



U

P

T

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE TULANCINGO

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL
DESARROLLO DE SOFTWARE EN PEQUEÑAS
EMPRESAS**

por

Ing. Orlando López Islas

para obtener el grado de

**Maestro en Ingeniería con Especialidad en
Ingeniería Software**

Supervisada por:

Mtro. Roberto Arturo Sánchez Herrera

Tulancingo de Bravo, Hidalgo

Agosto - 2016

©UPT 2016

Derechos reservados

El autor otorga a UPT el permiso de reproducir
y distribuir copias de este reporte en su totalidad
o en partes.





Agradecimientos

Agradezco a todos los que estuvieron presentes en el trascurso de la realización de este gran proyecto.

Agradezco a todos los integrantes de mi familia, que ha sido el motor que me impulsa para alcanzar todos los objetivos.

Agradezco al Mtro. Roberto Arturo Sánchez Herrera por guía para realizar mi trabajo con calidad y veracidad. Por su apoyo en todo momento.

A la Universidad Politécnica de Tulancingo por ser la casa de estudios que me permitió realizar mis estudios de nivel posgrado. Así como a los maestros que me impartieron catedra y colaboraron en mi formación académica.



Resumen

El presente trabajo de tesis se realiza un análisis de diferentes modelos de administración de la calidad y de gestión de tecnologías de la información, de los cuales se eligieron CMMI e ITIL para generar una propuesta metodológica para el aseguramiento de la calidad para el desarrollo de software en pequeñas empresas, para las cuales la calidad tiene un papel fundamental como elemento que las distingue de la competencia y les crea una imagen ante sus clientes.

En el primer capítulo se describe un panorama general de lo que es la calidad del software y los antecedentes de ésta, se plantea la problemática abordada, se establece el objetivo general y los objetivos específicos del trabajo, así como la justificación y delimitación de la misma. El segundo capítulo refiere al marco teórico y la importancia de contar con procesos que aseguren la calidad en la generación de productos de software que se desarrollan, nos adentramos en los modelos seleccionados y que formarán la base del trabajo (CMMI e ITIL) y se presenta un estado del arte en el cual se conforman los antecedentes de modelos que se adaptan a las pequeñas empresas.

En el tercer capítulo se presenta la propuesta metodológica utilizada para el desarrollo del trabajo, la hipótesis que se plantea, así mismo el tipo de investigación que se aborda. En el capítulo cuatro se presenta un análisis a detalle de los elementos del modelo CMMI e ITIL que se tomarán como base, se muestra la justificación del trabajo y todas las bases que le dan origen, se describe la propuesta metodológica para el aseguramiento de la calidad en el desarrollo de software en pequeñas empresas, se describen las fases que componen y los pasos para la implementación de esta organización. El capítulo cinco se refiere a la disgregación de las conclusiones de cada uno de los objetivos propuestos para el trabajo.

Palabras clave: CMMI, ITIL, aseguramiento de la calidad, metodología, procesos de desarrollo, pequeñas y medianas empresas (PyMES), fases de implementación.



ÍNDICE

Agradecimientos.....	i
Resumen	ii
1. Propósito y organización del trabajo.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes	3
1.3. Problema de investigación.....	4
1.4. Preguntas de investigación.....	4
1.5. Propuesta	5
1.6. Objetivos.....	5
1.6.1. Objetivo general	5
1.6.2. Objetivos específicos.....	5
1.7. Justificación.....	6
1.8. Delimitación del trabajo.....	7
1.9. Síntesis del capítulo	7
2. Marco teórico.....	8
2.1. Calidad	8
2.1.1. Conceptos y enfoques de la calidad.....	8
2.2. Definición de software.....	10
2.3. Calidad de software	11
2.4. Gestión de la calidad del software	12
2.5. Aseguramiento de la calidad de software.....	13
2.5.1. Objetivo del aseguramiento de la calidad	14
2.6. Modelos de calidad de software	15
2.6.1. Capability Maturity Model Integration	15
2.6.2. International Standard Organization ISO.....	16
2.6.3. PSP (Personal Software Process) TSP (Team Software Process)	16
2.6.4. SPICE (Software Process Improvement and Capability Determination).....	17



2.6.5.	MoProsoft (Modelo de Procesos para la Industria del Software).....	17
2.7.	Modelo de madurez CMMI.....	17
2.7.1.	Acerca de la mejora de procesos	18
2.7.2.	Acerca de los modelos de madurez y de capacidad	20
2.7.3.	Nivel de CMMI	20
2.7.4.	Estructura de CMMI de las representaciones continua y por etapas.....	21
2.7.4.1.	Avanzando a través de los niveles de madurez	23
2.7.4.2.	Áreas de proceso	24
2.7.4.3.	Representación equivalente de CMMI.....	26
2.8.	Modelo de gestión ITIL.....	28
2.8.1.	Objetivos de ITIL.....	30
2.8.2.	Beneficios de ITIL	30
2.8.3.	El ciclo de vida de la gestión de servicios	32
2.8.4.	Las publicaciones de ITIL	33
2.9.	Mejora y evaluación de procesos de software.....	35
2.10.	Estado del Arte.....	36
2.10.1.	Impulse CMMI	36
2.10.2.	SPIRE.....	36
2.10.3.	Proyecto COMPETISOFT.....	38
2.10.4.	Metodología de desarrollo de software que sea adaptable a las PYMES	38
2.11.	Síntesis del capítulo	39
3.	Metodología.....	41
3.1.	Perspectiva metodológica. Consideraciones generales.....	41
3.2.	Hipótesis.....	42
3.3.	Diseño de la investigación	42
3.3.1.	Investigación exploratoria	42
3.3.2.	Investigación descriptiva.....	43
3.3.3.	Investigación correlacional	43
3.3.4.	Secuencia de aplicación del diseño.....	44
3.4.	Análisis de metodologías	44



3.5.	Integración de la metodología.....	45
3.6.	Síntesis del capítulo.....	45
4.	Metodología para el aseguramiento de la calidad.....	47
4.1.	Introducción.....	47
4.2.	La propuesta.....	47
4.3.	Justificación.....	47
4.4.	Alcance de la metodología propuesta.....	48
4.4.1.	Objetivo de la metodología propuesta.....	48
4.4.2.	Pequeña empresa.....	48
4.5.	Industria de software en México.....	50
4.5.1.	Fortalezas y debilidades de la industria de software mexicana.....	53
4.5.2.	Modelos de aseguramiento de la calidad.....	55
4.6.	Concepto de metodología.....	56
4.6.1.	Definición de metodología.....	56
4.7.	Modelo de capacidad y madurez integrado CMMI.....	56
4.8.	Nivel de madurez 2 de CMMI.....	57
4.8.1.	Administración de requerimientos.....	58
4.8.2.	Planificación de Proyectos.....	59
4.8.3.	Monitoreo y Control del Proyecto.....	60
4.8.4.	Medición y Análisis.....	60
4.8.5.	Aseguramiento de la Calidad de Productos y Procesos.....	61
4.8.6.	Administración de la Configuración.....	62
4.8.7.	Administración de Acuerdos con Proveedores.....	62
4.9.	Gestión de servicios de Tecnologías de la Información.....	63
4.9.1.	Implementación de la gestión de servicios.....	63
4.9.2.	Mejor calidad de servicio – Soporte de empresa más fiable.....	64
4.10.	Information Technology Infrastructure Library ITIL.....	65
4.10.1.	Dominio público.....	65
4.10.2.	Mejores prácticas.....	65
4.11.	Características principales de CMMI e ITIL.....	66



4.12.	Factores que determinan la calidad del software	67
4.12.1.	Descomposición de la calidad del software	67
4.13.	Integración de CMMI e ITIL.....	68
4.14.	Metodología para el aseguramiento de la calidad.....	68
4.14.1.	Esquema de la propuesta	69
4.14.2.	Metas establecidas para la metodología	71
4.14.3.	Roles de la metodología	73
4.14.4.	Implementación de la metodología.....	74
4.14.5.	Aplicación de la metodología	76
4.14.5.1.	Diagnóstico.....	79
4.14.5.2.	Planeación	81
4.14.5.3.	Operación.....	84
4.14.5.4.	Evaluación.....	86
4.14.5.5.	Mejora	87
4.14.6.	Integración de la metodología propuesta con las metodologías de desarrollo	89
4.14.6.1.	Metodologías tradicionales.....	90
4.14.6.2.	Metodologías ágiles	90
4.14.6.3.	Integración de metodologías	91
4.15.	Síntesis del capítulo	93
5.	Conclusiones	95
5.1.	Justificación de la propuesta.....	95
5.2.	Conclusiones relativas a los objetivos específicos.....	96
5.3.	Conclusiones relativas al objetivo general.....	98
5.4.	Conclusión general.....	99
5.5.	Aportaciones originales.....	100
5.6.	Limitaciones de la propuesta metodológica.....	100
5.7.	Recomendaciones.....	100
5.8.	Líneas futuras de investigación	101
5.9.	Síntesis del capítulo	101



6. Anexos.....	102
Guión de lista de verificación de proceso	102
Lista de verificación del proceso	103
Guión para realización del plan de calidad del proyecto	105
Plan de aseguramiento de calidad.....	106
Guión de seguimiento del proceso.....	111
Bitácora de seguimiento del proceso	112
Resumen de la bitácora de seguimiento del proceso	113
Guión de evaluación del de proceso	114
Plantilla de evaluación del proceso.....	115
Matriz de evaluación de tareas-metas	116
Guión de mejora del proceso	117
Lista de propuestas de mejoras al proceso de aseguramiento de la calidad.....	118
7. Referencias	119



ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Fundamento de la gestión de la calidad (Fuente Menéndez, 2002)</i>	10
<i>Figura 2 Las tres dimensiones críticas (Fuente CMMI-DEV, V1.3)</i>	19
<i>Figura 3 Estructura de CMMI de las representaciones continua y por etapas (Fuente CMMI-DEV, V1.3)</i>	22
<i>Figura 4 Perfiles objetivo y representación equivalente (Fuente CMMI-DEV, V1.3)</i>	27
<i>Figura 5 Marco de publicaciones de ITIL (fuente: OGC)</i>	35
<i>Figura 6 Modelos de gestión y aseguramiento de la calidad que emplean empresas mexicanas (Fuente, (Jiménez Hernández & Orantes Jiménez, 2012))</i>	55
<i>Figura 7 Esquema de integración de ITIL y CMMI</i>	69
<i>Figura 8 Fases para la implementación de la metodología de aseguramiento de la calidad</i>	75
<i>Figura 9 Diagrama de actividades de la fase de diagnóstico</i>	80
<i>Figura 10 Diagrama de actividades de la fase de planeación</i>	83
<i>Figura 11 Diagrama de actividades de la fase de operación</i>	85
<i>Figura 12 Diagrama de actividades de la fase de evaluación</i>	87
<i>Figura 13 Diagrama de actividades de la fase de mejora</i>	89
<i>Figura 14 Integración de la metodología de aseguramiento de calidad con metodologías de desarrollo tradicionales</i>	91
<i>Figura 15 Integración de la metodología de aseguramiento de calidad con metodologías de desarrollo ágiles</i>	92



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Delimitación de la metodología.....	7
Tabla 2 Niveles de CMMI (Fuente CMMI-DEV, V1.3).....	23
Tabla 3 Áreas de proceso, categorías y niveles de madurez.....	26
Tabla 4 Propósitos de los libros de ITIL V3.....	30
Tabla 5 Similitudes entre CMMI e ITIL.....	35
Tabla 6 Pasos de la metodología de investigación.....	44
Tabla 7 Clasificación de las empresas según el número de empleados y giro al que pertenecen (Fuente SECOFI).....	49
Tabla 8 Estratificación del tamaño de las empresas en México (Fuente, Diario oficial de la Federación).....	49
Tabla 9 Localización geográfica de las empresas participantes en estudio de perfiles de la industria de software en México. (Fuente, Bañales Gonzáles 2007).....	50
Tabla 10 Distribución de fabricas de software a nivel nacional (Fuente: Acosta Sinencio, 2010).....	51
Tabla 11 Tamaño de empresas de software. (Fuente, Bañales Gonzáles 2007).....	51
Tabla 12 Estimación del número de empleados y empresas de software en México (Gil Rivero, 2010).....	52
Tabla 13 Perfil de la Industria del Software de México (Fuente, SIEM 2005).....	52
Tabla 14 Perfil de la Industria del Software de México (Fuente, Secretaria de Economía).....	52
Tabla 15 Modelos de gestión y aseguramiento de la calidad que emplean empresas mexicanas; Fuente: (Jiménez Hernández & Orantes Jiménez, 2012).....	55
Tabla 16 Objetivos específicos y prácticas específicas de la Administración de Requerimientos CMMI; Fuente: (Axentia Transforming your IT Organization, 2006).....	58
Tabla 17 Objetivos específicos y prácticas específicas de la Planeación de Proyectos CMMI; Fuente (Axentia Transforming your IT Organization, 2006).....	59
Tabla 18 Objetivos específicos y prácticas específicas del Monitoreo y Control de Proyectos de CMMI; Fuente (Axentia Transforming your IT Organization, 2006).....	60
Tabla 19 Objetivos específicos y prácticas específicas de la Medición y Análisis de CMMI; Fuente (Axentia Transforming your IT Organization, 2006).....	61
Tabla 20 Objetivos específicos y prácticas específicas del Aseguramiento de la Calidad de Productos y Procesos CMMI; Fuente (Axentia Transforming your IT Organization, 2006).....	62
Tabla 21 Objetivos específicos y prácticas específicas de la Administración de la configuración CMMI; Fuente (Axentia Transforming your IT Organization, 2006).....	62
Tabla 22 Objetivos específicos y prácticas específicas de Administración de Acuerdos con Proveedores CMMI; Fuente (Axentia Transforming your IT Organization, 2006).....	63
Tabla 23 Características de CMMI e ITIL.....	67



<i>Tabla 24 Categoría de las áreas de proceso del nivel 2 de CMMI.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 25 Metas de metodología de aseguramiento de la calidad.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 26 Roles de la metodología de aseguramiento de la calidad.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 27 Descripción de las etapas de la metodología de aseguramiento de la calidad</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 28 Tareas del administrador de la calidad.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 29 Tareas del evaluador.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 30 Tareas del evaluador.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 31 Tareas del colaborador</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 32 Proceso del Diagnóstico.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 33 Proceso de Planeación</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 34 Proceso de Operación.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 35 Proceso de Evaluación.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 36 Proceso de Mejora</i>	<i>88</i>



“El factor más importante en el desarrollo de software no son las técnicas y las herramientas que emplean los programadores, sino la calidad de los propios programadores”

Robert L. Glass. Facts

1. Propósito y organización del trabajo

1.1. Introducción

Se considera como calidad el juicio global del cliente acerca de un estilo de presentación de un servicio o características de un producto, si bien, ni siquiera los investigadores y especialistas se ponen de acuerdo en una única definición. Lo cierto es que la calidad es un término de uso común, cuyo contenido está, a menudo, relacionado con la persona que lo maneja y la situación en que se utiliza. La calidad consiste en cumplir con una serie de requisitos, objetivos y subjetivos, explícitos e implícitos, que serán marcados por el cliente en función del uso que realizará el producto o servicio (García Mestanza, 2010).

Al establecer una definición de calidad de un producto de software hay que tener presente que ésta es intangible y subjetiva, lo cual supone un mayor grado de dificultad, máxime cuando se pretende que ésta sea total (García Mestanza, 2010).

No obstante, existen las mediciones de características de un programa. Dichas características incluyen: complejidad diplomática, cohesión, número de puntos de función, líneas de código, entre otras. Cuando se examina un elemento con base en sus características medibles se pueden encontrar dos tipos de calidad: calidad de diseño y calidad de concordancia (Pressman, 2014).

Actualmente para las empresas pequeñas y medianas de desarrollo de software es importante contar con un modelo de procesos enfocado a fomentar la estandarización de sus procedimientos a través de la incorporación de eficientes prácticas en la gestión de la calidad e ingeniería de software. Las empresas desarrolladoras de software necesitan adoptar un modelo que permita elevar la capacidad de organización para ofrecer servicios de creación de software con calidad y alcanzar niveles altos de competitividad. Para lo anterior, existen modelos internacionales como *Capability Maturity Model Integration* (CMMI) e *International Organization for Standardization* (ISO) (Gutiérrez Gasca, Gutiérrez Tornés, Pérez Rojas, & Márquez López, 2008).

CMMI es un modelo que proporciona a las organizaciones los elementos esenciales para procesos eficaces. En éste se describen las prácticas esenciales a realizar para alcanzar un desarrollo de software efectivo; dicho modelo fue creado en el *Software Engineering Institute* (SEI) de la *Carnegie Mellon University* es actualmente una referencia internacional para la determinación de la capacidad de los procesos de desarrollo de software (Gutiérrez Gasca, Gutiérrez Tornés, Pérez Rojas, & Márquez López, 2008).

El desarrollo de software es una actividad muy compleja ya que es un producto intangible que depende principalmente del esfuerzo intelectual y creatividad de las personas que lo realizan. Los errores humanos están presentes en todas las etapas de un proyecto de desarrollo de software y



puede llegar a ser muy costosas las correcciones. La calidad no es casual. El 31.1% de los proyectos de desarrollo de software son cancelados antes de que se completen. El 52.7% de los proyectos costarán 189% más de sus estimaciones originales, el 50% de los proyectos se consideraron operativos, pero no exitosos (Zavala, 2004). Existen actividades de aseguramiento de la calidad que permiten detectar defectos de manera temprana, las cuales también tienen un costo-beneficio asociado (Ventura Miranda, 2004).

El Aseguramiento de Calidad del Software es el conjunto de actividades planificadas y sistemáticas necesarias para aportar la confianza adecuada en que el producto de software satisface los requisitos dados de calidad. De esta forma, se pretende dar confianza en que el producto tiene calidad a través de un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas implantadas dentro del sistema de calidad, y demostrables si es necesario, para proporcionar la confianza adecuada de que una entidad cumplirá los requisitos para la calidad. De esta manera, el aseguramiento de calidad se enfoca en identificar y evaluar los defectos que puedan afectar al software (Grupo de Investigación en Sistemas de Información, 2012).

Mientras el software se está desarrollando es preciso que se supervisen las actividades asociadas y su rendimiento, en distintas oportunidades durante cada fase del ciclo de vida. Hay tres aspectos muy importantes con relación al aseguramiento de la calidad del software (Grupo de Investigación en Sistemas de Información, 2012):

- La calidad no se puede probar, se construye.
- El aseguramiento de la calidad del software no es una tarea que se realiza en una fase particular del ciclo de vida de desarrollo.
- Las actividades asociadas con el aseguramiento de la calidad del software deben ser realizadas por personas que no estén directamente involucradas en el esfuerzo de desarrollo.

La *Information Technology Infrastructure Library* ITIL proporciona una descripción detallada de una serie de buenas prácticas de Tecnologías de la Información TI, a través de una amplia lista de roles, tareas, procedimientos y responsabilidades que pueden adaptarse a cualquier organización de TI. En algunos casos se han definido las buenas prácticas como procesos que cubren las actividades más importantes de las organizaciones de servicios de TI. La extensa cantidad de temas por las publicaciones convierte a ITIL en un elemento de referencia útil para definir nuevos objetivos de mejora para la organización de TI (Jan Van, 2005).



El presente trabajo tiene el propósito de crear una propuesta metodológica que oriente a las pequeñas empresas la gestión de la calidad en el desarrollo de los productos de software. La metodología será basada en los modelos CMMI e ITIL, que se plantean como una combinación para manejar los procesos dentro de la organización, el primero para establecer las metas a alcanzar y el segundo para fijar la forma en la cual se aplicará la metodología.

1.2. Antecedentes

La construcción de una estrategia para ser sostenible debe basarse en un modelo de capacidad para medir la madurez de una empresa. Una organización inmadura presenta altibajos en la productividad, fuerte rotación de recursos, planificaciones y estimaciones poco realistas, incumplimiento de plazos y baja calidad de los productos desarrollados. Debe presentarse un cambio hacia una cultura de mejora de procesos para obtener una verdadera calidad en los productos de software. El mayor error en la implantación de programas de mejora de procesos es por la falta de seguimiento de los planes de acción, planes de implantación y la necesidad de una gran inversión en dinero, tiempo y recursos. Existen varias iniciativas nacionales e internacionales para la creación y apoyo de un modelo de mejora de procesos, reducido y orientado expresamente a las Pequeñas y medianas empresas PyMEs; tales como MoProSoft, EvalProSoft en México (Serna Hernández & Vega Lebrún, 2011), CMM/CMMI y algunas normas ISO (Gutiérrez Gasca, Gutiérrez, Pérez Rojas, & Márquez López, 2009).

Un gran número de empresas mexicanas, dedicadas al desarrollo de software, carecen de una supervisión adecuada y suficiente, lo cual da como resultado productos de baja calidad y uso inadecuado de los recursos (Mendoza H. F., 2002).

En la actualidad, la industria del software está formada principalmente por PyMEs (pequeñas y medianas empresas) y microPyMEs (PyMEs de aproximadamente 20 empleados). En estas empresas la calidad del software es esencial, siendo la mejora de los procesos software una actividad que desean implementar con el objetivo de incrementar la calidad y capacidad de sus procesos (Serna Hernández & Vega Lebrún, 2011).

Sin embargo, la aplicación de modelos de mejora de procesos tales como CMMI e ISO 15504 es muy difícil; ya que se necesita una gran inversión en dinero, tiempo y recursos (Navarro, 2010). En México existe una gran dificultad para aplicar modelos de calidad de software dado la falta de guías de interpretación o instrumentos que ayuden a las organizaciones a saber cómo se encuentran sus procesos con respecto al modelo usado (Reyes, Margain, Alvarez, & Muñoz, 2009). El mayor error



en la implantación de programas de Mejora de Procesos de Software (Software Process Improvement, SPI por sus siglas en inglés) en PyMEs se da por la falta de seguimiento de los planes de acción y de los planes de implantación, debido a que estas actividades son muy costosas de realizar.

La dificultad de aplicación de los grandes modelos de SPI a las PyMEs es debido fundamentalmente a los costes asociados a su aplicación y al largo plazo de espera necesario para la observación de resultados (Mas, A., & Amengual, E., 2005). La mayoría de las medidas internacionales para la estandarización de procesos de desarrollo de software están enfocadas a organizaciones grandes. En México esto es un problema, ya que casi el 80% de su industria de software está compuesta por PyMEs, por tanto, la utilización de dichos estándares ha sido mínima (Reyes, Margain, Alvarez, & Muñoz, 2009)

1.3. Problema de investigación

Una gran cantidad de proyectos de software inician con alta expectativa, sin embargo la mayoría de ellos se conducen al fracaso y son abandonados en la fase de producción o incluso en fases previas. Los problemas que se generan cuando se desecha un proyecto es el alto costo que generó el equipo de desarrollo, tanto en recursos económicos, humanos, de equipamiento y plataformas, como en tiempo invertido al desarrollo del proyecto.

El principal problema de una pequeña y mediana empresa de desarrollo de software es la falta de recursos para poder invertir en la definición y mejora de sus procesos, descuidando aspectos claves como la gestión de la calidad, dicho problema se ve reflejado en proyectos que exceden los costos y tiempos planeados, productos con baja calidad y un alto índice de cancelación de proyectos (García, García Guzman, Garzas, Arun Javadekar, & Kirwan, 2012).

Existen diversos modelos de procesos como CMMI-DEV que han tenido bastante éxito en los procesos de aseguramiento de calidad en la producción de software, pero su implementación operativa representa una fuerte inversión económica y es de gran complejidad para las organizaciones pequeñas (Caballero, 2009), ya que este modelo está orientado para las grandes empresas desarrolladoras de software.

1.4. Preguntas de investigación

¿Cómo controlar la calidad en el desarrollo de software en pequeñas empresas?



- ¿Qué características influyen en el aseguramiento de la calidad de desarrollo de software?
- ¿Qué actividades y cuando realizarlas para asegurar la calidad de software?
- ¿Por qué las pequeñas empresas deben invertir en el proceso de aseguramiento de la calidad?

1.5. Propuesta

Considerando las limitaciones (recursos económicos, humanos, de equipamiento y plataformas) que tienen las pequeñas empresas que se dedican al desarrollo de software, este proyecto busca proponer una solución para gestionar el proceso de calidad dentro de las pequeñas empresas desarrolladoras de software. La presente propuesta metodológica guiará al administrador de la calidad sugiriendo los participantes y las actividades que puede realizar durante un proyecto, así como evaluar el proceso de aseguramiento de la calidad de los productos que son generados dentro de la organización.

1.6. Objetivos

Los objetivos planteados para la presente tesis se dividen en: objetivo general y objetivos específicos a cumplir, los cuales se describen a continuación:

1.6.1. Objetivo general

Generar una propuesta metodológica definiendo buenas prácticas tomando como base el modelo Capability Maturity Model Integration (CMMI) e Information Technology Infrastructure Library (ITIL), con la finalidad de mejorar el proceso de aseguramiento de la calidad de software en PyMEs.

1.6.2. Objetivos específicos

Objetivo 1. Generar una propuesta metodológica para orientar el aseguramiento de la calidad en proyectos de desarrollo de software en PyMEs.

Objetivo 2. Adaptar el modelo ITIL para poder determinar un ciclo de aplicación en la metodología propuesta.

Objetivo 3. Proponer buenas prácticas para optimizar los recursos que se utilizan en el proceso de aseguramiento de la calidad en el desarrollo de software.



Objetivo 4. Determinar un instrumento de para evaluar la efectividad del proceso de aseguramiento de la calidad que se aplica a los proyectos de desarrollo de software.

1.7. Justificación

Para mantener e incrementar las ventajas competitivas las organizaciones de desarrollo de software deben continuamente esforzarse para perfeccionar y mejorar sus prácticas de desarrollo. El proceso de evaluación y mejora es el medio por el cual las organizaciones de desarrollo de software aseguran y mejoran sus procesos y herramientas para apoyar sus necesidades específicas. El proceso de evaluación asegura que los procesos de desarrollo cumplan con los requerimientos de calidad e identifica las posibles mejoras. La evaluación puede llevarse de diferentes maneras, por ejemplo mediante la evaluación comparativa frente a un conjunto de mejores prácticas o mediante mediciones. El objetivo es identificar las fortalezas y debilidades de la organización para establecer un plan de lo que se debe mejorar. Un problema potencial al inicio de un esfuerzo para implantar mejora es que los amplios marcos de SPI y la medición que estos derivan son vistos por muchas organizaciones como demasiado grandes para poner en práctica. Esto hace que sea difícil para las organizaciones iniciar y llevar a cabo actividades de evaluación y mejoramiento, tomando en cuenta que el costo y tiempo son cruciales (Ivarsson, 2010).

La comunidad productora de software lleva mucho expresando un especial interés en mejora del proceso de desarrollo de software, en este sentido existen diversos modelos de procesos que se aplican en las empresas como lo son CMMI, ISO entre otros. Sin embargo, ninguno de estos modelos ofrece ningún enfoque específico para la mejora de procesos de pequeñas y medianas empresas (Caballero, 2009).

La calidad debe asumirse de forma proactiva a lo largo de todo el ciclo de vida de desarrollo del software, de forma que obtenga un incremento de eficiencia y productividad de los equipos de desarrollo, al detectar cualquier inconformidad en una fase temprana del proyecto, limitando el impacto de posibles errores o deficiencias (Consultoría de Areas de Conocimiento, 2009).

La calidad en el software es imprescindible, las organizaciones de la actualidad se encuentran en una situación donde deben idear estrategias que las pongan en ventaja con sus competidores. Los costos causados por mantenimiento de software son cada vez mayores, por lo que se vuelve indispensable evitar errores en etapas iniciales (Vega Lebrún Carlos, 2010).



El proceso de aseguramiento de la calidad de software es el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas implantadas dentro del sistema de calidad, y demostrables si es necesario, para proporcionar la confianza adecuada de que una empresa cumplirá los requisitos para la calidad vinculada al desarrollo de software (Grupo de Investigación en Sistemas de Información, 2012).

1.8. Delimitación del trabajo

Al término del presente trabajo se contará con una propuesta metodológica para implementar procesos de gestión de calidad en el desarrollo de productos de software en pequeñas empresas.

La metodología contará con la definición de:

Actividades	Descripción
Fases	Las fases a seguir que tendrá definida la metodología para mejorar el desarrollo de los productos de software.
Metas	Se establecerán metas de calidad para ser aplicadas en proyectos de desarrollo de software.
Actividades	Se listará una serie de actividades a realizar en cada una de las fases de la metodología propuesta.
Roles	Se establecerán los roles de los participantes en la implementación de la metodología dentro de los proyectos de desarrollo de software.

Tabla 1 Delimitación de la metodología

1.9. Síntesis del capítulo

Los principales puntos de este capítulo son los siguientes.

- Introducción a la definición de la calidad y calidad del software.
- Calidad dentro de las pequeñas y medianas empresas.
- Modelos de gestión de procesos de la calidad del software.
- Características del desarrollo de software.
- Definición del aseguramiento de la calidad dentro del desarrollo de software.
- Evaluación de la madurez del desarrollo de software.
- Dificultades de la aplicación de modelos de calidad a las pequeñas empresas desarrolladoras de software.
- Problemas dentro de los proyectos de desarrollo de software.
- Propuesta de trabajo, delimitaciones, definición de objetivos y justificación del trabajo.



2. Marco teórico

Este capítulo tiene como propósito presentar los conceptos y antecedentes teóricos de la investigación que sustenta el planteamiento del problema y así mismo se presentan aportes teóricos adecuados a los términos utilizados en la investigación.

2.1. Calidad

La Calidad es la totalidad de las peculiaridades y características de un producto o servicio que determinan su capacidad de satisfacer necesidades declaradas o implícitas (Stebbing, 1991)

2.1.1. Conceptos y enfoques de la calidad

En el ámbito de la gestión de las organizaciones, los primeros planteamientos de la calidad surgen con los principios científicos de la organización y división del trabajo de comienzos del siglo XX y su aplicación a los procesos de producción en cadena para aumentar la producción y abaratar costes, tratando de mejorar la eficiencia empresarial. Este modelo se caracterizaba principalmente por la especialización de cada operario, una clara separación de las funciones de planificación, ejecución y control; y la existencia de detalladas normas y regulaciones sobre cómo debe operar el sistema o la organización.

La participación de numerosas personas en los procesos de producción, cada una ocupándose de tareas diferentes, obligó no obstante a establecer algunos controles que permitieran garantizar la calidad final de los productos, estableciéndose entonces la inspección de la calidad al final del proceso de producción, con el fin de detectar qué productos son defectuosos y separarlos del resto (Berzosa, Cámara, & Correa, 2005).

Sin embargo, para garantizar la calidad de los productos, en lugar de inspeccionarla al final del proceso de producción, parecía más razonable indagar sobre las razones de que algunos productos presentaran defectos. El concepto de calidad evoluciona entonces hacia la idea del control de la calidad que mediante la aplicación de técnicas estadísticas, ayuda a identificar los posibles errores y sus causas en el propio proceso de producción y a corregirlos, intentando reducir la variabilidad del mismo. En este enfoque trabajaron en los años veinte y treinta del pasado siglo algunos expertos norteamericanos, pioneros en la introducción de la cultura de la calidad en las empresas, como W. Shewart, H. Dodge, G. Edward o J. Juran (Métodos estadísticos aplicados a los problemas industriales).



Tras la segunda Guerra Mundial, dada la enorme demanda de productos norteamericanos en el resto del mundo, en Estados Unidos se priorizó la cantidad de producción sobre su calidad, siendo Japón el país que toma el relevo en la adopción de la filosofía y la práctica de la calidad. Se avanza hacia esquemas más participativos en los que ya no es únicamente un departamento especializado el que asume la responsabilidad de verificar o controlar la calidad, sino que todas las áreas, departamentos y recursos humanos de la empresa se involucran activamente en mejorar la calidad de todo el proceso de producción. Este nuevo enfoque, denominado aseguramiento de la calidad, fija los requisitos de calidad para todos los productos de la organización en todos los niveles, con el personal directivo a la cabeza, se comprometen a asegurar. Entre los sistemas de aseguramiento de calidad más conocidos se encuentra ISO 9000.

No obstante, todavía hay un paso más evolucionado en la concepción de la calidad, la llamada calidad total, que se consolida apenas hace un par de décadas. Esta ha dejado de considerarse una mera descripción del grado de conformidad de un producto o servicio para convertirse en una filosofía de gestión que promueve la mejora continua (no sólo el aseguramiento de un determinado estándar de calidad, sino su superación permanente) en todas las áreas de la organización (no exclusivamente en el ámbito productivo, como en los enfoques anteriores) actuando fundamentalmente sobre las personas y los procesos y orientada principalmente a la satisfacción del cliente (Berzosa, Cámara, & Correa, 2005).

La gestión de la calidad se puede definir como el conjunto de caminos mediante los cuales se consigue la calidad deseada. Es el modo en que la dirección planifica el futuro, implanta programas de acción y controla los resultados con vistas a la mejora.

El fundamento principal para la gestión de la calidad es conseguir que la calidad realizada, la calidad programada y la calidad necesaria coincidan entre sí. Todo lo que esté fuera de esta coincidencia será motivo de derroche, gasto innecesario e insatisfacción para el cliente.

Si representamos con un círculo la calidad necesaria (exigida por el cliente), la calidad programada (la que se pretende obtener), y la calidad conseguida (el grado de cumplimiento de las especificaciones), la zona de coincidencia entre ellas será la calidad deseada o calidad óptima (Menéndez, 2002).

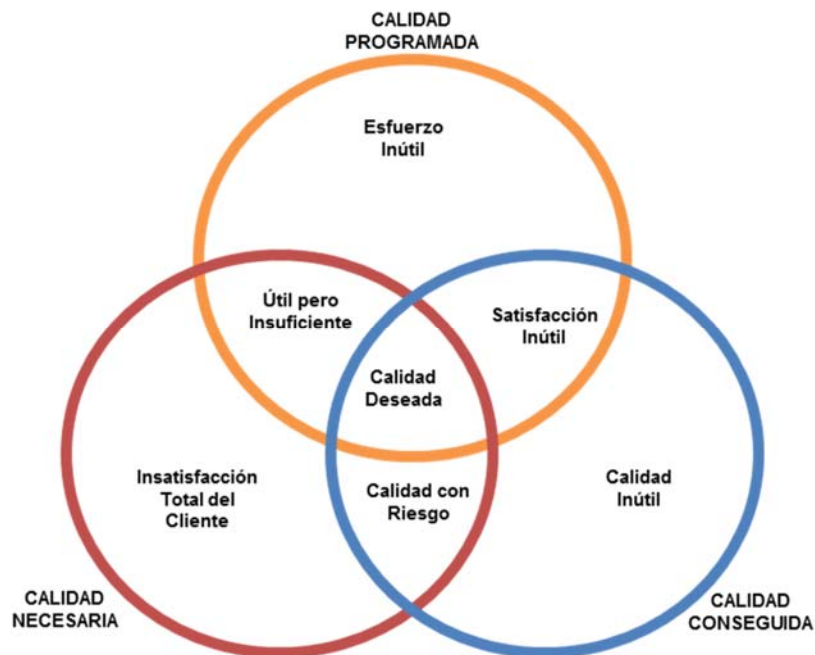


Figura 1 Fundamento de la gestión de la calidad (Fuente Menéndez, 2002)

2.2. Definición de software

Intuitivamente, cuando se piensa en software, nos imaginamos una acumulación de instrucciones del lenguaje de programación y las declaraciones o instrucciones en una herramienta de desarrollo, que en conjunto forman un programa o paquete de software. Este programa o un paquete de software que normalmente se conoce como el "código" (Galín, 2004).

Probablemente la definición más formal de software es la atribuida a la IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos), en su estándar 729: la suma total de los programas de cómputo, procedimientos, reglas, documentación y datos asociados que forman parte de las operaciones de un sistema de cómputo. Bajo esta definición el concepto de software va más allá de los programas de cómputo en sus distintas formas: código fuente, binario o código ejecutable, además de su documentación. Es decir, el software es todo lo intangible. Software es también conocido como programático o equipamiento lógico, esto es el conjunto de programas que puede ejecutar el hardware para la realización de las tareas de computación a las que se destina. Se trata del conjunto de instrucciones que permite la utilización del ordenador o computador (pc, personal computer). El software es la parte intangible de la computadora, es decir, programas, aplicaciones, etc (Culebro Juárez, Gómez Herrera, & Torres Sánchez, 2006).



La definición del IEEE acerca del software, que es casi idéntica a la definición de la ISO (ISO, 1997, sec. 3.11 y ISO / IEC 9000-3 Sec. 3,14), enumera los siguientes cuatro componentes de software:

- Programas de computadora (“el Código”).
- Procedimientos.
- Documentación.
- Los datos necesarios para la operación del sistema de software.

2.3. Calidad de software

La calidad del software es un concepto complejo que no es directamente comparable con la calidad de la manufactura de producto. Los productos de software se han convertido hoy en día en uno de los principales objetivos estratégicos de las organizaciones debido a que, cada vez más, los procesos más importantes de las organizaciones y por lo tanto su supervivencia depende del buen funcionamiento de los sistemas de software (Sommerville, 2005).

Para definir lo que es calidad de software primero debemos empezar por definir que es la calidad, algunas definiciones son:

- Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a un objeto que permiten apreciarlo como mejor, igual o peor que otros objetos de su especie (DRAE: Diccionario de la Real Académica Española).
- Conjunto de propiedades y de características de un producto o servicio que le confieren capacidad para satisfacer necesidades expresadas o implícitas (ISO 8042:1994).
- Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos (ISO 9000: 2000).
- Calidad, significa desarrollar, diseñar y producir y mantener un producto que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor (Kaoru Ishikawa).
- Calidad, es la aplicación de los principios y técnicas estadísticas en todas las fases de la producción, dirigida a la fabricación más económica de un producto (servicio) que es útil en grado máximo y que tiene mercado (William Edwards Deming).

Ya teniendo en claro que es calidad a continuación se listan algunas definiciones de calidad de software:



- Deming (1982) propuso la idea de la calidad como conformidad con requisitos y confiabilidad en el funcionamiento Juran (1995) dice brevemente: "Quality is fitness for use".
- 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 (IEEE, Std 610-1900).
- El grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario (IEEE, 1990).
- Concordancia del software producido con los requerimientos explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo prefijados y con los requerimientos implícitos no establecidos formalmente, que desea el usuario (Pressman, 1998).
- La norma ISO 8402 define la calidad como: "Totalidad de características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades expresadas o implícitas". Estas necesidades especificadas, bien pueden estar en un contrato o se deben definir explícitamente.

2.4. Gestión de la calidad del software

La gestión formal de la calidad es particularmente importante para equipos que desarrollan sistemas grandes y complejos. La documentación de la calidad es un registro de las actividades realizadas por cada subgrupo en el proyecto. Esto ayuda a la gente a ver qué tareas importantes no deben ser olvidadas o que una parte del equipo no haga suposiciones incorrectas acerca de lo que otros miembros han hecho. La documentación de calidad es también un medio de comunicación sobre el ciclo de vida de un sistema. Esta permite al grupo responsabilizarse de la evolución del sistema para saber qué ha hecho el equipo de desarrollo (Sommerville, 2005).

Para sistemas pequeños, la gestión de calidad es importante todavía, pero se debe adoptar una aproximación más informal. No son tan necesarios los documentos porque el grupo puede comunicarse informalmente. La clave de la calidad en el desarrollo de sistemas pequeños es el establecimiento de cultura de calidad y asegurarse de que todos los miembros del equipo hacen una aproximación positiva a la calidad del software (Sommerville, 2005).

La gestión de calidad del software se estructura en tres actividades principales:

1. **Garantía de la calidad.** El establecimiento de un marco de trabajo de procedimientos y estándares organizacionales que conduce al software de alta calidad.



2. **Planificación de la calidad.** La selección de procedimientos y estándares adecuados a partir de este marco de trabajo y la adaptación de éstos para un proyecto de software específico.
3. **Control de la calidad.** La definición y fomento de los procesos que garanticen que los procedimientos y estándares para la calidad del proyecto son seguidos por el equipo de desarrollo de software.

La gestión de la calidad abarca (Pressman, 2014):

1. Un proceso de garantía de la calidad del software (Software Quality Assurance).
2. Tareas específicas de aseguramiento y control de calidad (que incluyen revisiones, técnicas formales y una estrategia de prueba de varios niveles).
3. Prácticas efectivas de ingeniería de software (métodos y herramientas).
4. Control de todos los procesos del trabajo del software y los cambios que generan.
5. Un procedimiento para garantizar la concordancia con los estándares de desarrollo de software (cuando sea aplicable).
6. Mecanismos de medición e informe.

La gestión de la calidad provee una comprobación independiente de los procesos de desarrollo software. Los procesos de gestión de la calidad comprueban las entregas del proyecto para asegurarse que concuerdan con los estándares y metas organizacionales. El equipo de garantía de calidad debe ser independiente del equipo de desarrollo para que puedan tener una visión objetiva del software. Ellos transmitirán los problemas y las dificultades al gestor principal de la organización.

2.5. Aseguramiento de la calidad de software

La función de aseguramiento de la calidad tiene como finalidad primaria el determinar si las necesidades de los usuarios están siendo satisfechas adecuadamente. Otra de sus funciones es la de determinar los costos que puede causar el añadir ciertas características al producto, ya que tarde o temprano, la economía resulta ser un factor decisivo para obtener un producto de calidad.

Para determinar si las necesidades de los usuarios son cubiertas, se deben de evaluar tres áreas:

- **Objetivos:** Los objetivos de la organización son primero, luego vienen los requerimientos del usuario. Los objetivos de cualquier usuario deben de estar en armonía con los objetivos de la organización.



- **Métodos:** Deben de utilizarse métodos que contengan u observen las políticas, procedimientos y estándares de la organización.
- **Ejecución:** Optimización del uso de hardware y software al implementar los productos de software.

Para evaluar las áreas expuestas con anterioridad, es necesario que se cuente con un programa de aseguramiento de calidad que sea efectivo y que tenga un impacto dentro del desarrollo y prueba del producto de software final (Vega Lebrún Carlos, 2010).

Una de las definiciones más comunes del aseguramiento de la calidad (SQA, por sus siglas en inglés, Software Quality Assurance) es la definida en el glosario de IEEE (IEEE, 1991):

El aseguramiento de la calidad del software es:

1. Un patrón planificado y sistematizado de todas las acciones necesarias para dar confianza adecuada a un artículo o producto.
2. Un conjunto de actividades diseñadas para evaluar el proceso mediante el cual los productos se desarrollan o fabrican.

Esta definición puede ampliarse en la siguiente:

Planificar y aplicar de manera sistemática. SQA se basa en la planificación y la aplicación de una serie de acciones que se integran en todas las etapas del proceso de desarrollo de software. Esto se hace con el fin de corroborar la confianza del cliente: que el producto de software cumpla con todos los requisitos técnicos solicitados (Galín, 2004).

2.5.1. Objetivo del aseguramiento de la calidad

La calidad en el software es el grado con que un producto de software cumple con los requerimientos y presenta buenas condiciones de entrega, la probabilidad de que el software se ejecute sin fallas (Luna Uicab, 2001).

El aseguramiento de la calidad del software es una actividad que tiene como objetivo asegurar la calidad de los sistemas de software que se producen, siendo esa calidad una adecuación a las especificaciones de los usuarios.

Donald Reifer proporciona su propia definición: “El Aseguramiento de la Calidad del Software es el sistema de métodos y procedimientos para asegurar que el producto de software satisfaga los



requerimientos. Este sistema involucra planeación, medición y monitoreo de las actividades de desarrollo ejecutadas por otros” (Schulmeyer, 1989).

Sridharan (Sridharan, 2000) indica que mientras el software que se está desarrollado reúne los requerimientos y su desempeño es el esperado, es preciso que se supervisen las actividades de desarrollo del software y su rendimiento, en distintas oportunidades durante cada fase del ciclo de vida. Este es el papel del aseguramiento de la calidad del software.

Hay tres (3) aspectos muy importantes con relación al aseguramiento de la calidad del software: (Wieggers, 1990)

- La calidad no se puede probar, se construye.
- El aseguramiento de la calidad del software no es una tarea que se realiza en una fase particular del ciclo de vida de desarrollo.
- Las actividades asociadas con el aseguramiento de la calidad del software deben ser realizadas por personas que no estén directamente involucradas en el esfuerzo de desarrollo.

2.6. Modelos de calidad de software

Diferentes organismos en busca de la previsibilidad que garantice la calidad de los productos de software desarrollados, fueron construyendo diferentes modelos y normas certificables. Los mismos se dividen en dos grandes grupos: los orientados a la calidad del producto, y los orientados a la calidad del proceso (Sosa Zitto, Blanc, Pralong, Álvares, & Gálaz, 2013).

A continuación se presentan un resumen de algunos modelos utilizados para garantizar la calidad en los proyectos de desarrollo de software.

2.6.1. Capability Maturity Model Integration

CMMI es un modelo de calidad del software creado por el SEI (Instituto de Ingeniería del Software) de la Universidad Carnegie Mellon. El SEI fue fundado por el Departamento de Defensa Americano en el año 2001. La idea básica de CMMI es pasar de manejar proyectos a manejar procesos y pasar de manejar caso por caso a manejar líneas de producción (Ramírez Aguirre & Ramírez Arias, 2010).



Esencialmente CMMI son normas para la calidad enfocada al mundo del Software. Estas se aplican a los diferentes procesos que hay que llevar a cabo para lograr producir software con calidad, es muy importante mencionar que igual que las normas ISO 90003, este modelo nos dice que hay que hacer, y no como hay que hacerlo. El modelo CMMI permite (Solarte, Muñoz, & Arias, 2009):

- Describir los componentes del modelo y sus relaciones.
- Comprender las áreas de proceso.
- Localizar información relevante en el modelo.
- Aplicar los conocimientos a su entorno de trabajo y en un equipo de evaluación de componentes y sus relaciones de un modelo.

2.6.2. International Standard Organization ISO

La norma ISO/IEC 90003 proporciona una guía necesaria en las organizaciones para la aplicación de la ISO 9001 a la adquisición de suministro, desarrollo, operación y mantenimiento de software y sus servicios relacionados. Identifica todos los aspectos que deberían ser tratados y es independiente de la tecnología, modelos de ciclos de vida, procesos de desarrollo y estructuras organizacionales. La norma ISO 9001, especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad cuando una organización necesita demostrar su capacidad de proporcionar de forma coherente productos que satisfagan los requisitos del cliente y aspira a aumentar su satisfacción a través de la aplicación eficaz del sistema, incluyendo los procesos para la mejora continua del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos y de acuerdo a las reglamentaciones existentes (Ramírez Aguirre & Ramírez Arias, 2010).

2.6.3. PSP (Personal Software Process) TSP (Team Software Process)

El PSP es una metodología que tiene como justificación la premisa de que la calidad de software depende del trabajo de cada uno de los ingenieros de software y de aquí que el proceso diseñado debe ayudar a controlar, manejar y mejorar el trabajo de los ingenieros. El objetivo de PSP es lograr una mejor planeación del trabajo, conocer con precisión el desempeño, medir la calidad de los productos y mejorar las técnicas para su desarrollo. La instrumentación de esta metodología consiste en lo que se denomina "evolución del PSP". El TSP se concentra en los aspectos del desarrollo de software realizados por equipos de trabajo, definiendo aspectos como la asignación y control de tareas para los diversos miembros del equipo (Ramírez Aguirre & Ramírez Arias, 2010).



2.6.4. SPICE (Software Process Improvement and Capability Determination)

El SPICE (ISO/ICE 15504) es un modelo de madurez de procesos internacional. SPICE fomenta productos de calidad, promueve la optimización de procesos y facilita la evaluación del producto a través de los procesos de desarrollo. SPICE tiene diversos alcances, se aplica tanto a nivel directivo como a nivel de usuarios para asegurar que el proceso se encuentra alineado con las necesidades del negocio, apoya en que los proveedores de software tengan que someterse a una sola evaluación para aspirar a nuevos negocios y busca que las organizaciones de software dispongan de una herramienta universalmente reconocida para dar soporte a su programa de mejoramiento continuo (Ramírez Aguirre & Ramírez Arias, 2010).

2.6.5. MoProsoft (Modelo de Procesos para la Industria del Software)

Es un modelo de calidad creado por iniciativa de la Secretaría de Economía de México y de un grupo de profesores y empresarios mexicanos, encabezado por la Doctora Hanna Oktaba, profesora de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Este modelo permite a las pequeñas y medianas empresas (Pymes) mexicanas de la Industria del Software puedan acceder a las prácticas de Ingeniería de Software de clase mundial (Ramírez Aguirre & Ramírez Arias, 2010).

Las organizaciones, que no cuenten con procesos establecidos, pueden usar el modelo ajustándolo de acuerdo a sus necesidades. Mientras que las organizaciones, que ya tienen procesos establecidos, pueden usarlo como punto de referencia para identificar los elementos que les hace falta cubrir (Oktaba, y otros, 2005).

2.7. Modelo de madurez CMMI

En el mercado actual existen modelos de madurez, estándares, metodologías y guías que pueden ayudar a una organización a mejorar la forma de hacer su negocio. Sin embargo, la mayoría de los enfoques de mejora existentes se centran en una parte específica de su actividad y no tienen un enfoque sistemático de los problemas a los que se enfrentan la mayoría de las organizaciones. Desafortunadamente, al centrarse en mejorar un área de negocio, estos modelos han hecho que persistan los nichos y las barreras existentes en el seno de las organizaciones.

Los modelos CMMI® (Capability Maturity Model Integration®) son colecciones de buenas prácticas que ayudan a las organizaciones a mejorar sus procesos. Estos modelos son desarrollados por



equipos de producto con miembros procedentes de la industria, del gobierno y del Software Engineering Institute (SEI).

Este modelo, denominado CMMI para Desarrollo (CMMI-DEV), proporciona un conjunto completo e integrado de guías para desarrollar productos y servicios.

CMMI para Desarrollo (CMMI-DEV) proporciona una oportunidad para evitar o eliminar estos nichos y barreras. CMMI para desarrollo consta de buenas prácticas que tratan las actividades de desarrollo aplicadas a productos y servicios. Aborda las prácticas que cubren el ciclo de vida del producto desde la concepción hasta la entrega y el mantenimiento (Software Engineering Institute, 2010).

CMMI-DEV contiene 22 áreas de proceso. De esas áreas de proceso, 16 son áreas de proceso base, 1 es un área de proceso compartida y 5 son áreas de proceso específicas de desarrollo¹.

Todas las prácticas del modelo CMMI-DEV se centran en las actividades de la organización desarrolladora. Cinco áreas de proceso se centran en las prácticas específicas del desarrollo: tratando de requisitos, solución técnica, integración del producto, verificación y validación (Software Engineering Institute, 2010).

2.7.1. Acerca de la mejora de procesos

El Software Engineering Institute (SEI), realiza sus investigaciones para ayudar a las organizaciones a desarrollar y mantener productos y servicios de calidad, ha identificado varias dimensiones en las que una organización puede centrarse para mejorar su actividad.

En la Figura 2 Las tres dimensiones críticas (Fuente CMMI-DEV, V1.3) se ilustra las tres dimensiones donde normalmente se centran las organizaciones: las personas, los métodos y procedimientos, y el equipamiento y herramientas para el desarrollo de sus actividades.

¹Un área de proceso base es un área de proceso que es común a todos los modelos CMMI. Un área de proceso compartida está presente en al menos dos modelos CMMI, pero no en todos.

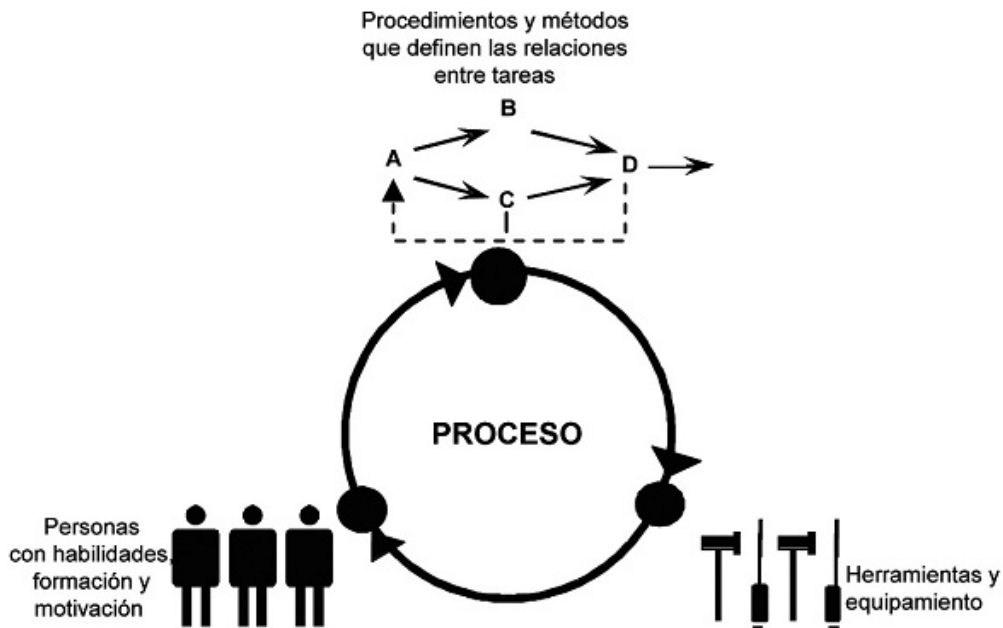


Figura 2 Las tres dimensiones críticas (Fuente CMMI-DEV, V1.3)

¿Qué mantiene todo unido? Los procesos utilizados en su organización. Éstos le permiten alinear su modo de trabajar. Le permiten abordar la escalabilidad y proporcionan una forma para incorporar el conocimiento de cómo hacer las cosas mejor. Los procesos le permiten explotar mejor sus recursos y analizar las tendencias de su actividad.

Esto no quiere decir que las personas y la tecnología no sean importantes. Vivimos en un mundo donde la tecnología está cambiando a una velocidad increíble. Del mismo modo, las personas trabajan normalmente para varias compañías a lo largo de su vida profesional. Vivimos en un mundo dinámico. Un enfoque en el proceso proporciona la infraestructura y la estabilidad necesarias para hacer frente a un mundo siempre cambiante y para maximizar la productividad de las personas y el uso de la tecnología para ser competitivos.

La industria ha reconocido desde hace tiempo la importancia de la eficacia y eficiencia del proceso. Hoy en día, muchas organizaciones en los sectores de fabricación y de servicios reconocen la importancia de procesos de calidad. El proceso ayuda a los miembros de una organización a alcanzar los objetivos de negocio ayudándoles a trabajar de manera más inteligente, no con mayor esfuerzo, y de un modo más consistente. Los procesos eficaces también proporcionan un medio



para introducir y utilizar nuevas tecnologías de manera que permitan satisfacer mejor los objetivos de negocio de la organización (Software Engineering Institute, 2010).

2.7.2. Acerca de los modelos de madurez y de capacidad

Un modelo de madurez y de capacidad (Capability Maturity Model®, CMM®), incluyendo CMMI, es una representación simplificada del mundo. Los CMMs contienen los elementos esenciales de los procesos eficaces. Estos elementos se basan en los conceptos desarrollados por Crosby, Deming, Juran y Humphrey.

En la década de los 30, Walter Shewhart comenzó a trabajar en la mejora de procesos con sus principios de control estadístico de la calidad (Shewhart 1931). Estos principios fueron refinados por W. Edwards Deming (Deming 1986), Phillip Crosby (Crosby 1979) y Joseph Juran (Juran 1988). Watts Humphrey, Ron Radice y otros los ampliaron y comenzaron a aplicarlos al software en su trabajo en IBM (International Business Machines) y en el SEI (Watts S. Humphrey, 1989).

El SEI ha tomado la prioridad de la gestión de procesos, “la calidad de un sistema o producto está muy influenciada por la calidad del proceso empleado para desarrollarlo y mantenerlo” y ha definido CMMs que recogen esta premisa. La adhesión a esta idea se encuentra en los movimientos de calidad de todo el mundo, como lo muestra la International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission (ISO/IEC) en su conjunto de estándares.

Los CMMs se centran en mejorar los procesos de una organización. Contienen los elementos esenciales de los procesos eficaces de una o más disciplinas y describen un camino evolutivo de mejora desde procesos ad hoc e inmaduros a procesos disciplinados y maduros con calidad y eficacia mejoradas (Software Engineering Institute, 2010).

2.7.3. Nivel de CMMI

CMMI para el desarrollo contiene prácticas que cubren la gestión de proyectos, la gestión de procesos, la ingeniería de sistemas, la ingeniería de hardware, la ingeniería de software y otros procesos de soporte utilizados en el desarrollo y mantenimiento.

Los niveles se utilizan en CMMI-DEV para describir un camino evolutivo recomendado para una organización que quiera mejorar los procesos que utiliza para desarrollar productos o servicios. Los niveles pueden también ser el resultado de la actividad de calificación en las evaluaciones. Las



evaluaciones se pueden aplicar a organizaciones enteras o a grupos más pequeños, tales como un grupo de proyectos o una división.

CMMI da soporte a dos caminos de mejora usando niveles. Un camino permite a las organizaciones mejorar de forma incremental los procesos que corresponden a un área de proceso individual (o grupo de áreas de proceso) seleccionada por la organización. El otro camino permite a las organizaciones mejorar un conjunto de procesos relacionados tratando, de forma incremental, conjuntos sucesivos de áreas de proceso.

Estos dos caminos de mejora están asociados con los dos tipos de niveles: niveles de capacidad y niveles de madurez. Estos niveles corresponden a las dos aproximaciones de mejora de procesos denominadas “representaciones”. Las dos representaciones se denominan “continua” y “por etapas.” El uso de la representación continua permite alcanzar “niveles de capacidad”. El uso de la representación por etapas permite alcanzar “niveles de madurez” (Software Engineering Institute, 2010).

2.7.4. Estructura de CMMI de las representaciones continua y por etapas

En la Figura 3 Estructura de CMMI de las representaciones continua y por etapas (Fuente CMMI-DEV, V1.3) se ilustra las estructuras de las representaciones continuas y por etapas del modelo CMMI. Las diferencias entre las estructuras son sutiles pero significativas. La representación por etapas utiliza los niveles de madurez para caracterizar el estado global de los procesos de la organización con respecto al modelo como un todo, mientras que la representación continua utiliza los niveles de capacidad para caracterizar el estado de los procesos de la organización con respecto a un área de proceso individual.

Lo que puede sorprenderle cuando compare estas dos representaciones es su similitud. Ambas tienen muchos componentes iguales (p. ej., áreas de proceso, metas específicas, prácticas específicas) y estos componentes tienen la misma jerarquía y configuración (Software Engineering Institute, 2010).

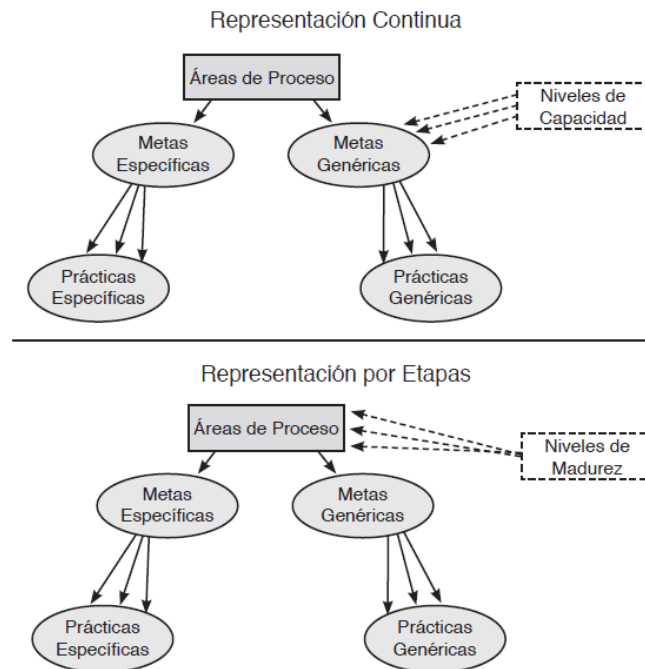


Figura 3 Estructura de CMMI de las representaciones continua y por etapas (Fuente CMMI-DEV, V1.3)

Lo que no resulta tan evidente desde la visión de alto nivel de la figura anterior es que la representación continua se enfoca sobre la capacidad del área de proceso cuando se mide por niveles de capacidad y la representación por etapas se enfoca sobre la madurez global cuando se mide por niveles de madurez. Esta dimensión (la dimensión de capacidad/ madurez) de CMMI se utiliza para actividades de benchmarking y evaluación, así como para guiar los esfuerzos de mejora de una organización.

Los niveles de capacidad se refieren a la consecución de la mejora de procesos de una organización en áreas de proceso individuales. Estos niveles son un medio para mejorar de forma incremental los procesos que corresponden a un área de proceso dada. Los cuatro niveles de capacidad se numeran del 0 al 3.

Los niveles de madurez se refieren a la consecución de la mejora de procesos de una organización en múltiples áreas de proceso. Estos niveles son un medio para mejorar los procesos correspondientes a un conjunto dado de áreas de proceso (es decir, nivel de madurez). Los cinco niveles de madurez se numeran del 1 al 5.



En la tabla se compara los cuatro niveles de capacidad con los cinco niveles de madurez. Observe que los nombres de dos de los niveles son los mismos en ambas representaciones (es decir, Gestionado y Definido). Las diferencias son que no existe nivel de madurez 0, no hay niveles de capacidad 4 y 5, y en el nivel 1, los nombres utilizados en el nivel de capacidad 1 y nivel de madurez 1 son diferentes (Software Engineering Institute, 2010).

Nivel	Representación continua Niveles de capacidad	Representación por etapas Niveles de madurez
Nivel 0	Incompleto	
Nivel 1	Realizado	Inicial
Nivel 2	Gestionado	Gestionado
Nivel 3	Definido	Definido
Nivel 4		Gestionado cuantitativamente
Nivel 5		Optimizado

Tabla 2 Niveles de CMMI (Fuente CMMI-DEV, V1.3)

La representación continua se ocupa de seleccionar tanto un área de proceso particular a mejorar como el nivel de capacidad deseado para esa área de proceso. En este contexto, es importante conocer si un proceso se ha realizado o está incompleto. Por lo tanto, al punto de partida de la representación continua se le da el nombre de “Incompleto”.

La representación por etapas se ocupa de seleccionar múltiples áreas de proceso a mejorar dentro de un nivel de madurez; no es su interés principal que los procesos individuales se realicen o estén incompletos. Por lo tanto, al punto de partida de la representación por etapas se le da el nombre de “Inicial”.

Tanto los niveles de capacidad como los niveles de madurez proporcionan una forma de mejorar los procesos de una organización y de medir como las organizaciones pueden mejorar sus procesos. Sin embargo, el enfoque asociado a la mejora de procesos es diferente (Software Engineering Institute, 2010).

2.7.4.1. Avanzando a través de los niveles de madurez

Las organizaciones pueden lograr mejoras progresivas en su madurez consiguiendo primero el control a nivel de proyecto y continuando hasta el nivel más avanzado –gestión de rendimiento y



mejora continua de procesos en toda la organización– utilizando tanto datos cualitativos como cuantitativos para la toma de decisiones.

Dado que el aumento de la madurez de la organización se asocia con la mejora de los resultados esperados que se puede lograr, la madurez es una forma para predecir resultados de proyectos futuros de la organización. Por ejemplo, en el nivel de madurez 2, la organización ha pasado de una forma de trabajo ad hoc a una forma de trabajo disciplinada, estableciendo una gestión de proyectos adecuada. A medida que la organización logra las metas genéricas y específicas para el conjunto de áreas de proceso en un nivel de madurez, aumenta su madurez organizativa y obtiene los beneficios de la mejora de procesos (Software Engineering Institute, 2010).

Al mismo tiempo, hay que observar que el esfuerzo de mejora de procesos debería enfocarse en las necesidades de la organización en el contexto de su negocio y que las áreas de proceso en los niveles de madurez más altos puedan dirigirse a las necesidades actuales y futuras de una organización o proyecto (Software Engineering Institute, 2010).

2.7.4.2. Áreas de proceso

Las áreas de proceso se ven de forma diferente en las dos representaciones. Figura 3 Estructura de CMMI de las representaciones continua y por etapas (Fuente CMMI-DEV, V1.3) compara los puntos de vista de cómo se usan las áreas de proceso en la representación continua y en la representación por etapas.

La representación continua permite a la organización elegir el enfoque de sus esfuerzos de mejora de procesos, eligiendo aquellas áreas de proceso, o conjuntos de áreas de proceso interrelacionados, que más benefician a la organización y a sus objetivos de negocio. Aunque existen algunos límites sobre lo que una organización puede elegir debido a las dependencias entre áreas de proceso, la organización tiene una libertad considerable en su selección (Beth Chrissis, Konrad, & Shurum, 2009).

Algunas veces, se menciona una agrupación informal de áreas de proceso: áreas de proceso de alta madurez. Las cuatro áreas de proceso de alta madurez son: Rendimiento de Procesos de la Organización, Gestión Cuantitativa del Proyecto, Gestión del Rendimiento de la Organización, y Análisis Causal y Resolución. Estas áreas de proceso se centran en mejorar el rendimiento de los procesos implementados que están más relacionadas con los objetivos de negocio de la organización.



Una vez seleccionadas las áreas de proceso, debería seleccionar cuánto le gustaría madurar los procesos asociados con dichas áreas de proceso (es decir, seleccionar el nivel de capacidad apropiado). Los niveles de capacidad, las metas y prácticas genéricas, que dan soporte a la mejora de los procesos asociados con las áreas de proceso individuales. Por ejemplo, una organización puede desear alcanzar el nivel de capacidad 2 en un área de proceso y el nivel de capacidad 3 en otra. A medida que la organización alcanza un nivel de capacidad, establece su visión para el siguiente nivel de capacidad para una de estas mismas áreas de proceso o decide extender su visión y tratar un número mayor de áreas de proceso. Una vez que alcanza el nivel de capacidad 3 en la mayoría de las áreas de proceso, la organización puede centrar su atención en las áreas de proceso de alta madurez y puede seguir la capacidad de cada una a través del nivel de capacidad 3.

La Tabla 3 Áreas de proceso, categorías y niveles de madurez proporciona una lista de las áreas de proceso de CMMI-DEV y de sus categorías y niveles de madurez asociados (Software Engineering Institute, 2010).

Área de proceso	Categoría	Nivel de madurez
Análisis Causal y Resolución (CAR)	Soporte	5
Gestión de Configuración (CM)	Soporte	2
Análisis de Decisiones y Resolución (DAR)	Soporte	3
Gestión Integrada del Proyecto (IPM)	Gestión de proyectos	3
Medición y Análisis (MA)	Soporte	2
Definición de Procesos de la Organización (OPD)	Gestión de procesos	3
Enfoque en Procesos de la Organización (OPF)	Gestión de procesos	3
Gestión del Rendimiento de la Organización (OPM)	Gestión de procesos	5
Rendimiento de Procesos de la Organización (OPP)	Gestión de procesos	4
Formación en la Organización (OT)	Gestión de procesos	3
Integración del Producto (PI)	Ingeniería	3
Monitorización y Control del Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	2
Planificación del Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	2
Aseguramiento de la Calidad del	Soporte	2



Proceso y del Producto (PPQA)		
Gestión Cuantitativa del Proyecto (QPM)	Gestión de proyectos	4
Desarrollo de Requisitos (RD)	Ingeniería	3
Gestión de Requisitos (REQM)	Gestión de proyectos	2
Gestión de Riesgos (RSKM)	Gestión de proyectos	3
Gestión de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Gestión de proyectos	2
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	3
Validación (VAL)	Ingeniería	3
Verificación (VER)	Ingeniería	3

Tabla 3 Áreas de proceso, categorías y niveles de madurez

2.7.4.3. Representación equivalente de CMMI

La representación equivalente es una forma de comparar resultados de la representación continua con resultados de la representación por etapas. En esencia, si mide la mejora relativa a las áreas de proceso seleccionadas usando niveles de capacidad en la representación continua.

El método SCAMPI² se utiliza para evaluar a las organizaciones que usan CMMI y un resultado de una evaluación es una calificación (SEI 2011a, Ahern 2005). Si se utiliza la representación continua para una evaluación, la calificación es “un perfil de nivel de capacidad”. Si se utiliza, la representación por etapas para una evaluación, la calificación es una “calificación de nivel de madurez”.

Un perfil alcanzado, cuando se compara con un perfil objetivo, permite a una organización planificar y seguir su progreso en cada área de proceso seleccionada. Cuando se utiliza la representación continua, es aconsejable mantener los perfiles de niveles de capacidad.

La Figura 4 Perfiles objetivo y representación equivalente (Fuente CMMI-DEV, V1.3) muestra un resumen de los perfiles objetivo que se deben lograr cuando se utiliza la representación continua para ser equivalentes a los niveles de madurez del 2 al 5. Cada área sombreada en las columnas de

² El método Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI) es el método más ampliamente aceptado y utilizado para realizar las evaluaciones ARC Clase A utilizando el modelos CMMI.



nivel de capacidad representa un perfil objetivo que es equivalente a un nivel de madurez (Software Engineering Institute, 2010).

Las reglas siguientes resumen la representación equivalente:

- Para lograr el nivel de madurez 2, todas las áreas de proceso asignadas al nivel de madurez 2 deben lograr el nivel de capacidad 2 o 3.
- Para lograr el nivel de madurez 3, todas las áreas de proceso asignadas a los niveles de madurez 2 y 3 deben lograr el nivel de capacidad 3.
- Para lograr el nivel de madurez 4, todas las áreas de proceso asignadas a los niveles de madurez 2, 3 y 4 deben lograr el nivel de capacidad 3.
- Para lograr el nivel de madurez 5, todas las áreas de proceso deben lograr el nivel de capacidad 3.

Nombre	Abrev.	ML	CL1	CL2	CL3
Gestión de Configuración	CM	2	Perfil Objetivo 2		
Medición y Análisis	MA	2			
Monitorización y Control del Proyecto	PMC	2			
Planificación del Proyecto	PP	2			
Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto	PPQA	2			
Gestión de Requisitos	REQM	2			
Gestión de Acuerdos con Proveedores	SAM	2			
Análisis de Decisiones y Resolución	DAR	3	Perfil Objetivo 3		
Gestión Integrada del Proyecto	IPM	3			
Definición de Procesos de la Organización	OPD	3			
Enfoque en Procesos de la Organización	OPF	3			
Formación en la Organización	OT	3			
Integración del Producto	PI	3			
Desarrollo de Requisitos	RD	3			
Gestión de Riesgos	RSKM	3			
Solución Técnica	TS	3			
Validación	VAL	3			
Verificación	VER	3			
Rendimiento de Procesos de la Organización	OPP	4	Perfil Objetivo 4		
Gestión Cuantitativa del Proyecto	QPM	4			
Análisis Causal y Resolución	CAR	5	Perfil Objetivo 5		
Gestión del Rendimiento de la Organización	OPM	5			

Figura 4 Perfiles objetivo y representación equivalente (Fuente CMMI-DEV, V1.3)



Cuando se utiliza la representación por etapas, se alcanza alta madurez cuando se logra el nivel de madurez 4 o 5. Lograr el nivel de madurez 4 implica implementar todas las áreas de proceso para los niveles de madurez 2, 3 y 4. Del mismo modo, lograr el nivel de madurez 5, implica implementar todas las áreas de proceso para los niveles de madurez 2, 3, 4 y 5.

Cuando se utiliza la representación continua, se alcanza alta madurez utilizando el concepto de representación equivalente. Alta madurez, que es equivalente a nivel de madurez 4 por etapas utilizando la representación equivalente, se alcanza cuando se logra el nivel de capacidad 3 para todas las áreas de proceso excepto para Gestión del Rendimiento de la Organización (OPM), y Análisis Causal y Resolución (CAR). La alta madurez, que es equivalente al nivel de madurez 5 utilizando la representación equivalente, se alcanza cuando se logra el nivel de capacidad 3 en todas las áreas de proceso (Software Engineering Institute, 2010).

2.8. Modelo de gestión ITIL

El modelo ITIL (Information Technology Infrastructure Library) fue desarrollada al reconocer que las organizaciones dependen cada vez más de TI (Tecnologías de la Información) para alcanzar sus objetivos corporativos. Esta dependencia en aumento ha dado como resultado una necesidad creciente de servicios TI de calidad que se correspondan con los objetivos del negocio, y que satisfaga los requisitos y las expectativas del cliente. A través de los años, el énfasis pasó de estar sobre el desarrollo de las aplicaciones TI a la gestión de servicios TI. La aplicación TI (a veces nombrada como un sistema de información) sólo contribuye a realizar los objetivos corporativos si el sistema está a disposición de los usuarios y, en caso de fallos o modificaciones, recibe soporte por medio de actividades de mantenimiento y operaciones.

A lo largo de todo el ciclo de los productos de TI, la fase de operaciones alcanza cerca del 70 - 80% del total del tiempo y del coste, y el resto se invierte en el desarrollo del producto. De esta manera, los procesos eficaces y eficientes de la Gestión de Servicios TI se convierten en esenciales para el éxito de TI. Esto se aplica a cualquier tipo de organización, grande o pequeña, pública o privada, con servicios TI centralizados o descentralizados, con servicios TI internos o provistos por terceros. En todos los casos, el servicio debe ser fiable, consistente, de alta calidad, y de coste aceptable.

La Gestión de Servicios TI dirige la provisión y el soporte de los servicios de TI adaptados a las necesidades de la organización. ITIL fue creada para comunicar las mejores prácticas en la gestión sistemática y coherentemente de servicios de TI. Su planteamiento se basa en la calidad del servicio y en el desarrollo eficaz y eficiente de los procesos.



ITIL ofrece un marco común para todas las actividades del departamento de TI, como parte de la provisión de servicios, basado en la infraestructura de TI. Estas actividades se dividen en procesos, que usados en conjunto proporcionan un marco eficaz para lograr una Gestión de Servicios de TI más madura. Cada uno de estos procesos cubre una o más tareas del departamento de TI, tal como el desarrollo de servicio, gestión de infraestructura, provisión y soporte de los servicios. Este planteamiento del proceso permite describir las mejores prácticas de la Gestión de Servicios de TI independientemente de la estructura real de la organización.

Muchas de estas prácticas son claramente identificables y son de hecho utilizadas hasta cierto punto en varias organizaciones de TI. ITIL presenta las mejoras prácticas de manera coherente. Los libros de ITIL describen cómo estos procesos, una vez identificados, pueden ser optimizados, y cómo la coordinación entre ellos puede mejorarse. Los libros de ITIL también explican cómo los procesos se pueden formalizar dentro de una organización. Finalmente, los libros de ITIL ofrecen un marco de referencia para unificar la terminología relevante dentro de la organización, y ayuda a definir los objetivos y a determinar el esfuerzo necesario para su cumplimiento (Jan Van, 2005).

La versión inicial de ITIL, publicada entre 1989 y 1995, estaba compuesta por treinta y un libros que cubrían todos los aspectos de la gestión de los servicios. Esta versión inicial fue revisada y reemplazada, entre 2000 y 2004 por ITIL V2, formada por solo siete libros y mejor relacionados. En junio de 2007, ITIL V2 fue sustituida por una versión mejorada y consolidada, ITIL V3. El principal cambio que incorpora ITIL V3 respecto a la versión anterior, es que pasa de una estructura basada en el ciclo de vida de los servicios, ITIL V3 consta de cinco libros de referencia cuyos propósitos se muestran en la siguiente tabla:

Libro	Propósito
Estrategia del Servicio (Service Strategy)	Proporciona una guía, tanto a los proveedores de los servicios de TI como a sus clientes, con la intención de ayudarles a operar y prospectar a largo plazo mediante el establecimiento de una estrategia de negocio bien definida.
Diseño del Servicio (Service Design)	Ofrece las pautas para que el diseño de los servicios sea apropiado e innovador, incluyendo su arquitectura, procesos, políticas y documentación, para satisfacer los requisitos del negocio, actuales y futuros, acordados.
Transición del servicio (Service Transition)	Implantar todos los aspectos del servicio, no solo su aplicación y uso en circunstancias normales. Se debe asegurar que el servicio se pueda operar en circunstancias previsibles extremas o anómalas, y que se



	dispone de un soporte a fallos o errores.
Operación del servicio (Service Operation)	Proveer los niveles de servicio acordados a los usuarios y clientes, y gestionar las aplicaciones, tecnología e infraestructura necesaria para dar soporte a la provisión de los servicios.
Mejora continua del servicio (Continual Service Improvement)	Evaluar y mejorar de manera continua la calidad de los servicios y la madurez global del ciclo de vida de los servicios y de los procesos subyacentes.

Tabla 4 Propósitos de los libros de ITIL V3

Las buenas prácticas de gestión de servicios de ITIL V3 son las que recoge la norma ISO/IEC 20000-2:2005. Si bien esta norma no incluye formalmente el planteamiento de ITIL V3, sí que describe un conjunto integrado de procesos de gestión de servicios que están alineados y son complementarios a los procesos definidos en ITIL V3. Se podría decir que cada uno de los libros de ITIL ofrece una información más ampliada y una guía de buenas prácticas sobre las áreas que se tratan en la norma ISO/IEC 2000 (Mesquida, Mas, & Amegual, 2009).

2.8.1. Objetivos de ITIL

El objetivo que persigue ITIL es diseminar las mejores prácticas en la gestión de servicios de Tecnologías de Información de forma sistemática y coherentemente. El planteamiento principal se basa en la calidad del servicio y el desarrollo eficaz y eficiente de los procesos.

La idea subyacente es que, sin importar el rubro, la tecnología es cada vez más crítica para el negocio de cualquier empresa. Esto quiere decir que si la tecnología no es administrada eficientemente, el negocio no funciona, lo que se vuelve más cierto al ser más dependiente de la infraestructura tecnológica. En este sentido, los estándares ITIL exigen un replanteamiento del área tecnológica y la definición de los elementos y procesos "críticos" dentro de la empresa.

Las normas ISO son demasiado rígidas para los negocios, ya que lo que se ajusta bien a una empresa no lo hace a otra. En cambio, la incorporación de mejores prácticas (ITIL) es una forma sencilla de mejorar y estandarizar la calidad de los procesos corporativos. Las guías generales de mejores prácticas les sirven a todas las compañías (Suárez, 2006).

2.8.2. Beneficios de ITIL

La lista incluida a continuación identifica algunos beneficios y posibles problemas del uso de las buenas prácticas ITIL. Esta lista no pretende ser definitiva o exhaustiva, pero se ofrece como base



para considerar alguno de los beneficios que pueden alcanzar o alguno de los errores que podemos cometer cuando se usa ITIL.

Beneficios de ITIL para el cliente/usuario:

- La entrega de servicios de TI se orienta más al cliente y los acuerdos sobre la calidad del servicio, mejoran la relación entre el departamento TI y el cliente.
- Se describen mejor los servicios, en un lenguaje más cómodo para el cliente, y con mayores detalles.
- Se gestionan mejor la calidad, disponibilidad, fiabilidad y coste del servicio.
- Mejora la comunicación con la organización TI al acordar los puntos de contacto.

Beneficios de ITIL para la organización:

- La organización TI desarrolla una estructura más clara, se vuelve más eficaz, y se centra más en los objetivos corporativos.
- La organización TI tiene más control sobre la infraestructura y los servicios bajo su responsabilidad y los cambios resultan más fáciles de manejar.
- Una estructura de proceso eficaz brinda un marco para concretar de manera más adecuada la externalización de algunos de los elementos de los servicios de TI.
- Seguir las mejores prácticas de ITIL alienta el cambio cultural hacia la provisión de servicios, y sustenta la introducción de un sistema de gestión de calidad basado en los estándares ISO 9000 o en BS-15000.
- ITIL establece un marco de referencia coherente para la comunicación interna y la comunicación con los proveedores, así como la estandarización y la identificación de los procedimientos.

Potenciales problemas / errores en el uso de ITIL

- Su introducción puede llevar tiempo y requiere un esfuerzo significativo, y debe requerir un cambio de cultura en la organización. Una introducción demasiado ambiciosa puede llevar a la frustración porque nunca se alcanzan los objetivos.
- Si la estructura de procesos se convierte en un objetivo en sí misma, la calidad del servicio se puede ver afectada de forma adversa. En ese escenario, los procedimientos innecesarios o sobre ingenieros, son vistos como obstáculos burocráticos que tratan de evitarse en lo posible.



- Puede no haber mejora en el servicio de TI si no existe una comprensión fundamental sobre cómo se deben proveer los procesos relevantes, cuáles son los indicadores de rendimiento apropiados, y cómo pueden controlarse.
- No se ven las reducciones de coste y la mejora en la entrega de los servicios, debido a la falta de una línea de referencia de datos para la comparación y/o identificación de objetivos equivocados.
- Una implementación con éxito implica el compromiso del personal de todos los niveles de la organización. Dejar el desarrollo de las estructuras de proceso a un departamento de especialistas puede aislar al departamento de la organización y puede fijar una dirección no aceptada por los otros departamentos.
- Si hay poca inversión en una formación adecuada y en las herramientas de soporte, lógicamente los procesos y servicios pueden no funcionar adecuadamente y el servicio no mejorará. A corto plazo se pueden necesitar más recursos y más personal si la organización se encuentra sobrecargada con las actividades de rutina de la Gestión de Servicios de TI, por lo que no pueden realizar las “buenas prácticas”.

Estos potenciales problemas y errores por supuesto que se pueden superar con la comprensión y el uso de buenas prácticas ITIL en línea con las necesidades del negocio a la que la organización de TI tiene que dar soporte (Jan Van, 2005).

2.8.3. El ciclo de vida de la gestión de servicios

ITIL V3 propone un enfoque del ciclo de vida para gestionar los servicios de TI. Cada uno de los cinco volúmenes de ITIL V3 representa una fase del ciclo de vida de la gestión de servicios. Cada fase se interrelaciona con el resto de fases del ciclo y la mayoría de los procesos abarcan diversas fases. Además de los cinco volúmenes, ITIL V3 ofrece orientaciones complementarias de implantación y prácticas en sectores concretos, organizaciones, modelos operativos e infraestructura tecnológica (Custy, 2007).

Las cinco fases del ciclo de vida de los servicios que propone ITIL V3 son las siguientes:

1. **Estrategia de servicio:** Se ocupa del diseño, desarrollo e implantación de la gestión de servicios de TI como activo estratégico para la organización. El proceso de la estrategia de servicios comprende: la gestión de la cartera de servicios, la gestión financiera de TI y la gestión de la demanda.



2. **Diseño del servicio:** Se encarga del diseño y desarrollo de los servicios y de los correspondientes procesos necesarios para apoyar dichos servicios. Entre los procesos del diseño de servicios figuran: la gestión del catálogo de servicios, la gestión de los niveles de servicio, la gestión de la disponibilidad, la gestión de la capacidad, la gestión de la continuidad de los servicios de TI, la gestión de la seguridad de la información y la gestión de proveedores.
3. **Transición del servicio:** Se ocupa de la gestión y coordinación de los procesos, los sistemas y las funciones que se precisan para crear, comprobar e implantar servicios nuevos o modificados en las operaciones. Entre los procesos de transición del servicio figuran: la planificación y soporte de la transición, la gestión del cambio, la gestión de la configuración y los activos del servicio, la gestión del lanzamiento y el despliegue, la validación y comprobación del servicio, la evaluación y la gestión del conocimiento.
4. **Operaciones de servicio:** Se ocupa de la coordinación, las actividades y los procesos necesarios para gestionar los servicios destinados a usuarios y clientes de empresas dentro de los niveles de servicio acordados. Los procesos de las operaciones de servicio son los siguientes: la gestión de eventos, el cumplimiento de peticiones, la gestión de incidencias, la gestión de problemas y la gestión del acceso.
5. **Mejora continua:** Se ocupa de mejorar los servicios de forma constante para garantizar a las organizaciones que los servicios responden a las necesidades del negocio. La mejora continua trata sobre cómo mejorar el servicio, los procesos y las actividades de cada una de las fases del ciclo de vida.

2.8.4. Las publicaciones de ITIL

Cada uno de las publicaciones de ITIL trata una parte del marco de trabajo. Cada uno ofrece:

- Una descripción general de lo que es necesario para organizar la Gestión de Servicios de TI.
- Una definición de los objetivos, las actividades, entradas y salidas de cada uno de los procesos requeridos en una organización de TI.

Sin embargo, ITIL no prescribe cómo esas actividades deberían ser implementadas, ya que esto puede ser diferente en cada organización. Se pone más énfasis en el planteamiento que ha sido probado; pero eso, según las circunstancias, puede ser implementado de diferentes formas. ITIL no es un método, sino que ofrece un marco de trabajo para planificar los procesos esenciales, los roles



y las actividades más comunes, indicando los nexos entre ellos y los flujos de comunicación necesarios.

ITIL se basa en la necesidad de proporcionar servicios de alta calidad, con énfasis en la relación con el cliente. La organización de TI deberá cumplir los acuerdos con el cliente lo que implica mantener una buena relación con ellos, con los socios y con los proveedores.

Parte de la filosofía de TI tiene su base en los sistemas de calidad, como el estándar ISO 9000, y los marcos de trabajo de Calidad Total, como EFQM (European Foundation for Quality Management o Fundación Europea para la Gestión de la Calidad). ITIL apoya tales sistemas de calidad y ofrece una clara descripción de los procesos y las mejores prácticas en la Gestión de Servicios de TI. Esto puede llevar a una reducción significativa del tiempo necesario para conseguir la certificación ISO.

Originalmente, ITIL consistía de un gran número de libros, cada uno de los cuales describía un área específica de mantenimiento y operación de la infraestructura de TI. Los diez libros que describían Soporte de Servicio y Entrega de Servicio eran considerados el eje de ITIL. Existían aproximadamente 40 libros más sobre temas suplementarios relacionados con la Gestión de Servicios de TI, desde cableado hasta manejo de las relaciones con el cliente. Sin embargo, la serie de libros originales de la IT Infrastructure Library abordaba la Gestión de Servicios de TI desde la perspectiva de TI. El Conjunto de Perspectivas del Negocio, que contiene tres diferentes títulos, se introdujo para acortar la distancia entre el negocio y la organización TI.

Además, ciertos aspectos de ITIL han sido resumidos en fechas recientes. Todas las otras antiguas publicaciones han sido reemplazadas por ediciones más recientes. La Figura 5 Marco de publicaciones de ITIL (fuente: OGC) muestra el conjunto actual de las publicaciones de las mejores prácticas de ITIL. Los procesos de Gestión de Servicio, en el centro del marco de trabajo, están divididos en las dos áreas centrales de Soporte y Provisión (Jan Van, 2005).

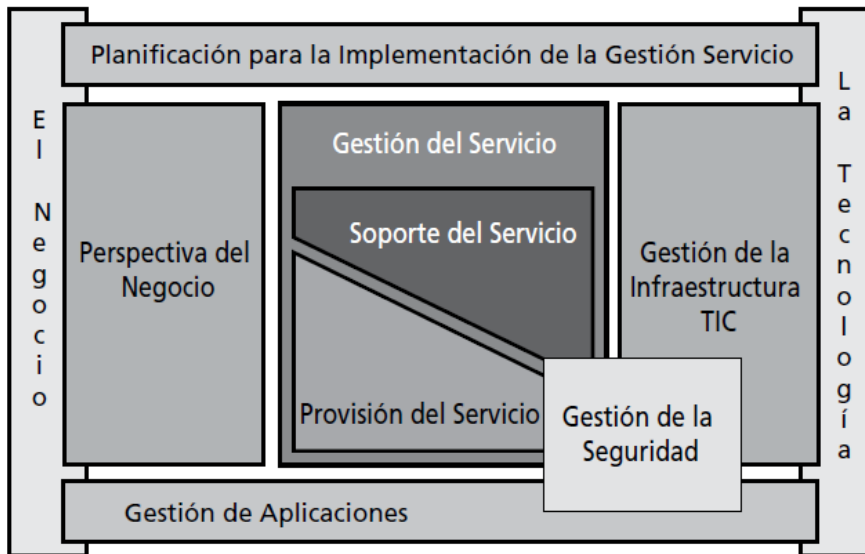


Figura 5 Marco de publicaciones de ITIL (fuente: OGC)

Tabla 5 Similitudes entre CMMI e ITIL

2.9. Mejora y evaluación de procesos de software

Las empresas generadoras de software deben esforzarse para mantener e incrementar sus ventajas competitivas, mejorar y perfeccionar continuamente sus procesos de desarrollo. Un proceso, y en particular un proceso de desarrollo de software se encuentra definido en el glosario de terminología de ingeniería de software del estándar IEEE como (Ivarsson, 2010):

“**Proceso.** Una secuencia de pasos que se realizan con un propósito determinado, por ejemplo: el proceso de desarrollo de software”.

“**Proceso de desarrollo de software.** El proceso mediante el cual las necesidades del usuario son traducidas en un producto de software. El proceso consiste en traducir las necesidades del cliente en requerimientos de software, la transformación de los requerimientos en diseño, la aplicación del diseño en el código, las pruebas del código, y en algunos casos la instalación y revisión del software en uso.



2.10. Estado del Arte

Existen diversas iniciativas en las cuales se adaptan procesos existentes o se idean algunas metodologías o procesos para asegurar la calidad del desarrollo de software dentro de las pequeñas empresas. Pero generalmente presentan el que se debe conseguir sin decir la forma en el cual debe realizarse.

2.10.1. Impulse CMMI

Las pequeñas y medianas empresas de desarrollo de software son importantes para el crecimiento económico de muchas regiones españolas, y en consecuencia la mejora de la competitividad dentro de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) es un objetivo y un desafío. Por otro lado, los modelos más importantes desde organizaciones como el Instituto de Ingeniería de Software (SEI) o la Organización Internacional de Normalización (ISO) son ampliamente utilizados en España para garantizar que las organizaciones pequeñas de desarrollo de software aumenten su productividad y calidad.

Existe un proyecto pionero en la región de Murcia España llamado IMPULSE CMMI que implementa CMMI en varias empresas de la región. Este proyecto fue financiado por la Comunidad Autónoma de Murcia a través del Instituto para el Desarrollo Industrial de Murcia y el Centro Tecnológico de Información de Tecnologías y Comunicaciones de Murcia (CENTIC), contando con la asesoría de Kybele Consulting. El proyecto se centra en la mejora de la gestión y procesos de desarrollo de las empresas en el marco del modelo de calidad de CMMI-DEV en el nivel 2 de madurez, con el objetivo de aumentar la competitividad de la región a través de la mejora y la certificación de las empresas de software de la región. Esto implicó la adopción de un modelo completo para la mejora de los procesos de desarrollo de software, adaptándolo a las características de las industrias del software de Murcia (García, García Guzman, Garzas, Arun Javadekar, & Kirwan, 2012).

2.10.2. SPIRE

La industria del software en la India juega un papel importante en la economía. Según el informe dado por NASSCOM en el año 2008, el 85% de los miembros NASSCOM son pequeñas y medianas empresas (Pymes). Estas generaron ingresos de alrededor 12 a 15 billones de dólares de las exportaciones de software en el año 2008. Alrededor del 96% de las Pymes de software en la India apoyaron a 23 millones negocios en Estados Unidos, y con esto se generó el 64% del empleo. Es típico que el software de las Pymes genera ingresos por menos de 100 millones de rubias. Durante



finales de los noventa, el SPIRE (Programa para la Mejora de Procesos de Software de las Regiones de Europa) aplicaron el modelo SPICE a una variedad de Pymes. Sin embargo, la investigación indica que sólo un pequeño porcentaje del ingenio de las empresas indias de desarrollo de software ha implementado métodos formales de evaluación de mejora de procesos de software (Software Process Improvement SPI). Un nicho de estudio pone de evidencia que las empresas de software indias se negaban a participar en la educación formal para realizar evaluaciones de SPI, debido a los altos costos y los recursos involucrados. Los resultados de una encuesta mostraron que las Pymes de desarrollo de Software en la India se emplean a menos de 20 personas.

Muchas Pymes de la India compiten con las grandes organizaciones por proyectos de futuros clientes. Uno de los principales problemas que enfrentan las Pymes de software de la India es la falta de evaluación del proceso de mejora, que no sólo ayudan a mejorar la calidad del proyecto, sino también para minimizar el tiempo, el trabajo y el presupuesto económico del proyecto.

Las pequeñas empresas dan poca importancia a estas actividades, un empleado juega múltiples funciones en la empresa, por ejemplo, un programador podría desempeñar el papel de un arquitecto técnico, desarrollador y probador de forma simultánea. Este escenario es muy común en el que se encuentra envueltas las Pymes. Esto no sólo afecta a la calidad del trabajo, sino también el impacto e importancia del proyecto. Muchas de las pequeñas empresas se oponen a las normas debido al esfuerzo y costo para su cumplimiento, tanto en tiempo y dinero. Algunos de los inconvenientes que afectan a las Pymes son:

- Documentación excesiva.
- Amplio número de prácticas específicas.
- Exigencia de una gran cantidad de recursos.
- Costos de la capacitación.
- Prácticas independientemente del tipo de proyecto.
- Falta de orientación en la satisfacción de las necesidades del proyecto y el equipo de desarrollo.
- Muchas de las empresas pequeñas se oponen al modelo CMMI, debido al costoso esfuerzo en su cumplimiento, en tiempo y dinero (Jeyakumar & Kalpana, 2011).

Las actividades de aseguramiento de calidad resultan críticas en la industria del software y en general las normas más reconocidas a nivel internacional (CMMI o ISO) resultan difíciles de cumplir para pequeñas y medianas empresas (Pymes) desarrolladoras de software.



2.10.3. Proyecto COMPETISOFT

El proyecto COMPETISOFT (en el marco de la cooperación iberoamericana generada por CyTED) plantea soluciones al aseguramiento de calidad de procesos y productos, contemplando las posibilidades de las empresas pequeñas y medianas, con plantillas de empleados reducidas (A.C., C.C., M.G., & Pesado, 2008).

El modelo de procesos de COMPETISOFT está basado en el definido por MoProSoft. Tiene tres categorías de procesos: Alta Dirección, Gerencia y Operación que reflejan la estructura de una organización.

La categoría de Alta Dirección contiene el proceso de gestión de negocio.

La categoría de Gerencia está integrada por los procesos de gestión de procesos, gestión de proyectos y gestión de Recursos. Éste último está constituido por los subprocesos de gestión de recursos humanos, gestión de bienes, servicios e infraestructura y gestión de conocimiento.

La categoría de Operación está integrada por los procesos de administración de proyectos específicos y de desarrollo y mantenimiento de software.

En cada proceso están definidos los roles responsables por la ejecución de las prácticas. Los roles se asignan al personal de la organización de acuerdo a sus habilidades y capacitación para desempeñarlos.

En COMPETISOFT se clasifican los roles en grupo directivo, responsable de proceso y otros roles involucrados. Además se considera al Cliente y al Usuario como roles externos a la organización (COMPETISOFT, Proyecto, 2006).

2.10.4. Metodología de desarrollo de software que sea adaptable a las PYMES

El proyecto de investigación “Creación de una metodología de desarrollo de software aplicable a las Pymes del Caribe Colombiano” tiene como objetivo crear una metodología desarrolladora de software con un mínimo de complejidad al implementarse; esta se enfoca en los procesos del negocio, para que el producto vaya alineado a los objetivos de éste y cumpla con los estándares de calidad para su producción. La idea surge al estudiar las Pymes desarrolladoras de software del Caribe Colombiano y encontrar que debido a la alta complejidad y difícil tarea de implementar las



metodologías existentes, pocas empresas las aplican y en otros casos aplican unos procesos sin tener conocimiento que son pertenecientes a una metodología.

La creación de esta metodología fue un tipo de investigación exploratoria propositiva por que partiendo de las metodologías existentes (XP, Merise, RUP, Métrica), los estándares de calidad CMMI, CMM, Calidad de software, Gestión de proyectos, UML, MDA, BPMN, se tomó una base para la creación de la nueva metodología. A partir de aquí se desarrolló un proyecto hipotético aplicando la nueva metodología y evaluándola mediante un modelo matemático (Náder Roso, 2009).

2.11. Síntesis del capítulo

Los principales puntos de este capítulo son los siguientes.

- La metodología es un conjunto de pasos establecidos para lograr un objetivo específico.
- Se considera calidad al conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que los distingue de los demás y les da la capacidad de satisfacer las necesidades de los usuarios.
- Se define calidad de software el grado con que un sistema, componente o proceso cumple con los requerimientos explícitos e implícitos.
- La gestión de la calidad se divide en:
 - Garantía de la calidad
 - Planeación de la calidad
 - Control de la calidad
- Algunos modelos utilizados para garantizar la calidad en el desarrollo de software son:
 - Capability Maturity Model Integration (CMMI)
 - International Standard Organization ISO)
 - Personal Software Process (PSP) / Team Software Process (TSP)
 - Software Process Improvement and Capability dEtermination (SPICE)
- Los modelos CMMI son una colección de buenas prácticas que ayudan a las organizaciones a mejorar sus procesos.
- CMMI para Desarrollo (CMMI-DEV) constan de buenas prácticas que tratan las actividades de desarrollo aplicadas a productos y servicios.
- Los niveles que utiliza CMMI-DEV son para describir un camino evolutivo recomendado para una organización que quiere mejorar los procesos que utiliza para desarrollar productos o servicios.
- CMMI se aplica en dos diferentes niveles: por capacidad y por madurez.



- Information Technology Infrastructure Library (ITIL) fue desarrollada al reconocer que las organizaciones dependen cada vez más de Tecnologías de la Información (TI) para alcanzar sus objetivos corporativos.
- ITIL ofrece un marco común para todas las actividades del departamento de TI, como parte de la provisión de servicios, basados en la infraestructura de TI. Estas actividades se dividen en procesos, que usados en conjunto proporcionan un marco eficaz para lograr una Gestión de Servicios TI más madura.
- ITIL V3 propone un enfoque del ciclo de vida para gestionar los servicios de TI. Cada uno de los cinco volúmenes de ITIL V3 representa una fase del ciclo de vida de la gestión de servicios. Cada fase se interrelaciona con el resto de fases del ciclo y la mayoría de los procesos abarcan diversas fases.



3. Metodología

En este capítulo se presentan los aspectos metodológicos de la investigación. Se expone la perspectiva metodológica que se ha adoptado, hipótesis de la investigación, estrategia de indagación y el diseño metodológico de las diferentes fases de investigación desarrollada.

3.1. Perspectiva metodológica. Consideraciones generales

Para las pequeñas empresas desarrolladoras de software la calidad tiene un papel fundamental, por su repercusión en los costos finales, como elemento que las distingue de la competencia y les crea una imagen ante sus clientes (Sosa Zitto, Blanc, Pralong, Álvarez, & Gálaz, 2013).

En el mercado actual no es suficiente el crear software, sino hay que hacerlo de calidad y destacar del resto de la competencia. Para adquirir dicha calidad se puede seguir modelos de mejora que son marcos de referencias, y que las empresas pueden utilizar para sus procesos de desarrollo, adquisición y mantenimiento de productos y servicios (Sosa Zitto, Blanc, Pralong, Álvarez, & Gálaz, 2013).

Estos marcos internacionales de procesos se encuentran orientados a las organizaciones que cuentan con suficientes recursos para aplicarlos, tanto humanos como materiales. La presente investigación se enfoca en definir una forma en el que las pequeñas empresas desarrollen software implementando un proceso orientado al aseguramiento de la calidad, para esto se contemplaron dos modelos:

- Capability Maturity Model Integration
- Information Technology Infrastructure Library

Durante el desarrollo del trabajo se abordan las siguientes tipos de investigación: exploratoria, descriptiva y correlacional. Por esta razón no se realizará una investigación experimental, además como el objetivo del trabajo de tesis es realizar una propuesta para la implementación de una metodología orientada al aseguramiento de la calidad, el estudio se basa en conjuntar dos modelos y realizar una propuesta metodológica para el proceso de aseguramiento de la calidad aplicable a pequeñas empresas desarrolladoras de software.



3.2. Hipótesis

Para el desarrollo de la investigación que aborda el presente trabajo se conformaron las siguientes suposiciones:

- Se puede conformar una metodología enfocada al aseguramiento de la calidad del desarrollo de software en pequeñas empresas, tomando como base dos modelos existentes.
- Una pequeña empresa con recursos limitados (tanto humanos como materiales) puede definir tareas orientadas a garantizar la calidad del desarrollo de software.
- Definir la pauta para implantar la cultura de aplicación de procesos encaminados al aseguramiento de la calidad.

3.3. Diseño de la investigación

Teniendo claramente planteada la problemática y el alcance de la investigación que se plantea en el presente trabajo de tesis, se define cuál es el tipo de investigación que se está desarrollando para definir el diseño de la misma. La investigación que se realizará puede considerarse de tipo exploratoria, descriptiva y correlacional.

3.3.1. Investigación exploratoria

El objetivo de una investigación exploratoria es, como su nombre lo indica, examinar o explorar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado nunca antes. Por lo tanto, sirve para familiarizarse con fenómenos relativamente desconocidos, poco estudiados o novedosos, permitiendo identificar conceptos o variables promisorias, e incluso identificar relaciones potenciales entre ellas (Cazua, 2006).

La investigación exploratoria, también llamada formulativa, permite conocer y ampliar el conocimiento sobre un fenómeno para precisar mejor el problema a investigar. Puede o no partir de hipótesis previas; al científico en este tipo de investigación debe tener flexibilidad, es decir, no ser tendencioso en la selección de la información. En la investigación exploratoria se estudian qué variables o factores podrían estar relacionados con el fenómeno en cuestión, y termina cuando el investigador tiene una idea de las variables que juzga relevantes, es decir, cuando ya conoce bien el tema. (Cazua, 2006).



Hernández Sampieri (1996:71) indican que los estudios exploratorios tienen por objeto esencial familiarizarnos con un tópico desconocido o poco estudiado o novedoso. Esta clase de investigaciones sirven para desarrollar métodos a utilizar en estudios más profundos. De hecho, una misma investigación puede abarcar fines exploratorios, en su inicio, y terminar siendo descriptiva, correlacional y hasta explicativa: todo según los objetivos del investigador.

3.3.2. Investigación descriptiva

En un estudio descriptivo se seleccionan una serie de cuestiones, conceptos o variables y se mide cada una de ellas independientemente de las otras, con el fin, precisamente, de describirlas. Estos estudios buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno. Su objetivo central es "esencialmente la medición precisa de una o más variables dependientes, en alguna población definida o en una muestra de dicha población" (Cazua, 2006).

Mientras los estudios exploratorios buscan descubrir variables, los descriptivos buscan describirlas midiéndolas, y por tanto, requieren mayor conocimiento del tema para saber qué variables describir y cómo hacerlo. Los estudios descriptivos pueden ofrecer también la posibilidad de hacer predicciones incipientes, aunque sean rudimentarias.

Los estudios descriptivos (Hernández Sampieri, 1996:71) sirven para analizar como es y se manifiesta un fenómeno y sus componentes (ejemplo, el nivel de aprovechamiento de un grupo).

3.3.3. Investigación correlacional

Tiene como finalidad medir el grado de relación que eventualmente pueda existir entre dos o más conceptos o variables, en los mismos sujetos. Más concretamente, buscan establecer si hay o no una correlación, de qué tipo es y cuál es su grado o intensidad (cuán correlacionadas están). En otros términos, los estudios correlacionales pretenden ver cómo se relacionan o vinculan diversos fenómenos entre sí (o si no se relacionan).

Consiguientemente, el propósito principal de la investigación correlacional es averiguar cómo se puede comportar un concepto o variable conociendo el comportamiento de otra u otras variables relacionadas, es decir, el propósito es predictivo (Cazua, 2006).

Los estudios correlacionales pretenden ver cómo se relacionan o vinculan diversos fenómenos entre sí (o si no se relacionan) (Hernández Sampieri, 1996:71).



3.3.4. Secuencia de aplicación del diseño

Una vez identificado el problema y definido el alcance del trabajo, se formularon preguntas a las cuales se les buscará respuesta durante el desarrollo de la investigación. Se formuló una hipótesis con varias aseveraciones, así que con esto se definieron objetivos para darle dirección al presente trabajo de investigación. Los pasos que se seguirán son los que se muestran en la siguiente tabla:

Tipo de investigación	Paso	Tareas a realizar
Exploratoria	Paso 1.-	Identificar los modelos de aseguramiento de la calidad aplicables al desarrollo de software.
	Paso 2.-	Analizar los componentes del modelo Capability Maturity Model Integration (áreas de proceso, metas genéricas y específicas, prácticas genéricas y específica y niveles de capacidad).
	Paso 3.-	Analizar la metodología de aplicación de Information Technology Infrastructure Library.
Descriptiva	Paso 4.-	Identificar los factores de calidad de los productos de software.
	Paso 5.-	Analizar la industria de software mexicana.
	Paso 6.-	Identificar los modelos de calidad utilizados en las empresas de software mexicana.
Correlacional	Paso 7.-	Desarrollo de la metodología de aseguramiento de la calidad propuesta.

Tabla 6 Pasos de la metodología de investigación

3.4. Análisis de metodologías

Para construir la metodología de aseguramiento de la calidad, que es el punto primordial del presente trabajo, se debe tener un conocimiento previo de las metodologías existen, y que son empleadas en el desarrollo de software. Para esto se ha investigado acerca de las siguientes modelos:



- Capability Maturity Model Integration CMMI.
- International Standard Organization ISO.
- Personal Software Process PSP.
- Team Software Process TSP.
- Software Process Improvement and Capability dEtermination SPICE.
- Modelo de Procesos para la Industria del Software MoProsoft.

Junto con estas metodologías se estudió también el modelo Information Technology Infrastructure Library ITIL el cual está orientado a la gestión de servicios de Tecnologías de Información, y que formará parte primordial para la creación del presente trabajo.

3.5. Integración de la metodología

Con base en el análisis realizado sobre los modelos de calidad mencionados en el punto anterior, así como modelo referente a la gestión de servicios de TI, se tomará el modelo CMMI y el modelo ITIL como base para generar la metodología de aseguramiento de la calidad.

Se tomarán algunas metas del nivel de madurez 2 de CMMI para conformar la estructura base del trabajo, y de la metodología de gestión de servicios de TI (ITIL) se establecerán la fases de aplicación. Con esto se sientan las bases para la conformación de metodología propuesta.

3.6. Síntesis del capítulo

Los principales puntos tratados en este capítulo son los siguientes:

- La perspectiva de la metodología de investigación que será utilizado durante el desarrollo del trabajo.
- La hipótesis que se planteó de acuerdo al problema que se aborda durante la investigación.
- Descripción del diseño de investigación a utilizarse, que en el caso particular de este trabajo se abordan los siguientes tipos de investigación:
 - Investigación exploratoria.
 - Investigación descriptiva.
 - Investigación correlacional.
- Se describe la secuencia de aplicación del diseño de la investigación (los pasos a seguir para el desarrollo del trabajo).



- Se presenta un listado de las diferentes metodologías (relacionadas con la calidad de los productos de software) que son analizadas como base de la investigación.
- Se describe brevemente que modelos son seleccionados, y como estos servirán como fundamento para crear la metodología de aseguramiento de la calidad de software que se propone en el presente trabajo.



4. Metodología para el aseguramiento de la calidad

4.1. Introducción

La calidad del software es el conjunto de cualidades que lo caracterizan y que determinan su utilidad y su existencia. La calidad es sinónimo de eficiencia, flexibilidad, corrección, confiabilidad, mantenibilidad, portabilidad, usabilidad, seguridad e integridad.

Se puede decir que desde que inicio de la ingeniería de software siempre estuvieron presentes los problemas relacionados con alcanzar niveles óptimos de calidad en el desarrollo de software. Los parámetros del tiempo de desarrollo y costo de soluciones, siempre afectaron el trabajo a realizar, siendo la calidad la primera variable de ajuste disponible. La calidad de un sistema informático depende esencialmente de la calidad de los procesos utilizados para su desarrollo y la posibilidad de adecuarse a los parámetros previamente definidos (A.C., C.C., M.G., & Pesado, 2008).

En conjunto con la evolución de la ingeniería de software, los modelos de evaluación y mejora de procesos y la estandarización de estos, han tomado un papel determinante en la identificación, integración, medición y optimización de buenas prácticas en la organización y desarrollo de software.

4.2. La propuesta

En este capítulo se desarrolla la propuesta de una metodología para el aseguramiento de la calidad, dicha metodología enmarca la integración de algunos objetivos CMMI y ciclo de aplicación de ITIL para definir objetivos, tareas, actividades y roles para generar prácticas que mejoren el proceso de calidad tanto de los procesos, y con esto se vea reflejado en la calidad de los productos de software que se desarrollan en pequeñas empresas.

4.3. Justificación

La metodología de aseguramiento de la calidad propuesta en el presente trabajo servirá para que una pequeña organización dedicada al desarrollo de productos de software inicie o mejore su proceso de aseguramiento de la calidad, así como permitirá una clara definición de objetivos, tareas y roles para los involucrados en dicho proceso. Con todo lo anterior se busca la definición de procesos de calidad adaptados a las necesidades de las pequeñas empresas.



4.4. Alcance de la metodología propuesta

El alcance de la metodología de aseguramiento de la calidad que se propone comprende la definición de fases, objetivos, tareas y roles, todos establecidos tomando como base el modelo CMMI; así como ocupando de referencia a ITIL para definir el ciclo de aplicación. La metodología ofrecerá la guía de que realizar durante su implementación.

4.4.1. Objetivo de la metodología propuesta

Determinar las acciones y procedimientos que aseguren la calidad en proyectos de desarrollo de software para que estos sean exitosos dentro de las pequeñas empresas, para cumplir con los objetivos de la organización. Obteniendo con todo esto una metodología que proporciona una vista estructurada de mejora de procesos que puede ayudar entre otras cosas a establecer procesos para mejorar la calidad de los productos de software. La metodología propuesta proporciona una guía para la calidad para el establecimiento de los procesos en una organización.

4.4.2. Pequeña empresa

El INEGI (2010) señala que en el contexto de la información económica debemos entender como empresa a una entidad económica que es capaz bajo su propio derecho, de poseer activos, asumir responsabilidades y comprometerse en actividades económicas y transacciones con terceros.

El INEGI (2010) señala que la diversidad de criterios para definir a las pequeña y medianas empresas (Pymes) a nivel mundial tiene que ver fundamentalmente con las características políticas y económicas de cada nación, por lo que existen divergencias insalvables para buscar una definición universal que clasifique a las Pymes.

Fue en el año de 1985 que la Secretaria de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), actualmente Secretaría de Economía (SE), de manera oficial estableció los criterios para clasificar a la empresa considerando su tamaño en México. El 30 de abril de 1985, se publicó el documento que contenía el programa para el Desarrollo Integral de la Industria Pequeña y Mediana, en el Diario Oficial de la Federación, documento en el que se estableció la clasificación de los diferentes estratos, desde esa fecha se han establecido diferentes criterios, a lo largo de los años. En la actualidad prevalecen los criterios establecidos por la SE en las siguientes fechas (Jiménez García, 2012):

- 30 de Diciembre de 2002
- 30 de Junio de 2009



A continuación se presenta la clasificación de acuerdo al pronunciamiento del 30 de diciembre de 2002, la cual hasta la fecha es la clasificación que se sigue utilizando y que considera el número de empleados:

	Sector		
	Industria	Comercio	Servicios
Micro	De 0 a 10	De 0 a 10	De 0 a 10
Pequeña	De 11 a 50	De 11 a 30	De 11 a 50
Mediana	De 51 a 250	De 31 a 100	De 51 a 100

Tabla 7 Clasificación de las empresas según el número de empleados y giro al que pertenecen (Fuente SECOFI 2014)

En el Diario Oficial de la Federación del 30 de junio de 2009 se establece que el tamaño de la empresa estará determinado por el número de trabajadores multiplicado por 10%; más el monto de las ventas anuales por 90%. Y esta debe ser igual o menor al Tope Máximo Combinado de categoría, que va desde 4.6 en el caso de la microempresa, hasta 250 para la mediana (Secretaría de Economía, 2009).

Tamaño	Sector	Estratificación		
		Rango de número de trabajadores	Rango de monto ventas anuales (mdp)	Tope máximo combinado
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta \$4	4.6
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde \$4.01 hasta \$100	93
	Industria y Servicios	Desde 11 hasta 50	Desde \$4.01 hasta 100	95
Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde \$100.01 hasta \$250	235
	Servicios	Desde 51 hasta 100		
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde \$100.01 hasta \$250	250

Tabla 8 Estratificación del tamaño de las empresas en México (Fuente, Diario oficial de la Federación)



4.5. Industria de software en México

En julio de 2005 se aplicó una encuesta a 68 gerentes del sector de la industria de software en México para conocer el perfil general de éstas y analizar los factores críticos del sector. Es importante destacar que los diversos análisis que se han realizado con respecto al panorama de este sector no resultan aún generalizables a toda la industria, ya que cada estudio analiza sólo un subconjunto del total de las empresas (Bañales González, 2007).

Las empresas participantes en el estudio se localizan en 11 de los 32 estados de México, presentando la siguiente distribución:

Estado	Porcentaje
Chihuahua	2.9%
Coahuila	1.5%
Distrito Federal	44.1%
Durango	11.8%
Estado de México	2.9%
Guanajuato	1.5%
Jalisco	2.9%
Michoacán	2.9%
Morelos	2.9%
Nuevo León	23.5%
Querétaro	2.9%
Total	100%

Tabla 9 Localización geográfica de las empresas participantes en estudio de perfiles de la industria de software en México. (Fuente, Bañales González 2007).

Según PROSOFT en el país se tienen registradas mil ochocientos sesenta Pymes desarrolladoras de software las cuales se distribuyen de la siguiente manera (Acosta Sinencio, 2010):

Estado	Número de Pymes	Estado	Número de Pymes
Aguascalientes	50	Morelos	24
Baja California	69	Nayarit	2
Baja California Sur	8	Nuevo León	252
Campeche	5	Oaxaca	18
Coahuila	47	Puebla	96
Colima	40	Querétaro	45



Chiapas	13	Quintana Roo	14
Chihuahua	43	San Luis Potosí	15
CD de México	420	Sinaloa	54
Durango	12	Sonora	61
Estado de México	78	Tabasco	42
Guanajuato	46	Tamaulipas	21
Guerrero	7	Tlaxcala	19
Hidalgo	10	Veracruz	94
Jalisco	168	Yucatán	40
Michoacán	24	Zacatecas	23

Tabla 10 Distribución de fábricas de software a nivel nacional (Fuente: Acosta Sinencio, 2010)

Al realizarse este estudio surgió la pregunta ¿Cuál es el número de empresas desarrolladoras de software en México?, la respuesta a esta pregunta no tiene cifra exacta. De acuerdo con estimaciones realizadas por ESANE Consultores sobre el número total de empleados y empresas de la industria de software en México podría ser del orden de 1500 empresas (Bañales González, 2007).

El estudio revela que el 85.29% de las empresas del sector de la industria mexicana de software son de tamaño micro (54.41%) y pequeño (30.88%), el 5.89% mediana y tan sólo el 8.82% son de tamaño grande (con un número de empleados mayor a 100).

Tamaño	Empleados	Porcentaje
Micro	1 a 10	54.41%
Pequeña	11 a 50	30.88%
Mediana	51 a 100	5.89%
Grande	Más de 100	8.82%

Tabla 11 Tamaño de empresas de software. (Fuente, Bañales González 2007)

Según el estudio realizado por la Secretaría de Economía sobre el perfil de la industria mexicana del Software. Los resultados de la estimación mencionada muestran que el perfil actual de la industria nacional es mayoritariamente micro y pequeño, donde el mayor número de empresas cuentan con menos de 50 empleados (Gil Rivero, 2010).

Tamaño	Número de empleados	Número de empresas	Porcentaje
Micro	1 a 10	619	41%
Pequeña	11 a 50	629	42%



Mediana	51 a 100	130	9%
Grande	Más de 100	114	8%

Tabla 12 Estimación del número de empleados y empresas de software en México (Gil Rivero, 2010)

Con forme a los datos del padrón SIEM (Sistema de Información Empresarial) de la Secretaría de Economía de México el perfil de la industria mexicana de software sería (González Bañales, 2006):

Tamaño	Número de empleados	Promedio de empleados	Número de empresas	porcentaje
Micro	1 a 10	6	102	62
Pequeña	11 a 50	22	47	28
Mediana	51 a 100	71	8	5
Grande	101 o más	248	9	5
	Total		165	100%

Tabla 13 Perfil de la Industria del Software de México (Fuente, SIEM 2005)

De acuerdo a una investigación realizada sobre el nivel de madurez y capacidad de procesos de la industria de tecnologías de información de México, realizada por la Secretaría de Economía de México a través de PROSOFT en el año 2004, aplicada a 128 empresas, el perfil sería el siguiente (González Bañales, 2006):

Tamaño	Número de empleados	Promedio de empleados	Número de empresas	Porcentaje
Micro	1 a 10	5	48	39
Pequeña	11 a 50	25	53	43
Mediana	51 a 100	75	12	9.8
Grande	101 o más	101	10	8.2
	Total		123	100%

Tabla 14 Perfil de la Industria del Software de México (Fuente, Secretaría de Economía)

Las pequeñas y medianas empresas que desarrollan software hecho a la medida han sido parte importante en la consolidación de la industria de software en países como India, Irlanda e Israel. En México particularmente, las Micro, Pequeña y Medianas Empresas (MiPyME) desarrolladoras de software representan al 87% de las empresas de acuerdo al estudio realizado por la Asociación



Mexicana de la Industria de las Tecnologías de la Información (Instituto de Informática, NovaUniversitas, Oaxaca, 2015).

En México la industria de software aún se encuentra en un proceso de desarrollo y crecimiento, datos de la Secretaría de Economía, sugirieron que la industria de software y Tecnologías de la Información TI en México se encontraba constituida por alrededor de 2,134 empresas. En este sentido, de acuerdo a estudios realizados se determinó que la industria de software presenta una estructura atomística: como se mencionó anteriormente alrededor del 87% de las empresas son micro y pequeña, 7% son mediana empresa, 5% son gran empresa, y solamente una empresa que cuenta con alrededor de 1500 empleados se considera corporativa (Instituto de Informática, NovaUniversitas, Oaxaca, 2015).

4.5.1. Fortalezas y debilidades de la industria de software mexicana

De acuerdo con el estudio realizado (González Bañales, 2006) sobre el nivel de madurez y capacidad las debilidades y fortalezas que presentan las industrias desarrolladoras de software de México con respecto a la calidad de sus procesos de desarrollo de software son las siguientes:

Debilidades

1. Procesos de la organización (administración de la empresa)
 - 1.1. **Aseguramiento de la calidad:** No se provee el aseguramiento que los productos de trabajo y los procesos de un proyecto, así como la verificación de que se cumplan con los requerimientos especificados y las tareas se adhieren a los planes establecidos.
 - 1.2. **Proceso de medición:** No se recolecta y analiza los datos relacionados al producto y los procesos.
 - 1.3. **Alineamiento organizacional:** No se asegura que el personal comparta una visión, cultura y entendimiento común de los objetivos del negocio.
 - 1.4. **Administración de recursos humanos:** No se cuenta con el personal, con las habilidades y conocimientos para que desempeñen los roles efectivamente.
 - 1.5. **Administración de la calidad:** No se monitorea la calidad de los productos y/o servicios y no se asegura que satisfacen al cliente.
 - 1.6. **Infraestructura de trabajo:** No se cuenta con una infraestructura estable y confiable para apoyar la ejecución de cualquier proceso. (Hardware, software, métodos, herramientas, técnicas, estándares...).
2. Procesos de desarrollo del software
 - 2.1. **Gestión del riesgo:** No se identifica y mitiga continuamente los riesgos del proyecto a lo largo del ciclo de vida del mismo.



- 2.2. **Administración de la configuración:** No se establece y mantiene la integridad de todos los productos de trabajo. Esto incluye asegurar que en un producto liberado se encuentran todos los componentes en su versión apropiada.
- 2.3. **Verificación y validación de requerimientos:** No se confirma que cada producto de trabajo y/o servicio de software, refleja apropiadamente la especificación establecida, de tal manera que el producto sea útil y aceptado.
- 2.4. **Mantenimiento del sistema y software:** No se administran las modificaciones, migraciones y el retiro de los componentes del sistema (como hardware, software, operacionales manuales...), en respuesta a una petición del cliente.

Fortalezas

1. Procesos de la organización (administración de la empresa)
 - 1.1. **Establecimiento del proceso:** Se cuenta con un conjunto de procesos organizacionales
2. Procesos de desarrollo del software
 - 2.1. **Administración del contrato:** Se provee al cliente un producto y/o servicio de software que cumple con los requerimientos acordados.
 - 2.2. **Especificación de requerimientos:** Se recolecta, procesa y da seguimiento a las necesidades y requerimientos del cliente a través del ciclo de vida del producto o servicio, así como se establece el estudio del nivel de madurez y capacidad de procesos de la industria de tecnologías de información una línea base para los requerimientos del software.
 - 2.3. **Diseño del software:** Se define el diseño del software que mejor se ajuste a los requerimientos y pueda ser probado contra éstos.
 - 2.4. **Administración del proyecto:** Se identifica, establece, coordina y monitorea las actividades, tareas y recursos necesarios para generar un producto o brindar un servicio que cumple con sus requerimientos.
 - 2.5. **Construcción del software:** Se producen unidades de software ejecutables y verifica que reflejen propiamente el diseño del software.
 - 2.6. **Análisis de los requerimientos del software:** Se establecen los requerimientos de los componentes del software del sistema.
 - 2.7. **Integración del sistema y pruebas:** Se integra los componentes de software con las operaciones manuales o hardware, produciendo un sistema completo.



4.5.2. Modelos de aseguramiento de la calidad

En un estudio realizado por (Jiménez Hernández & Orantes Jiménez, 2012) se realizó una encuesta a 86 empresas mexicanas desarrolladoras de software, esto con la finalidad de conocer las metodologías de desarrollo de software que son empleadas. Dentro de la encuesta se incluyó la siguiente pregunta: “¿Qué modelo de gestión y aseguramiento de la calidad utiliza?”, y de la cual se obtuvo que el 87% de las empresas no hace uso de ningún modelo de gestión y aseguramiento de la calidad, y de las empresas que aplican alguno el más utilizado es el ISO 9000-2000. La siguiente tabla ilustra los resultados obtenidos:

Modelo de gestión y aseguramiento de la calidad	Porcentaje de utilización
Sin ningún modelo	87%
ISO 9000-2000	6%
ISO/IEC 15504 SPICE	2%
Capability Maturity Model Integration CMMI	5%

Tabla 15 Modelos de gestión y aseguramiento de la calidad que emplean empresas mexicanas;
Fuente: (Jiménez Hernández & Orantes Jiménez, 2012)

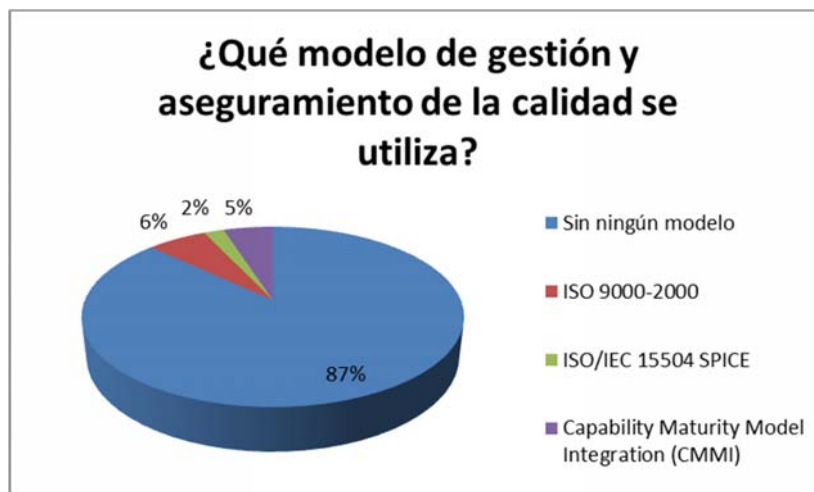


Figura 6 Modelos de gestión y aseguramiento de la calidad que emplean empresas mexicanas;
Fuente: (Jiménez Hernández & Orantes Jiménez, 2012)



4.6. Concepto de metodología

“La metodología, es el tratado del método”, la descripción, el análisis y la valoración crítica de los métodos de investigación. En su aceptación más estricta, llámese metodología, al estudio sistemático de los métodos utilizados por una ciencia en su investigación de realidad.

La metodología tiene por objeto, cómo hay que proceder en las diversas normas del cociente humano, utilizando los variados medios de conocer de qué disponemos para llegar a conclusiones no sólo justas sino verdaderas, es el arte de conocer y aplicar el método conveniente a una obra determinada (Armenta Ponce de León, 1990).

4.6.1. Definición de metodología

De acuerdo con el Diccionario de la Real Academia Española (2011), la palabra metodología es un conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal.

En el área de Ingeniería de Software, el término metodología (Pressman, 2014) se refiere a un marco de trabajo usado para estructurar, planificar y controlar el proceso de desarrollo de sistemas computacionales. Así, se espera que al utilizar una metodología para desarrollo de software, ésta pueda proveer un conjunto de prácticas y herramientas que faciliten el proceso de desarrollo, ofreciendo un producto con alta calidad, seguro y que satisfaga las expectativas del cliente (Jiménez Hernández & Orantes Jiménez, 2012).

En otras palabras, la metodología para el desarrollo de software es un modo sistemático de realizar, gestionar y administrar un proyecto para llevarlo a cabo con altas posibilidades de éxito. Esta sistematización nos indica cómo dividiremos un proyecto en módulos más pequeños llamados etapas, y las acciones que corresponden a cada una de ellas, nos ayuda a definir entradas y salidas para cada una de las etapas y, sobre todo normaliza el modo en que administraremos el proyecto. Entonces una metodología para el desarrollo de software son los procesos a seguir sistemáticamente para idear, implementar y mantener un producto de software desde que surge la necesidad del producto hasta que cumplimos el objetivo por el cual fue creado (Cantone, 2008).

4.7. Modelo de capacidad y madurez integrado CMMI

CMMI es un modelo que guía a las organizaciones en el establecimiento de objetivos y prioridades en la mejora de procesos. Guía también en la mejora de procesos y en la forma de asegurar que se han creado procesos duraderos, con capacidad y madurez.



La capacidad del proceso describe el alcance de resultados que pueden lograrse siguiendo el proceso de software. La capacidad del proceso de software de una organización proporciona una manera de predecir, para el siguiente proceso de la organización, la probabilidad de un determinado resultado. Un nivel de madurez es un estado de evolución al logro del proceso de software maduro.

CMMI establece cinco niveles de madurez, estos son: Inicial, Administrado, Definido, Administrado cuantitativamente y Optimizado. CMMI define las características que corresponden a cada nivel. El nivel de madurez de una organización se define de acuerdo al cumplimiento de las características de un nivel determinado (Márquez Solís, 2011).

Los niveles que se utilizan en CMMI para describir un camino evolutivo recomendado para una organización que quiera mejorar los procesos que utiliza para desarrollar productos o servicios. Los niveles pueden ser también resultados ser resultado de la actividad de calificación en las evaluaciones. Las evaluaciones pueden ser aplicadas a organizaciones enteras o grupos más pequeños, tales como un grupo de proyecto o una división.

4.8. Nivel de madurez 2 de CMMI

Las organizaciones pueden lograr mejoras progresivas en su madurez consiguiendo primero el control a nivel de proyecto y continuando hasta el nivel más avanzado –gestión de rendimiento y mejora continua de procesos en toda la organización– utilizando tanto datos cualitativos como cuantitativos para la toma de decisiones.

Dado que el aumento de la madurez de la organización se asocia con la mejora de los resultados esperados que se puede lograr, la madurez es una forma para predecir resultados de proyectos futuros de la organización. Por ejemplo, en el nivel de madurez 2, la organización ha pasado de una forma de trabajo indisciplinada a una forma de trabajo disciplinada, estableciendo una gestión de proyectos adecuada. A medida que la organización logra las metas genéricas y específicas para el conjunto de áreas de proceso en un nivel de madurez, aumenta su madurez organizativa y obtiene los beneficios de la mejora de procesos. Dado que cada nivel de madurez establece la base necesaria para el siguiente nivel, generalmente es contra productivo tratar de saltarse niveles de madurez.

Al mismo tiempo, hay que observar que el esfuerzo de mejora de procesos debería enfocarse en las necesidades de la organización en el contexto de su negocio y que las áreas de proceso en los



niveles de madurez más altos puedan dirigirse a las necesidades actuales y futuras de una organización o proyecto (Axentia Transforming your IT Organization, 2006).

4.8.1. Administración de requerimientos

Esta área de proceso tiene como propósito mantener bajo control los requerimientos que el producto a desarrollar deberá satisfacer. Las prácticas incluidas aquí apuntan a que los requerimientos no solo estén claramente identificados, sino también que todos los involucrados en el proyecto (el cliente, el equipo de proyecto, etc.) estén de acuerdo en su significado. Adicionalmente, los requerimientos deben ser la entrada a las actividades de planificación.

Un tema fundamental planteado en esta área de proceso es que cualquier cambio realizado a los requerimientos se efectúe de manera controlada (por ejemplo, solamente un grupo reducido de personas debería proponer cambios) y que el resto de los artefactos del proyecto (planes, especificaciones, diseño, etc.) se mantengan consistentes (Axentia Transforming your IT Organization, 2006).

En esta área hay solamente un objetivo específico y cinco prácticas:

Objetivo Específico	Prácticas Específicas
<p><i>SG 1 Administrar Requerimientos</i> <i>Los requerimientos son administrados, y se identifican las inconsistencias entre los requerimientos y los planes y otros artefactos del proyecto.</i></p>	<p><i>SP 1.1 Comprender el significado de los requerimientos</i> <i>SP 1.2 Obtener compromiso de los participantes/interesados acerca de los requerimientos</i> <i>SP 1.3 Administrar cambios a los requerimientos</i> <i>SP 1.4 Mantener la trazabilidad bidireccional de los requerimientos</i> <i>SP 1.5 Identificar inconsistencias entre los requerimientos y otros productos del proyecto</i></p>

Tabla 16 Objetivos específicos y prácticas específicas de la Administración de Requerimientos CMMI; Fuente: (Axentia Transforming your IT Organization, 2006)



4.8.2. Planificación de Proyectos

Esta área de proceso tiene como propósito establecer y mantener el plan que será empleado para ejecutar y monitorear el proyecto. El plan se desarrolla sobre la base de los requerimientos administrados por el área REQM.

Dentro de esta área de proceso se incluyen todas las actividades necesarias para determinar el alcance del proyecto (funcionalidad a desarrollar, actividades incluidas y excluidas, etc.), estimar esfuerzo y costos, establecer el cronograma, identificar riesgos, y obtener el compromiso de todos los involucrados respecto al plan de proyecto. Sus objetivos y prácticas específicas son las siguientes (Axentia Transforming your IT Organization, 2006):

Objetivo Específico	Prácticas Específicas
SG 1 Establecer estimaciones <i>Se realizan y mantienen estimaciones de las magnitudes del proyecto.</i>	SP 1.1 Estimar el alcance del proyecto SP 1.2 Estimar atributos de las tareas y de los productos del proyecto SP 1.3 Definir el ciclo de vida del proyecto SP 1.4 Estimar esfuerzo y costo del proyecto
SG 2 Desarrollar el plan de proyecto <i>Se establece y mantiene un plan de proyecto que es empleado para administrar el proyecto.</i>	SP 2.1 Establecer el cronograma y el presupuesto del proyecto SP 2.2 Identificar los riesgos del proyecto SP 2.3 Planificar la administración de datos del proyecto SP 2.4 Planificar recursos necesarios para el proyecto SP 2.5 Planificar la adquisición de conocimiento y habilidades SP 2.6 Planificar la participación de los interesados en el proyecto SP 2.7 Establecer el plan del proyecto
SG 3 Obtener el compromiso de los interesados acerca del plan de proyecto <i>Los compromisos con el plan están formalmente establecidos y son mantenidos a lo largo del proyecto.</i>	SP 3.1 Revisar todos los planes que puedan afectar al proyecto SP 3.2 Ajustar el plan de proyecto para reflejar recursos estimados vs. Disponibles SP 3.3 Obtener compromisos respecto al plan

Tabla 17 Objetivos específicos y prácticas específicas de la Planeación de Proyectos CMMI; Fuente (Axentia Transforming your IT Organization, 2006)



4.8.3. Monitoreo y Control del Proyecto

No tiene sentido formular planes para algo que no se tiene intenciones de gestionar. Esta área de proceso es complementaria –y una consecuencia- de Planificación del Proyecto (PP): su propósito es monitorear la ejecución del proyecto –empleando para ello el plan- y gestionar acciones correctivas en el caso de detectarse desvíos (Axentia Transforming your IT Organization, 2006).

Objetivo Específico	Prácticas Específicas
SG 1 Monitorear el Proyecto <i>El avance y la performance del proyecto se monitorean respecto a lo establecido en el plan de proyecto.</i>	SP 1.1 Monitorear los parámetros de planificación del proyecto SP 1.2 Monitorear los compromisos SP 1.3 Monitorear los riesgos del proyecto SP 1.4 Monitorear la administración de datos del proyecto SP 1.5 Monitorear la participación de los interesados SP 1.6 Conducir revisiones de avance SP 1.7 Conducir revisiones de cumplimiento de hitos
SG 2 Gestionar Acciones <i>Correctivas Cuando los resultados o la performance del proyecto se desvían significativamente del plan se gestionan acciones correctivas.</i>	SP 2.1 Analizar temas pendientes SP 2.2 Ejecutar acciones correctivas SP 2.3 Administrar acciones correctivas

Tabla 18 Objetivos específicos y prácticas específicas del Monitoreo y Control de Proyectos de CMMI; Fuente (Axentia Transforming your IT Organization, 2006)

4.8.4. Medición y Análisis

Una premisa presente en todos los movimientos de calidad es que lo que no puede medirse no puede mejorarse. Esta área de proceso apunta, justamente, a desarrollar y mantener capacidades de medición que permitan satisfacer las necesidades de información de la organización. Sus objetivos y prácticas son las siguientes (Axentia Transforming your IT Organization, 2006):

Objetivo Específico	Prácticas Específicas
SG 1 Alinear actividades de medición y análisis <i>Las actividades de medición y</i>	SP 1.1 Establecer objetivos de las mediciones SP 1.2 Especificar métricas



<i>análisis están alineadas con los objetivos y necesidades de información.</i>	SP 1.3 Especificar procedimientos de recolección y almacenamiento de datos SP 1.4 Especificar procedimientos de análisis
---	---

Tabla 19 Objetivos específicos y prácticas específicas de la Medición y Análisis de CMMI; Fuente (Axentia Transforming your IT Organization, 2006)

4.8.5. Aseguramiento de la Calidad de Productos y Procesos

Una vez establecidos procesos y estándares será necesario evaluar su aplicación. El objetivo de esta área es justamente ese: proveer una evaluación objetiva de los procesos y de los artefactos producidos.

Es importante aclarar que las prácticas de esta área implican:

- Evaluar los procesos ejecutados, los artefactos producidos y los servicios provistos versus los estándares y descripciones de proceso aplicables;
- Identificar inconformidades, comunicarlas a los responsables, y asegurar su resolución;
- Informar a los interesados (básicamente, el equipo de proyecto y la gerencia) el resultado de las actividades de aseguramiento de la calidad.

De ninguna manera debe confundirse esta área con la de Verificación (VE) incluida en el nivel 3, cuyo propósito es garantizar que se satisfagan los requerimientos. El foco aquí está puesto en garantizar que se apliquen los estándares y que los procesos se ejecuten de acuerdo a lo previsto.

Un tema importante es el de la objetividad. Debe garantizarse un nivel apropiado de independencia entre los productores y los evaluadores (aquellos que ejecuten actividades de aseguramiento de la calidad). Un canal de reporte con la gerencia también es importante para comunicar las inconformidades y garantizar que se resuelvan (Axentia Transforming your IT Organization, 2006).

Los objetivos y prácticas específicas del área son los siguientes:

Objetivo Específico	Prácticas Específicas
SG 1 Evaluar objetivamente procesos y artefactos <i>Se evalúa objetivamente la adhesión de los procesos y artefactos a los estándares y</i>	SP 1.1 Evaluar procesos objetivamente SP 1.2 Evaluar productos y servicios objetivamente



<i>descripciones de proceso vigentes.</i>	
SG 2 Proveer realimentación objetivamente <i>El no cumplimiento de los estándares y descripciones de proceso es objetivamente comunicado y su resolución asegurada.</i>	SP 2.1 Comunicar y asegurar la resolución de cuestiones de calidad SP 2.2 Establecer y mantener registros de las actividades de aseguramiento de la calidad

Tabla 20 Objetivos específicos y prácticas específicas del Aseguramiento de la Calidad de Productos y Procesos CMMI; Fuente (Axentia Transforming your IT Organization, 2006)

4.8.6. Administración de la Configuración

Esta área de proceso tiene como propósito mantener la integridad de todos los artefactos (entregables o no entregables) producidos por el proyecto, lo cual implica identificar los ítems de configuración, realizar sobre ellos cambios de manera controlada, generar y mantener líneas base, y proveer información precisa acerca del estado de la configuración a todos los interesados (Axentia Transforming your IT Organization, 2006).

Los objetivos y prácticas incluidas son los siguientes:

Objetivo Específico	Prácticas Específicas
SG 1 Establecer líneas base <i>Se establecen líneas base de los artefactos puestos bajo administración de la configuración.</i>	SP 1.1 Identificar ítems de configuración SP 1.2 Establecer un sistema de administración de la configuración SP 1.3 Crear o liberar líneas base
SG 2 Monitorear y controlar cambios <i>Los cambios a los artefactos son monitoreados y controlados.</i>	SP 2.1 Monitorear pedidos de cambio SP 2.2 Controlar ítems de configuración

Tabla 21 Objetivos específicos y prácticas específicas de la Administración de la configuración CMMI; Fuente (Axentia Transforming your IT Organization, 2006)

4.8.7. Administración de Acuerdos con Proveedores

Esta área de proceso apunta a resolver otro de los problemas habituales en muchas organizaciones: el de la tercerización.

Si bien está originalmente pensada para todo lo relacionado con la adquisición de productos que vayan a ser incorporados en la solución a entregar al cliente, las prácticas incluidas aquí también



serven para todo aquello que sea necesario comprar pero que no será finalmente entregado al cliente, como por ejemplo herramientas de desarrollo (Axentia Transforming your IT Organization, 2006).

Los objetivos y prácticas del área son las que se indican en la siguiente tabla:

Objetivo Específico	Prácticas Específicas
SG 1 Establecer acuerdos con proveedores <i>Se establecen y mantienen acuerdos con proveedores.</i>	SP 1.1 Determinar tipo de adquisición SP 1.2 Seleccionar proveedores SP 1.3 Establecer acuerdos con proveedores
SG 2 Satisfacer acuerdos con proveedores <i>Los acuerdos con los proveedores son satisfechos por el proyecto y por los proveedores.</i>	SP 2.1 Revisar productos adquiridos SP 2.2 Ejecutar acuerdos con proveedores SP 2.3 Aceptar el producto adquirido SP 2.4 Transicionar productos

Tabla 22 Objetivos específicos y prácticas específicas de Administración de Acuerdos con Proveedores CMMI; Fuente (Axentia Transforming your IT Organization, 2006)

4.9. Gestión de servicios de Tecnologías de la Información

Uno de los asuntos más grandes en una organización es que los roles y responsabilidades no están claramente definidas. Muchos empleados asumen muchos roles distintos, tal vez demasiados.

El personal de Tecnologías de la Información TI tiene que tratar muchos temas distintos como incidencias, problemas, cambios y no pueden gestionar esto de la manera correcta. Los directores de cuentas tienen mucho que hacer para sus clientes, que quieren esto y aquello, y sus exigencias cambian cada día. Los directores de TI tienen que llevar una enorme variedad de tareas. Por lo tanto, es necesario que organizaciones de TI ayuden a clarificar en todo esto. La metodología de gestión de servicios nos da la información para hacer precisamente estas tareas (Vilches, 2010).

4.9.1. Implementación de la gestión de servicios

Habiendo reconocido que los departamentos de TI están ahora en el negocio de proveer servicios, deben adoptar una manera completamente nueva de pensar y abrazar los mismos conceptos de negocio que aquellos utilizados por todos los proveedores de servicios.



El enfoque de gestión de servicio para ITIL es esa nueva manera de pensar. Pero, no debe implementarse a la ligera. Si no se entiende por qué está implementando ITIL, no tendrá éxito. El factor motor debe ser el deseo de hacer entrega de valor añadido al negocio y valor real al cliente.

Valor con sus dos componentes:

- Utilidad
- Garantía

Mientras hay beneficios a corto plazo, muchas organizaciones necesitarán programar a largo plazo mejoras de proceso antes de poder considerarse el mejor de su clase. Es importante reconocer que esto es uno de los mayores beneficios de implementar la metodología de la gestión de servicio para las organizaciones (Vilches, 2010).

4.9.2. Mejor calidad de servicio – Soporte de empresa más fiable

- Procedimientos de continuidad de servicio de TI más focalizados, más confianza en la habilidad de seguirlos cuando sea necesario.
- Visión más clara de la capacidad actual y potencial de TI.
- Mejor información de servicios actuales (y posiblemente de dónde los cambios traerían los mayores beneficios).
- Mayor flexibilidad para el negocio mediante mejor entendimiento de soporte de TI.
- Empleados más motivados; mayor satisfacción de trabajo mediante mejor entendimiento de capacidad y mejor gestión de expectativas.
- Mayor satisfacción de cliente al saber y entregar los proveedores de servicio lo que se espera de ellos.
- Probabilidad que exista mayor flexibilidad y adaptabilidad dentro de los servicios.
- Ventajas conducidas por el sistema, por ejemplo mejoras en seguridad, exactitud, velocidad, disponibilidad según se requiera para el nivel de servicio acordado.
- Tiempo de ciclo mejorado para cambios y un mayor nivel de éxito.
- Los costes operativos bajarán a medida que menos esfuerzo se pierda en dar a los clientes productos y servicios que no quieren.
- Los márgenes de beneficio mejorarán a medida que se consiga más negocio de repetición, es mucho más barato vender a un cliente fidelizado que convencer a uno nuevo.
- La eficacia mejorará a medida que el personal trabaje de forma más efectiva en equipos.
- La moral y el movimiento de personal mejorarán a medida que los empleados consigan satisfacción de trabajo y seguridad de empleo.



- La calidad de servicio mejorará constantemente, resultando en una reputación más favorecedora para el departamento de TI lo cual tentará a nuevos clientes y animará a clientes existentes a comprar más.
- El departamento de TI se hará más eficiente en soportar las necesidades del negocio y se estará más interesado en cambios en la dirección de la empresa.

La importancia y nivel de estas mejoras variará entre organizaciones. Definir estos beneficios para cualquier organización de una manera medible más tarde puede convertirse en una cuestión de vital importancia. Seguir la guía de ITIL puede ayudar a cuantificar algunos de estos elementos (Vilches, 2010).

4.10. Information Technology Infrastructure Library ITIL

ITIL se ha convertido en el estándar de base a nivel mundial para la gestión de Servicios TI, siendo utilizado como núcleo para el propio desarrollo de las grandes compañías de gestión de servicios.

Las razones para este éxito se deben a las características de ITIL, que son:

- Dominio público
- Mejores prácticas

4.10.1. Dominio público

Desde sus comienzos ITIL ha estado disponible a todo el universo público. Esto es que cualquier organización puede utilizar este marco descrito por la Central Computer and Telecommunications Agency CCTA en sus publicaciones.

Por este motivo ITIL ha sido utilizado por una gran variedad de organizaciones, tanto el gobierno central como autoridades, energía como finanzas, comercio o fabricación. Desde organizaciones muy grandes hasta organizaciones muy pequeñas, pasando por todos los tipos han implementado ITIL (Vilches, 2010).

4.10.2. Mejores prácticas

ITIL documenta las mejores prácticas de la industria. ITIL ha probado su valor desde sus inicios. CCTA recopiló información sobre cómo varias organizaciones que llevaban la gestión de servicios, la analizó y filtró aquellos puntos que podrían ser útiles para la CCTA y para sus clientes en el gobierno



central del Reino Unido. Otras organizaciones encontraron que estas guías eran aplicables de manera general y la industria del servicio creó con rapidez mercados fuera del gobierno.

Siendo un marco de trabajo, ITIL describe el perfil de las organizaciones de Gestión de Servicios. Los modelos muestran los objetivos, las actividades generales, y las Entradas y/o inversiones y Salidas y/o resultados de los variados procesos que pueden incorporarse dentro de las organizaciones de TI.

ITIL no pretende obligar sobre cada una de las acciones que deben hacerse a diario, dado que difieren mucho de una organización a otra. En su lugar se centra en las mejores prácticas que pueden ser utilizadas de distintos modos de acuerdo a la necesidad de cada organización.

Gracias a este marco de mejores prácticas comprobadas, ITIL puede ser usado dentro de organizaciones con métodos y actividades de gestión de servicio ya existentes. El uso de ITIL no implica una manera completamente nueva de pensar y actuar, provee un marco de trabajo en el cual ubicar los métodos y actividades existentes en un contexto estructurado. Resaltando la importancia de las relaciones entre los procesos, cualquier deficiencia de comunicación y cooperación entre varias funciones de TI puede ser eliminadas o minimizadas (Vilches, 2010).

4.11. Características principales de CMMI e ITIL

A continuación se establece en forma de cuadro las características principales tanto de CMMI como de ITIL. En este cuadro quedará de manifiesto las diferencias más generales entre estos modelos y estándares, pero que a la vez se pueden utilizar como complementos (García Fernández, 2010).

	CMMI	ITIL
Se puede aplicar a	Empresas dedicadas al desarrollo de aplicaciones y sistemas que se basan en software,	Empresas proveedoras de servicios de las tecnologías de la información.
El objetivo es	Generar las prácticas necesarias para el desarrollo de productos y procesos, sistemas, adquisición y todos aquellos relacionados con el sector de software.	Generar un marco organizacional para trabajar en los procesos de los servicios de las tecnologías de la información.
Datos del modelo	Dentro de las 25 áreas de proceso, existen 628 prácticas a realizar.	Consta de 10 procesos a realizar
Se obtiene	Informe de evaluación del nivel de	Certificación de CMU (Carnegie



madurez de la organización.	Mellon University).
-----------------------------	---------------------

Tabla 23 Características de CMMI e ITIL.

4.12. Factores que determinan la calidad del software

Existen dos tipos de factores que influyen para poder obtener un producto de software de calidad:

- Factores que pueden ser medidos directamente (Errores, KLOC, unidad de tiempo).
- Factores que solo pueden ser medidos indirectamente (la facilidad de uso o de mantenimiento).

En ambos casos se puede medir la calidad, se debe comparar el software (documentos, programas, etc.) con alguna referencia y llegar a una indicación de calidad.

4.12.1. Descomposición de la calidad del software

A menudo, cuando se habla de la calidad del software, se tiene que concretar cuáles son las propiedades que hacen que podamos decir que un software es de “buena” calidad. Por eso, para concretar en que nos hemos de fijar para evaluar el software, se divide el concepto de calidad en una serie de características, atributos o factores.

Según ISO 9126 una característica o atributo de calidad de un software es aquello que:

- Se muestra externamente al usar el software y es el resultado de atributos internos.
- Es aplicable a cualquier tipo de software.
- Puede descomponerse en “sub-características”, dependiendo de sus atributos o complejidad.
- Proporciona una terminología consistente para la calidad del producto de software.
- Proporciona un marco para especificar requisitos de calidad del software.
- Permite definir compromisos en cuanto a capacidades del producto de software.

Las características de calidad del software puede subdividirse en:

- **Calidad del proceso.** Que sirve para supervisar la ejecución del proyecto, midiendo tiempos y fases, y para evaluar y hacer el seguimiento de los riesgos.
- **Calidad del producto.** Que se centra en las características del software, en lugar del proceso seguido para su producción (Vilches, 2010).



4.13. Integración de CMMI e ITIL

Para todo tipo de empresa desarrolladora de software es de vital importancia contar con procesos definidos y que estos sean de calidad. Las empresas desarrolladoras de software no son la excepción, al contar un proceso de aseguramiento de calidad, se puede predecir qué tan bueno será producto final.

4.14. Metodología para el aseguramiento de la calidad

Para generar la propuesta de la metodología para el aseguramiento de la calidad en pequeñas empresas desarrolladoras de software, el presente trabajo se basa en el modelo CMMI del cual se toman como referencia el nivel 2, este nivel contempla las 7 áreas de proceso:

- Administración de requerimientos (REQM).
- Planeación del proyecto (PP).
- Administración de la configuración (CM).
- Monitoreo y control del proyecto (PMC).
- Aseguramiento de la calidad de productos y procesos (PPQA).
- Medición y análisis (MA).
- Administración de acuerdos con proveedores (SAM).

Categoría	Áreas de proceso
Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> • Administración de requerimientos (REQM)
Gestión de proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación de proyectos (PP) • Monitoreo y control del proyecto (PMC) • Administración de acuerdos con los proveedores (SAM)
Soporte	<ul style="list-style-type: none"> • Administración de la configuración (CM) • Aseguramiento de la calidad de productos y procesos (PPQA). • Medición y análisis (MA)

Tabla 24 Categoría de las áreas de proceso del nivel 2 de CMMI

Al contar con la referencia de las metas genéricas y específicas del nivel 2 de madurez de CMMI podemos establecer las metas para la metodología de aseguramiento de la calidad propuesta.



Las fases de aplicación de la metodología propuesta se desarrollan en base a la estructura de aplicación de ITIL, es decir, se orienta en la aplicación de ciertas fases que se convertirán en un ciclo continuo dentro de la organización.

Al conjuntar las metas y la forma de alcanzarlas la metodología que se plantea comienza a tomar forma porque establece los objetivos que se desean alcanzar y se define un camino para lograrlos.

4.14.1. Esquema de la propuesta

La idea central para el desarrollo de la metodología de aseguramiento de la calidad se presenta en la Figura 7 Esquema de integración de ITIL y CMMI. Se propone la implantación de prácticas de ITIL para que sean aplicadas a las pequeñas empresas. La implantación de estas prácticas y de la definición de algunos estándares enfocados a las áreas de proceso de nivel 2 de CMMI permitirá tener procesos y productos con calidad.

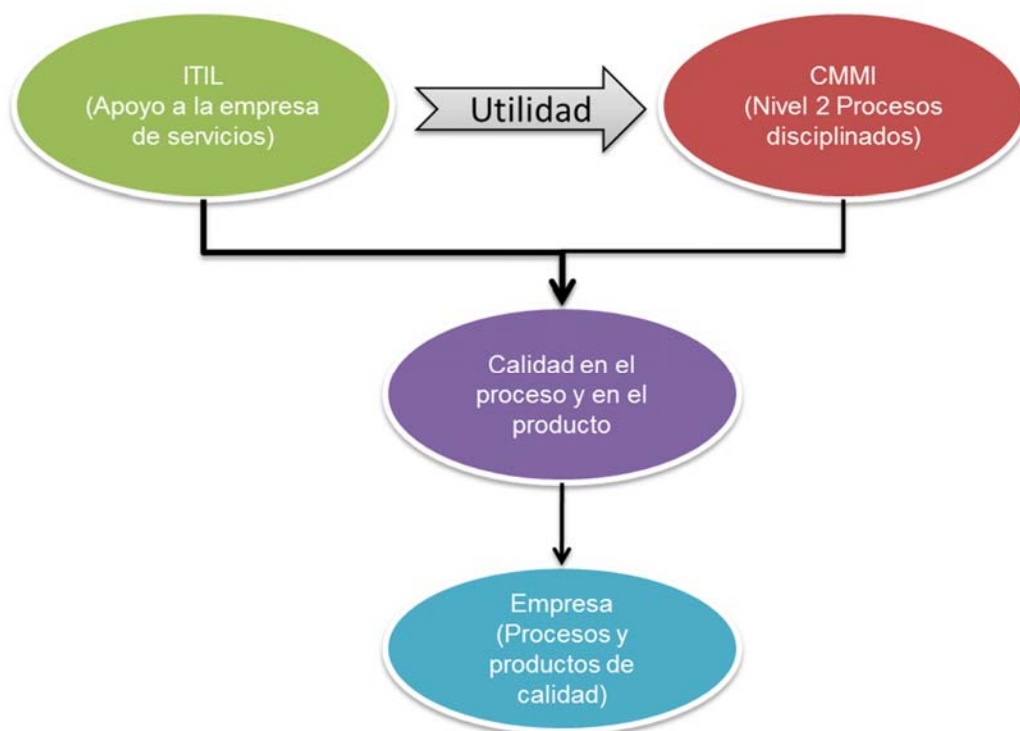


Figura 7 Esquema de integración de ITIL y CMMI



A continuación se explica a través de los niveles de ITIL como apoya a CMMI para poder cumplir con las áreas de proceso de nivel 2 (Jaramillo González, 2006).

1. Nivel de servicio de soporte

Se lleva a cabo la administración de cada proceso planeado en la primera etapa de CMMI permitiendo así la interacción con las partes involucradas, alcanzando una eficiente comunicación de usuario y proveedor, los cuales adquieren un compromiso con el plan de trabajo ya establecido y por último llevan a cabo un mantenimiento continuo del plan.

Este nivel de ITIL también ayuda al Monitoreo y Control del Proyecto, es decir, logra el entendimiento de los procesos para tomar decisiones correctivas adecuadas.

2. Nivel de entrega de servicio

Describe los procesos necesarios de entrega con respecto a la calidad y costo lo cual permite llevar a cabo una eficiente gestión con proveedores, la cual analiza todo tipo de adquisición, los contratos, etc.

Detalla los procesos de entrega con respecto a la calidad lo cual permite el aseguramiento de la calidad de los productos y procesos (área de proceso de CMMI), la cual es encargada de garantizar la calidad de los productos de software.

3. Nivel de administración de seguridad

Mediante este nivel se logra proteger la tecnología de información de la compañía motivo que contribuye a mejorar la “Administración de Riesgos”, que lleva a cabo CMMI, con el propósito de evitar los peligros que impidan lograr los objetivos del proyecto.

4. Nivel de perspectiva del negocio

Es indispensable para CMMI ya que mediante este nivel de administración debe conocer el impacto de la tecnología de información y las medidas que deberá tomar para protegerse de situaciones adversas logrando así la integración del equipo de trabajo que pretende que todas las partes involucradas compartan sus habilidades y experiencias a fin de enriquecer el trabajo de la organización, trayendo como resultado la calidad de cada proceso que desarrolla.



5. Nivel de administración de la infraestructura de TIC:

Mediante este nivel se logra tener un control de calidad con respecto a todos los servicios de comunicación que proporciona la organización facilitando así la Medición y análisis de la calidad del proceso y producto que lleva a cabo CMMI para garantizar que el producto cumpla con los requerimientos del usuario.

6. Nivel de administración de las aplicaciones

Determina las soluciones para cubrir las necesidades de los usuarios de acuerdo a los recursos y presupuesto con los que se cuenta, logrando así brindar información importante a la Administración Cuantitativa del Proyecto (Etapa de CMMI) la cual considera el tiempo, mano de obra necesaria, y los costos de los procesos definidos por la organización cumpliendo de esta forma los objetivos establecidos en calidad y eficiencia.

7. Nivel de planeación para la administración de servicios

Ayuda a las organizaciones a identificar sus fortalezas y debilidades generando así que CMMI logre definir aún mejor sus procesos para un progreso en su madurez (Jaramillo González, 2006).

4.14.2. Metas establecidas para la metodología

Todo proceso debe tener establecidas metas claras para que sea funcional y pueda cubrir las necesidades que le dieron origen, para la metodología propuesta en el presente trabajo se buscan alcanzar las metas que se describen en la siguiente tabla:

Metas específicas	Objetivos generales	Objetivos específicos	Prácticas específicas
Planeación de la calidad del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> ● Establecer estimaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Estimar alcance del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Definir la gestión de la calidad.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Desarrollar plan de calidad del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Estimar atributos de calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Definición de revisiones.
		<ul style="list-style-type: none"> ○ Definir el ciclo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Definición de documentación que se realizará.



		<ul style="list-style-type: none"> o de vida del proyecto. o Identificar los riesgos del proyecto. o Planificar la administración de los datos del proyecto. o Establecer el plan de calidad del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Establecimiento de estándares y métricas. ✓ Definición del ciclo de vida del proyecto. ✓ Establecimiento de gestión de riesgos. ✓ Definición de gestión de cambios.
Administración de la configuración	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorear y controlar cambios. • Establecer líneas base. 	<ul style="list-style-type: none"> o Identificar ítems de la configuración. o Monitorear pedidos de cambio 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Definición de gestión de cambios. ✓ Documentación del proceso de aseguramiento de la calidad. ✓ Controlar los ítems del proceso de aseguramiento de la calidad.
Monitoreo y control del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo del proyecto • Gestionar acciones correctivas 	<ul style="list-style-type: none"> o Monitorear los parámetros de planificación del proyecto. o Monitorear los riesgos del proyecto. o Realizar revisiones de avance. o Analizar temas pendientes. o Ejecutar acciones 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Seguimiento del proceso de aseguramiento de la calidad. ✓ Gestión de los riesgos del proyecto. ✓ Revisiones del cumplimiento del proceso de calidad. ✓ Mejora del proceso de aseguramiento de la calidad.



		<ul style="list-style-type: none"> ○ Administrar acciones correctivas. 	
Aseguramiento de la calidad de productos y procesos	<ul style="list-style-type: none"> ● Evaluar objetivamente procesos y artefactos. ● Proveer retroalimentación objetivamente. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Evaluar procesos objetivamente. ○ Evaluar productos. ○ Comunicar y asegurar la resolución de cuestiones de calidad. ○ Establecer y mantener registro de las actividades de aseguramiento de la calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación del proceso de aseguramiento de la calidad. ✓ Evaluación de la documentación generada. ✓ Documentar mejoras. ✓ Registrar actividades del aseguramiento de la calidad.
Medición y análisis	<ul style="list-style-type: none"> ● Realizar actividades de medición y análisis. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Establecer objetivos de mediciones. ○ Especificar métricas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Definir los objetivos de la medición del proceso de calidad. ✓ Planear métricas a utilizar. ✓ Aplicar las métricas para evaluar el proceso.

Tabla 25 Metas de metodología de aseguramiento de la calidad.

4.14.3. Roles de la metodología

Una vez definidos los objetivos a alcanzar con la implementación de la metodología propuesta es indispensable definir los roles de las personas participantes y las tareas que desempeñaran cada



uno de los involucrados, esto con el fin de determinar quien participa en cada tarea y determinación de responsables.

Los roles establecidos para la metodología de aseguramiento de la calidad propuesta son:

Rol	Descripción
Administrador de calidad	El responsable de gestionar todas las actividades de cada fase de la metodología de aseguramiento de la calidad.
Evaluador	El encargado de verificar que todas las actividades planeadas para garantizar la calidad se lleven a cabo, realiza el seguimiento de todas las tareas.
Colaborador (opcional)	Auxiliar para realizar las actividades del administrador de la calidad.

Tabla 26 Roles de la metodología de aseguramiento de la calidad.

4.14.4. Implementación de la metodología

Con la definición de los objetivos y roles que intervienen en la metodología propuesta se deben establecer las fases de aplicación. Recordando que la metodología tendrá como base de aplicación el modelo de gestión de servicios ITIL, se definen 5 fases de vida las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Actividad	Descripción
1. Diagnóstico	Se realiza para determinar si existe algún proceso para asegurar la calidad en el desarrollo de software, y en caso de que exista saber el estado que se encuentra.
2. Planeación	El objetivo de esta etapa es realizar la planeación de las actividades para controlar la calidad del proyecto, definir los roles y responsabilidades de los participantes. Se definen las métricas que se utilizarán para realizar la monitorización y medición del proceso de calidad que se aplica al desarrollo del proceso.
3. Operación	En esta fase se llevan a cabo las tareas establecidas en el plan de calidad del proyecto y se obtiene la información que se genera en el transcurso de la ejecución de las actividades del proyecto.
4. Evaluación	Se realiza el análisis de la información obtenida en las fases anteriores de la aplicación de la metodología, así como de la aplicación de las métricas para evaluar la efectividad del proceso de aseguramiento de la calidad



	que se aplica.
5. Mejora	Con base en la etapa de evolución se definen las mejoras y adecuaciones que se realizará al proceso de aseguramiento de la calidad para la aplicación en otros proyectos de desarrollo de software.

Tabla 27 Descripción de las etapas de la metodología de aseguramiento de la calidad

Las fases de aplicación de la metodología de aseguramiento de la calidad establecidas se aplican como se muestra en la siguiente figura:



Figura 8 Fases para la implementación de la metodología de aseguramiento de la calidad

La Figura 8 Fases para la implementación de la metodología de aseguramiento de la calidad nos muestra la estructura de aplicación de las fases de la metodología, la aplicación de la misma cuenta con una fase de diagnóstico que es aplicable solo si la metodología es aplicada por primera vez dentro de la organización, las siguientes etapas (Planeación, operación, Evaluación y Mejora) se convierte en un ciclo constante de aplicación.

La etapa de diagnóstico solo se aplica en la primera iteración debido a que solo se necesita realizar esta etapa cuando no se conoce el estado del proceso de aseguramiento de la calidad que la empresa utiliza para garantizar la calidad del desarrollo de sus productos de software.



4.14.5. Aplicación de la metodología

La metodología propuesta es aplicable durante todo el proceso de desarrollo de software, la mayoría de las tareas se realizarán por el administrador de la calidad y su colaborador (en caso de contar con un auxiliar del administrador de calidad), el evaluador solo intervendrá en algunas actividades de evaluación para verificar y evaluar la realización del proceso.

Para emplear la metodología propuesta se tienen que definir los roles de los participantes y las tareas que se tendrán asignadas. En la siguiente tabla se describen las tareas de cada uno de los roles:

Rol	Tareas	Etapa
Administrador de calidad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preparar los documentos necesarios verificar la existencia de un proceso (guion de proceso y lista de verificación). 2. Realizar el diagnóstico del proceso de aseguramiento de la calidad (en caso de existir un proceso). 3. Evaluar el diagnóstico obtenido para determinar el estado del proceso de aseguramiento de la calidad. 	Diagnóstico
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar el plan para el aseguramiento de la calidad del proyecto. 2. Definir los responsables de las tareas del plan de aseguramiento de la calidad. 3. Preparar las herramientas a utilizar para llevar a cabo el plan de aseguramiento de calidad. 4. Revisión de la documentación de la fase de planeación. 5. Realizar correcciones del plan de calidad del proyecto en caso de ser necesario. 	Planeación
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dar a conocer las tareas del plan de aseguramiento de la calidad a los involucrados en el proyecto. 2. Darle seguimiento a la aplicación del plan de calidad durante el proyecto. 3. Verificar que todas las tareas del plan de 	Operación



	aseguramiento de la calidad se realicen.	
	4. Obtener información sobre la ejecución del plan de aseguramiento de la calidad.	
	5. Despejar cualquier duda acerca de las tareas.	
	1. Preparar la evaluación de la aplicación del plan de aseguramiento de la calidad.	Evaluación
	2. Realizar la evaluación de la ejecución del plan y obtener los resultados obtenidos.	
	3. Documentar resultados de la evaluación del proceso.	
	1. Revisar y analizar la información de obtenida durante la aplicación de las fases de la metodología.	Mejora
	2. Realizar propuestas de mejoras a la metodología.	
	3. Evaluación de las mejoras propuestas para la metodología.	
	4. Documentación de mejora y adaptaciones a las mejoras a la metodología.	

Tabla 28 Tareas del administrador de la calidad

Rol	Tareas	Etapa
Evaluador	1. Evaluar el diagnóstico obtenido para determinar el estado del proceso de aseguramiento de la calidad.	Diagnóstico
	1. Revisión del plan de calidad del proyecto, así como de la documentación que se genere.	Planeación
	1. Verificar que todas las tareas del plan de aseguramiento de la calidad se realicen.	Operación
	1. Realizar la evaluación de la ejecución del plan y obtener los resultados obtenidos.	Evaluación
	2. Documentar resultados de la evaluación del proceso.	
	1. Evaluación de las mejoras para la metodología.	Mejora
	2. Documentación de mejora y adaptaciones a la metodología.	

Tabla 29 Tareas del evaluador



Tabla 30 Tareas del evaluador

Rol	Tareas (auxiliar)	Etapas
Colaborador	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preparar los documentos necesarios verificar la existencia de un proceso (guion de proceso y lista de verificación). 2. Realizar el diagnóstico del proceso de aseguramiento de la calidad (en caso de existir un proceso). 3. Evaluar el diagnóstico obtenido para determinar el estado del proceso de aseguramiento de la calidad. 	Diagnóstico
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar el plan para el aseguramiento de la calidad. 2. Definir los responsables de las tareas del plan de aseguramiento de la calidad. 3. Preparar las herramientas a utilizar para llevar a cabo el plan de aseguramiento de calidad. 4. Revisión de la documentación de la fase de planeación. 5. Realizar correcciones del plan de calidad del proyecto en caso de ser necesario. 	Planeación
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dar a conocer las tareas del plan de aseguramiento de la calidad a los involucrados en el proyecto. 2. Darle seguimiento a la aplicación del plan de calidad durante el proyecto. 3. Verificar que todas las tareas del plan de aseguramiento de la calidad se realicen. 4. Obtener información sobre la ejecución del plan de aseguramiento de la calidad. 5. Despejar cualquier duda acerca de las tareas. 	Operación
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preparar la evaluación de la aplicación del plan de aseguramiento de la calidad. 2. Realizar la evaluación de la ejecución del plan y obtener los resultados obtenidos. 3. Documentar resultados de la evaluación del 	Evaluación



proceso.	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar y analizar la información de obtenida durante la aplicación de las fases de la metodología. 2. Realizar propuestas de mejoras a la metodología. 3. Evaluación de las mejoras propuestas para la metodología. 4. Documentación de mejora y adaptaciones a las mejoras a la metodología. 	Mejora

Tabla 31 Tareas del colaborador

El colaborador participa en todas las actividades designadas por el administrador de la calidad, es decir el administrador tiene la capacidad de decidir si auxilia en todas o solo en algunas tareas.

En los siguientes apartados se muestran la forma en que debe aplicarse cada fase de la metodología de aseguramiento de la calidad dentro de una pequeña organización. Se describe las entradas, tareas y productos que se deben realizar en cada fase del proceso.

4.14.5.1. Diagnóstico

La primera fase para poner en marcha la metodología de aseguramiento de la calidad es realizar el diagnóstico del proceso de calidad que aplica la organización al desarrollo de sus productos de software. Como ya se mencionó anteriormente esta etapa solo se aplica en la primera iteración de la metodología.

El diagnóstico lo realiza el administrador de la calidad y el colaborador antes de iniciar un proyecto de desarrollo de software.

A continuación se muestra la estructura de la fase de diagnóstico:

Entrada	Tareas	Salida
<ul style="list-style-type: none"> • Guión de verificación del proceso de calidad. • Lista de verificación del proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Definir el estado del proceso de aseguramiento de la calidad. ✓ Documentar el estado 	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de verificación del proceso de calidad. • Notas sobre el estado del proceso de



<ul style="list-style-type: none"> • Documentación del proceso (en caso de existir). 	del proceso.	aseguramiento de la calidad.
	<p>Objetivo</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar la existencia de un proceso definido de aseguramiento de calidad para el desarrollo de software. 	

Tabla 32 Proceso del Diagnóstico

En esta fase la organización realiza el diagnóstico para conocer el estado en el que se encuentra su proceso de aseguramiento de calidad en los proyectos de desarrollo de software, para esto las actividades propuestas para esta fase de la metodología son las que se muestran en Figura 9 Diagrama de actividades de la fase de diagnóstico.

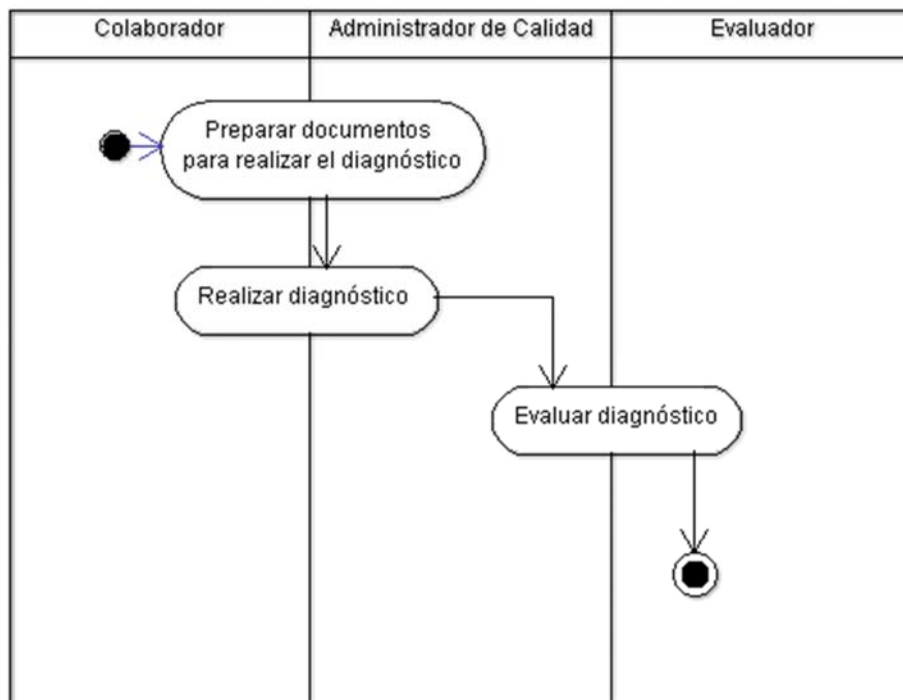


Figura 9 Diagrama de actividades de la fase de diagnóstico

Para realizar el diagnóstico se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ En caso de no existir un proceso documentado dentro la organización se diagnostica la forma en la que se garantiza la calidad de los productos de software desarrollados.



- ✓ Al no existir un proceso de aseguramiento de la calidad del desarrollo de los productos de software, solo se tomarán notas de cómo se asegura el funcionamiento de los mismos.
- ✓ El diagnóstico sirve para verificar si existe y en su caso el estado del proceso para asegurar la calidad de los productos de software.

4.14.5.2. Planeación

Una vez realizada la fase de diagnóstico y con el conocimiento del estado en el que se encuentra el proceso de aseguramiento de la calidad en la generación de productos de software. La siguiente fase de la metodología es la planeación, fase de vital importancia debido a que en ella se definen las tareas y los objetivos a alcanzar en el proyecto de desarrollo.

La planeación de la calidad del proyecto se realiza a la par de la planeación completa de proyecto de desarrollo de software. La planeación la realiza el administrador de la calidad en conjunto con el colaborador. Al finalizar la planeación el administrador de la calidad en conjunto con el evaluador revisarán el plan para determinar si necesita alguna corrección o adecuación para ajustar el plan.

En la siguiente tabla se muestra la estructura de la fase de planeación:

Entrada	Tareas	Salida
<ul style="list-style-type: none"> • Guión para realizar el plan de calidad del proyecto • Lista de tareas a realizar para garantizar la calidad. • Estándares y métricas a aplicar. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Definir las tareas para gestionar la calidad. ✓ Definir la documentación que se realizará sobre el proceso de aseguramiento de la calidad. ✓ Definir la forma de aplicar estándares y métricas. ✓ Establecer las tareas de seguimiento del proceso. ✓ Definir la 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de aseguramiento de la calidad del proyecto • Definición de estándares y métricas.



	administración de riesgos del proyecto ✓ Administración de cambios.	
	Objetivos	
	✓ Planeación de tareas de aseguramiento de calidad. ✓ Definir responsabilidades de los involucrados en las tareas de aseguramiento de la calidad.	

Tabla 33 Proceso de Planeación

Esta fase de la metodología es decisiva dentro de la metodología de aseguramiento de la calidad, esto debido a que es aquí cuando se definen las tareas, herramientas e involucrados en el proceso. Para el desarrollo de esta fase se propone realizar las siguientes tareas que se muestran en Figura 10 Diagrama de actividades de la fase de planeación

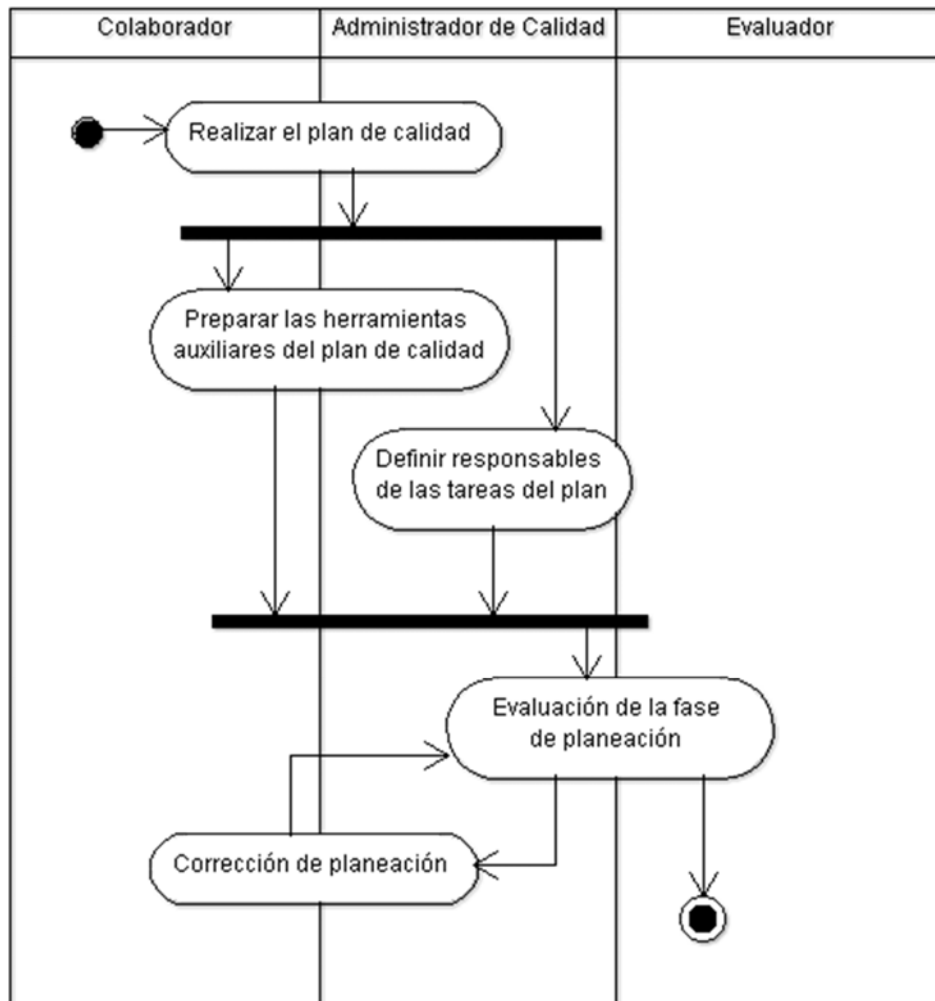


Figura 10 Diagrama de actividades de la fase de planeación

Para llevar a cabo la fase de planeación deben tomarse las siguientes consideraciones:

- ✓ El plan de calidad del proyecto se debe realizar dentro de la fase de planeación de todo el proyecto.
- ✓ Se pueden tomar estándares y métricas que se utilice en la organización, en caso de no contar con estas se definen.
- ✓ El plan de calidad del proyecto debe ser revisado por el evaluador y personas que determine la organización para su aprobación.
- ✓ Deben asignarse responsables de las tareas planeadas.



4.14.5.3. Operación

En esta fase se realiza el seguimiento de la aplicación del plan de calidad mediante la bitácora de seguimiento del proceso. El objetivo principal de esta fase es efectuar el registro de cómo se realizan las tareas de aseguramiento de la calidad durante el proyecto.

Dentro de la metodología propuesta la operación es la fase que se aplica durante todo el desarrollo del producto de software, sin embargo el administrador de la calidad y/o colaborador solo dedican pequeños periodos de tiempo para verificar el grado de cumplimiento de las tareas planeadas.

La bitácora de seguimiento se puede llenar en la fase final de cada etapa de desarrollo del proyecto, sin importar que la organización aplique metodologías tradicionales o ágiles para la creación de sus productos de software.

Entrada	Tareas	Salida
<ul style="list-style-type: none"> • Guión de seguimiento del proceso. • Lista de verificación de seguimiento del proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar la ejecución de las tareas de aseguramiento de la calidad. ✓ Registrar información acerca del grado de ejecución de las tareas planeadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Bitácora de seguimiento del proceso.
	Objetivos	
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar el cumplimiento de las tareas planeadas. ✓ Verificar el porcentaje de realización de las tareas. 	

Tabla 34 Proceso de Operación

La secuencia de las actividades que se tienen que desarrollar durante la fase de operación de la metodología se muestra en la Figura 11 Diagrama de actividades de la fase de operación

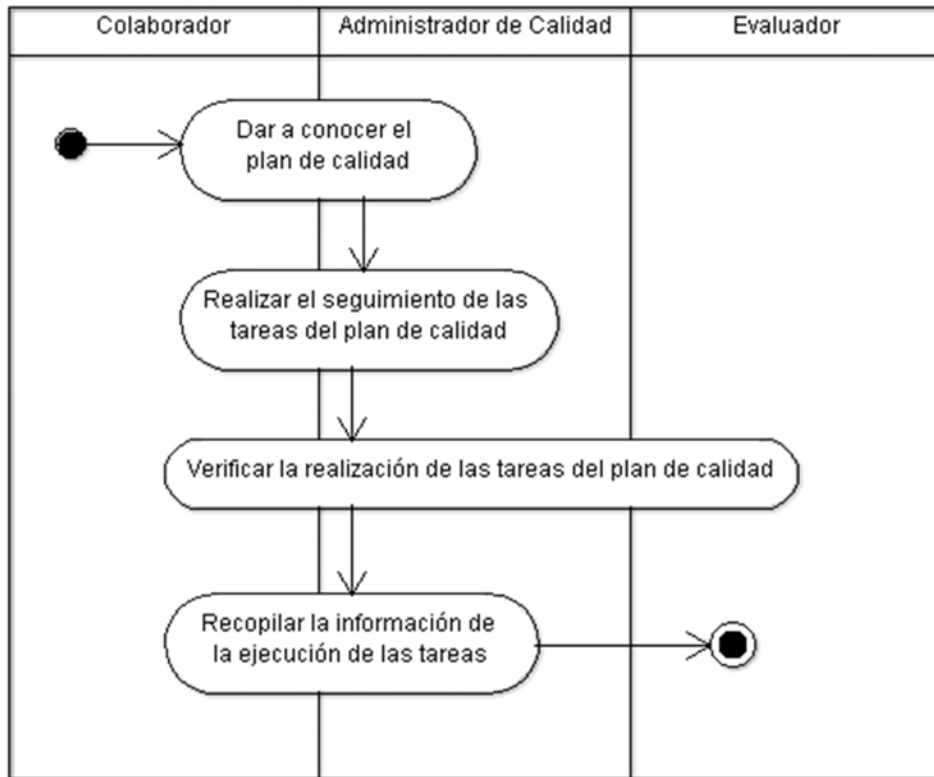


Figura 11 Diagrama de actividades de la fase de operación

Las consideraciones que se deben tomar en cuenta para realizar la fase de operación de la metodología propuesta son:

- ✓ La fase de operación no debe consumir mucho tiempo de los participantes (administrador de la calidad y colaborador).
- ✓ Las tareas de seguimiento del proceso se realizan al terminar las fases del ciclo de vida de desarrollo de software que utiliza la organización.
- ✓ Registrar toda la información relevante de la realización de las tareas de aseguramiento de la calidad, esto con el fin de poder realizar adecuaciones y mejoras a la metodología en las fases posteriores.



4.14.5.4. Evaluación

En esta etapa la organización evalúa que tan eficaz es proceso de aseguramiento de la calidad en el desarrollo de sus productos de software y verifica en qué medida el proceso se ajusta a sus necesidades.

En la evaluación se revisan las fases anteriores del proceso (diagnóstico, planeación y operación). Cada fase es evaluada de forma individual por los participantes (administrador de calidad, evaluador y/o colaborador). De cada fase se obtiene una lista de evaluación

En la fase de evaluación surgen propuestas de mejora para la siguiente etapa de la metodología.

Entrada	Tareas	Salida
<ul style="list-style-type: none"> • Guión de evaluación del proceso. • Plantilla de evaluación del proceso 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de las fases anteriores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantillas de evaluación del proceso.
	<p>Objetivos</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar en qué grado las tareas ayudan a garantizar la calidad de los productos de software. 	

Tabla 35 Proceso de Evaluación

En la fase de evaluación las actividades están encaminadas en verificar la eficiencia de las actividades realizadas para asegurar la calidad de los productos de software, el orden de las actividades se muestra en Figura 12 Diagrama de actividades de la fase de evaluación

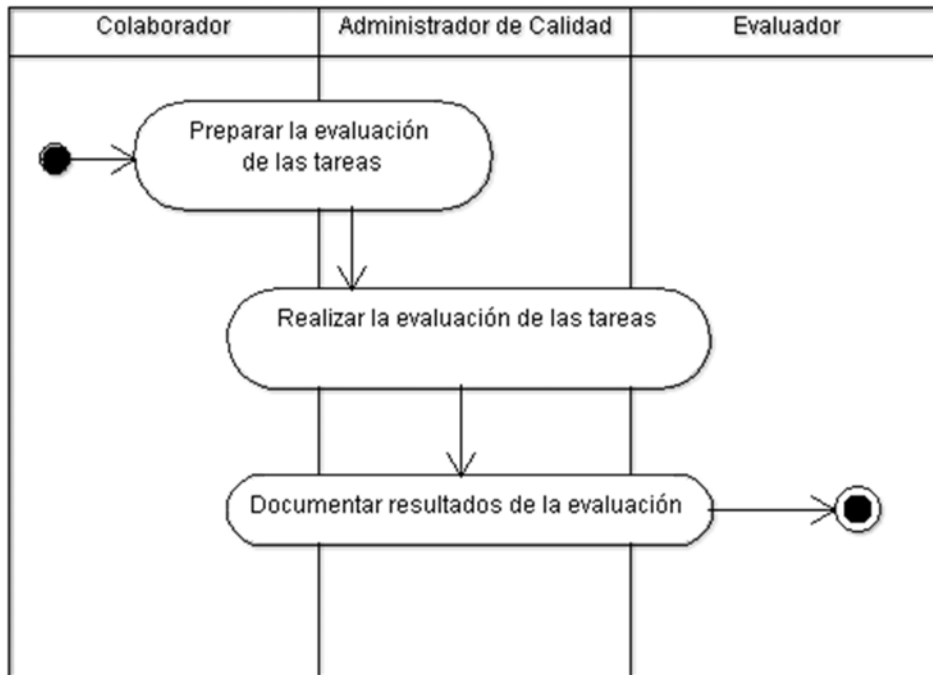


Figura 12 Diagrama de actividades de la fase de evaluación

Para realizar la fase de evaluación del proyecto deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ Realizar una evaluación objetiva de la aplicación de las fases anteriores, con el fin de identificar el grado de eficiencia del proceso dentro de la organización.
- ✓ La metodología indica que los participantes de la evaluación son: el evaluador, el administrador de la calidad y/o colaborador; pero la organización tiene la capacidad de definir si es necesaria la presencia de alguien más en esta fase.

4.14.5.5. Mejora

Esta fase de la metodología le sirve a la organización para realizar mejoras y adecuaciones al proceso de aseguramiento de la calidad para ser aplicados a los proyectos futuros. Tomando como experiencia las fases anteriores se realizan propuestas de mejora a la metodología de aseguramiento de la calidad.



Una vez contando con las propuestas de mejora se realiza la evaluación de las mismas para definir cuales se tomarán para adecuar la metodología de aseguramiento de la calidad, para que esta cubra las necesidades y objetivos de la empresa.

Entrada	Tareas	Salida
<ul style="list-style-type: none"> • Guión de mejora del proceso. • Lista de mejoras. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar propuestas de mejora al proceso. ✓ Evaluar las propuestas de mejora. ✓ Realizar las adecuaciones al proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propuestas de mejora. • Evaluación de propuestas. • Proceso mejorado (documentado).
	<p>Objetivos</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificar las mejoras que se deben realizar al proceso para que sea de mayor funcionalidad a la organización. 	

Tabla 36 Proceso de Mejora

En esta fase se busca identificar las mejoras y adecuación que se debe de hacer a la metodología de aseguramiento de la calidad para que se adapte a las necesidades de negocio de la organización, las actividades de esta fase se muestran en Figura 13 Diagrama de actividades de la fase de mejora

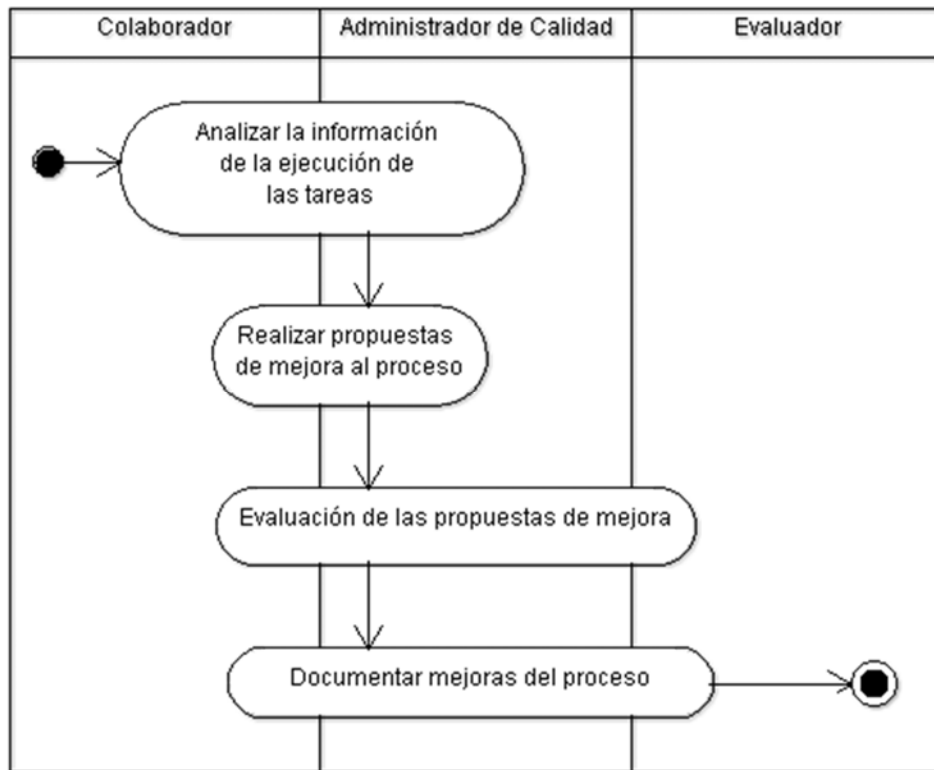


Figura 13 Diagrama de actividades de la fase de mejora

En esta fase final del proceso se recomienda tomar las siguientes consideraciones para realizar mejoras que sirvan a la organización:

- ✓ Las propuestas de mejora se realizan en base a la aplicación de las fases anteriores, dichas propuestas deberán proponer mejoras a las actividades de todo el proceso con el objetivo de que éste se adapte a las necesidades de la empresa.
- ✓ Las propuestas de mejora las realiza cualquiera de los involucrados en el proceso de aseguramiento de la calidad (evaluador, administrador de la calidad y/o colaborador).

4.14.6. Integración de la metodología propuesta con las metodologías de desarrollo

La metodología de aseguramiento de la calidad propuesta está pensada para adaptarse a cualquier metodología de desarrollo (tradicional o ágil) que utilice la organización en el desarrollo de sus



proyectos, esto con la finalidad de poder aplicar las prácticas en cualquier entorno de desarrollo de software dentro de las pequeñas empresas.

En primer lugar deseamos definir que es metodología, el diccionario de la Real Academia Española define a la metodología como "la ciencia del método" y a método como el "modo de decir o hacer con orden una cosa" y también como el "modo de obrar o proceder".

Podemos utilizar dicho término dándole las siguientes acepciones (Mitaritonna, 2010):

- **Método:** conjunto de etapas que se llevan a cabo en un orden determinado y que mantienen entre sí una estrecha relación con el propósito de estudiar un sistema de información.
- **Metodología:** estudio del método que se utiliza en el análisis, diseño e implementación de sistemas de información.

Por lo tanto podemos decir que las metodologías de desarrollo de software son un conjunto de procedimientos, técnicas y documentación que ayudan para el desarrollo de productos software.

4.14.6.1. Metodologías tradicionales

Al inicio el desarrollo de software era artesanal en su totalidad, la fuerte necesidad de mejorar el proceso y llevar los proyectos a la meta deseada, tuvieron que importarse la concepción y fundamentos de metodologías existentes en otras áreas y adaptarlas al desarrollo de software. Esta nueva etapa de adaptación contenía el desarrollo dividido en etapas de manera secuencial que de algo mejoraba la necesidad latente en el campo del software (G. Figueroa, J. Solís, & A. Cabrera, 2007).

Las metodologías tradicionales centran su atención en llevar una documentación exhaustiva de todo el proyecto y cumplir con un plan de proyecto, definido todo esto, en la fase inicial del desarrollo del proyecto. Las metodologías tradicionales (formales) se focalizan en documentación, planificación y procesos. (Plantillas, técnicas de administración, revisiones, etc.) (G. Figueroa, J. Solís, & A. Cabrera, 2007).

4.14.6.2. Metodologías ágiles

Luego de varias opiniones tanto a favor como en contra de las metodologías tradicionales se genera un nuevo enfoque denominado, métodos ágiles, que nace como respuesta a los problemas que se presentan métodos formales de desarrollo de software y se basa en dos aspectos puntuales, el



retrasar las decisiones y la planificación adaptativa; permitiendo un potencial mayor en el desarrollo de software a gran escala (G. Figueroa, J. Solís, & A. Cabrera, 2007).

Como resultado de esta nueva teoría se crea un Manifiesto Ágil cuyas principales ideas son:

- Los individuos y las interacciones entre ellos son más importantes que las herramientas y los procesos empleados.
- Es más importante crear un producto software que funcione que escribir documentación exhaustiva.
- La colaboración con el cliente debe prevalecer sobre la negociación de contratos.
- La capacidad de respuesta ante un cambio es más importante que el seguimiento estricto de un plan.

4.14.6.3. Integración de metodologías

Como ya se dijo anteriormente la metodología de aseguramiento de la calidad propuesta en el presente trabajo busca adaptarse a cualquier metodología de desarrollo de software con la que cuente la organización, esto debido a la adaptabilidad de las fases de la metodología de aseguramiento de la calidad.

En la Figura 14 Integración de la metodología de aseguramiento de calidad con metodologías de desarrollo tradicionales, se muestra como se trabaja en conjunto la metodología de desarrollo tradicional con las fases de la metodología de aseguramiento de la calidad.

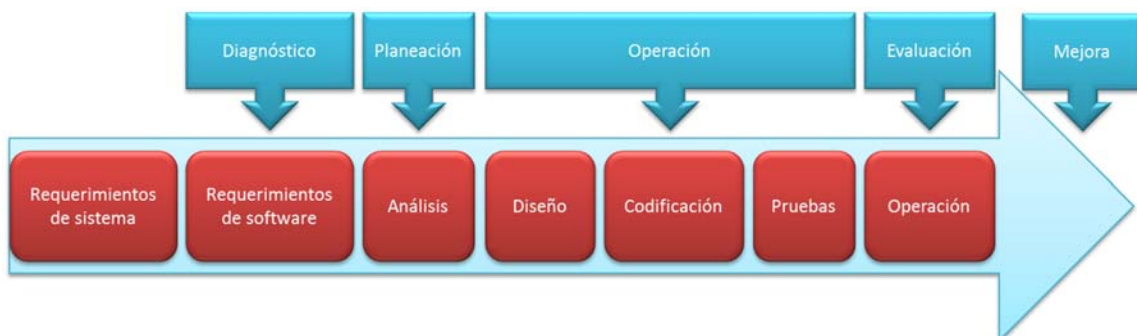


Figura 14 Integración de la metodología de aseguramiento de calidad con metodologías de desarrollo tradicionales



Las tareas de las primeras cuatro fases de la metodología de calidad propuesta se trabajan a la par de algunas fases de desarrollo de software de las metodologías tradicionales, las personas que participan en estas tareas se encuentran definidas en la sección de implementación de la metodología.

Al igual que en la metodologías tradicionales de desarrollo de software, la metodología de aseguramiento de la calidad se adapta a los métodos ágiles, en la Figura 15 Integración de la metodología de aseguramiento de calidad con metodologías de desarrollo ágiles se muestra como se aplican las fases de la metodología de aseguramiento de la calidad.

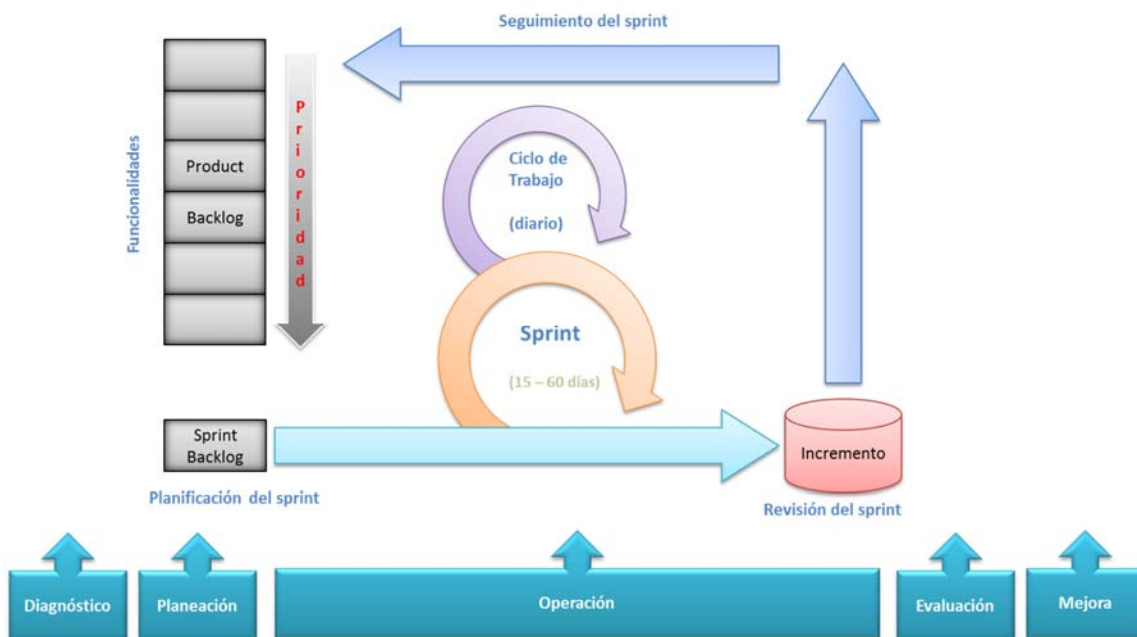


Figura 15 Integración de la metodología de aseguramiento de calidad con metodologías de desarrollo ágiles

A diferencia de la aplicación de la metodología de aseguramiento de la calidad en metodologías tradicionales en las ágiles es que las fases de diagnóstico, evaluación, mejora se realizan fuera del desarrollo de la metodología de desarrollo ágil.

Las tareas y fases de la metodología de aseguramiento de la calidad son las mismas, así se utilicen cualquiera de las dos formas de creación de software (tradicionales o ágiles). Las tareas se realizan en diferentes fases pero estas no alteran la forma de desarrollar el software por parte de la organización.



Para llevar a cabo la implementación de la metodología de aseguramiento de la calidad propuesto en el presente trabajo, se proporcionan guiones y formatos que se encuentran en el apartado de anexos.

4.15. Síntesis del capítulo

Los principales puntos abordados en este capítulo son:

- Descripción de la propuesta que se realizara durante el desarrollo del trabajo.
- Se define claramente el alcance de la metodología que se está proponiendo.
- Se proporciona la justificación y la importancia del porque se realiza el trabajo.
- Se describe el alcance de la metodología que se está proponiendo.
 - Se definen los objetivos de la metodología propuesta.
 - Se proporciona una descripción de lo que es una pequeña empresa, así como clasificación del tamaño de las empresas.
- Se analiza el estado de la industria mexicana de desarrollo de software.
 - Se revisan algunos estudios significativos para verificar cómo se comporta la industria.
 - Se analizan algunas debilidades y fortalezas de las empresas mexicanas.
 - Se analiza el estado en el que se encuentra el aseguramiento de la calidad en los productos de software que se desarrollan.
- Se describe el concepto de metodología y se proporcionan algunas definiciones.
- Se analiza el modelo de capacidad y madurez CMMI.
 - Se realiza un análisis del nivel 2 del modelo CMMI, el cual forma parte primordial para el trabajo.
 - Se analizan las áreas de proceso del nivel 2 de CMMI con los objetivos y prácticas.
- Se describe como se realiza se implementa la gestión de los servicios de TI.
- Se analiza el modelo Informaton Technology Infrastructure Library ITIL.
 - Se identifican cuáles son las buenas prácticas de ITIL.
- Se verifican cuáles son los factores y las vertientes de la calidad del software.
- Se describe como se genera la metodología de aseguramiento de localidad a partir de la integración del CMMI e ITIL.
- Se describe que se toma como base de cada modelo (CMMI e ITIL) para generar la metodología propuesta.
 - Se especifica el esquema de la metodología.
 - Se describen las metas para la metodología.



- Se especifican los roles de la metodología, así como se especifica las tareas de cada uno de los participantes.
- Se describe detalladamente como se debe implementar la metodología de aseguramiento de la calidad.
- Se describe detalladamente cada una de las fases de la metodología.
 - Diagnóstico.
 - Planeación.
 - Operación.
 - Evaluación.
 - Mejora.
- Se describe como la metodología de aseguramiento de la calidad se integra con las metodologías de desarrollo de software.



5. Conclusiones

En las siguientes secciones se presentan las conclusiones del trabajo de investigación, las cuales se desglosan en: argumentos del porque el trabajo solo se queda en una propuesta, conclusiones por objetivos específicos y objetivo general, conclusión general del trabajo, aportaciones y limitaciones de la investigación, algunas recomendaciones en la implementación de la metodología propuesta y futuras líneas de investigación.

5.1. Justificación de la propuesta

El presente trabajo de tesis presenta la propuesta de una metodología de aseguramiento de calidad para pequeñas empresas, el motivo principal del trabajo en este punto es que para probar la metodología presentada se debe tomar las siguientes consideraciones:

- Se debe tomar en cuenta el tiempo de implantación y comprensión de la metodología dentro de la organización.
- Verificar si la metodología propuesta es eficiente dentro de una pequeña empresa de desarrollo de software debe aplicarse cuando menos dos veces en proyectos diferentes.
- Probar la eficacia de la metodología dentro de las pequeñas empresas debe implantarse en varias organizaciones.

Implantar procesos de calidad dentro de una organización no es tarea sencilla, se necesitan recursos materiales y humanos, así como tiempo para que se adopten las prácticas. Por ejemplo la implantación del nivel 2 de madurez de CMMI en la empresa ICOSIS una pyme del grupo AVALON comenzó en enero de 2008 y finalizó en junio de 2009 tras superar el SCAMPI A (Ramos, 2010).

Otro ejemplo de que la implantación de procesos de calidad del software es el MPS.RB es un programa movilizador, de largo plazo, creado en diciembre de 2003, es coordinado por la Asociación para Promoción de la Excelencia del Software Brasileño (SOFTEX), y cuenta con el apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI), de la Financiera de Estudios y Proyectos (FINEP), del Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas (SEBRAE) y del Banco Interamericano de Desarrollo (BID/FUMIN)³ (SOFTEX, Sociedad, 2012).

3 MPS.BR, MR-MPS-SW, MR-MPS-SV, MA-MPS y MN-MPS son marcas de la SOFTEX. La sigla MPS.BR está asociada al programa MPS.BR, que es coordinado por la SOFTEX. La sigla MPS es una marca genérica asociada al modelo MPS, comprendiendo tanto la sigla MPS-SW asociada a la Mejora de Proceso de Software, así como la sigla MPS-SV asociada a la Mejora de Proceso de Servicios.



En 2006 un grupo de cinco organizaciones implementaron el modelo MPS apoyada con Taba Workstation⁴. Este grupo estuvo apoyado por una organización acreditada para la aplicación del modelo MPS. El grupo se dividió en dos sub-grupos: (i) el sub-grupo 1 de tres PYMES implementaron el modelo MPS nivel G (Parcialmente administrado), y (ii) el sub-grupo 2 de dos PYMES implementaron el modelo MPS nivel F (Administrado). Las evaluaciones para este grupo de organizaciones fueron realizadas el 27 de junio de 2007 mediante el método de evaluación de MPS (Santos, y otros, 2007).

5.2. Conclusiones relativas a los objetivos específicos

En esta sección se presentan las conclusiones por cada objetivo específico que se plantearon en el capítulo 1.

Objetivo 1. Generar una propuesta metodológica para orientar el aseguramiento de la calidad en proyectos de desarrollo de software en PyMEs.

Evaluación. La evaluación del alcance de este objetivo mediante la verificación de la creación de la propuesta metodológica de aseguramiento de la calidad, la cual se creó definiendo claramente los participantes, las fases y tareas.

Resultado. Objetivo 1 alcanzado.

Justificación. Se realizó una propuesta de como las PyMEs desarrollo de software puede realizar el proceso de aseguramiento de la calidad, la cual proporciona objetivos, tareas y roles. La metodología define las fases que deben implementarse y se proporcionan guías para cada tarea, así como se proporcionan guiones y plantillas con las que se deben trabajar en cada fase.

Limitaciones. Durante el desarrollo del trabajo se creó una propuesta metodológica para asegurar la calidad en el desarrollo de productos de software en pequeñas empresas, aunque se definieron claramente las tareas, metas y roles no se probó en un ambiente real.

Conclusión particular. Se concluye que se generó una propuesta metodológica que tiene como objetivo guiar el proceso de aseguramiento de la calidad en una PyME.

⁴ Software Ambiental de Procesos-Centrados llamado Taba Workstation apoya la implementación del modelo MPS.



Objetivo 2. Adaptar el modelo ITIL para poder determinar un ciclo de aplicación en la metodología propuesta.

Evaluación. La evaluación del objetivo 2 se realiza mediante la adopción del ciclo de aplicación del modelo ITIL para poder alcanzar objetivos que estable el modelo CMMI (nivel 2).

Resultado. Objetivo 2 alcanzado.

Justificación. Después de comprender el ciclo de aplicación del modelo ITIL, se toma este para definir las fases con las que cuenta la propuesta. Una vez definidas las fases de aplicación se necesitaba establecer objetivos a alcanzar en cada fase, para esto se establecen como metas los objetivos de nivel 2 de CMMI, con esto se logró el objetivo 2 planteado para el trabajo realizado.

Limitaciones. Los resultados de cada fase, así como los alcances de los objetivos de la propuesta dependen de la aplicación por parte de los participantes.

Conclusión particular. Se realizó la adaptación de los modelos ITIL y CMMI para poder generar la metodología de aseguramiento de la calidad propuesta, del primer modelo se tomó el ciclo de aplicación y del segundo modelo se establecen los objetivos a alcanzar.

Objetivo 3. Proponer buenas prácticas para optimizar los recursos que se utilizan en el proceso de aseguramiento de la calidad en el desarrollo de software.

Evaluación. La evaluación del alcance del objetivo 3 con base en la propuesta metodológica planteada se establece tareas guiadas en las que participan pocos recursos humanos de la organización y que llevan demasiado tiempo hacerlas.

Resultado. Objetivo 3 alcanzado.

Justificación. Se plantearon cinco fases en la metodología de aseguramiento de la calidad (diagnóstico, planeación, ejecución, evaluación y mejora), en las cuales se realizan tareas sencillas y que requieren poco tiempo pero mucha atención por parte de los involucrados en ellas. La fase de diagnóstico solo se lleva a cabo en la primera iteración, debido a que sólo en la primera se debe verificar el estado del proceso de aseguramiento de la calidad de la pequeña empresa (esto en caso de que existiera un proceso para administrar la calidad).



Limitaciones. La efectividad de las tareas dependerá de las personas que las realicen, para obtener buenos resultados en la aplicación de todas las tareas.

Conclusión particular. Las prácticas propuestas para cada una de las fases de son sencillas y fáciles de realizar, sin embargo, buscan garantizar el proceso de aseguramiento de la calidad dentro de pequeñas empresas de desarrollo de software.

Objetivo 4. Determinar un instrumento de para evaluar la efectividad del proceso de aseguramiento de la calidad que se aplica a los proyectos de desarrollo de software.

Evaluación. La meta del objetivo 4 está enfocado a las tareas aseguramiento de la calidad, esto se realiza en la fase de evaluación de la metodología propuesta, en esta fase se realiza la evaluación de la efectividad de las 3 primeras fases.

Resultado. Objetivo 4 alcanzado.

Justificación. La propuesta metodológica de aseguramiento de la calidad propuesto en el trabajo define una fase de evaluación de las actividades realizadas para garantizar la calidad en los productos de software que se desarrolla dentro de una pequeña organización, y dependiendo de los resultados obtenidos en la última fase del proceso, en la mejora se realizan las adecuaciones correspondientes para ir adecuando el proceso.

Limitaciones. La efectividad de la evaluación del proceso de aseguramiento de la calidad no se ha comprobado que es correcto su funcionamiento. Cuando sea probada la metodología debe realizarse la aplicación de la misma en diferentes escenarios ya que definir que un proceso de aseguramiento de calidad funciona depende de muchas circunstancias.

Conclusión particular. Todo proceso debe contener una fase de evaluación para verificar la efectividad del mismo, la metodología de aseguramiento de la calidad propuesto no podría ser la excepción, esta cuenta con una fase dedicada a la evolución para determinar la efectividad y realizar las adaptaciones de para que se ajuste a la organización.

5.3. Conclusiones relativas al objetivo general

En esta sección se presentan las conclusiones del objetivo general del trabajo de investigación en el capítulo 1.



Objetivo general. Generar una propuesta metodológica definiendo buenas prácticas tomando como base el modelo Capability Maturity Model Integration (CMMI) e Information Technology Infrastructure Library (ITIL), con la finalidad de mejorar el proceso de aseguramiento de la calidad de software en PyMEs.

Evaluación. Para evaluar si se alcanzó el objetivo general del trabajo se consideró el cumplimiento de los objetivos específicos planteados anteriormente.

Resultado. Objetivo general alcanzado.

Justificación. El objetivo general se considera alcanzado debido a que el presente trabajo presenta una propuesta metodológica combinando CMMI e ITIL como base, así mismo define actividades, metas y roles con el fin de asegurar la calidad en PyMEs.

Limitaciones. Las dos principales limitaciones que tiene la propuesta metodológica de aseguramiento de la calidad propuesta en este trabajo es: que solo se presenta una propuesta, y no se probó en ambientes reales de desarrollo de software.

Conclusión particular. Se presenta una metodología de aseguramiento de la calidad dentro de una pequeña empresa, la cual toma como base para su desarrollo dos modelos conocidos dentro de ambiente de desarrollo de software y proporción de servicios de tecnologías de información (CMMI e ITIL). Dicha metodología tiene la finalidad de mejorar o iniciar procesos definidos para garantizar la calidad de los productos que se desarrollan dentro de una pequeña organización.

5.4. Conclusión general

Después de realizar un estudio de diferentes conceptos de calidad de software y de cómo se lleva a cabo el proceso de aseguramiento de la calidad en pequeñas empresas, el trabajo se enfocó en conjuntar dos modelos para generar una propuesta metodológica que establezca o mejore la calidad de los productos de software en PyMEs.

La propuesta que presentada como resultado de implementar buenas prácticas utilizando los menores recursos y empleando el menor tiempo posible, todo esto con el fin de que cualquier PyME de desarrollo de software pueda implementarlo sin que esto implique tener costos elevados y se establezca procesos de aseguramiento de la calidad.



5.5. Aportaciones originales

Con el desarrollo de presente trabajo se realizaron las siguientes aportaciones:

- Desarrollo de una propuesta metodológica de aseguramiento de la calidad para PyMEs que conjunta dos modelos ITIL para definir el ciclo de aplicación y CMMI para precisar los objetivos a alcanzar.
- Establecimiento de un ciclo de aplicación de la metodología propuesta, es decir, se define claramente las fases que deben llevarse y el momento en que se deben realizar las tareas establecidas.
- Definición de roles con tareas claras que desempeñaran en cada fase de la propuesta.
- Establecimiento de guías y plantillas para cada una de las tareas de cada fase de la propuesta.

5.6. Limitaciones de la propuesta metodológica

La propuesta metodológica de aseguramiento de la calidad presentada en este trabajo de tesis presenta las siguientes limitaciones:

- La propuesta metodológica presentada se no se probó en un ambiente real de desarrollo de software.
- La propuesta es una guía para mejorar o iniciar un proceso de aseguramiento de la calidad dentro de una PyME, sin embargo, la buena aplicación depende de la organización que la implemente.

5.7. Recomendaciones

Para la implementación de la propuesta metodológica se realizan las siguientes recomendaciones para realizar su aplicación:

- Definir claramente las personas que desempeñarán los roles, así como cada persona involucrada debe comprometerse con las tareas que les toca desempeñar.
- Realizar todas las tareas propuestas de acuerdo a cada fase de aplicación de la de la propuesta.
- Aplicar la propuesta metodológica por lo menos en 3 proyectos para obtener información del comportamiento del proceso de aseguramiento de la calidad.



5.8. Líneas futuras de investigación

Como trabajos a futuro se propone:

- Aplicar la metodología de aseguramiento de la calidad en varias PyMEs para verificar cómo se comporta el proceso de calidad en el desarrollo de los productos de software.
- Automatizar las tareas de la propuesta metodológica para el aseguramiento de la calidad, esto con la finalidad de que la aplicación sea más sencilla.

5.9. Síntesis del capítulo

Los principales puntos tratados en este capítulo son los siguientes:

- Justificación sustentada del porque sólo se presenta la propuesta de aseguramiento de la calidad en el trabajo de tesis presentada.
- Conclusiones referentes a cada uno de los objetivos específicos planteados para el trabajo.
- Conclusiones relativas para el objetivo general del trabajo de tesis.
- Conclusión general del trabajo realizado.
- Aportaciones originales del trabajo de tesis.
- Limitaciones de la metodología de aseguramiento de la calidad propuesta.
- Recomendaciones generales para la utilización de la metodología propuesta.
- Líneas futuras de investigación referentes al trabajo realizado.



6. Anexos

Guión de lista de verificación de proceso

Propósito	Guiar en la revisión del proceso de aseguramiento de la calidad en el desarrollo de software.
Criterio de entrada	<ul style="list-style-type: none"> – Lista de verificación del proceso de software. – Documentación del proceso.
General	Hacer la revisión del proceso de en el desarrollo de software para tener un diagnóstico del estado en que se encuentra el proceso de aseguramiento de la calidad.

Paso	Actividades	Descripción
1	Revisión	<ul style="list-style-type: none"> – Seguir la lista de verificación del proceso. – Revisar la documentación que sustente el proceso. – Marcar el estado en que se encuentra cada uno de los criterios de la lista de verificación. – Realizar las anotaciones que se consideren necesarias del estado del proceso de aseguramiento de la calidad.
2	Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> – Análisis de la información recolectada en la revisión. – Determinación del estado del proceso de desarrollo. – Documentar el diagnóstico del proceso.

Criterio de salida	<ul style="list-style-type: none"> – Lista de verificación del proceso. – Observaciones del estado del proceso. – Diagnóstico del proceso de desarrollo.
---------------------------	---



Lista de verificación del proceso

Información del documento	
Propósito	Guiar en la revisión del estado del proceso de aseguramiento de calidad en el desarrollo de productos de software.
General	Realizar la revisión guiada del proceso de aseguramiento de la calidad para obtener un diagnóstico de su estado.

No.	Requerimientos	Que investigar/Analizar	Si	No
Requerimientos de Documentación (RD)				
1	¿La organización ha establecido documentación sobre el proceso y política de calidad que aplica al desarrollo de sus productos?	<ul style="list-style-type: none"> Documentación del proceso de aseguramiento de la calidad. 		
2	La documentación del sistema de calidad incluye lo siguiente:	<ul style="list-style-type: none"> Documentación del proceso de calidad. Procedimientos del proceso de calidad. 		
2.1	a) Políticas y objetivos documentados del proceso de calidad.			
2.2	b) Documentación de los procesos a implementar.			
2.3	c) Documentos necesarios por la organización para asegurar la efectiva planeación operación y control de sus procesos.			
3	¿La organización cuenta con el control de los documentos del proceso de calidad?	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento para controlar documentación. 		
Objetivos de Calidad (OC)				
1	¿La administración de la organización asegura los objetivos de calidad, incluyendo aquellos necesarios para cumplir con los requerimientos solicitados para los productos?	<ul style="list-style-type: none"> Documentación de los objetivos del proyecto. 		
2	¿Los objetivos de calidad de la organización son medibles y consistentes con la política de calidad?	<ul style="list-style-type: none"> Indicadores de costos de calidad e índices de calidad. 		
Medición y Monitoreo del Proceso (MMPC)				
1	¿La organización aplica métodos adecuados de monitoreo y, cuando aplique, medición de los procesos del sistema de administración de calidad?	<ul style="list-style-type: none"> Métodos de monitoreo/medición de los procesos del sistema de administración de calidad. 		
2	¿Los métodos de monitoreo y medición de los procesos de la organización demuestran la capacidad para lograr los resultados planeados?	<ul style="list-style-type: none"> Resultados de los monitoreos y mediciones. 		
3	¿Cuándo los resultados planeados no se logren por los procesos de la organización, la	<ul style="list-style-type: none"> Acciones correctivas planeadas/ejecutadas. 		



	organización toma correcciones y acciones correctivas para asegurar la conformidad de los clientes con los productos desarrollados?			
Medición y Monitoreo de los Productos (MMPd)				
1	¿La organización monitorea y mide las características de los productos para verificar que los requerimientos de los productos mismos se cumplan?	<ul style="list-style-type: none"> • Planes de control. • Instrucciones de inspección. • Registros de mediciones y monitoreos. 		
2	¿La organización monitorea y mide las características de los productos en etapas apropiadas del proceso de elaboración de los productos mismos y de acuerdo con condiciones planeadas?	<ul style="list-style-type: none"> • Planes de control. • Instrucciones de inspección. • Registros de mediciones y monitoreos. 		
3	¿La organización mantiene evidencias de conformidad de los productos contra criterios de aceptación?	<ul style="list-style-type: none"> • Registros de inspección que incluyan criterios de aceptación, las pruebas de aceptación, y el estatus y fechas de las pruebas. 		
4	¿Los registros de monitoreo y medición de los productos de la organización indican las personas autorizadas para liberar los productos de software?	<ul style="list-style-type: none"> • Registros de inspección que indiquen las personas autorizadas para liberar productos. 		
5	¿La liberación de los productos y envío de los servicios de la organización proceden sólo después de que las condiciones planeadas se han completado satisfactoriamente, a menos que se hayan aprobado por alguna autoridad relevante y cuando esto aplique por los clientes?	<ul style="list-style-type: none"> • Liberación de los productos y envío de los servicios después de que todas las condiciones planeadas se hayan completado satisfactoriamente. 		

No.	Notas del evaluador	No. Punto.
1	<i>Nota que considere conveniente el evaluador para aclarar cualquier duda con los puntos evaluados.</i>	<i>Ej.: RD 1</i>



Guión para realización del plan de calidad del proyecto

Propósito	Guiar en la realización del plan de calidad del proyecto
Criterio de entrada	<ul style="list-style-type: none"> - Listado de actividades a realizar. - Estándares a utilizar en el proyecto. - Métricas que se utilizarán en el desarrollo del proyecto. - Identificación de los posibles riesgos que se pueden presentar en el desarrollo del proyecto.
General	Proporcionar una guía para la realización del plan de calidad del proyecto.

Paso	Actividad	Descripción
1	Realización	<ul style="list-style-type: none"> - Definir todos los elementos que contendrá el plan de calidad. - Documentación del plan de calidad. - Definir los estándares y métricas que se van a utilizar durante el desarrollo del proyecto.
2	Revisión	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión de las secciones del plan para poder corroborar que se encuentran completas. - Identificar las partes que son incorrectas o no están definidas claramente.
3	Corrección	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar las correcciones a las secciones del plan de calidad que lo requieran. - Verificar que todas las secciones del plan están completas y son claras.
4	Seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Definir la periodicidad de revisión de plan con el proyecto. - Definir la forma en que será monitoreado el plan.

Criterio de salida	<ul style="list-style-type: none"> - Plan general de calidad - Plan de mitigación de riesgos - Métricas de calidad
---------------------------	---



Plan de aseguramiento de calidad

Información del documento	
Propósito	<i>Esta sección debe contener el propósito y alcance del plan de aseguramiento de la calidad. Se debe especificar el objetivo de creación del software que se está por desarrollar y se deben listar los elementos del software que serán cubiertos por el plan. Además se debe especificar las etapas del ciclo de vida del are que será cubierta por el mismo. (Ej.: Este Plan solo cubre la parte del ciclo de correspondiente al desarrollo del software pero no cubre la parte del ciclo de vida correspondiente al mantenimiento.)</i>
Alcance	<i>Se define la visión general del documento (Alcance y Objetivos del plan de aseguramiento de la calidad).</i>
General	<i>Este apartado es para poner las notas generales que se consideren convenientes y que ayuden en el aseguramiento de la calidad del proyecto.</i>
Responsable	<i>Nombre del responsable del plan de aseguramiento de la calidad (Administrador de la calidad).</i>
Versión	<i>Versión del plan de calidad</i>

Gestión del plan de aseguramiento de la calidad	
Organización	<i>El administrador de la calidad es el responsable de llevar acabo la gestión de la calidad que asegura el proceso establecido sea implantado de forma correcta y que los productos de software realizados cumplan con los criterios establecidos por este plan. [Indicar de quien depende cada una de las actividades indicando cada línea de proyecto, cual es el objetivo de calidad que se persigue.]</i>

Actividades para garantizar la calidad										
Planeación de las actividades de aseguramiento de la calidad	<p><i>Definir y listar las actividades que se realizaran durante el periodo de desarrollo del proyecto que cubre el plan de aseguramiento de la calidad.</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Actividad</th> <th>Responsable</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Actividad 1</td> <td>Responsable</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Actividad 2</td> <td>Responsable</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Las tareas a ser llevadas a cabo deberán reflejar las evaluaciones a realizar, los estándares a seguir, los productos a revisar, los procedimientos a seguir en la elaboración de los distintos productos de software y los procedimientos para informar de los defectos detectados a sus responsables y realizar el seguimiento de los mismos hasta su corrección.</i></p>	No.	Actividad	Responsable	1	Actividad 1	Responsable	2	Actividad 2	Responsable
No.	Actividad	Responsable								
1	Actividad 1	Responsable								
2	Actividad 2	Responsable								
Responsabilidades	<p><i>El administrador de la calidad es el responsable de que se realicen las actividades especificadas en la sección anterior. Como parte de las actividades del administrador de la calidad se revisarán los productos que se consideren necesarios para asegurar la calidad del producto.</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Producto</th> <th>Responsable</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Producto 1</td> <td>Responsable</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Producto	Responsable	1	Producto 1	Responsable			
No.	Producto	Responsable								
1	Producto 1	Responsable								



	2	Producto 2	Responsable
Ciclo de vida del software cubiertos por el plan	En esta sección debe contener la descripción de las etapas más importantes del ciclo de vida del software que cubre el Plan. (Ej.: Etapa de Requerimientos, análisis, diseño, etc.). Además debe contener una lista con todos los productos de proyecto que tendrán revisiones de calidad.		

Revisiones												
Proceso	Definir cómo, cuándo quien se llevará a cabo las revisiones del proceso de que se aplica para el desarrollo del software, así como la bitácora correspondiente de las revisiones.											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Producto</th> <th>Fecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Producto 1</td> <td>Fecha</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Producto 2</td> <td>fecha</td> </tr> </tbody> </table>			No.	Producto	Fecha	1	Producto 1	Fecha	2	Producto 2	fecha
No.	Producto	Fecha										
1	Producto 1	Fecha										
2	Producto 2	fecha										
Ajuste del proceso	En esta actividad se revisan los productos que se definieron como claves para verificar el cumplimiento de las actividades definidas en el proceso. Con el fin de asegurar la calidad en el producto final del desarrollo, se deben llevar a cabo revisiones sobre los productos durante todo el ciclo de vida del software (esta parte se puede modificar en la sección anterior).											
Documentación de desviaciones	Las desviaciones encontradas en las actividades y en los productos deben ser documentadas y ser manejadas de acuerdo a un procedimiento establecido. Se debe revisar que los responsables de cada plan los modifiquen cada vez que sea necesario, basados en las desviaciones encontradas durante el desarrollo del trabajo.											

Documentación	
Propósito	El objetivo de esta sección es especificar los documentos que dirigen el desarrollo del proyecto y que deberán ser revisados como parte de las actividades de aseguramiento de la calidad. Para cada documento se indica el objetivo del documento, la plantilla, norma y/o estándar que se usa para elaborar el documento y el contenido mínimo que debe tener dicho documento.
Documentación mínima requerida	<p>La documentación mínima es la requerida para asegurar que la implementación logrará satisfacer los requerimientos solicitados por el cliente. La definición de que documentación debe realizarse de acuerdo a la dirección de la organización.</p> <p>Documentación sugerida:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Especificación de Requerimientos. ✓ Diseño del sistema. ✓ Reportes de verificación y validación. ✓ Documentación de usuario.



	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Plan de proyecto.</i>
<p>Especificaciones de requerimientos de software</p>	<p><i>El documento de especificación de requerimientos deberá describir, de forma clara y precisa, cada uno de los requerimientos esenciales del software que se va a desarrollar.</i></p> <p><i>El cliente deberá obtener como resultado del proyecto una especificación adecuada a sus necesidades en el área de alcance del proyecto, de acuerdo al compromiso inicial del trabajo y a los cambios que este haya sufrido a lo largo del desarrollo del proyecto, que cubra aquellos aspectos que se haya acordado detallar con el cliente.</i></p> <p><i>La especificación debe:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Ser completa :</i> ✓ <i>Externa, respecto al alcance acordado.</i> ✓ <i>Internamente, no deben existir elementos sin especificar.</i> ✓ <i>Ser consistente, no pueden haber elementos contradictorios.</i> ✓ <i>Ser no ambigua, todo término referido al área de aplicación debe estar definido en un glosario.</i> ✓ <i>Ser verificable, debe ser posible verificar siguiendo un método definido, si el producto final cumple o no con cada requerimiento.</i> ✓ <i>Estar acompañada de un detalle de los procedimientos adecuados para verificar si el producto cumple o no con los requerimientos.</i> ✓ <i>Incluir requerimientos de calidad del producto a construir.</i>
<p>Descripción del diseño de software</p>	<p><i>El documento de diseño especifica como el software será construido para satisfacer los requerimientos especificado.</i></p> <p><i>Deberá describir los componentes y subcomponentes del diseño del software, incluyendo interfaces internas.</i></p> <p><i>El cliente deberá obtener como resultado del proyecto el diseño de un producto de software que cubra aquellos aspectos que se haya acordado con el cliente, en función de la importancia que estos presenten y de sus conexiones lógicas.</i></p> <p><i>El diseño debe:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Corresponder a los requerimientos:</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Todo elemento del diseño debe contribuir a algún requerimiento.</i> ○ <i>La implementación de todo requerimiento a incorporar debe estar contemplada en por lo menos un elemento del diseño.</i> ✓ <i>Ser consistente con la calidad planificada del producto.</i>
<p>Verificación y validación</p>	<p><i>El Plan de validación y verificación deberá identificar y describir los métodos a ser utilizados en:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>La verificación de que:</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Los requerimientos descritos en el documento de requerimientos han sido aprobados por una autoridad apropiada. En este caso sería que cumplan con el acuerdo logrado entre el cliente y el equipo de desarrollo.</i> ○ <i>Los requerimientos descritos en el documento de requerimientos son implementados en el diseño expresado en el documento de diseño.</i>



	<ul style="list-style-type: none"> ○ El diseño expresado en el documento de diseño esta implementado en código. ✓ Validar que el código, cuando es ejecutado, se adecua a los requerimientos expresados en el documento de requerimientos.
Reportes de verificación y validación	En esta sección se deben especificar los resultados de la ejecución de los procesos descritos en la sección de verificación y validación.

Estándares y métricas										
Estándares	<p>Esta sección deberá cumplir con las siguientes funciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificar los estándares, prácticas, convenciones y métricas que serán aplicadas para la evaluación de calidad. ✓ Indicar como será monitoreado y asegurado el cumplimiento con estos elementos. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Entregable</th> <th>Estándar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Entregable 1</td> <td>Estándar</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Entregable 2</td> <td>Estándar</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Entregable	Estándar	1	Entregable 1	Estándar	2	Entregable 2	Estándar
No.	Entregable	Estándar								
1	Entregable 1	Estándar								
2	Entregable 2	Estándar								
Métricas	<p>Se definen las métricas que se van a utilizar</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Métricas para medir la calidad del proceso. ✓ Métricas para medir la calidad del producto. 									

Seguimiento (metodologías tradicionales)	
Requerimientos	<p>Definir la gestión de los requerimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Obtención ✓ Verificación y validación ✓ Actualización
Planeación	<p>La planeación deberá contar con:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Definición de actividades ✓ Definición de tiempos ✓ Definición de responsabilidades
Diseño	<p>Para la realización del diseño debe contemplarse</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Definir los estándares con los que deba cumplir lo(s) diseño(s) ✓ Definir el nivel de diseño que se realizara del producto.
Implementación	<p>En la fase de implementación se debe contemplar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Darle seguimiento al plan de calidad. ✓ Verificar que se implementaron los diseños que se realizaron.
Pruebas	<p>En esta fase deben tomarse en cuenta los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar que el producto cumple con las especificaciones solicitadas ✓ Verificar que se realizan las pruebas indispensables para garantizar la calidad del producto.



Seguimiento (metodologías ágiles)	
Inicial	<p>Para esta fase se deben realizar la definición de :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Visión del proyecto. ✓ Expectativas. ✓ El presupuesto del proyecto. ✓ Los requerimientos de alto nivel. ✓ Arquitectura de alto nivel. ✓ Ítems estimados.
Definición	<p>Para realizar la fase de definición se deben considerar los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Definición de requerimientos. ✓ Definición de prioridades para las tareas de cada iteración. ✓ Planificación de las tareas. ✓ Realización del diseño.
Ejecución	<p>Para realizar la ejecución del proyecto deben realizarse las siguientes tareas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Listado de los sprint. ✓ Planeación de cada sprint. ✓ Definición de la pila del producto. ✓ Definición de los estimados. ✓ Definición de reuniones.
Entrega	<p>Para realizar la fase de entrega debe considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Poner en operación el producto. ✓ Entrega de documentación. ✓ Soporte a usuario.

Gestión de riesgos													
Identificación de riesgos	<p>Realizar un listado de los posibles riesgos que se identifiquen podría ocurrir durante el desarrollo del proyecto. La lista debe priorizarse de acuerdo a la probabilidad de que ocurra cada evento.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Riesgo</th> <th>Prioridad</th> <th>Solución</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Riesgo 1</td> <td>Escala definida por la organización (Ej.: Alto, medio y bajo)</td> <td>Mitigación</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <p>Proponer soluciones para mitigar los riesgos en caso de que sucedan.</p>	No.	Riesgo	Prioridad	Solución	1	Riesgo 1	Escala definida por la organización (Ej.: Alto, medio y bajo)	Mitigación				
No.	Riesgo	Prioridad	Solución										
1	Riesgo 1	Escala definida por la organización (Ej.: Alto, medio y bajo)	Mitigación										

Gestión de cambios	
Administración de cambios	<p>Definir la forma de administrar los cambios que se presenten para los requerimientos y especificaciones que deben cumplir el producto de software a desarrollar. Debe mantenerse un registro del historial de cambios que se realicen así como la validación y verificación con el propietario del producto.</p>
Actualización de documentos	<p>Definir la forma de actualizar los documentos que se desarrollen durante el proyecto (con la finalidad de mantener actualizada toda la documentación).</p>



Guión de seguimiento del proceso

Propósito	Guiar el seguimiento del proceso de calidad dentro del desarrollo del proyecto.
Criterio de entrada	<ul style="list-style-type: none"> – Lista de verificación de seguimiento del proceso. – Plan de calidad del proyecto. – Estándares de implementados en el proyecto. – Métricas definidas para medir la calidad del proceso y del producto.
General	Hacer revisión para dar seguimiento al proceso de calidad y verificar en que porcentaje se aplica.

Paso	Actividades	Descripción
1	Preparación	<ul style="list-style-type: none"> – Contar con la lista de seguimiento del proceso. – Documentación relacionada con el proceso. – Plan de aseguramiento de calidad del proyecto.
2	Revisión	<ul style="list-style-type: none"> – Aplicar la lista de seguimiento del proceso. – Marcar cada elemento de la lista conforme es revisado. – Realizar las anotaciones correspondientes de cada elemento de la lista de verificación, en caso de haber observaciones.
3	Análisis	<ul style="list-style-type: none"> – Realizar el análisis detallado de la lista de seguimiento y realizar anotaciones. – Obtener resultados cuantitativos del seguimiento del proceso.
4	Documentación	<ul style="list-style-type: none"> – Documentar los resultados del proceso

Criterio de salida	<ul style="list-style-type: none"> – Lista de seguimiento del proceso – Documentación de seguimiento del proceso – Bitácora de eventos
---------------------------	---



Bitácora de seguimiento del proceso

Propósito	Guiar en la revisión el registro del seguimiento en la fase de ejecución de la metodología para el aseguramiento de la calidad.
General	Realizar el seguimiento guiado para la aplicación de la metodología en el desarrollo del proyecto.

No.	Tarea	Realizado por	Fecha		Producto
			Inicio	Fin	
1	<i>Nombre de la tarea que se está realizando</i>	<i>Nombre de la persona que realizó la tarea</i>	<i>Fecha en la que se inició la tarea</i>	<i>Fecha en la que se concluyó la tarea</i>	<i>Producto que se obtuvo de la tarea realizada</i>
2					
3					
4					
5					
6					
7					



Resumen de la bitácora de seguimiento del proceso

Propósito	Guiar en la revisión el seguimiento en la fase de ejecución de la metodología para el aseguramiento de la calidad
General	Realizar el seguimiento guiado para la aplicación de la metodología en el desarrollo del proyecto.

No.	Tarea	Realizada		Porcentaje cumplido
		Si	No	
Gestión del plan de la calidad				
1	Organización en el trabajo			
Actividades para garantizar la calidad				
1	Planeación de las actividades de calidad			
2	Ciclo de vida del software cubierto por el plan de calidad			
Revisiones				
1	Revisión del proceso			
2	Ajuste del proceso			
3	Documentación de desviaciones del proceso			
Documentación				
1	Se estableció el propósito de la documentación			
2	Definición de documentación mínima requerida			
3	Se documentaron las especificaciones de requerimientos			
4	Se realiza documentación del diseño			
5	Plan de verificación y validación			
Estándares y métricas				
1	Se aplicaron los estándares definidos para el proyecto			
2	Se aplicaron las métricas			
Gestión de riesgos				
1	Ocurrieron riesgos previstos durante el desarrollo del proyecto			
2	Se aplicó la mitigación de riesgos			
3	Fue efectiva la aplicación de mitigación de riesgos			
Gestión de cambios				
1	Se aplicó la administración de cambios			
2	Se actualizó la documentación			

No.	Notas del evaluador	No. Req.
1		
2		
3		
4		



Guión de evaluación del de proceso

Propósito	Guiar en evaluación de la aplicación del proceso de calidad
Criterio de entrada	<ul style="list-style-type: none"> – Lista de verificación seguimiento del proceso. – Plan de calidad del proyecto. – Estándares implementados en el proyecto. – Métricas definidas para medir la calidad del proceso y del producto. – Lista de seguimiento del proceso.
General	Realizar la evaluación del proceso de aseguramiento de la calidad que se aplicó al desarrollo del proyecto para determinar las mejoras que se pueden realizar al mismo.

Paso	Actividades	Descripción
1	Preparación	<ul style="list-style-type: none"> – Documentación relacionada con el proceso de calidad. – Contar con plan de calidad del proyecto. – Contar con las métricas que fueron aplicadas en la fase “Seguimiento del proceso”. – Bitácoras de eventos de la fase de seguimiento.
2	Análisis	<ul style="list-style-type: none"> – Analizar la información obtenida durante el seguimiento del desarrollo del proyecto. – Examinar las bitácoras de seguimiento del proceso de aseguramiento de calidad aplicado. – Examinar la lista de seguimiento del proceso.
3	Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> – Se revisa la información para verificar en que porcentaje se cubrieron los puntos del plan de calidad.
4	Documentación	<ul style="list-style-type: none"> – Documentar los resultados de la aplicación del proceso – Realizar iniciativas de mejora del proceso de aseguramiento de la calidad.

Criterio de salida	<ul style="list-style-type: none"> – Evaluación del proceso – Documentación de evaluación del proceso
---------------------------	---



Plantilla de evaluación del proceso

Propósito	Guiar en la evaluación del proceso de aseguramiento de la calidad dentro de un proyecto de desarrollo de software.
General	Orientar en la evaluación del proceso de aseguramiento de la calidad en el desarrollo de productos de software dentro de la organización.

No.	Tarea	Porcentaje cumplido	Sección funcional		Problemas al aplicarlo	
			Si	No	Si	No
Gestión del plan de calidad						
1	Organización en el trabajo					
Actividades para garantizar la calidad						
1	Planeación de las actividades de calidad					
2	Ciclo de vida del software cubierto por el plan					
Revisiones						
1	Revisión del proceso					
2	Ajuste del proceso					
3	Documentación de desviaciones del proceso					
Documentación						
1	Se estableció el propósito de la documentación					
2	Definición de documentación mínima requerida					
3	Se documentaron las especificaciones de requerimientos					
4	Se realiza documentación del diseño					
5	Plan de verificación y validación					
Estándares y métricas						
1	Se aplicaron los estándares definidos para el proyecto					
2	Se aplicaron las métricas					
Gestión de riesgos						
1	En qué grado ocurren los riesgos previstos					
2	Se aplicó la mitigación de riesgos					
Gestión de cambios						
1	Se aplicó la administración de cambios					
2	Se actualizó la documentación					

Matriz de evaluación de tareas-metas

Propósito	Guiar en la evaluación del proceso de aseguramiento de la calidad dentro de un proyecto de desarrollo de software.
General	Orientar en la evaluación del proceso de aseguramiento de la calidad en el desarrollo de productos de software dentro de la organización.

	Plan de calidad del proyecto	Definición de gestión de riesgos	Definición de métricas	Establecimiento de estándares	Administración de requerimientos	Definición de procesos de medición	Definición del proceso de aseguramiento de la calidad	Evaluación del proceso de aseguramiento de la calidad	Información de la aplicación del proceso	Análisis para la mejora del proceso
Administrar requerimientos del proyecto										
Establecer estimaciones de magnitudes del proyecto										
Implementación del plan de calidad del proyecto										
Obtener compromiso de los interesados acerca del plan de proyecto										
Monitorear el avance del proyecto										
Implementación de la gestión de acciones correctivas										
Alinear actividades de medición y análisis										
Evaluar objetivamente procesos y artefactos										
Proveer retroalimentación objetivamente										
Establecer líneas base para artefactos										
Monitoreo y control de cambios realizados durante el desarrollo del proyecto										
Establecer acuerdos con proveedores										
Satisfacer acuerdos con proveedores										

Guión de mejora del proceso

Propósito	Guiar en la mejora del proceso de aseguramiento de la calidad de los productos de software
Criterio de entrada	<ul style="list-style-type: none"> – Plan de calidad del proyecto (proyecto que se desarrolló) – Lista de seguimiento de seguimiento del proceso – Lista de evaluación del proceso – Matriz de evaluación del proceso de aseguramiento de la calidad
General	Realizar mejoras al proceso de aseguramiento de la calidad para el desarrollo de productos de software, con esto el proceso se adapta a las necesidades de la organización.

Paso	Actividades	Descripción
1	Preparación	<ul style="list-style-type: none"> – Contar todos los documentos de entrada para realizar las mejoras del proceso.
2	Análisis	<ul style="list-style-type: none"> – Realizar el análisis de del seguimiento y la evaluación del proceso. – Determinar cuáles tareas del plan de calidad son susceptibles de mejora.
3	Propuesta de mejora	<ul style="list-style-type: none"> – Realizar propuestas de mejora al proceso basadas en el análisis previo. – Documentar las mejoras del proceso de aseguramiento de la calidad propuestas.
4	Evaluación de mejora	<ul style="list-style-type: none"> – Evaluar las propuestas de mejora realizadas. – Determinar cuáles mejoras proceden para adecuar el proceso de aseguramiento de la calidad a las necesidades de la organización.
4	Documentación de mejoras en el proceso	<ul style="list-style-type: none"> – Documentar las mejoras en el proceso. – Adecuar el proceso de aseguramiento de calidad del proyecto.

Criterio de salida	<ul style="list-style-type: none"> – Mejoras al proceso de aseguramiento de la calidad del desarrollo de software. – Proceso mejorado y documentado. – Documentos del proceso con mejoras: <ul style="list-style-type: none"> ○ Diagnóstico (primera aplicación) ○ Plan de calidad del proyecto ○ Lista de verificación de seguimiento del proceso ○ Lista de evaluación del proceso ○ Mejora del proceso
---------------------------	--



Lista de propuestas de mejoras al proceso de aseguramiento de la calidad

Propósito	Obtener una lista de posibles mejoras para el proceso de aseguramiento de la calidad.
General	Orienta en la obtención de posibles mejoras del proceso de aseguramiento de la calidad para su posterior evaluación y aprobación.

No.	Fase	Actividad	Mejora	Documento	Aprobada	
					Si	No
1	<i>Fase del proceso</i>	<i>Actividad de la fase</i>	<i>Propuesta de mejora para hacer la actividad más eficiente</i>	<i>Documento que debe modificarse</i>		
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						



7. Referencias

- A.C., A., C.C., S. E., M.G., R. B., & Pesado, P. (2008). Aseguramiento de la calidad en PYMES que desarrollan software. Una experiencia del proyecto COMPETISOFT. *Facultad de Informática - UNLP*.
- Acosta Sinencio, B. V. (2010). *Implementación de un modelo de calidad "Modelo Integrado de Capacidad y Madurez" CMMI en pequeñas y medianas empresas mexicanas*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Armenta Ponce de León, L. (1990). La metodología de la investigación científica del derecho. *Biblioteca jurídica virtual del instituto de investigaciones jurídicas de la UNAM*.
- Axentia Transforming your IT Organization. (2006). Una introducción a CMMI. *Whitepaper*, 15-23.
- Bañales Gonzáles, D. L. (2007). Industria Mexicana del Software. Un estudio en cifras. *Software Guru*.
- Berzosa, B., Cámara, L., & Correa, É. (2005). *Gestión de la calidad, Guía para la adaptación del Modelo EFQM de Excelencia a entidades no lucrativas que prestan servicios de inserción sociolaboral*. Madrid: Diseño y maquetación: Cyan, Proyectos y Producciones Editoriales, S.A.
- Beth Chrissis, M., Konrad, M., & Shurum, S. (2009). *CMMI Guía para la integración de procesos y la mejora de productos, Segunda Edición*. Madrid, España: Pearson Educación.
- Caballero, E. (2009). Análisis de la calidad y productividad en el desarrollo de un proyecto de software en una microempresa con TSPi. *Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, 28 - 37.
- Cantone, D. (2008). *La Biblia del Programador, Implementación y Debuggin: Claves, Técnicas y Herramientas para Construir Código Sólido y Confiable*. MP Ediciones.
- Cazua, P. (2006). Introducción a la investigación en ciencias sociales. Buenos Aires.
- COMPETISOFT, Proyecto. (2006). *Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Ciencia y Tecnología para el Desarrollo CYTED*.
- Consultoría de Areas de Conocimiento. (2009). *Estándares de Calidad de Sistemas Software: Modelo de Aseguramiento de la Calidad*. EJIE S.A.
- Culebro Juárez, M., Gómez Herrera, W. G., & Torres Sánchez, S. (2006). *Software libre vs software propietario, Ventajas y desventajas*. México: Creative Commons.
- Custy, J. (2007). Gestión de servicios de TI: ITIL rápido y sin compromiso. *Numara*.
- G. Figueroa, R., J. Solís, C., & A. Cabrera, A. (2007). Metodologías tradicionales vs. metodologías ágiles. *Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ciencias en Computación*.
- Galin, D. (2004). *Software Quality Assurance From theory to implementation*. Inglaterra: Pearson.
- García Fernández, E. (2010). *Estudio sobre el modelo para la mejora de procesos de sistemas de software (CMMI)*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.



- García Mestanza, J. (2010). Calidad total. *Cuaderno de ciencias económicas y empresariales*.
- García, J., García Guzman, J., Garzas, J., Arun Javadekar, A., & Kirwan, P. (2012). SEPG Europe 2012 Conference Proceedings. *Special Report CMU/SEI-2012-SR-005*.
- Gil Rivero, J. A. (2010). *Administración del conocimiento y modelos de calidad como estrategias competitivas en las pequeñas y las medianas empresas de software*. México: Instituto Politécnico Nacional.
- González Bañales, D. L. (2006). *Estudio Exploratorio de los Factores Críticos de Éxito de la Industria Mexicana del Software y su Relación con la Orientación Estratégica de Negocio*. Valencia, Español: Universidad Politécnica de Valencia.
- Grupo de Investigación en Sistemas de Información. (2012). *Aseguramiento de la calidad para proyectos de explotación de información*. Argentina: Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico. Universidad Nacional de Lanús.
- Gutiérrez Gasca, E., Gutiérrez Tornés, A., Pérez Rojas, A., & Márquez López, L. (2008). Acerca de la implementación de los modelos de calidad en la construcción de software en México. *Revista digital Universitaria*.
- Gutiérrez Gasca, E., Gutiérrez, A. F., Pérez Rojas, A., & Márquez López, L. (2009). Acerca de la implementación de los modelos de calidad en la construcción de software en México. *Tecnura*, 13(25), 116-127.
- IEEE. (1990). *Standard Glossary of Software Engineering Terminology*. STD 610-1990.
- Instituto de Informática, NovaUniversitas, Oaxaca. (2015). *Herramienta para establecer y controlar Iniciativas de Mejora de Procesos con MoProSoft*. Oaxaca: NovaUniversitas.
- Ivarsson, M. (2010). *Experience driven software process assessment and improvement*. Göteborg, Sweden: Department of computer science and engineering.
- Jan Van, B. (2005). *Fundamentos de Gestión de Servicios TI, basado en ITIL*. Van Haren Publishing, en nombre de itSMF International.
- Jaramillo González, M. I. (2006). Utilización de estándares ITIL para lograr el nivel 3 de CMMI en una organización. *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) Campus Estado de México*.
- Jeyakumar, E., & Kalpana, A. (2011). Software process improvement framework based on fuzzy logic approach for optimizing Indian small scale software organizations. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*.
- Jiménez García, C. (2012). Desarrollo de los estratos empresariales Micro y Pequeñas empresas [Mypes] en México, en el estado de Sonora y en la ciudad de Hermosillo en la última década. *UPAEP, Quinto coloquio interdisciplinario de doctorado*.
- Jiménez Hernández, E. M., & Orantes Jiménez, S. D. (2012). Metodologías Híbridas para el Desarrollo de Software: Una Opción Factible para México. *Revista Digital Universitaria*.



- Luna Uicab, I. G. (2001). *El impacto de la omisión de métricas de calidad en el desarrollo de software*. San Nicolas de las Garzas: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Márquez Solís, N. S. (2011). *Desarrollo de una Suite BPM para el modelado, ejecución y monitoreo de los procesos de un Modelo de Mejora de Procesos de Desarrollo de Software*. MEXICO, D.F.: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA.
- Mas, A., & Amengual, E. (2005). La mejora de los procesos de software en las pequeñas y medianas empresa. *Reicis, Asociación de Técnicos de Informática, Madrid, España, Vol. 1 (No. 002)*, 7-29.
- Mendoza H. F. (2002). Planeación Estratégica para la calidad de Tabasco, una historia de éxito. *El Cotidiano*, Vol. 18 (No. 112), pp. 69-81.
- Menéndez, J. (2002). Evolución del concepto de calidad. *Revista española de transporte*.
- Mesquida, A. L., Mas, A., & Amegual, E. (2009). La madurez de los servicios de TI. *Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, 77 - 87.
- Mitaritonna, A. D. (2010). *Una innovadora metodología para el desarrollo de software en ambientes de trabajo virtuales*. Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires.
- Náder Roso, J. (2009). Metodología basada en modelos, una luz para las Pymes desarrolladoras de software. *Revista Generación Digital*, 111-120.
- Navarro, J. (2010). Experiencia en la implantación de CMMI-DEV v1.2 en una micropyme con. *REICIS Revista Española de Innovación, Calidad. Asociación de Técnicos de Informática. España, Vol. 6 (No. 1)*, 6-15.
- Oktaba, H., Alquicira Esquivel, C., Su Ramos, A., Martínez Martínez, A., Quintanilla Osorio, G., Ruvalcaba López, M., . . . Flores Lemus, M. (2005). *Modelo de Procesos para la Industria de Software MoProSoft*. México: Secretaría de Economía – México.
- Pressman, R. (2014). *Ingeniería de software: un enfoque práctico 6th Edición*. McGraw-Hill.
- Ramírez Aguirre, P. A., & Ramírez Arias, C. (2010). *Estudio de las prácticas de calidad del software implementadas en las Mipymes desarrolladoras de software de Pereira*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Ramos, F. (2010). Implantación de CMMI nivel de madurez 2 en una PYME. *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, 35-46.
- Reyes, P., Margain, L., Alvarez, F., & Muñoz, J. (2009). Aplicación de instrumentos diagnósticos en procesos. *Investigación y Ciencia, Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 30-37.
- Santos, G., Montoni, M., Vasconcellos, J., Figueiredo, S., Cabral, R., Cerdeiral, C., . . . Rocha, A. R. (2007). Implementing Software Process Improvement Initiatives in Small and Medium-Size Enterprises in Brazil. *COPPE/UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro*, 187-196.
- Schulmeyer, M. M. (1989). *Handbook of Software Quality Assurance*. U.S.A.: VNR.



- Secretaría de Economía. (30 de Junio de 2009). Acuerdo por el que se establece la estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresas. *Diario Oficial de la Federación*.
- Serna Hernández, F., & Vega Lebrún, C. (2011). Planeación Estratégica para obtener ventaja competitiva en PyMEs. *Posgrado en Planeación Estratégica, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP)*.
- SOFTEX, Sociedad. (2012). MPS.BR - Mejora de Proceso del Software Brasileño. *Guía General MPS de Software*.
- Software Engineering Institute. (2010). *CMMI para Desarrollo, Versión 1.3 (CMMI-DEV, V1.3)*. Software Engineering Institute.
- Solarte, G., Muñoz, L., & Arias, B. (2009). Modelos de calidad para procesos de software. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 375-379.
- Sommerville, I. (2005). *Ingeniería de software*. Madrid: Pearson Educación S.A.
- Sosa Zitto, R., Blanc, R., Pralong, L., Álvarez, C., & Gálaz, S. (2013). El desafío de producir software de calidad aplicando prácticas de CMMI para las pymes de Concepción del Uruguay, Entre Ríos. *Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay*.
- Stebbing, L. (1991). *Aseguramiento de la calidad, el camino a la eficiencia y la competitividad*. México: Continental.
- Suárez, R. (2006). *Metodología ITIL. Descripción, funcionamiento y aplicaciones*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.
- Vega Lebrún Carlos, R. p. (2010). Mejores prácticas para el establecimiento y aseguramiento de la calidad del software.
- Ventura Miranda, M. (2004). Costo de la calidad del software.
- Vilches, E. (2010). *Guía de Gestión de Servicios basada en Fundamentos de ITIL v3*. Madrid: Luarna Ediciones S.L.
- Watts S. Humphrey. (1989). *Managing the software process*. Addison-Wesley.
- Zavala, R. M. (2004). ¿Por Qué Fracasan los Proyectos de Software?; Un enfoque Organizacional. *Congreso Nacional de Software Libre*.