estado	Observación	Fecha de evaluación
Tiempo subestimado para avances del proyecto	No se completaron los objetivos del avance del proyecto	6	7	3	60	Monitorear semanalmente si los avances se están realizando en el tiempo estimado	Alex Morales	08/08/2006	Carlos Arroyo	A	Motivo por el cual se encuentra en ese estado y una posible mejora	23/06/2006
Renuncia del líder de desarrollo del proyecto	El proyecto pierde el líder y empiezan dificultades	2	9	8	144	Capacitación del personal	Julían Arias	18/09/2006	Diana Chávez	P		20/10/2006

3.2. Área de calidad

"La calidad del software es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario". [8]

Para determinar la calidad del software se debe considerar los siguientes factores: [9]

- Satisfacción del cliente: grado en el cual el software cumple con los requerimientos del cliente.
- Usabilidad: esfuerzo requerido por el usuario para poder trabajar correctamente con el software.
- Eficiencia: capacidad del software de realizar operaciones utilizando la menor cantidad de recursos.
- Fiabilidad: nivel en el cual el software cumple con las operaciones requeridas con adecuada precisión.
- Seguridad: capacidad del software para restringir el acceso a datos a personal no autorizado.
- Mantenibilidad: esfuerzo necesario para corregir errores.
- Flexibilidad: esfuerzo necesario para poder realizar cambios en el software.
- Portabilidad: capacidad que tiene el software para ser utilizado en diferentes plataformas o sistemas operativos.
- Reusabilidad: grado en el que porciones de código de un software pueden ser utilizados en otro.

- Interoperabilidad: capacidad que tiene un software para comunicarse con otro.
- Facilidad de prueba: esfuerzo necesario para verificar que un software cumpla con los requisitos especificados.

Los modelos con los que estamos trabajando (CMMI, ISO/IEC 15504, MOPROSOFT) tienen como objetivo el mejoramiento continuo de la calidad de los procesos y como resultado de esto elevar la capacidad de las organizaciones para ofrecer productos de calidad.

Para el caso de las PYMES ecuatorianas la adopción de alguno de estos modelos resulta muy costosa e inadecuada debido a la gran demanda de recursos que estos implican. Por esto, la aplicación de una combinación de las mejores prácticas de estos modelos es el camino ideal para obtener altos niveles de calidad y competencia.

A continuación mostramos un cuadro que incluye las mejores prácticas u objetivos de cada uno de los modelos

Nuestra propuesta en el área de Administración de Calidad consiste en:

- Aseguramiento de Calidad
- Plan de Calidad
- Control de Calidad

Aseguramiento de calidad

Es el conjunto de actividades que establecerán un marco de trabajo de procedimientos y estándares con el fin de obtener alta calidad.

Dentro del aseguramiento de calidad se debe considerar:

1. Herramientas de diseño, implementación y métodos de prueba.
2. Procedimiento para ajustarse a estándares.
3. Roles y Mecanismos de comunicación.
4. Documentación administrativos del software.

Herramientas de diseño, implementación y métodos de prueba:

Sugerimos definir las herramientas y los lenguajes que serán utilizados en el proyecto; esto dependerá de las políticas de desarrollo de cada organización y del tipo de proyecto a realizarse.

Procedimiento para ajustarse a estándares:

Tomando en cuenta la gran importancia que tiene la documentación de un proyecto es necesario definir un estándar que permita desarrollarla de una manera comprensible para cualquier miembro de la organización.

Sugerimos la creación y uso de dos estándares:

1. Estándar de documentación.
2. Estándar de codificación.

Pautas para el estándar de documentación:

- Todo documento debe llevar una carátula, índice, encabezado y pie de página. El encabezado debería incluir el nombre del proyecto, nombre del documento, versión, fecha de la última

versión. En el pie de página es preferible incluir el número de la página. Además se deben establecer los márgenes de las páginas.

- Se debe definir tipos de letra, tamaños y estilos tanto para títulos como para el texto general. También se debe especificar el formato de tablas y gráficos con su respectiva titulación y los tipos de viñetas en caso de ser utilizadas.
- Se pueden utilizar abreviaturas o siglas para representar nombres, roles, etc. de manera que se reduzca el tiempo al momento de crearlos o actualizarlos.

Dada la diversidad de lenguajes y paradigmas de programación con la que pueden trabajar los equipos desarrolladores de software, hemos considerado proporcionar las siguientes pautas con el fin de obtener codificación consistente independiente del programador.

Pautas para el estándar de codificación:

- Clases: Se debe realizar un encabezado donde conste la descripción de la clase, el autor y fecha de creación. También debe incluir el nombre, fecha y breve descripción (no mayor a una línea) de cada modificación con el fin de llevar una pequeña bitácora.
- Métodos/Funciones/Procedimientos: El nombre de un método/función/procedimiento debe ser representativo con respecto a su utilidad y el formato del nombre deberá ser homogéneo para todos los nombres de métodos/funciones/procedimientos.

- Antes de desarrollar el método/función/procedimiento debemos incluir un comentario con la descripción del mismo así como las entradas y salidas.
- Variables: Se debe establecer un formato de nombre que permita diferenciar entre variables globales y locales. Este nombre de formato deberá ser homogéneo para todos los nombres de variables.
- Comentarios: Se debe establecer un formato para los comentarios que se realicen dentro del código en general.

Roles y mecanismos de comunicación:

En todo proyecto es importante definir roles a cada integrante del equipo de trabajo.

A continuación definimos los principales roles que a nuestro criterio se deben considerar:

- Administrador de proyecto: Es la persona responsable del proyecto en general, cualquier decisión que afecte al proyecto debe ser aprobada por el administrador. Entre sus actividades más importantes tenemos la asignación de recursos, trato con el cliente y supervisión general del trabajo.
- Administrador de calidad (SQA): Es la persona encargada explícitamente de asegurar que el producto final va a cumplir con las normas de calidad establecidas.

- **Evaluadores:** Son los encargados de comprobar que el proyecto cumpla con los requisitos del cliente, con los cambios solicitados dentro del equipo de desarrollo, su trabajo está muy relacionado al control de la calidad del proyecto.
- **Desarrolladores:** Son los encargados del desarrollo técnico del proyecto, pueden ser programadores, diseñadores o cualquier persona que colabora de esta manera con el proyecto.

Dentro de un grupo pequeño, cada persona puede ejecutar varios roles y estos pueden variar de acuerdo a la etapa del proyecto.

- Se debe considerar los medios de comunicación (correo electrónico, fax, etc.) entre los miembros del equipo de desarrolladores y con los clientes.

Documentación administrativa del software:

Para documentar el software es necesario al menos la siguiente documentación:

- Presupuesto
- Contrato
- Requerimientos
- Cronograma valorado de ejecución de proyecto
- Matriz de Riesgos
- Plan de Calidad
- Plan de Pruebas

Presupuesto: es la cantidad de dinero que se calcula o se dispone para un fin [10]. Es de gran importancia elaborar correctamente un

presupuesto ya que las empresas desarrolladoras de software son parte de un medio en el que predomina la incertidumbre, por ello deben planear sus actividades si pretenden sostenerse en el mercado competitivo, puesto que cuanto mayor sea la incertidumbre, mayores serán los riesgos por asumir.

Contrato: este documento debe ser legalmente válido y es de suma importancia para garantizar que se respete el acuerdo al que han llegado ambas partes.

Un contrato de desarrollo de software debe contar mínimo con las siguientes cláusulas: [11]

- Antecedentes
- Objeto
- Precio convenido, forma de pago y plazo
- Propiedad de los programas informáticos
- Obligación de las partes
- Garantía técnica y mantenimiento
- Penalidades

Cada una de estas cláusulas debe ser analizada y considerada de acuerdo a las condiciones negociadas por ambas partes. En caso de ser necesario se pueden agregar cláusulas específicas que alguna de las partes proponga.

El contrato debe ser firmado y sellado por ambas partes para evitar problemas legales futuros.

Requerimientos: son la base fundamental para el desarrollo de un proyecto de software y establecen un punto de acuerdo entre el cliente y el equipo de desarrollo. Un administrador de proyectos se vale de estos requerimientos para coordinar la planificación general, la asignación de recursos, estimar el esfuerzo necesario para el desarrollo del proyecto, y generar la documentación asociada.

Los requerimientos del cliente evolucionan con el tiempo y cada cambio involucra un costo. Por esta razón, es necesario tener archivada una copia de la documentación original firmada por el cliente, así como cada revisión o cambio que se haga a esta documentación.

Cronograma valorado de ejecución de proyectos: consiste en dividir el proyecto en etapas que deben ser planificadas de manera que las actividades se cumplan en un tiempo máximo establecido y que a la vez sean monitoreadas. Una herramienta útil para este tipo de cronograma es el diagrama de Gantt, el mismo que nos permite asignar recursos a cada actividad y a la vez valorarla.

Matriz de riesgo: consiste en listar los posibles riesgos e información asociada a cada uno de ellos de manera que se los pueda analizar, mitigar y monitorear.

Plan de calidad: incluye las tareas a realizar para asegurar la calidad del software. Se definen las reglas que deben ser tomadas en cuenta tanto en el desarrollo de funcionalidades como en la aplicación de mejoras y correcciones.

Plan de pruebas: Describe planes para probar sistemas de software, define entornos de prueba, identifica las pruebas que se van a realizar y provee cronogramas para las actividades que se van a realizar. [12]

El plan de pruebas incluye tanto pruebas unitarias como pruebas de integración. Las pruebas unitarias se efectúan sobre un módulo independiente del software para encontrar fallas o defectos mientras que las pruebas de integración se realizan para detectar errores de interoperabilidad entre los módulos.

Las ventajas de hacer este tipo de pruebas son: [13]

- Los errores son más fáciles de localizar.
- Los errores están más acotados.
- Se reducen los "efectos secundarios".
- Las pruebas funcionales se hacen más sencillas.
- El programador escribe código más simple y accesible.
- Fomenta el cambio (Refactoring).

A continuación se presentan las plantillas a utilizar para el área de administración de calidad y su respectiva explicación.

Bitácora de pruebas unitarias

La bitácora de pruebas unitarias nos sirve para llevar un registro de las pruebas realizadas y la información relacionada a las mismas. Esta información es:

- Registro de ejecución de pruebas: En esta sección se llena el registro por cada caso de uso que se tome en cuenta para las

pruebas. Debe incluir el identificador de la prueba (“#Caso de Uso”.“#Escenario”.“#Prueba”), el nombre de caso de uso, el responsable de la prueba, la fecha en que se realizó la prueba, y el estado al final de la prueba el cual debe ser escrito en función del valor esperado (satisfactorio o insatisfactorio).

Plantilla de pruebas unitarias.

La plantilla de pruebas unitarias lleva en su detalle la información de cada prueba considerando el caso de uso y un escenario específico de dicho caso. La plantilla incluye:

- Nombre del caso de uso.
- Descripción del escenario.
- Responsable de la prueba.
- Fecha de realización de la prueba.
- Número de documento de prueba: El formato de este identificador será "#Caso de Uso"."#Escenario"."#Prueba"
- Precondiciones: Se debe establecer las condiciones previas a la prueba de la unidad de manera que estas puedan reproducirse en caso de ser necesario.
- Datos de entrada: Se debe definir los datos de entrada que se utilizaron para la prueba, de esta manera los mismos datos deben ser utilizados en el caso de que reproducir la prueba sea necesario.
- Descripción de pasos: Se debe dar detalle de todos los pasos que se han seguido al realizar la prueba.
- Resultado esperado: En base al objetivo de la prueba se debe establecer un resultado esperado que nos servirá para comparar con el resultado obtenido y comprobar el estado de la prueba. La plantilla incluye un casillero de cumplimiento del resultado esperado, en la cual hay dos opciones, de escogerse el "Si" se

entiende que el resultado esperado ha sido alcanzado y es el resultado óptimo para la prueba por lo que no es necesario llenar el resto de la plantilla. De escogerse el "No" se entiende que existen errores que no han sido corregidos y se deberá continuar llenando la plantilla.

- **Resultado Obtenido:** De no lograr obtener el resultado esperado de la prueba, se debe detallar cuales fueron los errores detectados y las fallas provocadas por cada error.
- **Recomendación:** Una recomendación puede proponerse para que la corrección de los errores encontrados se pueda realizar con mayor facilidad.

Plantilla 3.3. Ejemplo de pruebas unitarias

Caso de Uso: Consultar Maquinado		N°: 010.01.04					
Escenario: Se puede realizar consulta exitosa.							
Responsable: Jorge Rodriguez		Fecha: 25/04/07					
Precondiciones:	Debe existir información relacionada a la consulta para mostrar resultados.						
Datos de Entrada:	Campo: 'Maquinado' Condición: 'Diferente' Datos: '3'						
Descripción de Pasos:	Seleccionar la opción 'Maquinado' del selector 'Campo' Seleccionar la opción 'Diferente' del selector 'Condición' Ingresar '3' en el campo 'Datos' Agregar la condición a la lista de condiciones Seleccionar el botón 'Consultar'						
Resultado Esperado:	Se realiza la consulta de el/los maquinados con identificador diferente a '2'	Cumplimiento:	<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td></td> </tr> </table>	SI	NO	X	
SI	NO						
X							
Resultado Obtenido:	Errores:						
Recomendación u Observación:	Fallas Provocadas:						

Plan de calidad

Consiste en seleccionar los procedimientos y estándares adecuados basados en el aseguramiento de calidad para un proyecto específico.

En el siguiente cuadro mostramos las prácticas u objetivos aplicables para las PYMES:

Tabla 3.7. Prácticas u objetivos aplicables a las PYMES en el plan de calidad

Aplicable para las PYMES:
<ul style="list-style-type: none">• Establecer metas y estrategias de calidad. (ISO/IEC 15504)• Definir un criterio de calidad. (ISO/IEC 15504)• Establecer un sistema de administración de calidad.[aseguramiento, planeación y control] (ISO/IEC 15504)• Asegurar que se tienen suficientes recursos para los procesos y su monitoreo. (MoProSoft)
No aplicable para las PYMES:
<ul style="list-style-type: none">• Identificar procesos envueltos. (MoProSoft)• Determinar la secuencia de las operaciones. (MoProSoft)

Para realizar el plan de calidad, hemos definido la siguiente plantilla:

Plantilla de plan de calidad

La plantilla de plan de calidad lleva en su detalle la información general de la planificación de un proyecto con respecto del manejo de calidad del mismo. La plantilla incluye:

- Encabezado: consiste en un conjunto de información importante que identifica al proyecto. A continuación se detalla la información necesaria que debe presentarse:
 - Responsable: Administrador del proyecto.
 - Lenguaje: Nombre de el o los lenguajes en los que desarrollan el proyecto.
 - Herramientas: Especificación de todas las herramientas a usarse en el proyecto.
 - Nombre de SQA: Nombre de la persona encargada del cumplimiento de calidad.
 - Fecha: Día, mes y año de emisión del documento.
- Descripción del proyecto: es una breve descripción general del proyecto.
- Alcance del proyecto: describe los límites del mismo y lo que el proyecto va a entregar, así como la información que se necesita.
- Cumplimiento de calidad: se deberá detallar las actividades sobre las cuales se debe ejercer el control de calidad.
- Definición de metas de calidad: se establecen metas acorde a la organización y el proyecto de manera que se cumplan los lineamientos de calidad esperados. Las metas están

estrechamente ligadas a las métricas por lo que se deben basar en los objetivos del proyecto y de la empresa

- Especificación de métricas de calidad: se establecen las métricas que se van a utilizar a lo largo del proceso de desarrollo.

Se sugiere que el documento sea firmado por los responsables para tener constancia de lo que se ha aprobado en el plan de calidad.

Plantilla 3.5. Ejemplo de plan de calidad

Responsable:	Ing. Julio Cruz	Fecha:	18/05/2006
Nombre SQA:	Ing. Martín Becerra		
Lenguajes:	Java	Herramientas:	Netbeans v5.5 MySQL 5
Descripción del Proyecto			
Implementación de sistema de administración, elaboración y venta de muebles para la mueblería Maderar.			
Alcance del Proyecto			
<p>Agilizar los procesos de administración de inventario, esto permitirá llevar un control mas adecuado de la mercadería existente.</p> <p>Emisión de documentos al cliente, esto incluye pagarés, títulos de propiedad, así como también referencias comerciales que los clientes solicitan para sus diferentes trámites personales.</p> <p>Reducir el tiempo que toma procesar una venta al manejar una base de datos de los clientes con sus datos personales (Nombre, dirección, teléfono, profesión), así como también un historial de compras y de sus pagos.</p> <p>El administrador puede consultar los clientes en mora y generar avisos de cobranza para recordarles a los clientes que se acerquen al almacén a cancelar.</p> <p>Al tener una base de datos de los clientes se puede llamarlo para dar a conocer promociones y descuentos que el almacén ofrece dependiendo de la época.</p> <p>Automatizar el proceso para el contrato y seguimiento con los artesanos que elaboran los muebles.</p>			
Cumplimiento de Calidad			
<p>Cronograma de ejecución del proyecto.</p> <p>Control de documentos</p> <p>Pruebas Unitarias</p> <p>Pruebas de Integración</p> <p>Estándar de codificación</p> <p>Estándar de documentación</p>			
Metas de Calidad Establecidas			
Cumplimiento total de los requerimientos acordados en el contrato.			
Minimizar tiempo de respuesta en el proceso de ventas			
Especificación de Métricas de Calidad			
Porcentaje de requerimientos cumplidos.			
Tiempo de respuesta al consultar base de datos de clientes.			

Control de calidad

Son las técnicas y actividades necesarias para evaluar el desarrollo del software de manera que se verifique que se está cumpliendo con los estándares y procedimientos. De esta manera se logra mantener bajo control los procesos y es posible eliminar las causas de los defectos a lo largo del proyecto.

En el siguiente cuadro mostramos las prácticas aplicables para las PYMES:

Tabla 3.8. Prácticas u objetivos aplicables a las PYMES en control de calidad

Aplicable para las PYMES:
<ul style="list-style-type: none">• Tomar acciones preventivas o correctivas. (ISO/IEC 15504)• Evaluar consecución de metas de calidad. (ISO/IEC 15504)
No aplicable para las PYMES:
<ul style="list-style-type: none">• Demostrar que se monitorea y se mejora el sistema. (MoProSoft)• Recolectar retroalimentación. (ISO/IEC 15504)• Evaluar objetivamente procesos y productos de trabajo. (CMMI)

Para realizar el control de calidad, hemos definido la siguiente plantilla:

Plantilla de control de calidad

La plantilla de control de calidad lleva en su detalle la información acerca del monitoreo que se realiza en las diferentes fases para garantizar la calidad. La plantilla incluye:

- Encabezado: consiste en un conjunto de información importante que identifica el proyecto. A continuación se detalla la información necesaria que debe presentarse:
 - Responsable Monitoreo: Nombre de la persona encargada de llevar el control de calidad del proyecto.
 - Nombre de SQA: Nombre de la persona encargada del cumplimiento de calidad.
 - Fecha: Día, mes y año de emisión del documento.
- Cumplimiento de calidad: Actividad en la cual se realiza el control (definida en el plan de calidad).
- Aplicación de métricas: se debe escoger una de tres opciones que son: "SI", "NO" y "N/A". Para el caso en el que se hayan aplicado métricas, se debe llenar la parte de la descripción, la cual debe asociarse a un valor obtenido y un valor esperado. En la descripción debe listarse cada una de las métricas (basándonos en el plan) adecuadas para la fase en la que se hace el control. El valor obtenido es el resultado numérico del estado de la métrica, mientras que el valor esperado es el estado al que deseamos llevar a la métrica. En el caso que no se hayan aplicado métricas se debe escoger la opción "NO" y en caso de que no existan métricas asociadas a una fase del

proyecto se debe escoger la opción "N/A". Al escoger una de estas dos últimas opciones se entiende que no es necesario llenar la parte de la descripción.

- Evaluación general: consta de una descripción y tres casilleros de verificación en donde se indica si se cumple, no se cumple o no aplica al caso. En la descripción se encuentra la lista de puntos a cumplir basada en el aseguramiento de calidad. Acciones Preventivas y Correctivas: basándose en los resultados del control se pueden establecer las acciones preventivas o correctivas que se deben tomar.

Plantilla 3.6. Ejemplo de control de calidad sin métricas

Responsable Monitoreo:	Ing. Jorge Acevedo	Fecha: 20/07/2006		
Nombre SQA:	Ing. Mariela Rivas			
Cumplimiento de Calidad				
Estándar de documentación				
Aplicación de Métricas				
SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>				
Descripción	Valor Obtenido	Valor Esperado		
Evaluación General				
Descripción	SI	NO	N/A	
Estándar de documentación de requisitos.	X			
Estándar de documentación de plantillas.	X			
Estándar de documentación de bitácoras.		X		
Comentario:				
Los documentos que aparecen en la bitácora no tienen su respectivo enlace.				
Acciones Preventivas y Correctivas				
Crear el enlace entre cada documento y su entrada en la bitácora.				
Al crear nuevas entradas en la bitácora se debe revisar que el enlace a su respectivo archivo esté debidamente creado y funcionando.				

Plantilla 3.7. Ejemplo de control de calidad con métricas

Responsable Monitoreo:	Ing. Jorge Acevedo	Fecha: 22/07/2006		
Nombre SQA:	Ing. Mariela Rivas			
Cumplimiento de Calidad				
Cumplimiento de cronograma				
Aplicación de Métricas				
SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>				
Descripción	Valor Obtenido	Valor Esperado		
Cantidad de tareas cumplidas dentro del plazo establecido en el cronograma	22	25		
Evaluación General				
Descripción	SI	NO	N/A	
Estándar de documentación.	X			
Comentario:				
El proyecto se retrasó en el diseño de interfaces, administración remota y la fase de prueba				
Acciones Preventivas y Correctivas				
Compensar el tiempo perdido con horas extras de trabajo para no salirse del tiempo estimado general.				

3.3. Área de configuración

Los productos de software van evolucionando a medida que avanzan en su ciclo de vida y la gestión de configuración de software se encarga de establecer y mantener la integridad de estos productos a través de su ciclo. La gestión de configuración incluye el control de cambios, mantenimiento de la integridad y trazabilidad de la configuración.

Antes de describir nuestra propuesta, presentamos un cuadro en donde mostramos los aspectos principales del modelo CMMI, la normativa de evaluación ISO/IEC 15504 y el modelo MoProSoft enfocados a la gestión de configuración.

A continuación mostramos un cuadro que incluye las mejores prácticas u objetivos de cada uno de los modelos

Nuestra propuesta en el área de gestión de configuración consiste en:

- Gestión de configuración del código fuente y documentos asociados al proyecto.
- Gestión de configuración en el mantenimiento del software.

Gestión de configuración del código fuente y documentos asociados al proyecto.

Es importante que todos los documentos asociados al proyecto se puedan acceder en cualquier momento y también que constantemente se actualice este repositorio con los nuevos documentos que se generan a lo largo del proyecto.

Tabla 3.9. Prácticas u objetivos aplicables a las PYMES en la gestión de la configuración del código fuente

Aplicable para las PYMES:
<ul style="list-style-type: none">• Establecer un sistema de administración de configuración. (CMMI)• Control de modificaciones y liberaciones. (ISO/IEC 15504)• Administrar el respaldo, almacenamiento, archivo, manejo y entrega de los ítems de configuración. (ISO/IEC 15504)
No aplicable para las PYMES:
<ul style="list-style-type: none">• Mantener descripción de ítems de configuración. (ISO/IEC 15504)• Reporte de estatus de configuración. (ISO/IEC 15504)• Verificar información acerca de los ítems de configuración. (ISO/IEC 15504)

Nuestra propuesta para la configuración del código fuente abarca:

- Control de versiones: se puede utilizar herramientas de control a nivel de código y documentos, por ejemplo: Visual SourceSafe o

TortoiseCVS. En caso de no contar con las herramientas antes mencionadas, esto se debe manejar creando un repositorio central.

- Creación de un repositorio de datos central: Se debe asignar un encargado del manejo del repositorio central. Este rol puede ser realizado por una secretaria, el mismo administrador del proyecto o incluso un desarrollador. El manejo del repositorio de datos incluye la recepción, clasificación, archivo y un registro de almacenamiento para todos los documentos asociados al proyecto.

Plantilla para el registro de almacenamiento de archivos

La plantilla para el registro de almacenamiento de archivos lleva en su detalle información acerca de los distintos documentos que ingresan al repositorio de datos central. La plantilla debe ser una por cada proyecto e incluye:

- Receptor: debe especificarse el nombre de la persona encargada de recibir los documentos.
- Fecha: día, mes y año en el cual se realiza el ingreso de un documento al repositorio central.
- Nombre de documento: el formato del nombre de archivo debe tener la versión del mismo.
- Descripción del documento: Se detalla una breve descripción del documento.
- Tipo de documento: se especifica que el documento que ingresa es de tipo "Código" cuando se trata de código fuente generado o de tipo "Gestión" cuando se trata de un documento

- Manejo de solicitudes de cambio de código: Cualquier cambio en el código fuente de un módulo terminado puede ser realizado mediante el uso de una solicitud de cambio. Esta solicitud contiene la siguiente información:

- Solicitante.
- Fecha.
- Identificador de la prueba: deberá especificarse el formato "#CasodeUso"."#Escenario"."#Prueba"
- Módulo o sección: se especifica el área sobre la cual se hará el cambio.
- Descripción del cambio: se detalla minuciosamente cual es el cambio, el motivo del mismo, y una sugerencia de mejora.

Se incluye una sección para el administrador del proyecto, la cual incluye la siguiente información:

- Estado (Aprobado, Rechazado o Realizado)

En caso de que el cambio sea aprobado, se debe especificar:

- Asignación de cambio: debe especificarse la persona encargada de realizar el cambio.
- Fecha límite de ejecución.
- Responsable de monitoreo: debe asignarse una persona dentro del equipo de trabajo del proyecto, puede ser el mismo administrador de proyecto o el encargado del repositorio central.

A continuación presentamos la plantilla de cambio de código.

Plantilla 3.9. Ejemplo de manejo de cambio de código

Solicitante: Mariela Escudero C.		Fecha: 13/05/2005
Identificador de Prueba:	010.01.04	
Módulo o Sección:	Inventario	
Cambio Solicitado:	Mejorar los tipos de consultas de inventario, segmentar.	
Descripción del Cambio:	Definir más parámetros para las consultas de inventario.	
Para el Administrador		
Aprobado <input checked="" type="checkbox"/> Rechazado <input type="checkbox"/> Realizado <input type="checkbox"/>		
Designación de Cambio:	Juan Ayala	
Fecha Límite de Ejecución:	25/05/2005	
Responsable de Monitoreo:	Eddy Alvear	

- Manejo de solicitudes de cambio de documentos: cualquier cambio en los documentos generados puede ser realizado mediante el uso de una solicitud de cambio. Esta solicitud contiene la siguiente información:
 - Solicitante.
 - Documento: se especifica el nombre del documento cumpliendo con su estándar.
 - Fecha
 - Cambio solicitado

- o Descripción del cambio: se detalla minuciosamente cual es el cambio, el motivo del mismo, y una sugerencia de mejora.

Se incluye una sección para el administrador del proyecto, la cual incluye la siguiente información:

- o Estado (Aprobado, Rechazado o Realizado)

En caso de que el cambio sea aprobado, se debe especificar:

- o Responsable del cambio: debe especificarse la persona encargada de realizar el cambio.
- o Fecha límite de ejecución.
- o Persona que monitoree: debe asignarse una persona dentro del equipo de trabajo del proyecto, puede ser el mismo administrador de proyecto o el encargado del repositorio central.

Si el cambio no es aprobado por el administrador, la solicitud de cambio es archivada como referencia pero no se ejecuta.

A continuación presentamos la plantilla de cambio de documentos.

Plantilla 3.10. Ejemplo de manejo de cambio de documentos

Solicitante: Ana Pacheco		Fecha: 20/05/2005
Documento:	Documento de Pruebas Unitarias	
Cambio Solicitado:	Estándar incorrecto	
Descripción del Cambio:	Documento deberá cumplir con el estándar, deberá llevar la bitácora de actividades con su respectivo formato.	
Para el Administrador		
Aprobado <input checked="" type="checkbox"/> Rechazado <input type="checkbox"/> Realizado <input type="checkbox"/>		
Asignación de Cambio:	Eddy Alvear	
Fecha Límite de Ejecución:	22/05/2005	
Responsable de Monitoreo:	Ángela Álvarez	

Gestión de configuración en el mantenimiento del software

Un mantenimiento implica generalmente que se actualice parte del código fuente original, documentos de requerimientos, casos de uso, pruebas y manuales por lo que es importante llevar un registro y control de los mantenimientos solicitados y realizados a cada uno de los proyectos.

Tabla 3.10. Prácticas u objetivos aplicables a las PYMES en la gestión de la configuración en el mantenimiento

Aplicable para las PYMES:
<ul style="list-style-type: none">• Establecer un sistema de administración de configuración. (CMMI)• Administrar el respaldo, almacenamiento, archivo, manejo y entrega de los ítems de configuración. (ISO/IEC 15504)• Incluir manuales de mantenimiento. (MoProSoft)
No aplicable para las PYMES:
<ul style="list-style-type: none">• Mantener descripción de ítems de configuración. (ISO/IEC 15504)• Reporte de estatus de configuración. (ISO/IEC 15504)• Verificar información acerca de los ítems de configuración. (ISO/IEC 15504)• Controlar ítems de configuración (CMMI)

Nuestra propuesta para la configuración en el mantenimiento considera:

- Registro de los mantenimientos solicitados: cada vez que se solicita realizar un mantenimiento al sistema es necesario que quede establecido un registro que especifique los detalles incluyendo:
 - Solicitante: se debe indicar el nombre de la persona que solicita el cambio.
 - Fecha de inicio: indicar el día, mes y año en la que se establece realizar el mantenimiento.
 - Mantenimiento solicitado: nombre del mantenimiento solicitado.
 - Descripción del mantenimiento: especificar los detalles involucrados en el mantenimiento.
 - Módulos involucrados: especificar los módulos relacionados.
 - Plazo de cumplimiento: detallar plazo en días, meses, etc. El que se deberá cumplir a partir de la fecha indicada anteriormente.
 - Responsables: debe constar los nombres de las personas que realizarán el mantenimiento.

Plantilla 3.11. Ejemplo de registro de mantenimientos

Solicitante: Ing. Carlos Valencia		Fecha de inicio: 15/08/2007
Mantenimiento solicitado:	Migración de base de datos del sistema	
Descripción del mantenimiento:	La base de datos actual del sistema es SQL Server y se desea migrar todos los datos hacia un motor Oracle 10g	
Ámbitos involucrados:	Todo el sistema	
Plazo de cumplimiento:	1 mes	
Responsables:	Pedro Andrade Ana Pacheco	

- Actualización de los documentos involucrados: se debe generar nuevas versiones en cada documento donde se realice una actualización especificando que dichos cambios son producto de un mantenimiento solicitado.

3.4. Área tiempo y costo

La estimación del tiempo de desarrollo de un proyecto así como el costo del mismo representan algunos de los principales riesgos a considerar en un proyecto. En muchas ocasiones el fracaso de un proyecto se debe a la mala estimación del tiempo y esto conlleva a tener costos de desarrollo adicionales puesto que se hace uso de recursos que no han sido planificados. Además de esto, se genera una dependencia con respecto al administrador de proyectos pues su experiencia se convierte en la única herramienta que disponen para hacer la estimación.

Antes de realizar este tipo de estimaciones es muy importante que el cliente tenga muy claro sus requerimientos y sepa comunicarlos, así también el administrador del proyecto debe entender lo que se le ha solicitado, lo que deja muy en claro la importancia de la toma de requerimientos.

Una alternativa para solucionar algunos de los inconvenientes antes mencionados puede ser el uso de técnicas formales de estimación como los Puntos de Función, pero este tipo de técnicas es difícil de aplicar especialmente en empresas PYMES donde el tamaño del personal es reducido y los recursos limitados puesto que realizar los cálculos necesarios puede demandar mucho tiempo.

Nuestra propuesta en el área de Administración de tiempo y costo consiste en:

- Estimación basada en información histórica de proyectos.

Estimación basada en información histórica de proyectos

Con el fin de aligerar la carga de las empresas consideramos que es de gran ayuda tener un histórico de estimaciones de proyectos que puedan ser consultados de forma rápida, de esta manera ya no se depende de una única persona con experiencia sino que cualquier administrador puede hacer revisión y uso de este histórico.

Tabla 3.11. Prácticas u objetivos aplicables a las PYMES en la estimación de tiempo y costo

Aplicable para las PYMES:
<ul style="list-style-type: none">• Establecer tiempo estimado para desarrollar cada actividad considerando la información histórica. (MoProSoft).• Determinar estimados de esfuerzo y costo. (CMMI)• Establecer el presupuesto y cronograma. (CMMI)• Realizar estimación preliminar de los costos totales, recursos y fecha de entrega. (ISO/IEC 15504)
No aplicable para las PYMES:
<ul style="list-style-type: none">• Evaluar y documentar el costo del proyecto tomando en cuenta las metas cuantitativas del proyecto. (MoProSoft).• Establecer estimaciones de productos de trabajo y atributos de tareas. (CMMI)

Plantilla para el registro de estimaciones

La plantilla propuesta contiene información acerca de las estimaciones que se han realizado para cada proyecto e incluye lo siguiente:

- Proyecto: debe especificarse el nombre del proyecto.
- Plataforma: se especifica la plataforma sobre la que se trabaja el proyecto.
- Lenguaje: debe especificarse el o los lenguajes utilizados.
- Complejidad: se debe establecer una escala preferiblemente del 1 al 5 (siendo 1 el mínimo valor y 5 el máximo), sobre la cual se calificará la complejidad de cada proyecto.
- Duración: se especifica la duración total del proyecto (en meses).
- Cantidad de personal: se especifica la cantidad de personal involucrado en el desarrollo del proyecto separando al personal que trabaja tiempo completo y medio tiempo.
- Costo: se debe especificar el costo monetario total del proyecto.
- Observación: se puede adicionar alguna información relevante del proyecto.

Cronograma

En el cronograma deben estar bien detalladas las actividades a realizarse con su correspondiente tiempo, recurso humano y recurso material lo cual permite hacer un apropiado seguimiento del proyecto en general. El cronograma debe residir en el repositorio central y ser accesible para todos los integrantes del proyecto.

Para la elaboración de cronogramas se recomienda el uso de Microsoft Project o herramientas similares como Open Workbench que son muy efectivas.

CAPÍTULO IV

4. PRUEBA DEL MARCO REFERENCIAL

4.1. SELECCIÓN DE EMPRESAS

Para realizar la selección de empresas en las que se aplicó el marco referencial se utilizó una base de datos de empresas desarrolladoras de software de la ciudad de Guayaquil facilitada por el Sub-Componente de Ingeniería de Software del Componente 8 del proyecto VLIR-ESPOL.

De un total de 33 empresas hicimos una pre-selección considerando que estas encajen en la categoría de PYMES y de su predisposición para contribuir con esta tesis. Al final de esta pre-selección quedaron nueve empresas a las cuales les solicitamos entrevistas para lograr su colaboración en este proyecto. De este grupo solo cinco empresas nos recibieron con deseos de una mejora para su organización. Una vez realizadas las entrevistas, se analizaron los perfiles de las empresas, su disponibilidad de colaboración y su interés por conocer nuestra metodología.

De este proceso de selección resultaron escogidas dos empresas de características diferentes con respecto a su tiempo de vida en el mercado, cantidad de personal e infraestructura. Estas empresas son:

- SIPECOM S.A. (SIPECOM)
- Estrategias & Negocios (E & N)

4.2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INICIAL DE LAS EMPRESAS

Para conocer la situación inicial de las empresas en lo referente a la gestión de proyectos, desarrollamos un cuestionario. [Anexo 2]

Los resultados obtenidos en este cuestionario realizado a un total de catorce personas de las empresas SIPECOM S.A. y Estrategias y Negocios fueron los siguientes:

Gráfico 4.1. Nivel de conocimientos generales de Ingeniería de software

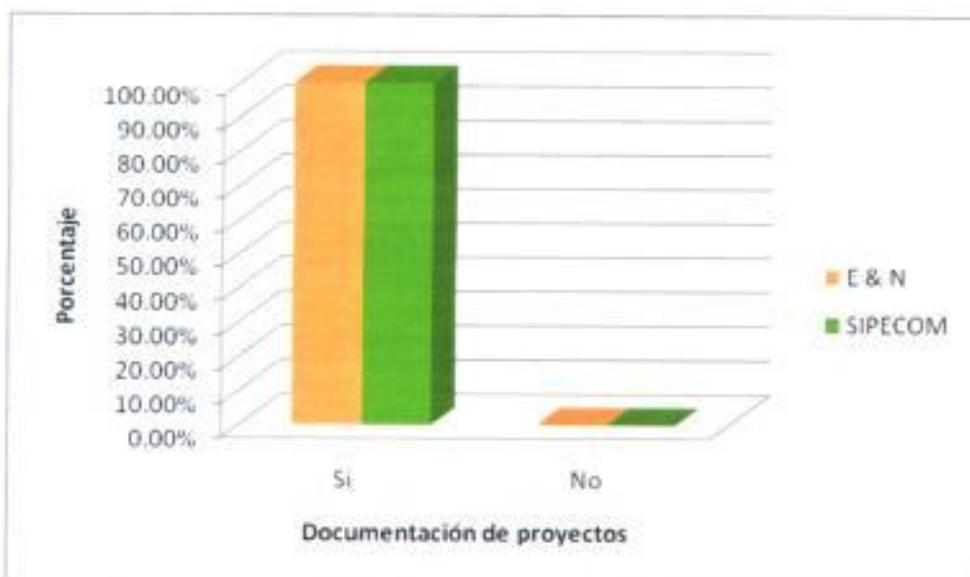


Se puede apreciar que en ambas empresas, la mayoría de los empleados al contestar el cuestionario consideraron que su nivel de conocimientos de ingeniería de software se encuentra entre regular y alto.

Al trabajar con Estrategias & Negocios pudimos darnos cuenta que sus conocimientos generales si reflejan los resultados del cuestionario, a pesar de ser una empresa joven tiene personal con conocimientos generales del tema pero sin mayor experiencia en el campo.

En el caso de SIPECOM nos encontramos que los administradores de proyectos presentan un nivel de conocimientos ubicado en la media y una experiencia de varios años en el negocio. Los desarrolladores por otro lado en su mayoría no tenían bases de ingeniería de software bien definidas, considerando sus conocimientos entre "Bajo" y "Muy Bajo".

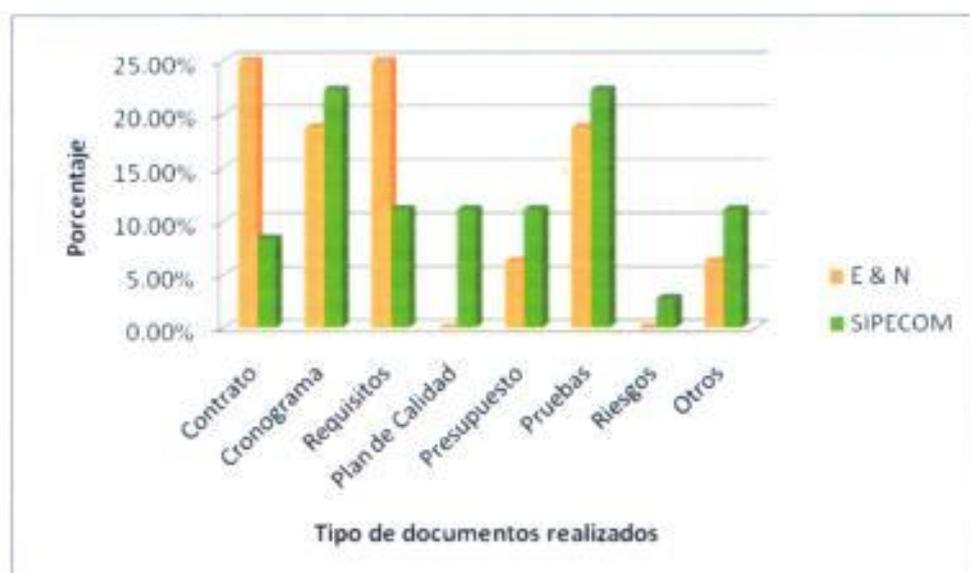
Gráfico 4.2. Documentación en proyectos de software



Claramente se puede ver que todos los empleados de ambas empresas han realizado algún tipo de documentación en el desarrollo de proyectos de software.

La realidad de las empresas si refleja este resultado pues todos los empleados han trabajado realizando cierta documentación especialmente básica aunque esta no haya sido elaborada de la mejor manera.

Gráfico 4.3. Tipos de documentos realizados.



Según el cuestionario realizado podemos ver que los empleados de las empresas aseguran haber trabajado comúnmente con documentos como: contrato, cronograma, requisitos y pruebas, siendo menos utilizados los documentos de riesgos.

Gráfico 4.4. Beneficio de la documentación



La mayoría de los empleados de ambas empresas consideran "Muy Beneficioso" llevar una correcta documentación asociada a cada proyecto.

Gráfico 4.5. Conocimiento acerca de CMMI, MoProSoft o ISO/IEC 15504



Se puede apreciar que en la empresa Estrategias y Negocios la mayoría de los empleados tenía algún conocimiento o ha escuchado algo acerca de los modelos que fueron utilizados para la realización del marco. En el caso de SIPECOM la mayoría de los empleados encontrados especialmente en el área de desarrollo no tenían conocimiento ni habían escuchado acerca de estos modelos.

Gráfico 4.6. Disponibilidad de aprendizaje



De acuerdo al cuestionario, los empleados de las empresas afirmaron tener un nivel de disponibilidad en su mayoría "Alto" para el aprendizaje del marco referencial planteado.

Gráfico 4.7. Uso de cronograma de actividades

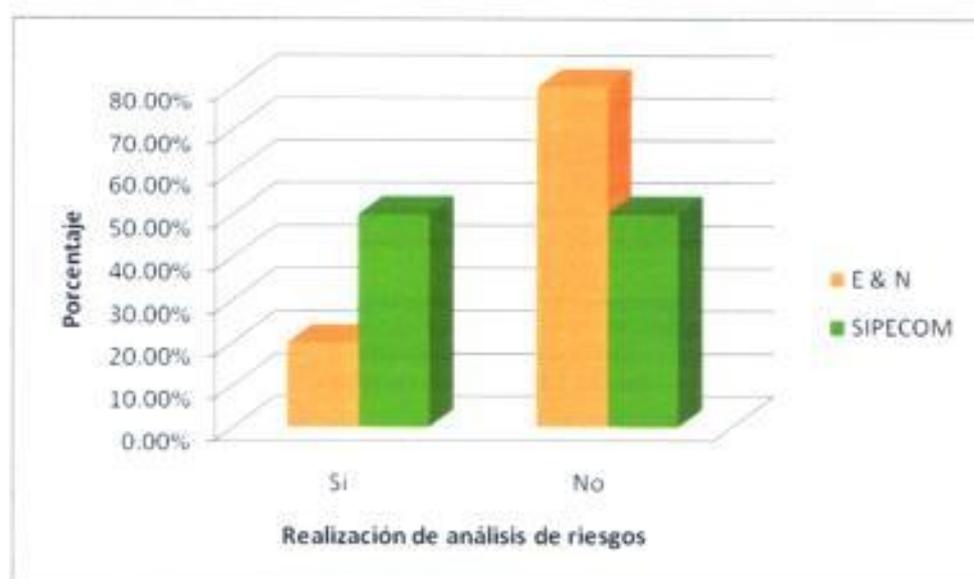


Estrategias y Negocios aseguró que a pesar de que si realizan un cronograma de actividades, éstas no se cumplen dentro de los tiempos establecidos.

En el caso de SIPECOM, la mayoría aseguró cumplir rigurosamente el cronograma.

Habiendo analizado la documentación de proyectos previos nos dimos cuenta de que en ambas empresas se trabaja con cronogramas de trabajo definidos pero en ninguna de las dos los sigue rigurosamente debido a cambios inesperados.

Gráfico 4.8. Realización de análisis de riesgos



Según los datos obtenidos del cuestionario, podemos ver que en la empresa Estrategias y Negocios la mayoría de los empleados contestó que no se realizan análisis de los posibles riesgos que puedan afectar los proyectos. En SIPECOM en cambio, la mitad de las respuestas aseguran que sí se realiza y la otra mitad admitió no hacerlo.

Cuando solicitamos documentación existente de proyectos anteriores no encontramos documentos de análisis de riesgo para ningún proyecto.

Al conversar de esto con los administradores de proyectos de ambas empresas nos confirmaron que este tipo de análisis no es parte de las prácticas de gestión de proyectos de las empresas y fue uno de los temas que generó mayor interés durante la capacitación que ofrecimos.

Gráfico 4.9. Estimación de tiempo y costos basada en experiencia o técnica formal



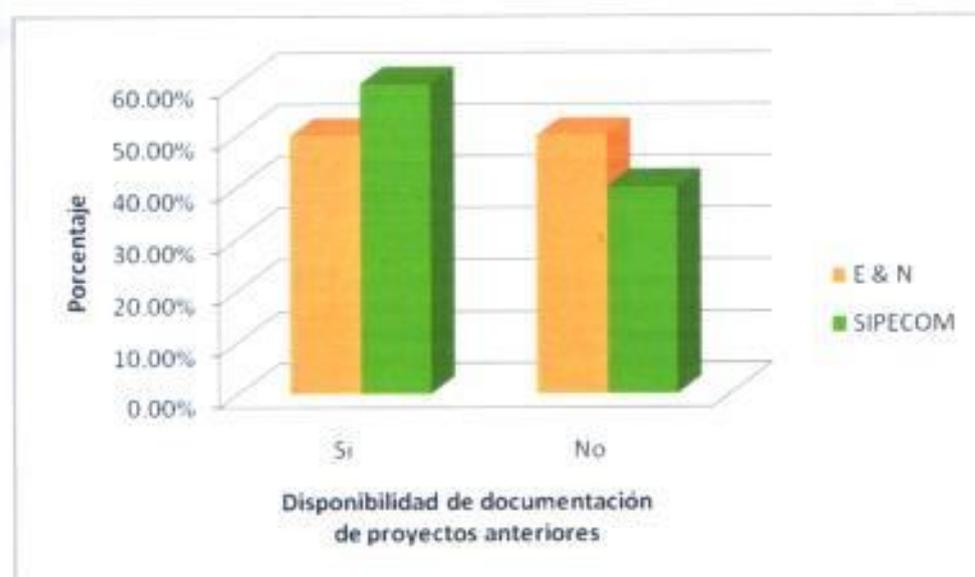
Podemos ver claramente que el proceso de estimación de tiempo y costo de los proyectos según ambas empresas se realiza basándose en la experiencia (generalmente de los administradores de proyecto) y no mediante el uso de una técnica formal. Esta respuesta se ajusta completamente a la realidad pues ambas empresas se valen de la experiencia de proyectos anteriores y en muchas ocasiones ni si quiera esto.

Gráfico 4.10. Problemas debido a malas estimaciones de tiempo



Los empleados de ambas empresas afirmaron haber tenido problemas con las estimaciones del tiempo de desarrollo de un proyecto (desfases en el cronograma, retrasos en la entrega del proyecto). Este problema suele ocurrir debido a que se depende de la experiencia del estimador, la rotación del personal puede provocar que en algún momento en la empresa falte la persona con la suficiente experiencia y capacidad como para realizar una correcta estimación.

Gráfico 4.11. Disponibilidad de documentación de proyectos anteriores



Podemos ver en el caso de Estrategias & Negocios que la mitad de los empleados contestó que sí tienen disponible documentación de proyectos anteriores para utilizar como referencia mientras que la otra mitad asegura que no. En el caso de SIPECOM la mayoría de los empleados aseguraron tener disponible documentación de proyectos anteriores.

En la práctica no existe una documentación completa, debidamente organizada y disponible para los empleados, de los proyectos anteriores. Al momento de solicitar documentación de proyectos anteriores nos encontramos con casos de documentos extraviados, incompletos, mal hechos, entre otros problemas.

Hay que resaltar que la empresa SIPECOM ha estado revisando ciertas metodologías con el fin de adoptar una guía para el proceso de gestión de sus proyectos pero han logrado implementar muy poco de ello.

Gráfico 4.12. Disponibilidad de código fuente organizado de proyectos anteriores



Podemos ver que la mayoría de empleados de E & N contestó que no tienen disponible código fuente organizado de proyectos anteriores. En SIPECOM en cambio nos aseguraron que sí tienen disponible este código.

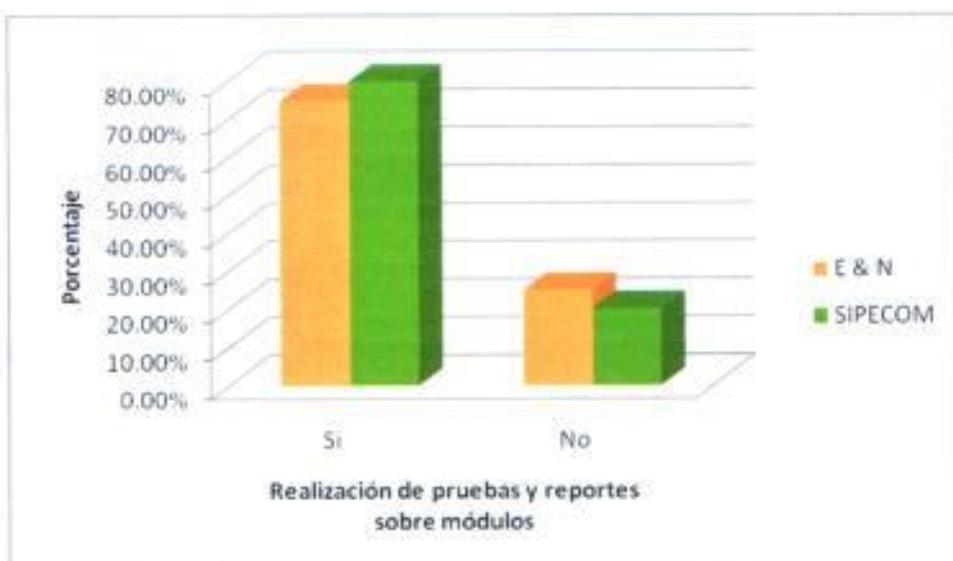
En la realidad confirmamos que sí existe el código fuente de proyectos anteriores pero no tiene un orden o clasificación que pueda servir para hacer consultas rápidas y útiles.

Gráfico 4.13. Uso de estándar de código definido



Ambas empresas coincidieron en que utilizan un estándar de código definido. En ninguna de las empresas se encontró un documento ni a nivel organizacional ni a nivel de proyecto que muestre cuál es el estándar que debe asignar para escribir el código fuente. El código fuente encontrado de proyectos anteriores no seguía un estándar formal. Empleados nuevos en la empresa no son instruidos con un estándar formal para empezar a trabajar.

Gráfico 4.14. Pruebas y reportes sobre módulos



La mayoría de los empleados de ambas empresas aseguraron realizar pruebas completas sobre los módulos terminados.

Esta respuesta de cierto modo se ajusta a la realidad pues en ambas empresas sí se ejecutan pruebas sobre módulos terminados e incluso se generan reportes de estas pruebas. El problema se presentó cuando hicimos análisis de algunos de estos documentos de pruebas y nos dimos cuenta que las pruebas tal como se las había documentado eran imposibles de reproducir por falta de información. Generalmente no encontramos datos de entrada, las condiciones a considerar, el responsable la prueba, entre otros, lo que convierte a los documentos de pruebas existentes en inservible.

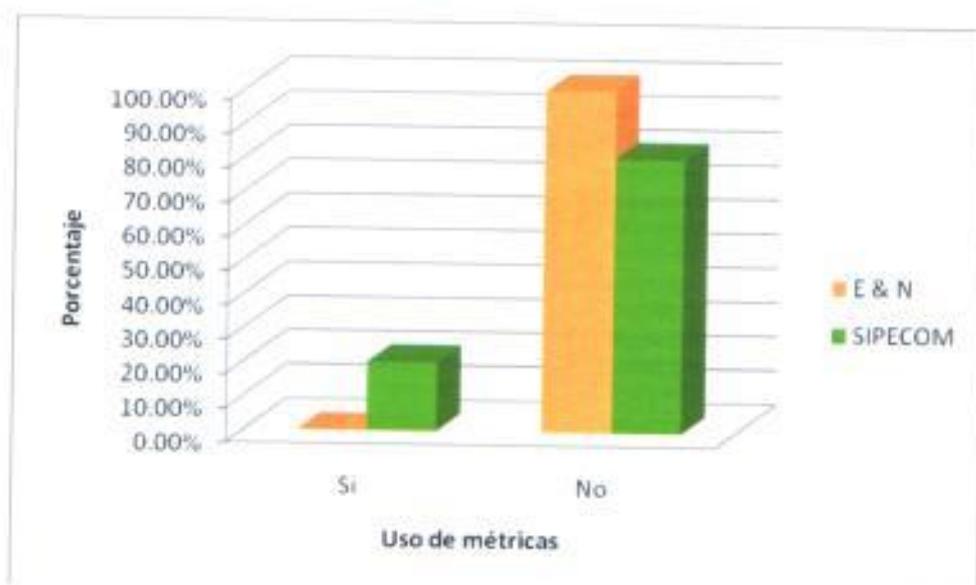
Gráfico 4.15. Control de calidad sobre los procesos



Según el resultado del cuestionario la mayoría de los empleados de Estrategias & Negocios afirmaron no realizar un control de calidad sobre los procesos mientras que en SIPECOM un alto porcentaje aseguró que sí.

La realidad de ambas empresas es que no realizan un control de calidad sobre los procesos a lo largo del proyecto. No encontramos documentos de planes de calidad para los proyectos, metas de calidad de la organización o algún tipo de control de calidad.

Gráfico 4.16. Uso de métricas



Podemos ver claramente que el uso de métricas no es una práctica común en ninguna de las empresas. Ambas empresas consideran un poco tedioso el uso de métricas y no las han utilizado.

4.3. PROCESO DE CAPACITACIÓN

Previo a la aplicación del marco referencial ofrecimos una capacitación al personal participante de este estudio de las empresas. Dada la disponibilidad de los empleados de las empresas, la capacitación se ofreció en dos grupos de cinco personas para SIPECOM y un grupo de cuatro personas para Estrategias & Negocios, encontrándose en estos grupos tanto administradores como desarrolladores de proyectos.

Esta capacitación tuvo una duración aproximada de 8 horas por grupo en donde se revisaron los siguientes temas: **[Anexo1]**

- Gestión de proyectos
- Administración de calidad
- Administración de riesgos
- Administración de la configuración
- Administración de tiempo y costo

Adicionalmente, aplicamos un cuestionario inicial que sirvió para evaluar la realidad de las empresas, los conocimientos de los empleados con respecto a la ingeniería de software y las prácticas que utilizaban en la gestión de proyectos. **[Anexo2]**

4. CONTROL Y MONITOREO DE LA APLICACIÓN DEL MARCO

Una vez terminada la capacitación iniciamos con la gestión de un nuevo proyecto en cada organización haciendo uso de nuestro marco metodológico. El control y monitoreo lo realizamos durante las visitas efectuadas de tres a cuatro veces por semana durante dos meses y medio que duraron los proyectos.

El trabajo de control consistió en manejar completamente la gestión del proyecto guiando tanto al administrador como a los desarrolladores en la aplicación de esta nueva metodología.

El trabajo de monitoreo consistió en hacer revisiones del cumplimiento del marco metodológico, uso correcto de plantillas y asistencia para despejar inquietudes que se presentaban a lo largo del proyecto.

Se realizó un cronograma de control y monitoreo en donde se llevaba el avance de esta actividad realizada en ambas empresas para de esta manera establecer diferencias y similitudes entre el marco referencial propuesto y su forma habitual (previo a nuestra intervención) de trabajar. **[Anexo3]**

EL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Para empezar a trabajar en el desarrollo de nuestro marco referencial se establecieron dos hipótesis que fueron utilizadas para validar los resultados obtenidos en la aplicación del mismo. A continuación presentamos los enunciados de cada una de ellas junto con la explicación de cómo realizamos la validación de los mismos.

Las compañías que implementan mediciones cuantitativas para evaluar sus procesos obtienen mayores beneficios en términos de mejora de procesos que las compañías que no realizan este tipo de mediciones.

Para verificar la validez de la presente hipótesis primeramente aseguramos que ambas organizaciones posean una estructura definida de sus procesos, el cumplimiento de estos procesos dentro del tiempo estimado (con una estimación correcta) y la calidad del producto final ya que esto indica que se han completado correctamente todos los requisitos solicitados así como también sus respectivas obligaciones y todo lo que implica el desarrollo de un proyecto.

En la empresa SIPECOM como Estrategias & Negocios antes de la aplicación del marco referencial no se implementaban mediciones cuantitativas para evaluar los procesos por lo que resultó fácil demostrar los beneficios de los mismos cuando se tenía una estructura bien definida y para ello se estableció utilizar la métrica: Porcentaje de cumplimiento del plan de calidad. Esta medición se hace tomando en cuenta todos los ítems de calidad definidos por la organización en el proyecto específico. Los controles de calidad se hacen mediante el uso de la plantilla de control de calidad

esta por nuestro marco referencial en cada etapa que la organización haya definido debe hacerse.

continuación presentamos unos gráficos que muestran el resultado de haber hecho medición sobre el control de calidad específicamente hablando en la etapa de requerimientos.

Gráfico 1. Cantidad de cumplimientos e incumplimientos de calidad en el proyecto NESTLÉ para la etapa de Requerimientos

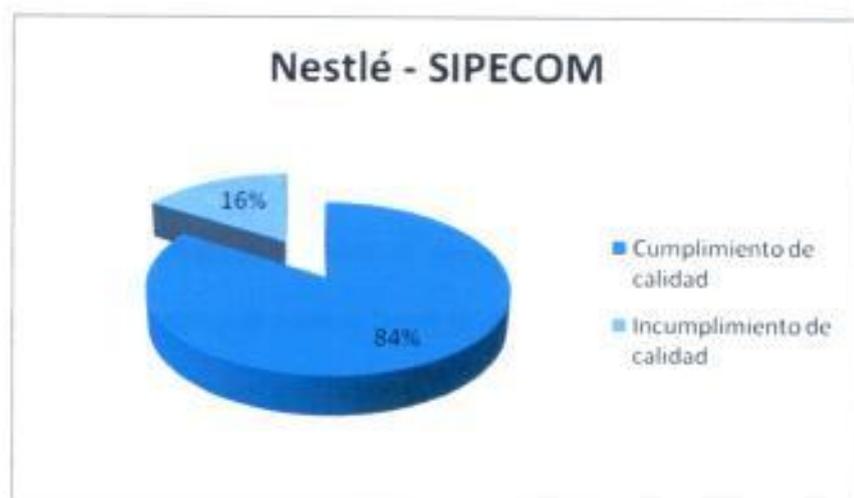


Gráfico 2. Cantidad de cumplimientos e incumplimientos de calidad en el proyecto NESTLÉ para la etapa de Requerimientos

Agripac - Estrategias & Negocios



Partir de esta evaluación podemos ver que los beneficios en términos de mejora de procesos al manejar este tipo de mediciones son muy grandes. Ambas empresas reconocieron la importancia de tener un valor numérico (porcentual en este caso) que pueda servir para analizar el estatus de los procesos del proyecto en una etapa dada. Otra de las ventajas que ofrece tener mediciones de este tipo es que siempre se busca llevarlas al 100%, esto es, para el caso del primer gráfico (Nestlé-SIPECOM) podemos darnos cuenta que hay un 16% del plan de calidad que no se había cumplido al realizar el control en la etapa de requerimientos. Este 16% correspondía a algunos errores cometidos al momento de seguir los estándares de documentación definidos, por lo que el administrador del proyecto solicitó rápidamente que corrijan estos errores para poder dar paso a un nuevo control de calidad y poder terminar la fase de requerimientos con el 100% de cumplimiento de lo que se ha establecido en el plan de calidad. Para el caso de la otra empresa la situación fue muy similar y de esta manera podemos darnos cuenta que este tipo de mediciones ayuda significativamente a mejorar los procesos en general y la calidad final del producto se ve afectada para bien.

Cabe recalcar que los controles de calidad pueden ser diferentes según la etapa que se los aplique. En este caso el ejemplo para la etapa de requerimientos nos da la idea general de lo que conseguimos también en otras etapas como las de las intermedias y finales. El resultado siempre fue positivo pues ningún administrador de proyecto estaba conforme con ver menos del 100% de cumplimiento en los reportes de control de calidad.

Las compañías que miden sus procesos de desarrollo de software mediante la implementación de métricas apropiadas producen software de más alta calidad, en términos de cantidad de defectos, que aquellas compañías que no implementan ninguna métrica.

El objetivo de verificar la validez de la segunda hipótesis H2, buscamos establecer una relación entre la medición de los procesos de desarrollo del software con la calidad del producto final considerando como el aspecto de calidad a evaluar la cantidad de defectos que se pueden encontrar en el resultado final.

Como el trabajo se realizó en dos empresas y cada una de ellas define las prácticas de organización, tenemos que resaltar que la empresa SIPECOM considerando el inicio de su proyecto NESTLÉ decidió hacer pruebas en dos etapas del proyecto, una al inicio del tiempo de desarrollo y la otra al final que serían las pruebas definitivas. La empresa Estrategias y Negocios, utilizaba típicamente solo una etapa de pruebas y se sugirió que para su proyecto AGRIPAC lo realicen al lo menos en dos etapas para obtener mejores resultados y se pueda hacer una medición útil.

ambos, se consideró utilizar la métrica: Cantidad de defectos encontrados en la prueba.

continuación, presentamos gráficos que representan la cantidad de errores encontrados en las pruebas de ambos proyectos considerando la cantidad de pruebas realizadas y la cantidad de casos de uso definidos para el proyecto en sus pruebas realizadas a la mitad del desarrollo.

Gráfico 3. Cantidad de errores y Casos de uso del proyecto Nestlé por etapa de prueba en la mitad del proyecto.

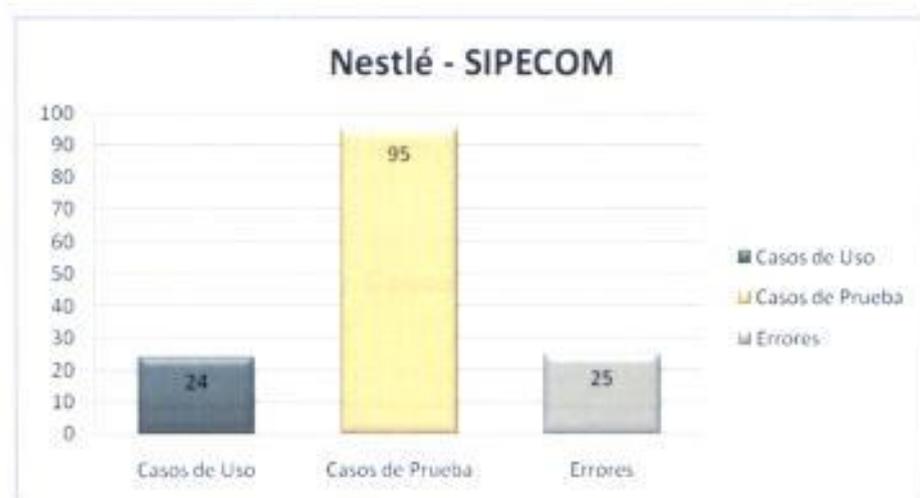


Gráfico 4. Cantidad de errores y Casos de uso del proyecto Agripac por etapa de prueba en la mitad del proyecto.



muestran gráficos que representan la cantidad de errores encontrados en las pruebas de ambos proyectos considerando la cantidad de pruebas realizadas y la cantidad de casos de uso definidos para el proyecto en sus pruebas realizadas al final del desarrollo.

Gráfico 5. Cantidad de errores y Casos de uso del proyecto Nestlé por etapa de prueba al fin del proyecto.

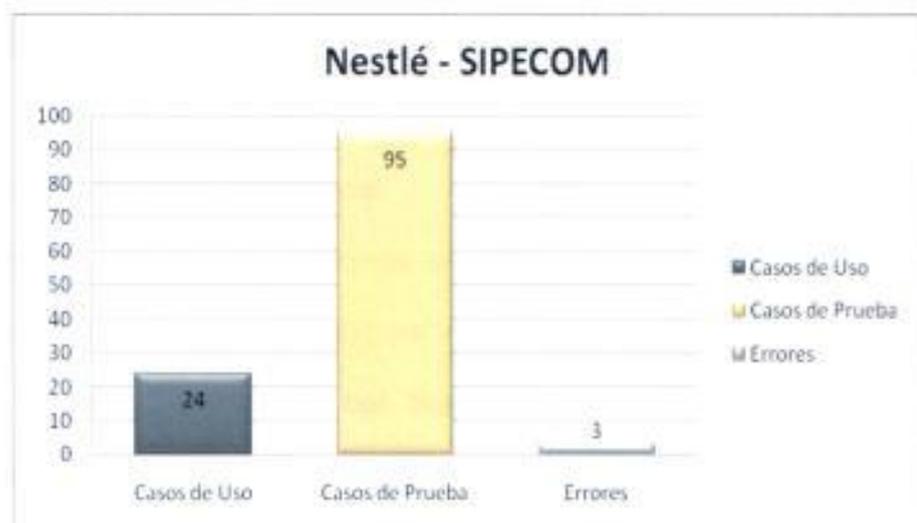


Gráfico 6. Cantidad de errores y Casos de uso del proyecto Nestlé por etapa de prueba al fin del proyecto.



Los gráficos antes mostrados, podemos ver que esta métrica tiene algunos beneficios para la organización y el mejoramiento de la calidad del producto final.

Al final de cada etapa de prueba (mitad de desarrollo del proyecto y final) tenemos la cantidad exacta de errores que se han encontrado en la prueba, esta información es fácil de adquirir producto de la documentación que es parte de la propuesta del marco referencial.

Se puede establecer relaciones sencillas entre el tamaño del proyecto y la cantidad de errores que se espera tener al final de una etapa de pruebas lo que sirve para la estimación del tiempo de pruebas para futuros proyectos basándose en la métrica utilizada anteriormente. Para hacer este tipo de relación se puede tomar en cuenta la cantidad de casos de uso definidos para el proyecto y de esta manera también lograr una estimación para proyectos futuros

de la cantidad de pruebas necesarias y tiempo de corrección de errores por fase de pruebas.

En la etapa final de pruebas (al finalizar el desarrollo del proyecto) sabemos que la medición de errores debe ser cero, y de no ser el caso es necesario enviar las solicitudes de cambio respectivas, hacer las correcciones y reconducir las pruebas hasta llegar a que la métrica sea cero.

Como observamos que en el caso específico de estos proyectos, en la etapa de pruebas a mitad del proyecto la métrica de errores está en su valor más alto y se sabe que a partir de la corrección de los errores que arrojen las pruebas debe empezar la disminución. Esto sucedió de manera muy evidente y por eso en los gráficos de la etapa de pruebas se observa una drástica disminución de errores encontrados en ambos proyectos con respecto de la etapa media. Esta simple medida proporciona un indicador del estatus del proyecto con respecto a su calidad si es que tomamos como indicador principal la cantidad de errores que puedan existir en el proyecto pues se ha buscado minimizarlos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

el marco referencial en general:

En el área de administración de riesgos podemos asegurar que las empresas han reconocido la importancia del manejo de riesgos dentro de los proyectos. Ambas empresas lograron aplicar con facilidad los conocimientos adquiridos en la capacitación tanto a la matriz de riesgo quedando esta como un documento valioso para el proyecto en curso y una importante referencia para futuros proyectos.

En el área de administración de la calidad logramos que por primera vez ambas empresas definan los procesos involucrados en la gestión de los proyectos, y teniendo procesos definidos poder realizar planes de calidad y controles para el evaluar al proyecto en sus distintas etapas.

Como vimos en la sección 4.2, según las respuestas de los empleados de las empresas, todos habían trabajado con algún tipo de documentación de software pero en muchas ocasiones la información que se encontraba en dichos documentos no era clara o su utilidad era mínima debido a su pobre realización, lo que fue considerablemente mejorado por el uso de plantillas en los diferentes procesos a lo largo del proyecto. Adicionalmente, los empleados de ambas empresas lograron reconocer los beneficios de tener un conjunto de documentos completo para cada proyecto que permita el análisis del estatus del proyecto en cualquier etapa y además sirva como referencia para futuros proyectos.

El manejo de estándares fue otro gran cambio en las prácticas usuales de las empresas, pasaron de tener código escrito al estilo de cada programador a uno completamente homogéneo y unificado en su estilo lo que facilita cambios y

...imientos futuros indistintamente de la persona que haya desarrollado el
... Así mismo tener documentación estandarizada facilitó la generación misma
... documentos así como los controles de calidad que se ejercen sobre estos.

... caso de las pruebas del sistema, nuestro marco referencial jugó un papel muy
...ante ya que gracias a las plantillas propuestas pudieron documentar
...amente las pruebas de manera ordenada. Cada prueba es perfectamente
...ficable y, más importante aún, pueden ser reproducidas en cualquier momento y
... cualquier persona independiente de que haya trabajado en el proyecto o no.

...mente el uso de métricas en los proyectos fue un concepto totalmente nuevo
...cido por nuestro marco referencial ya que su definición fue considerada un
...to importante dentro del plan de calidad de los proyectos. A pesar de la
...encia inicial que encontramos con respecto al uso de métricas, los
...stradores de proyecto encontraron en ellas información valiosa que les ayudó a
...acciones correctivas para lograr las metas de calidad establecidas.

... área de administración de la configuración obtuvimos como resultado que las
...sas cuenten con una estructura de configuración, la cual al complementarse con
...tas como Visual Source Safe hizo que las empresas posean un repositorio central
...izado, actualizado y accesible en cualquier momento tanto para los archivos de
...o fuente como para la documentación del proyecto.

... área de estimación de tiempo y costo obtuvimos como resultado un registro con
...ción de los proyectos pasados, la cual es valiosa para realizar estimaciones

considerando similitudes entre proyectos. Se sigue considerando la experiencia de las estimaciones de los proyectos pero no se depende de una persona ya que la experiencia de los proyectos anteriores se encuentra documentada y puede ser usada por cualquier persona que lo necesite.

Las plantillas:

El uso de las plantillas del marco referencial no significó una mayor dificultad para el personal de las empresas ya que una vez recibida la capacitación, la mayoría de ellos fueron capaces de usar correctamente las plantillas sin necesidad de ayuda.

Respecto al tiempo que las empresas utilizaron para llenar las plantillas a lo largo del proyecto, podemos decir que aunque anteriormente no lo consideraban, ahora este tiempo está implícitamente incluido en la planificación general del proyecto, ya que al considerar los beneficios de la documentación, éste no afecta de mayor forma el tiempo de desarrollo del proyecto.

Las hipótesis:

Como vimos en el análisis de los resultados, las empresas que implementan mediciones cuantitativas para evaluar sus procesos obtienen beneficios en términos de eficiencia de procesos con respecto a las empresas que no realizan este tipo de mediciones. Esto gracias a que con el marco referencial se establecieron los fundamentos bases que permitieron mejorar diversos aspectos como el entorno organizativo y la calidad final del producto.

de esta manera, las empresas que miden sus procesos de desarrollo de software mediante la aplicación de métricas apropiadas lograron producir software de más alta calidad en términos de cantidad de defectos, ya que antes este tipo de mediciones no existían y resultaron altamente beneficiosas especialmente cuando se analizaba el progreso del proyecto.

Conclusión general:

Desde la aplicación del marco referencial las empresas se beneficiaron de las mejores prácticas de los modelos más importantes conocidos internacionalmente, logrando así mejorar sus procesos y a la vez volverse empresas más competitivas ante la realización de un proyecto.

Es importante mencionar que los administradores de proyectos demostraron su satisfacción en la aplicación del marco referencial, ya que ellos lo han considerado una base muy importante para que en un futuro adopten una metodología específica y obtengan una certificación.

Recomendaciones

Desde el trabajo con nuestro marco referencial, consideramos que las empresas se beneficiarían ampliamente si en sus procesos de selección de personal toman en cuenta el nivel de conocimientos generales de Ingeniería de software ya que el uso de nuestro marco se les haría mucho más familiar.

En el caso de que ingresen nuevos empleados a la organización, se recomienda que se dedique un tiempo prudente para que se les explique la metodología de trabajo para

que se generen errores por mal uso de plantillas o la aplicación del marco
encial.

el de la organización se recomienda que se definan claramente y se pongan a
eración de todos los empleados los procesos que debe de seguir un proyecto de
ollo de software, de ser posible diseñar un esquema de manera gráfico para su
entendimiento.

mente una recomendación para los administradores sería que se acostumbren a
r los documentos que se generan en los proyectos como valiosas referencias
uturos proyectos y no se terminen convirtiendo en un archivo olvidado.

ENCIAS BIBLIOGRAFICAS

COMPETISOFT, Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria del Software de Iberoamérica, Código Proyecto: 739, Junio 21 del 2006.

PMI, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), Third Edition, Newtown Square, PMI Publications, 2004.

M. Chrissis; M. Konrad; S. Shrum, Guidelines for Process Integration and Product Improvement (CMMI®), First Edition, Addison Wesley, 2005.

ISO/IEC, International Standard ISO/IEC 15504, First Edition, 200x – 2006.

Manuela Oktaba, Modelo de Procesos para la Industria del Software (MoProSoft), Versión 1.3, México, 2005.

Why Software Fails By Robert N. Charette, disponible en:

<http://www.spectrum.ieee.org/sep05/1685>

Eric J. Braude, An Object-Oriented Perspective, Wiley, 2000.

IEEE, Calidad del Software, Std. 610-1990

Juan Manuel Cueva Lovelle, Universidad Oviedo, Calidad del Software, Análisis del Sistema, disponible en:

http://gidis.ing.unlpam.edu.ar/downloads/pdfs/Calidad_software.PDF

WordReference diccionario de la lengua española, Definición de presupuesto, disponible en:

<http://www.wordreference.com/definicion/presupuesto>

Despacho Abogados Portaley.com, Contrato de Desarrollo de Programas Informáticos, disponible en:

<http://www.contratosinformaticos.com/modelos/desarrollo.shtml>

Software test plan template, disponible en: <http://www.klariti.com/templates/Test-Plan-Template.shtml>

Ventajas de las pruebas unitarias, disponible en

http://www.wikilearning.com/ventajas_de_las_pruebas_unitarias-wkccp-3855-3.htm

Norma ISO 9001:2000, Sistemas de gestión de calidad, Requisitos, disponible en:

http://www.buscarportal.com/articulos/iso_9001_2000_gestion_calidad.html

ANEXO 1: Plan de capacitación

Objeto: Marco referencial de Gestión de Proyectos aplicable a la realidad ecuatoriana basado en los modelos MoProSoft, CMMI y la normativa de evaluación ISO/IEC 15504.

Área de capacitación

Producción de la propuesta del proyecto

Propuesta

Gestión de proyectos

1. Características generales
2. Modelos (CMMI, ISO/IEC 15504, MoProSoft)

Área de administración de calidad

1. Introducción

2. Propuesta planteada

4.2.1. Aseguramiento de Calidad

4.2.1.1. Herramientas de diseño, implementación y métodos de prueba.

4.2.1.2. Procedimiento para ajustarse a estándares.

4.2.1.3. Roles y Mecanismos de comunicación.

4.2.1.4. Documentación del software.

4.2.2. Plan de Calidad

4.2.2.1. Uso de plantilla de plan de calidad

4.2.3. Control de Calidad

4.2.3.1. Uso de plantilla de control de calidad

Área de administración de riesgos

1. Introducción

2. Propuesta planteada

5.2.1. Análisis de Riesgos

5.2.1.1. Método de cálculo de prioridad de riesgos

5.2.2. Plan de Acción Contra Riesgos

5.2.3. Evaluación de Riesgos

5.2.3.1. Método de cálculo de estado de evaluación de riesgo

5.2.3.2. Uso de plantilla general de administración de riesgos

Área de administración de la configuración

1. Introducción

2. Gestión de configuración del código fuente y documentos asociados al proyecto.

6.2.1. Uso de plantilla para registro de almacenamiento de archivos

6.2.2. Uso de plantilla para cambio de código

6.2.3. Uso de plantilla de cambio de documentos

3. Gestión de configuración en el mantenimiento del software.

Área de administración de tiempo y costo

1. Introducción

2. Técnica de estimación de tiempo

3. Técnica de estimación de costo

4. Uso plantilla para documentar estimaciones de proyectos

ANEXO 2: Formato de cuestionario

**MARCO REFERENCIAL DE GESTIÓN DE PROYECTOS APLICABLE A LA
 CALIDAD ECUATORIANA BASADO EN LOS MODELOS MOPROSOFT, CMMI Y
 LA NORMATIVA DE EVALUACIÓN ISO/IEC 15504"
 ENCUESTA**

¿Cuál considera Ud. que es su nivel general de conocimientos de Ingeniería de Software?

Ninguno		Bajo		Regular		Alto		Muy Alto	
---------	--	------	--	---------	--	------	--	----------	--

¿Ha realizado alguna vez documentación para proyectos de software?

Si		No	
----	--	----	--

Si su respuesta anterior fue "Sí", indique que tipo de documentación ha realizado.

Contrato		Plan de Calidad		Riesgos	
Cronograma		Presupuesto		Otro	
Requisitos		Pruebas			

¿Qué tan beneficioso considera usted realizar documentación para proyectos de software?

Nada Beneficioso	Poco Beneficioso	Regular	Beneficioso	Muy Beneficioso	
------------------	------------------	---------	-------------	-----------------	--

¿Tiene usted conocimiento acerca de alguno de los siguientes modelos: CMMI, MoProSoft, ISO/IEC15504?

Si		No	
----	--	----	--

Indique cual: _____

¿En qué nivel estaría dispuesto a aprender y trabajar con un marco referencial aplicable a las PYMES basado en los modelos antes mencionados que ayude a mejorar la calidad de los resultados de los proyectos de la organización?

Ninguno		Bajo		Regular		Alto		Muy Alto	
---------	--	------	--	---------	--	------	--	----------	--

¿Qué rol ocupa actualmente dentro del desarrollo de proyecto?

¿En cuántos proyectos de desarrollo de software ha trabajado dentro de la empresa?

¿Al empezar un proyecto, se efectúa un cronograma de actividades que se sigue rigurosamente?

Si		No	
----	--	----	--

¿Realiza Ud. (o alguien del equipo) un análisis de los riesgos que pueden afectar un proyecto con el fin de mitigarlos adecuadamente?

Si		No	
----	--	----	--

¿Cuando realiza la estimación de la duración y costo del proyecto, utiliza alguna técnica formal (Ej. Uso de Function Points) o se basa en la experiencia?

Técnica Formal		Experiencia	
----------------	--	-------------	--

¿Ha tenido alguna vez algún problema debido a una incorrecta estimación del tiempo que tomó desarrollar un proyecto?

Si		No	
----	--	----	--

¿Tiene Ud. disponibles documentos de proyectos anteriores para utilizarlos como referencia en nuevos proyectos?

Si		No	
----	--	----	--

¿Tiene Ud. disponible código fuente de proyectos anteriores (debidamente organizado y ordenado) que pueda ser reutilizado en nuevos proyectos?

Si		No	
----	--	----	--

¿Al escribir código sigue Ud. un estándar general definido?

Si		No	
----	--	----	--

¿Realiza Ud. (o alguien del equipo) pruebas completas sobre un módulo terminado con sus respectivos reportes?

Si		No	
----	--	----	--

¿Realiza Ud. (o alguien del equipo) algún tipo de control de calidad sobre los procesos involucrados en cada proyecto?

Si		No	
----	--	----	--

¿Trabaja Ud. (o alguien del equipo) con algún tipo de métrica que permita obtener datos cuantificables del proyecto?

Si		No	
----	--	----	--

De ser "Sí" su respuesta anterior, enumere algunas de las métricas con las que haya trabajado.

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

ANEXO 3: Guía para el usuario



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Marco Referencial de Gestión de Proyectos Aplicable a la Realidad Ecuatoriana Basado en los Modelos Moprosoft, CMMI y la Normativa de Evaluación ISO/IEC 15504"

GUÍA PARA EL USUARIO

Autores:

FÁTIMA CEDEÑO BARCIA

PABLO BARBA GARRIDO

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2007



INDICE

ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	114
REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE.....	114
REQUERIMIENTOS DEL DESARROLLADOR.....	114
DEFINICIÓN DE CASOS DE USO.....	115
ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS.....	116
MATRIZ DE RIESGO	117
NIVEL DE ESTADO PARA LA MATRIZ DE RIESGO.....	118
NIVEL DE PRIORIDAD PARA LA MATRIZ DE RIESGO	119
ADMINISTRACIÓN DE CALIDAD.....	120
PROCESOS Y MECANISMOS DE COMUNICACIÓN.....	121
INDICADORES DE CALIDAD	122
BASES UNITARIAS	123
BASES DE INTEGRACIÓN	124
CONTROL DE CALIDAD.....	125
ADMINISTRACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN.....	126
CONFIGURACIÓN DEL CÓDIGO FUENTE.....	126
PLANTILLA DE REGISTRO DE ALMACENAMIENTO DE ARCHIVOS.....	126
FLUJO DE SOLICITUDES DE CAMBIO DE CÓDIGO	127
FLUJO DE SOLICITUDES DE CAMBIO DE DOCUMENTOS	128
CONFIGURACIÓN EN EL MANTENIMIENTO DEL SOFTWARE	129
ADMINISTRACIÓN DE TIEMPO Y COSTO.....	130
ESTIMACIÓN BASADA EN INFORMACIÓN HISTÓRICA DE PROYECTOS	130
PROGRAMA	131

Toma de Requerimientos

La toma de requerimientos es una de las primeras actividades del proyecto y debe quedar debidamente documentada. Si bien el proceso de toma de requerimientos es una necesidad en cualquier proyecto, la manera de realizarlo es dependiente de cada organización y sus metodologías, es por esto que estas plantillas no forman parte del conjunto de plantillas del marco referencial pero se proponen en este manual como ayuda para documentar los requerimientos lo cual si es una exigencia del marco referencial:

Requerimientos del Cliente

Responsable:	<Nombre del responsable de levantar la toma de este requerimiento>		
	<Identificador para el requerimiento>	Prioridad:	<Valor numérico de prioridad>
Descripción:	<Descripción que describe el requerimiento>		
Origen:	<Nombre de la persona que solicitó el requerimiento del lado del cliente>		
Dependencias:	<Listado de otros requerimientos que impliquen algún tipo de dependencia>		

Requerimientos del Desarrollador

• REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

	<Identificador para el requerimiento>	Relación:	<Identificador del requisito del cliente relacionado>*
Descripción:	<Nombre del requerimiento>		
	<Descripción del requerimiento>		

• REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

	<Identificador para el requerimiento>	Relación:	<Identificador del requisito del cliente relacionado>
Prioridad:	<Valor numérico de la prioridad del requerimiento>		
Descripción:	<Nombre del requerimiento>		
	<Descripción del requerimiento>		

*En los requerimientos NO FUNCIONALES no necesariamente existe una **Relación** explícita con un requerimiento del cliente.

Definición de casos de uso

Definir los casos de uso es una práctica importante dentro del marco referencial, puesto que de estos pueden derivar de manera sencilla los casos de prueba.

Para documentar los casos de uso podemos usar el siguiente formato y plantillas:

Lista de casos de uso

CU: <ID del caso de uso><Nombre del caso de uso>

Lista de actores

Nombre: <Nombre del actor>

Descripción: <Descripción del rol del actor>

Tipo: <Primario/Secundario según la interacción del usuario con el sistema>

Descripción de Casos de Uso

Nombre del caso de uso:	<Nombre del caso de uso>
Descripción:	<Texto que describe el caso de uso>
Observaciones:	<Observación con respecto al caso de uso>
Escenarios:	
Descripción de los posibles escenarios relacionados al caso de uso	

Administración de riesgos

En la parte de administración de riesgos, nuestra propuesta incluye tres puntos que son:

- **Análisis de Riesgos:** Consiste en identificar los riesgos posibles del proyecto y analizarlos.
- **Plan de Acción Contra Riesgos:** Consistente en especificar de manera detallada las medidas que se van a tomar contra cada riesgo.
- **Evaluación de Riesgos:** Consiste en evaluar los riesgos a lo largo del proyecto para determinar su estatus y tomar las acciones necesarias para su mitigación.

Estos tres puntos se desarrollan por separado pero se ha unificado su documentación en una única matriz de riesgo que incluye todo lo anteriormente señalado. [Ver plantilla de Matriz de Riesgo]

Matriz de Riesgo

<Nombre del riesgo>	Riesgo	Análisis de Riesgos
<Descripción breve del riesgo>	Descripción del riesgo	
<Qué tan posible es la aparición del riesgo en el proyecto.>	Posibilidad	
<Qué tan grave sería la aparición del riesgo en el proyecto (de Min 1 a 10 Max)>	Impacto	
<Qué tan difícil sería retirar el riesgo del proyecto (de Min 1 a 10 Max)>	Costo de retiro	
<Valor de prioridad para tratar el riesgo (según el cálculo de prioridad establecido)>	Prioridad	
<Medidas preventivas o correctivas para mitigar el riesgo>	Medidas	Plan de Acción
<Nombre del responsable de ejecutar las medidas de mitigación del riesgo>	Responsable de ejecución de medidas	
<Fecha máxima de cumplimiento de las medidas de mitigación>	Fecha de cumplimiento esperada	
<Nombre de la persona encargada de evaluar el estado del riesgo>	Evaluador	Evaluación
<Estado actual del riesgo (N,L,P,A,C, según el método de cálculo de estado para riesgo)>	Estado	
<Observaciones de ser necesarias>	Observación	
<Fecha en que se ha realizado la evaluación>	Fecha de evaluación	

Cálculo de estado para la matriz de riesgo

Riesgos	Medidas Contra Riesgos	Escala 1 - 5 (5= completamente realizado)	Estado
<Nombre del riesgo>	<Lista de las medidas a tomar para mitigar el riesgo>	Nivel de realización de la medida (del Min 1 al 5 Max)	<p style="text-align: center;">Promedio del resultado de la escala</p> <p>[1 - 2] → No Controlado (N)</p> <p>[2 - 3] → Levemente Controlado (L)</p> <p>[3 - 4] → Parcialmente Controlado (P)</p> <p>[4 - 5] → Altamente Controlado (A)</p> <p>5 → Controlado (C)</p>

Cálculo de prioridad para la matriz de riesgo

	Possibilidad 1-10 1 = menos posible	Impacto 1-10 1 = menor impacto	Costo de Retiro 1-10 1 = menor costo de retiro	Cálculo de Prioridad	Prioridad Resultante menor número se maneja primero
<Nombre del riesgo>	<Qué tan posible es la aparición del riesgo en el proyecto (de Min 1 a 10 Max)>	<Qué tan grave sería la aparición del riesgo en el proyecto (de Min 1 a 10 Max)>	<Qué tan difícil sería retirar el riesgo del proyecto (de Min 1 a 10 Max)>	$(11-P) * (11-I) * CR$	Valor de prioridad que resulta para poner en la matriz. El menor valor es el de más alta prioridad a tratar.

Administración de calidad

La administración de la calidad empieza por el aseguramiento de calidad, el cual incluye las siguientes prácticas por parte de la organización:

Definición de herramientas de diseño, implementación y métodos de

Prueba: Se definen todas las herramientas que los miembros de la organización deben usar para el diseño e implementación del proyecto así como los métodos que se utilizarán en la etapa de pruebas.

Procedimiento para ajustarse a estándares: La organización debe definir los estándares (codificación y documentación) que se utilizarán y la forma de controlar que se cumplan.

Roles y Mecanismos de comunicación: Se debe establecer los roles de cada miembro de la organización dentro de un proyecto y la forma en que se comunicarán. [Ver plantillas de roles y mecanismos de comunicación]

Documentación administrativa del software: Para documentar el software se requiere como mínimo los siguientes documentos:

- Presupuesto
- Contrato
- Requerimientos
- Cronograma valorado de ejecución de proyecto
- Matriz de Riesgos
- Plan de Calidad
- Plan de Pruebas

Roles y mecanismos de comunicación

En todo proyecto es importante definir roles a cada integrante del equipo de trabajo.

Entre los principales roles que se deben considerar están:

- Administrador de proyecto
- Administrador de calidad (SQA)
- Evaluadores (encargados del control de calidad)
- Desarrolladores

Para la definición de estos roles y de los mecanismos de comunicación se propone el uso de las siguientes plantillas:

Proyecto:	<Nombre corto definido para el proyecto>		
	<Rol asignado dentro del proyecto a un miembro del equipo>		
Nombre:	<Nombre del miembro del equipo>	Iniciales:	<Iniciales del miembro del equipo>
Apellido:	<Apellido del miembro equipo>		

MECANISMOS DE COMUNICACIÓN

Dirección:	<Dirección de correo electrónico del miembro del equipo >				
Asunto:	<Definición de un formato para el campo "Asunto" de los correos electrónicos>				
Mensaje:	<Definición de un formato para los mensajes de los correos electrónicos >				
Teléfono 1:	<Número de teléfono convencional>		Teléfono 2:	<Número de teléfono convencional>	
Celular 1:	<Número de celular>	<Operadora>	Celular 2:	<Número de celular>	<Operadora>
Horario de contacto:	<Horario preferido de contacto>				

Plan de calidad

Continuando con nuestra propuesta de administración de calidad, elaboramos el plan de calidad, en el cual se seleccionan los procedimientos y estándares adecuados basados en el aseguramiento de calidad para un proyecto específico, para esto nos ayudamos con la siguiente plantilla:

Responsable:	<Nombre del responsable del proyecto>		
Responsable SQA:	<Nombre del administrador de calidad del proyecto>		
Lenguajes:	<Lista de los lenguajes de programación que se utilizarán en el proyecto>	Herramientas:	<Lista de las herramientas de hardware o software que se utilizarán en el proyecto>
Descripción del Proyecto			
<Descripción del proyecto>			
Alcance del Proyecto			
<que describe el alcance total del proyecto (todo lo que incluye el mismo)>			
Requisitos de Calidad			
<Lista de ítems que conforman el cumplimiento mínimo de calidad definido por la organización en el aseguramiento de calidad>			
Estructura de ejecución del proyecto.			
Estructura de documentos			
Estructura Unitarias			
Estructura de Integración			
Estructura de codificación			
Estructura de documentación>			
Normas de Calidad Establecidas			
<Lista de las metas que se deben obtener para considerar que el producto cumple con las normas de calidad de la organización >			
Definición de Métricas de Calidad			
<Lista de métricas que se utilizarán en el proyecto>			

Pruebas unitarias

Las pruebas unitarias son una parte esencial del plan de calidad y será objeto de revisión en los controles de calidad a lo largo del proyecto. Las pruebas unitarias se realizarán según se haya definido en el cronograma del proyecto y deben de quedar debidamente documentadas para lo que nos servimos de la siguiente plantilla:

Caso de Uso: <Nombre de caso de uso>		N°: <Número de la prueba en formato acordado*>
Escenario: <Nombre del escenario que se va a probar>		
Responsable: <Nombre del responsable de ejecución de la prueba>		Fecha: <Fecha de la prueba>
Precondiciones	<Lista de condiciones especiales en las que se ejecutarán las pruebas>**	
Datos de Entrada	<Lista de los datos que se han ingresado al sistema para ejecutar la prueba>	
Descripción de Pasos	<Lista de los pasos que se siguen para ejecutar la prueba>	
Resultado Esperado	<Descripción de lo que se espera que la prueba arroje como resultado>	Cumplimiento <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <Se marca el casillero según se cumpla o no el resultado esperado>
Resultado Obtenido	Errores: <Descripción del o los errores obtenidos en caso de no haber llegado al resultado esperado>	Fallas Provocadas: <Descripción de las fallas directas o indirectas que provoca el error conseguido en la prueba>
Recomendación u	<Recomendaciones u observaciones que pueden servir para corregir el error o mejorar algún	

* El formato propuesto es: "Número de caso de uso"; "Número de escenario"; "Número de prueba"

** No necesariamente debe existir una pre-condición para todos los casos de prueba.

Pruebas de Integración

Las pruebas de integración al igual que las pruebas unitarias son parte esencial del plan de calidad del proyecto. Para realizar las pruebas de integración nos podemos valer de la siguiente plantilla:

Escenario: Venta de producto exitosa		Nº: 010.01.01	
Lista de Módulos:	Facturación Inventario		
Responsable: Shirley Basidas		Fecha: 25/04/07	
Precondiciones:	Existencia de producto Cantidad de stock requerido satisfecho		
Datos de Entrada:	Código Producto: GSA-4120 Cantidad Producto: 50 Nombre Cliente: José Quiñonez RUC Cliente: 09156548762 Teléfono Cliente: 042896351		
Descripción de Pasos:	Login con permisos de venta Acceder a sección Ventas Seleccionar Producto Realizar Facturación		
Resultado Esperado:	Venta exitosa Reducción de inventario	Cumplimiento:	SI NO
Resultado Obtenido:	Errores:	Fallas Provocadas: X	

Control de Calidad

durante el desarrollo del proyecto, se deben realizar controles de calidad (definidos en el cronograma de actividades), los cuales deben quedar debidamente documentados, incluyen diferente información como: métricas, elementos de calidad sobre los cuales se realiza el control y observaciones que sirven al administrador del proyecto para poder determinar el estatus del mismo. Para realizar los controles nos ayudamos de la siguiente plantilla:

Monitoreo:	<Nombre del responsable de realizar este monitoreo de calidad>	Fecha: <Fecha de realización del control>	
Administrador:	<Nombre del administrador de calidad del proyecto>		
Ítem de Calidad			
el ítem sobre el cual se comprueba el cumplimiento de calidad, esto sale de la lista del plan de calidad			
Estado de las Métricas			
<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A			
Descripción	Valor Obtenido	Valor Esperado	
<Descripción de la métrica>	<Valor obtenido al hacer la medición relacionada a la métrica>	<Valor que se deseaba o esperaba obtener>	
General			
Descripción	SI	NO	N/A
<Descripción de los puntos que se deben cumplir basándose en el plan de control de calidad>			
Comentarios:			
<algún comentario que merezca alguna consideración adicional>			
Acciones Preventivas y Correctivas			
<acciones necesarias para corregir los problemas encontrados o prevenir algún futuro problema>			

Formulario de solicitudes de cambio de código

Las solicitudes de cambio de código pueden presentarse a lo largo del proyecto, sea por petición expresa del administrador del proyecto o derivado de algún error encontrado en las pruebas. Estas solicitudes deben ser documentadas y aprobadas por el administrador antes de que el cambio se ejecute. Nos ayudamos de la siguiente plantilla:

Nombre del Solicitante: <Nombre del solicitante del cambio>	Fecha: <Fecha de la solicitud>
Identificador de Prueba:	<Identificador de la prueba asociada a esta solicitud de cambio>
Módulo o Sección:	<Módulo o sección del sistema a la que pertenece el código que se va a cambiar>
Código Solicitado:	<Nombre referencial del cambio solicitado>
Descripción del Cambio:	<Descripción del cambio solicitado>
Para el Administrador	
Aprobado <input type="checkbox"/> Rechazado <input type="checkbox"/>	
El administrador marca uno de estos casilleros según considere apropiado aprobar o rechazar el cambio de código propuesto>	
Persona Encargada del Cambio:	<Persona a la que se le asigna el cambio>
Límite de Realización:	<Fecha límite de la realización del cambio de código propuesto>
Responsable de Monitoreo:	<Persona encargada de monitorear la realización del cambio (puede ser la persona encargada de calidad del proyecto)>

de solicitudes de cambio de documentos

er cambio en los documentos generados debe ser realizado mediante el uso de una
de cambio. La plantilla para realizar este tipo de cambios es la siguiente:

Nombre: <Nombre del solicitante del cambio>	Fecha: <Fecha de la solicitud>
Documento:	<Nombre del documento que requiere cambio>
Documento Solicitado:	<Nombre referencial del cambio solicitado>
Descripción del Cambio:	<Descripción del cambio solicitado>
<i>Para el Administrador</i>	
Aprobado <input type="checkbox"/> Rechazado <input type="checkbox"/> Realizado <input type="checkbox"/>	
Asignación de Cambio:	<Persona a la que se le asigna el cambio>
Límite de Realización:	<Fecha límite de la realización del cambio de código propuesto>
Responsable de Seguimiento:	<Persona encargada de monitorear la realización del cambio (puede ser la persona encargada de calidad del proyecto)>

Administración en el mantenimiento del software

El mantenimiento implica generalmente que se actualice parte del código fuente original, se actualicen los requisitos de requerimientos, casos de uso, pruebas y manuales por lo que es importante llevar un control de los mantenimientos solicitados y realizados a cada uno de los proyectos. En la administración de la configuración es importante considerar el registro de los mantenimientos, para esto usamos la siguiente plantilla.

Solicitado por: <Persona que solicita el mantenimiento>		Fecha de inicio: <Fecha en la que debe empezar a realizarse el mantenimiento>
Nombre del mantenimiento:	<Nombre relacionado al mantenimiento que se va a realizar>	
Descripción del mantenimiento:	<Descripción del mantenimiento que se necesita realizar>	
Módulos involucrados:	<Lista de los módulos/secciones del proyecto que están involucradas en el cambio>	
Plazo de cumplimiento:	<Especificación en horas, días, meses (según convenga) del tiempo disponible para realizar el mantenimiento>	
Responsables:	<Nombre de las personas encargadas de realizar el mantenimiento>	

ronograma

En el cronograma deben estar bien detalladas las actividades a realizarse con su correspondiente tiempo, recurso humano y recurso material lo cual permite hacer un apropiado seguimiento del proyecto en general. El cronograma debe residir en el repositorio central y ser accesible para todos los integrantes del proyecto.

Para la elaboración de cronogramas se recomienda el uso de Microsoft Project o herramientas similares como Open Workbench que son muy efectivas.