

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE PROYECTOS
DE INGENIERÍA DE SOFTWARE APLICADO A UN CASO DE
ESTUDIO

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN
GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN MSc.

CARRERA SANMARTÍN VERÓNICA JACQUELINE
verojacquecarre@gmail.com

DIRECTOR: ING. ENRIQUE ANDRÉS LARCO AMPUDIA, MSc.
andres.larco@epn.edu.ec

Quito, agosto 2016

DECLARACIÓN

Yo, Verónica Jacqueline Carrera Sanmartín, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a éste trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Verónica Jacqueline Carrera Sanmartín

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Verónica Jacqueline Carrera Sanmartín, bajo mi supervisión.

Ing. Enrique Andrés Larco Ampudia, MSc.
DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

A Dios, a la Escuela Politécnica Nacional, a mis profesores, a mis padres y hermanos, a mis amigos y a todas aquellas personas que con su confianza me motivaron a alcanzar esta meta.

Un especial agradecimiento al Ing. Andrés Larco, Director de mi Tesis por su guía oportuna y acertada.

DEDICATORIA

A mis padres con todo el amor del mundo, los seres más importantes en mi vida, por motivarme siempre a alcanzar nuevos logros profesionales y académicos y por enseñarme que con esfuerzo y disciplina se puede alcanzar con éxito cualquier meta en la vida.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue construir y proponer un modelo de gestión de proyectos de ingeniería de software que contenga los procedimientos mínimos requeridos para gestionar y ejecutar proyectos exitosos que satisfagan las necesidades de los clientes.

En el Capítulo 1, se presentan las causas que inciden en el fracaso de los proyectos de ingeniería de software, la necesidad de desarrollar software con prácticas de gestión de proyectos y la descripción general de PMBOK, Software Extension to the PMBOK, ISO 25000, ISO 9126, ISO 12207, ISO 14598, ISO 9004, ISO 10006:2003 y Team Software Process que son los marcos y normas de conformidad a la medida en los que se sustenta el modelo propuesto.

En el Capítulo 2, se presenta la estructura del modelo que integra las actividades de gestión de proyectos a las actividades técnicas propias del proceso de desarrollo de software, los principios y fundamentos en los que se sustenta el modelo, las plantillas de apoyo para la gestión integral de los proyectos y el procedimiento de uso y aplicación.

En el Capítulo 3, se presenta un proyecto de ingeniería de software en el que se aplicaron las fases, los procesos y se generó la documentación del modelo propuesto para gestión integral del proyecto y, finalmente;

En el Capítulo 4, se presentan las conclusiones del trabajo realizado y se plantean recomendaciones que permitirán llevar este modelo a mayor detalle.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen varios marcos de trabajo para la gestión de proyectos; sin embargo no siempre se ajustan a las necesidades de un tipo de proyectos en particular debido a que cada uno fue creado con propósitos distintos, por tal razón el reto está en saber elegir las “mejores prácticas” y a partir de ellas definir un modelo enfocado en una solución específica en la que se agreguen aspectos individuales e independientes y permitan mantener un orden específico y mejorar la gestión de proyectos.

En el presente trabajo se diseñó un modelo de gestión de proyectos de ingeniería de software que reconoce que un proyecto de software está compuesto por procesos técnicos y procesos de gestión y lo integra con un enfoque basado en la calidad tanto del proyecto como del producto.

El modelo toma como referencia normas, estándares y mejores prácticas utilizadas a nivel mundial en la gestión de proyectos y en la ingeniería de software, define las fases del ciclo de vida de los proyectos, los procesos para gestionar el tiempo, los recursos, la calidad, el seguimiento y control, los roles y responsabilidades del equipo de proyecto, los procesos de desarrollo de software análisis, diseño, construcción, integración, pruebas y entrega de acuerdo los criterios de aceptación del producto y además un método integral para generar información para la toma de decisiones.

Al aplicar el modelo a un caso de estudio se lograron incluir las mejores prácticas de gestión de proyectos y de ingeniería de software , trabajar con la ventaja de una estructura por procesos, disponer de documentación efectiva para la toma de decisiones, estandarizar la gestión de proyectos de ingeniería de software, aumentar la probabilidad de éxito, mejorar la imagen organizacional, aumentar el nivel de satisfacción de los clientes con la entrega de productos que satisfacen las necesidades y aportan valor a la organización.

CONTENIDO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y ESTADO DE ARTE DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA DE SOFTWARE.....	1
1.1. PROBLEMA DE LOS PROYECTOS DE INGENIERÍA DE SOFTWARE ..	1
1.2. LA INGENIERÍA DE SOFTWARE Y LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE.....	3
1.2.1 Ingeniería de Software	3
1.2.2 Gestión de Proyectos de Software	4
1.3. FUNDAMENTACIÓN DEL ESTADO DE ARTE.....	10
1.3.1 PMBOK 5.....	10
1.3.2 SOFTWARE EXTENSION TO THE PMBOK.....	13
1.3.3 TEAM SOFTWARE PROCESS (TSP).....	14
1.3.4 ISO 9004	16
1.3.5 ISO 10006:2003.....	17
1.3.6 ISO 9126	18
1.3.7 ISO 14598	20
1.3.8 ISO 25000	21
1.3.9 ISO 12207	22
CAPITULO 2	26
CONSTRUCCIÓN DEL MODELO PROPUESTO.....	26
2.1 Bases para la construcción del modelo.....	26
2.1.1. Propósito	28
2.1.2. Fundamentos	28
2.1.3. Estructura	29
2.1.4. Referencias Teóricas.....	30
2.2 Construcción del modelo	31
2.2.1 Fases del Proyecto de Ingeniería de Software.....	34
2.2.1.1 Fase de Inicio	34
2.2.1.2 Fase de Planeación.....	34
2.2.1.3 Fase de Ejecución	34
2.2.1.4 Fase de Cierre.....	34
2.2.2 Procesos de Gestión de Proyectos	35
2.2.2.1 PGP.01 Desarrollar el Acta de Constitución.....	35
2.2.2.2 PGP.02 Identificar a los Interesados.....	35
2.2.2.3 PGP.03 Desarrollar Plan para la Dirección de Proyectos	35
2.2.2.4 PGP.04 Planificar la Gestión del Alcance del Proyecto de Software	36
2.2.2.5 PGP.05 Recopilar Requisitos	36

2.2.2.6	PGP.06 Definir el Alcance del Proyecto de Software	36
2.2.2.7	PGP.07 Crear la Estructura de Desglose de Trabajo	37
2.2.2.8	PGP.08 Planificar la Gestión del Cronograma.....	37
2.2.2.9	PGP.09 Definir las Actividades.....	37
2.2.1.1	PGP.10 Secuenciar las Actividades.....	37
2.2.1.2	PGP.11 Estimar los Recursos de las Actividades.....	37
2.2.1.3	PGP.12 Estimar la Duración de las Actividades	38
2.2.1.4	PGP.13 Desarrollar el Cronograma	38
2.2.1.5	PGP.14 Planificar la Gestión de la Calidad	38
2.2.1.6	PGP.15 Planificar la Gestión de los Recursos Humanos.....	38
2.2.1.7	PGP.16 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	38
2.2.1.8	PGP.17 Planificar la Gestión de Riesgos	39
2.2.1.9	PGP.18 Identificar Riesgos	39
2.2.1.10	PGP.19 Realizar Análisis Cualitativo de Riesgos	39
2.2.1.11	PGP.20 Realizar Análisis Cuantitativo de Riesgos	39
2.2.1.12	PGP.21 Planificar la Respuesta a los Riesgos.....	39
2.2.1.13	PGP.22 Planificar la Gestión de las Adquisiciones.....	39
2.2.1.14	PGP.23 Planificar la Gestión de los Interesados	40
2.2.1.15	PGP.24 Dirigir y Gestionar la Ejecución del Proyecto.....	40
2.2.1.16	PGP.25 Realizar Aseguramiento de Calidad	40
2.2.1.17	PGP.26 Adquirir el Equipo de Proyecto	40
2.2.1.18	PGP.27 Desarrollar el Equipo del Proyecto.....	40
2.2.1.19	PGP.28 Dirigir el Equipo del Proyecto.....	41
2.2.1.20	PGP.29 Gestionar las Comunicaciones	41
2.2.1.21	PGP.30 Efectuar Adquisiciones	41
2.2.1.22	PGP.31 Gestionar la Participación de los Interesados.....	41
2.2.1.23	PGP.32 Monitorear y Controlar el trabajo del Proyecto.....	41
2.2.1.24	PGP.33 Realizar Control Integrado de Cambios.....	42
2.2.1.25	PGP.34 Validar el Alcance	42
2.2.1.26	PGP.35 Controlar el Alcance	42
2.2.1.27	PGP.36 Controlar el Cronograma.....	42
2.2.1.28	PGP.37 Controlar la Calidad.....	42
2.2.1.29	PGP.38 Controlar las Comunicaciones.....	42
2.2.1.30	PGP.39 Controlar los Riesgos.....	43
2.2.1.31	PGP.40 Controlar las Adquisiciones	43
2.2.1.32	PGP.41 Controlar la Participación de los Interesados	43
2.2.1.33	PGP.42 Cerrar el Proyecto o Fase	43

2.2.1.34	PGP.43 Cerrar las Adquisiciones	43
2.2.2	Procesos de Desarrollo de Software	44
2.2.2.1	PDS.01 Proceso de Análisis.....	44
2.2.2.2	PDS.02 Proceso de Arquitectura.....	44
2.2.2.3	PDS.03 Proceso de Diseño.....	45
2.2.2.4	PDS.04 Proceso de Construcción.....	45
2.2.2.5	PDS.05 Proceso de Integración.....	45
2.2.2.6	PDS.06 Proceso de Pruebas	46
2.2.2.7	PDS.07 Proceso de Entrega.....	46
2.2.3	Procesos de Formación de Equipos de Desarrollo de Software.....	46
2.2.3.1	PETS.01 Formar el Equipo de Trabajo.....	46
2.2.3.2	PETS.02 Gestionar el Equipo de Trabajo.....	47
2.2.4	Procesos de Calidad del Software	47
2.2.4.1	PCS.01 Construir el Modelo de Calidad del Software	47
2.2.5	Procesos de Evaluación del Software	47
2.2.5.1	PES.01 Evaluar la Calidad del Producto de Software	47
2.2.6	Procesos de Gestión de Calidad de los Proyectos	48
2.2.6.1	PGCP.01 Planificar e implementar el Sistema de Gestión de Calidad 48	
2.2.6.2	PGCP.02 Establecer la estructura organizativa.....	48
2.2.6.3	PGCP.03 Mejora Continua.....	48
2.2.7	Principios de Gestión de la calidad.....	48
2.2.7.1	Enfoque al cliente	48
2.2.7.2	Liderazgo	49
2.2.7.3	Participación del personal	49
2.2.7.4	Enfoque basado en procesos.....	49
2.2.7.5	Enfoque de sistema para la gestión.....	49
2.2.7.6	Mejora Continua.....	50
2.2.7.7	Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones.....	50
2.2.7.8	Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor.....	50
2.3	Procedimiento de uso del modelo	51
2.3.1	Cómo gestionar y ejecutar los proyectos de ingeniería de software en base al modelo propuesto.....	51
2.3.2	Proceso de Aplicación	53
CAPITULO 3		56
APLICACIÓN DEL MODELO A UN CASO DE ESTUDIO		56
3.1.	Descripción Empresa -Caso de Estudio	56
3.2.	Aplicación del Modelo de Gestión-Caso de Estudio	56

3.2.1 Fase de Inicio	58
3.2.2 Fase de Planificación	58
3.2.3 Fase de Ejecución	61
3.2.4 Fase de Cierre.....	63
3.3. Análisis y evaluación de Resultados.....	64
CAPÍTULO 4	68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	71

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Estructura Genérica del Ciclo de Vida de un Proyecto	12
Tabla 1.2 Team Software Process (TSP).....	15
Tabla 1.3 Certificaciones ISO -2014.....	24
Tabla 2.1 Aspectos del Modelo Propuesto.....	29

Índice de Figuras

Figura 1.1 Análisis de Proyectos de Software por Tamaño.....	1
Figura 2.2 Referencias Teóricas del Modelo de Gestión de Proyectos de Ingeniería de Software Fuente: Elaborado por el autor.....	30
Figura 2.3 Procesos del Modelo de Gestión de Proyectos de Ingeniería de Software.....	33
Figura 2.4 Procesos de Fase de Inicio.....	53
Figura 2.5 Procesos de Fase de Planificación.....	54
Figura 2.6 Procesos de Fase de Ejecución.....	55
Figura 2.7 Procesos de Fase de Cierre	55
Figura 3. 1 Capacidad de los Procesos Aplicados al Desarrollo de Software.....	64
Figura 3.2 Mapeo Areas de Procesos CMMI-DEV con Áreas de Procesos del Modelo Propuesto.....	65
Figura 3.3 Capacidad de los Procesos del Modelo Propuesto.....	66
Figura 3.4 Comparación Niveles de Capacidad Alcanzados por los Proyectos.....	67

CAPÍTULO 1

ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y ESTADO DE ARTE DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

1.1. PROBLEMA DE LOS PROYECTOS DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

Según el último informe The CHAOS Manifesto del Standish Group en el 2015 de los 50 000 proyectos estudiados de todo el mundo solo el 29% de los proyectos fueron completados en el tiempo, dentro del presupuesto y con un resultado satisfactorio, el 52% de los proyectos fueron completados con menor alcance y/o sobrecosto y/o fuera de tiempo y el 19% de los proyectos fueron cancelados antes de completarse.

Una tendencia de los informes anteriores que continuaron en el último informe es que los proyectos más pequeños tienen una probabilidad mucho mayor de éxito que los más grandes [1], como se muestra a continuación.

	SUCCESSFUL	CHALLENGED	FAILED
Grand	2%	7%	17%
Large	6%	17%	24%
Medium	9%	26%	31%
Moderate	21%	32%	17%
Small	62%	16%	11%
TOTAL	100%	100%	100%

Figura 1.1 Análisis de Proyectos de Software por Tamaño

Fuente: The CHAOS Report del Standish Group, 2015

Las causas que inciden en el fracaso de los proyectos de ingeniería de software son el bajo involucramiento de los usuarios, poca claridad en la especificación de los requerimientos, requerimientos incompletos, cambios constantes de requerimientos, requisitos no funcionales no identificados, escaso apoyo de los ejecutivos, planificación inadecuada con plazos poco realistas, falta de compromiso y pertenencia del equipo de trabajo, definición inadecuada de hitos para el control y supervisión del avance de los proyectos, proyectos pospuestos, desconocimiento de la tecnología a utilizar, desconocimiento del negocio, poca retroalimentación de lecciones aprendidas, alta dependencia en la toma de decisiones en épocas de crisis, enfoque inadecuado, entre otros.

Las estimaciones de los proyectos se hace en base a experiencias personales de los ejecutores responsables, a estimados de proyectos similares, no se siguen procesos formales de análisis de la complejidad y de los riesgos de cada proyecto y tampoco se considera la flexibilidad de los proyectos y la capacidad de adaptarse al entorno cambiante de las organizaciones para las que se los desarrolla.

Continuamente se enfrenta cambios de requerimientos, los cambios de alcance no se gestionan con procedimientos formales, no se comprende el valor al negocio y no se mide el impacto sobre el presupuesto y el cronograma del proyecto.

No se sigue un procedimiento formal para gestionar la comunicación dando lugar a requerimientos confusos e incompletos.

1.2. LA INGENIERÍA DE SOFTWARE Y LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE.

1.2.1 Ingeniería de Software

Según Pressman, la Ingeniería de Software es una tecnología multicapa enfocada en la calidad cuyo propósito es guiar hacia el desarrollo, operación y mantenimiento del software que cumpla con los requisitos, con estándares de desarrollo y con factores de calidad (funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, facilidad de mantenimiento y portabilidad). [2]

La ingeniería de software fue estimulada por la llamada “crisis del software” término que comenzó a usarse en los años 60 para definir los problemas que se estaban encontrando dentro de los proyectos de software, donde solía ocurrir que los desarrollos sobrepasaban el tiempo y costo previstos o la calidad del producto no era aceptable. [3]

Los profesionales de las Tecnologías de Información lidiaban con la definición del alcance de los proyectos de desarrollo y a partir de ese momento comenzó a darse forma la idea de la ingeniería de software, una disciplina que buscaba ver la creación de software como un proceso de producción sistematizado que facilitara la entrega de productos de calidad que satisfaga a clientes y usuarios aplicando técnicas de modelado de requerimientos como Yourdon Structured Method y Object Modeling Technique de James Rumbaugh. [3]

La situación actual de la industria del software indica que la “crisis del software” ha quedado atrás. Aun así hay que recordar que la tecnología y el software son altamente cambiantes y en un mundo altamente conectado con gran demanda de productos tecnológicos y una capacidad de generar grandes volúmenes de información y datos, hacen que muchos prendan las alarmas sobre una segunda crisis del software [4], pero así como cambia y se mejoran los procesos de ingeniería clásicos para mejorar la tecnología, aún hay mucho espacio y oportunidad para mejorar en la ingeniería del software, permitiendo

que el uso de buenas prácticas y estándares de desarrollo favorezcan el poder llevar adelante grandes proyectos.

1.2.2 Gestión de Proyectos de Software

La necesidad de gestionar el desarrollo de software, donde se pueda predecir de manera precisa los costos, plazos y la calidad del producto de software, ha alcanzado prioridad en las empresas que desarrollan software.

La mayoría de los problemas de los proyectos de software y las causas identificadas como deficientes apuntan a una gestión de proyectos pobre o inadecuada por lo que la gestión de proyectos ha evolucionado como una forma de prevenir los problemas que se presentan, al ser un sistema de procedimientos, prácticas, tecnologías y conocimiento que apoya la planeación, organización, integración, dirección y control necesarios para gestionar de manera exitosa.

En 1979 la Agencia Central de Informática y Telecomunicaciones del Gobierno del Reino Unido desarrolló PROMPT II (Project Resource Organisation Management Planning Technique) en respuesta a una protesta que los proyectos informáticos estaban sobrepasando el tiempo estimado y excediendo los presupuestos.

En 1975 se publicó la obra "The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering" (Mítico Hombre-Mes: Ensayos de Ingeniería de Software) por Fred Brooks. En este libro sobre ingeniería de software y administración de proyectos, el tema central es que "Agregar recursos humanos a un proyecto de software retrasado hace que se retrase más". Esta idea es conocida como la Ley de Brooks. Las comunicaciones humanas adicionales requeridas para añadir a otro miembro a un equipo de desarrollo es más de lo que cualquiera espera. Esto depende de la experiencia y la complejidad de los programadores involucrados y la calidad de la documentación disponible. Sin embargo, no importa cuánta experiencia tengan ellos. El tiempo extra en discutir las tareas, compromisos y los detalles técnicos, así como la evaluación de los resultados

se vuelve exponencial a medida que se suman más personas. Esas observaciones provienen de las experiencias de Brooks al momento de dirigir el desarrollo de OS/360 en IBM.

En 1984 se introduce la Teoría de las Restricciones por el Dr. Eliyahu M. Goldratt en su novela "The Goal". La Teoría de las Restricciones es una filosofía general de gestión que se orienta a ayudar a las organizaciones continuamente a lograr sus objetivos. El título proviene de la visión de que cualquier sistema es manejable en el logro de su objetivo por un pequeño número de restricciones, y siempre hay al menos una restricción. El proceso de la Teoría de las Restricciones trata de identificar la restricción y reestructurar el resto de la organización alrededor de ésta. Los métodos y algoritmos de la Teoría de las Restricciones pasaron a formar parte de la base de la Administración de Proyectos con Cadena Crítica.

En 1986 se nombra a SCRUM como un nuevo estilo de administración de proyectos. SCRUM es un modelo de desarrollo ágil de software fundamentado en el trabajo de múltiples equipos pequeños de una forma intensiva e independiente. Hirotaka Takeuchi y Ikujiro Nonaka llamaron a SCRUM como un estilo de administración de proyectos. Más tarde, ellos lo detallaron en "La organización creadora de conocimiento". Aunque SCRUM fue pretendido para la dirección de proyectos de software, también puede utilizarse para ejecutar equipos de mantenimiento de software o como un proyecto general y un enfoque de gestión de programa.

En 1987 se publica por primera vez la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos PMBOK por el PMI (Project Management Institute). El PMBOK surge inicialmente como un reporte o intento por documentar y homologar las prácticas e información de administración de proyectos aceptadas. Su primera edición fue publicada en 1996, seguida por otra en el 2000, la siguiente en el 2004 y la cuarta edición en el 2008. Este cuerpo de conocimientos es referencia primordial para todos los vinculados al mundo de los proyectos, actualmente se ha convertido en un estándar global.

En 1989 la Gestión del Valor Ganado (EVM), liderazgo concedido al Subsecretario de Defensa para Adquisiciones, aunque el concepto de valor ganado ha estado alrededor del ambiente de las fábricas desde los inicios de 1900, éste vino a tomar relevancia como una técnica de project management a finales de 1980 e inicios de 1990. En 1989, la Gestión del Valor Ganado fue elevada al Subsecretario de la Defensa para las Adquisiciones y en consecuencia se incluye a la técnica de EVM como parte esencial de la administración de programa y procuración. En 1991, el Secretario de Defensa de los Estados Unidos, Dick Cheney canceló el Programa de la Marina A-12 Avenger II debido a los problemas de desempeño detectados al aplicar la técnica del valor ganado. El PMBOK de 1987 tiene un esquema de EVM que posteriormente fue ampliado en otras ediciones.

En 1989 se desarrolló el Método de Desarrollo PRINCE a partir de PROMPT II. La Agencia Central de Informática y Telecomunicaciones del Gobierno del Reino Unido, publicó PROjects IN Controlled Environments (PRINCE) transformándolo en el estándar para todos los proyectos de sistemas de información del gobierno. Una característica en el método original que no se encuentra en otros métodos, fue la idea de “asegurar el progreso” desde tres perspectivas separadas pero vinculadas. No obstante, el método PRINCE desarrolló una reputación como una metodología demasiado difícil de manejar, demasiado rígida y solamente aplicable a grandes proyectos, llevándolo a una primera revisión en 1996.

En 1994 el Standish Group en su primer Informe CHAOS recogió información sobre fracasos de proyectos en la industria de TI con el objetivo de hacer a la industria más exitosa, mostrando las formas de cómo mejorar los índices de éxito e incrementar el valor de las inversiones en TI.

En 1996 la Agencia Central de Informática y Telecomunicaciones del Gobierno del Reino Unido publica PRINCE2. Se consideró una actualización de PRINCE para ponerlo acorde a las exigencias y su desarrollo fue contratado y asegurado por un comité virtual extendido entre 150 organizaciones europeas. Originalmente desarrollado para proyectos de TI con la finalidad de reducir las

excedencias de costos y tiempo; la segunda revisión se hizo más general para que fuese aplicable a cualquier tipo de proyecto.

En 1997 se inventa la Dirección de Proyectos con Cadena Crítica (Critical Chain Project Management, CCPM). Desarrollada por el Dr. Eliyahu M. Goldratt, la Administración de Proyectos con Cadena Crítica se basa en métodos y algoritmos extraídos de su Teoría de las Restricciones presentada en su novela "La Meta" en 1984. Una red de proyecto de Cadena Crítica mantendrá los recursos con cargas niveladas, pero necesitarán de ellos para ser flexibles en sus tiempos de inicio y cambiar rápidamente entre tareas y cadenas de tareas para mantener todo el proyecto dentro del calendario previsto.

En 1998 el PMBOK se convierte en un Estándar ANSI. El Instituto Estadounidense de Estándares Nacionales (American National Standards Institute, ANSI) reconoció al PMBOK como un estándar. Poco después en ese mismo año el Instituto de Ingenieros Electrónicos y Eléctricos (IEEE) hace lo propio.

En 2006 la AACE International lanza el Marco de Gestión de Costo Total (Total Cost Management Framework). Gestión de Costo Total fue el nombre dado por la AACE International a un proceso donde se aplican habilidades y conocimientos de la ingeniería de costos. Éste también fue el primer proceso o método integrado de administración de portafolio, programas y proyectos. La AACE introdujo esta idea por primera vez en 1990 y publicó la presentación completa de este proceso en el Marco de Gestión de Costo Total.

En 2008 el PMI lanza la 4ª edición del PMBOK que continúa la tradición de excelencia del PMI en materia de administración de proyectos con un estándar que es más fácil de entender y poner en práctica, con mejora en su consistencia y mayor claridad. Esta edición muestra dos nuevos procesos que no habían aparecido en versiones anteriores.

En 2009 la revisión a fondo de PRINCE2 por la Oficina de Comercio del Gobierno de Reino Unido hizo el método más simple y fácilmente personalizable, atendiendo a una petición común de los usuarios. Con este nuevo PRINCE 2 los componentes pasan a llamarse temas y el libro contiene 7 de éstos. Ahora se consideran 7 procesos. Sólo son descritas 2 técnicas y hay 8 roles diferentes a los 10 que se tenían previamente. Todo esto se hizo para darle a los directores de proyectos un mejor conjunto de herramientas para cumplir los proyectos en tiempo, presupuesto y con la calidad apropiada.

En 2011 aparece la nueva credencial del PMI Agile Certified Practitioner. Con esto el Project Management Institute demostró que no está cerrado a las metodologías ágiles y únicamente a favor de los marcos rígidos donde los procesos de cambio no son deseados, porque pueden implicar la corrupción del alcance del proyecto.

En 2012 aparece la certificación PRINCE2 Professional. Esta nueva certificación surge de la necesidad de continuar mejorando el nivel de los PRINCE2 Practitioner, quienes tienen la posibilidad de optar por ésta y demostrar a través de una rigurosa evaluación si realmente poseen altas capacidades para ser directores de proyectos exitosos que generen valor agregado dentro de sus organizaciones.

En 2012 se publica la 5° Edición de la Guía PMBOK en español. Se ha agregado una décima Área de Conocimiento; la Gestión de los Interesados del Proyecto que profundiza en la importancia de lograr una participación adecuada de los interesados del proyecto en las decisiones y actividades clave, se ha redefinido el flujo de datos e información del proyecto para aportar mayor consistencia y lograr una mayor alineación con el modelo de Datos, Información, Conocimiento y Sabiduría utilizado en el campo de la Gestión del Conocimiento y se han agregado cuatro nuevos procesos de planificación: Planificar la Gestión del Alcance, Planificar la Gestión del Cronograma, Planificar la Gestión de los Costos y Planificar la Gestión de los Interesados. Éstos fueron creados para reforzar el concepto de que cada uno de los planes

subsidiarios está integrado a través del plan general para la dirección del proyecto.

En el 2013 el PMI y IEEE Computer Society publicaron Software Extension to the PMBOK Guide Fifth Edition con el propósito de complementar la Guía del PMBOK con conocimientos y prácticas para mejorar la eficiencia y efectividad de los gestores, equipos y miembros de proyectos de software.

Actualmente, la disciplina de Dirección de Proyectos se encuentra en plena etapa de madurez, las grandes organizaciones utilizan metodologías basadas en alguno de los estándares reconocidos; sin embargo, muchos proyectos siguen fracasando debido, en gran parte, a una deficiente definición de requerimientos por lo que en la última década organismos como el IIBA (International Institute of Business Analysis) y el PMI han enfocado sus esfuerzos en la definición de estándares para la gestión de los interesados y la gestión de sus requerimientos.

Paralelamente, la complejidad de los proyectos actuales demanda más resultados en menor tiempo y con mayor eficiencia en el uso de los recursos, esto ha permitido que las metodologías evolucionen hacia las prácticas ágiles, poniendo énfasis en la eficiencia de las técnicas de gestión y las habilidades multidisciplinarias de equipos de trabajo auto-dirigidos.

Por su parte, el Director de Proyectos ha evolucionado de ser un experto en técnicas y herramientas para convertirse en un líder de equipos auto-administrados responsable de alcanzar los objetivos del proyecto gestionando los requerimientos y cuidando que la calidad no se vea afectada por el equilibrio de las restricciones de alcance, tiempo y costo.

Actualmente, las empresas están conscientes de la advertencia que hace el Software Engineering Institute (SEI) al respecto de que nada sirve contar con expertos programadores y analistas, o herramientas sofisticadas, si no existe alguien que pueda controlar adecuadamente el proyecto. El SEI señala que “las organizaciones que tratan de establecer las prácticas de ingeniería de software,

sin antes haber establecido las prácticas de administración de proyectos, están destinadas a fracasar”. [5]

Los procedimientos y técnicas de la ingeniería de software no aseguran el éxito de un proyecto. La gestión de proyectos puede mejorar significativamente la probabilidad de que un proyecto sea exitoso.

1.3. FUNDAMENTACIÓN DEL ESTADO DE ARTE

1.3.1 PMBOK 5

La primera edición del PMBOK fue publicada en 1987 por el Project Management Institute (PMI) y desde allí se ha encargado de investigar, recopilar y publicar las buenas prácticas generalmente aceptadas a nivel mundial. La última publicación del PMBOK es su quinta edición en el 2013.

El PMBOK es el cuerpo de conocimientos para la administración de proyectos reconocido a nivel global que describe normas, métodos, procesos y prácticas que pueden tener un impacto considerable en el éxito de un proyecto. [6]

La Figura 1.1 muestra los 5 grupos de procesos de la administración de proyectos.

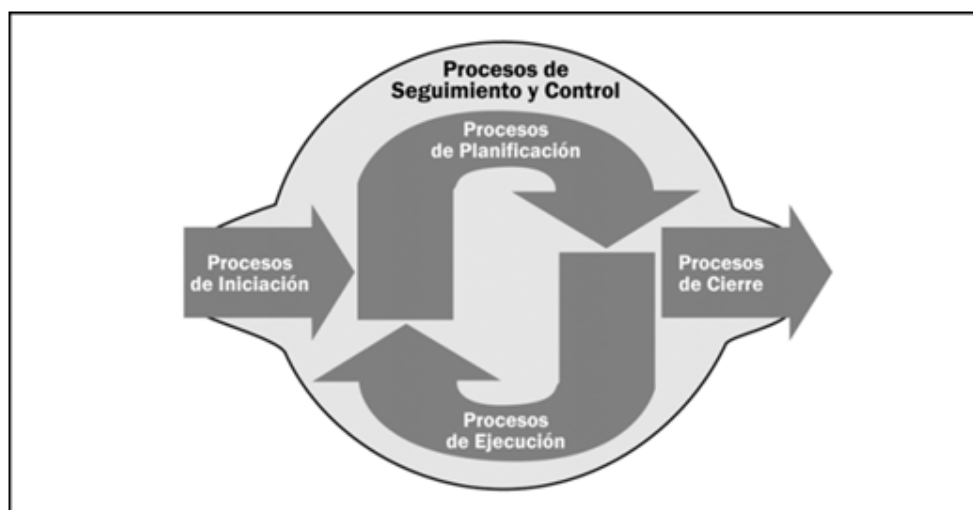


Figura 1.2 Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos

Fuente: Guía del PMBOK, 2013

Por lo general todos los grupos de procesos se repiten en cada fase del ciclo de vida del proyecto. Los proyectos se dividen en fases con el propósito de facilitar su gestión, mejorar el control y mantenerlos alineados a los objetivos de la organización.

El PMBOK reconoce 47 procesos para la dirección de proyectos y estos a su vez se agrupan en 10 áreas de conocimiento.

La Tabla 1.1 presenta la correspondencia entre los 47 procesos dentro de los 5 grupos de procesos y las 10 áreas del conocimiento.

Las áreas de conocimiento proporcionan una descripción detallada de las entradas y salidas de los procesos así como las técnicas y herramientas de uso más frecuente.

Los conocimientos y prácticas descritos en la guía del PMBOK son aplicables a la mayoría de los proyectos, la mayoría de las veces y existe consenso sobre su valor y utilidad. [6]

El PMBOK hace énfasis en que es responsabilidad del director del proyecto y del equipo del proyecto seleccionar los procesos adecuados por lo que utilizando esta guía como recurso se pretende identificar y proporcionar a través del modelo de gestión los fundamentos necesarios para dirigir el desarrollo de proyectos de ingeniería de software.

Tabla 1.1 Estructura Genérica del Ciclo de Vida de un Proyecto

ÁREA CONOCIMIENTO	GRUPOS DE PROCESOS DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS				
	Grupo de Procesos Inicio	Grupo de Procesos Planificación	Grupo de Procesos Ejecución	Grupo de Procesos Monitoreo y Control	Grupo de Procesos Cierre
Gestión de la Integración	Desarrollar el Acta de Constitución del Proyectos	Desarrollar Plan para la Dirección de Proyectos	Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto	Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto Realizar el Control Integrado de Cambios	Cerrar el Proyecto o Fase
Gestión del Alcance		Planificar la Gestión del Alcance. Recopilar requisitos. Definir el Alcance. Crear la EDT/WBS.		Validar el Alcance Controlar el Alcance	
Gestión del Tiempo		Planificar la Gestión del Cronograma Definir las Actividades Secuenciar las Actividades Estimar los recursos de las Actividades Estimar la Duración de las Actividades Desarrollar el Cronograma		Controlar el Cronograma	
Gestión de los Costos		Planificar la Gestión de los Costos Estimar los Costos Determinar el Presupuesto		Controlar los Costos	
Gestión de la Calidad		Planificar la Gestión de la Calidad	Realizar el Aseguramiento de la Calidad	Controlar la Calidad	
Gestión de los Recursos Humanos		Planificar la Gestión de los Recursos Humanos	Adquirir el Equipo del Proyecto Desarrollar el Equipo del Proyecto Dirigir el Equipo del Proyecto		
Gestión de las Comunicaciones		Planificar la Gestión de las Comunicaciones	Gestionar las Comunicaciones	Controlar las Comunicaciones	
Gestión de los Riesgos		Planificar la Gestión de los Riesgos Identificar los Riesgos Realizar el Análisis Cualitativo de los Riesgos Realizar el Análisis Cuantitativo de los Riesgos Planificar la respuesta a los Riesgos		Controlar los Riesgos	
Gestión de las Adquisiciones		Planificar la Gestión de las Adquisiciones	Ejecutar las Adquisiciones	Controlar las Adquisiciones	Cerrar las Adquisiciones
Gestión de los Interesados	Identificar a los Interesados	Planificar la Gestión de los Interesados	Gestionar la Participación de los Interesados	Controlar la Participación de los Interesados	

Fuente: Guía del PMBOK, 2013

Elaborado: Verónica Carrera Sanmartín

A nivel internacional el caso de éxito más destacado es la NASA (National Space Agency) que se ha convertido en un referente mundial de dirección y gestión de proyectos, desde 1988 hasta nuestros días ha convertido la gestión de proyectos del PMI en una de las herramientas más importantes en toda la organización logrando así ganar memoria de sus proyectos, planificar mejor, optimizar los recursos, y responder al exigente escenario de los últimos años en el que ha habido que trabajar más rápido, mejor, más barato, y todo ello experimentando reducciones sustanciales de personal y presupuestos. [7]

El Dr. Edward Hoffman, director fundador de la NASA's Academy of Program/Project & Engineering Leadership (APPEL) manifiesta "Vemos que la gestión de proyectos es una competencia básica. La NASA cree que los grandes retos que la sociedad está afrontando tienen forma de proyectos y programas; y cuanto mayor es el reto, más útil resulta tener una visión clara y común de su gestión. Responder a los retos con una gestión eficaz y eficiente nos conducirá a éxitos mayores".

En Ecuador el PMI Capítulo Ecuador desde marzo del 2010 está orientado a difundir los estándares de la Dirección de Proyectos y agrupar a profesionales de esta disciplina de diversas áreas e industrias.

1.3.2 SOFTWARE EXTENSION TO THE PMBOK

El PMI y IEEE Computer Society publicaron el 10 de Septiembre del 2013 Software Extension to the PMBOK Guide Fifth Edition con el propósito de complementar la Guía del PMBOK con conocimientos y prácticas para mejorar la eficiencia y efectividad de los gestores, equipos y miembros de proyectos de software.

Software Extension además de enfocarse en proyectos de desarrollo de software también es útil para organizaciones que participan en algún tipo de

proyectos de TI proporcionando la información necesaria para monitorear los planes, análisis de status e identificación de riesgos y problemas.

Software Extension reconoce la existencia de estándares y normas como la ISO/IEC/IEEE y CMMI-DEV y otras buenas prácticas reconocidas por la industria del software. [8]

El Software Extension declara la existencia tanto de un ciclo de vida del proyecto como del producto. Los ciclos de vida de los proyectos de software involucra cuatro tipos de proyectos: altamente predictivos, predictivos, adaptativos y altamente adaptativos. Por otra parte, esta tipificación se basa en la revisión de cuatro factores: los requerimientos, los riesgos, los costos y los interesados clave. [8]

Por la naturaleza intangible del software, donde los entregables del proyecto de software están sujetos a interpretaciones variables por parte de los interesados, Software Extension analiza en profundidad la gestión de la satisfacción de los interesados.

1.3.3 TEAM SOFTWARE PROCESS (TSP)

TSP fue desarrollado por Watts Humphrey en 1996 para solucionar los problemas de coordinación y comunicación entre los desarrolladores y gestores. El primer Reporte Técnico fue publicado en el año 2000. [9].

TSP es un conjunto de procesos estructurados que indican qué hacer en cada fase del desarrollo del proyecto y muestra cómo conectar cada fase para construir un producto completo [10]. Proporciona una definición de los procesos del equipo de producción, un marco de trabajo del equipo y un ambiente favorable de gestión.

La Tabla 1.2 presenta los procesos de Team Software Process y sus tareas.

Tabla 1.2 Team Software Process (TSP)

PROCESO	TAREAS
Lanzamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar los roles del personal • Definir procesos propios • Elaborar planes individuales y de equipo • Equilibrar los planes • Evaluar y asignar los planes del proyecto
Estrategia	<ul style="list-style-type: none"> • Crear el diseño conceptual • Crear la estrategia • Producir el plan de administración de la configuración • Definir la estrategia de reuso
Planeamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar el proceso • Monitorear el proyecto
Requerimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Obtener los requerimientos • Especificar requerimientos • Asignar tareas de los requerimientos • Documentar requerimientos • Crear el plan de prueba del sistema • Inspeccionar los requerimientos y plan de pruebas • Modificar los requerimientos • Revisar los requerimientos • Definir requerimientos básicos
Diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar en equipos • Crear el diseño de alto nivel • Producir estándares del diseño • Diseñar para reusar • Diseñar para usabilidad y pruebas • Revisar e inspeccionar el diseño
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar el producto terminado • Implementar • Definir estándares de implementación • Definir la estrategia de implementación • Revisar e inspeccionar la implementación
Pruebas	<ul style="list-style-type: none"> • Definir la estrategia de pruebas • Definir la estrategia de integración • Desarrollar las pruebas
Postmortem	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar los datos del proceso • Revisar la calidad • Evaluar los roles • Preparar el reporte del ciclo

Fuente: TSP, 2013

Elaborado: Verónica Carrera Sanmartín

Organizaciones como Teradyne, Boeing, AIS y Hill AFB reportaron que con TSP lograron mejora en la productividad, en la calidad y en el control, reducción de horas de pruebas, capacidad para cambiar comportamientos y actitudes individuales por el uso de métodos disciplinados, equipos de trabajo exitosos, capacidad de estimación para ganar proyectos y entendimiento de mejora continua. Además, alcanzaron equipos comprometidos con el cronograma de entrega. [11]

Para ser competitivos se tiene que contar con equipos humanos de alto desempeño que sean capaces de entregar productos de software de alta calidad por lo que utilizando este marco de trabajo se pretende mejorar los niveles de calidad y productividad del equipo de proyecto de desarrollo software con el fin de lograr resultados exitosos que cumplan con las restricciones de costo y tiempo.

1.3.4 ISO 9004

Esta norma proporciona orientación para ayudar a conseguir el éxito sostenido para cualquier organización en un entorno complejo, exigente y en constante cambio, mediante un enfoque de gestión de la calidad. [12]

Esta norma se basa en la premisa de que la satisfacción de los clientes puede llevar al éxito a las organizaciones, y que para sostener dicho éxito también se debe satisfacer las necesidades y expectativas de todas las partes interesadas.

Sugiere que es posible el éxito sostenible por medio de la aplicación de los ocho principios de gestión de la calidad y por medio de un sistema de procesos que:

- Monitoree y analice constantemente el entorno de la organización.
- Defina las necesidades y expectativas de las partes interesadas.
- Establezca y mantenga una misión, una visión y valores consistentes con las necesidades de las partes interesadas.

- Establezca, implemente y comunique una estrategia y políticas que permitan lograr la misión y visión, en apoyo de los valores de la organización.
- Identifique, proporcione y gestione los recursos internos y externos necesarios para lograr los objetivos de corto y largo plazo.
- Provea productos que cumplan en forma continua las necesidades y expectativas de los clientes y otras partes interesadas.
- Monitoree, mida, analice y revise en forma continua el desempeño de la organización.

En este trabajo se hará especial énfasis en el Anexo B de esta norma que proporciona una descripción de los 8 principios de la gestión de la calidad que la dirección de proyectos puede utilizar como un marco de trabajo para guiar a las organizaciones hacia la mejora del desempeño medido a través de la satisfacción de los clientes y de las demás partes interesadas en la organización.

1.3.5 ISO 10006:2003

La norma ISO 10006:2003 “Gestión de la Calidad – Directrices para la calidad en la gestión de proyectos” tiene como objetivo servir de guía en aspectos relativos a elementos, conceptos y prácticas de sistemas de calidad que pueden implementarse en la gestión de proyectos o que pueden mejorar la calidad de la gestión de proyectos.

ISO 10006: 2003 no es una guía para la "gestión de proyectos" en sí., proporciona orientación sobre la aplicación de gestión de la calidad en los proyectos y es aplicable a proyectos de diversa complejidad, pequeña o grande, de corta o larga duración, en distintos entornos, y con independencia del tipo de producto o proceso en cuestión. [13]

“La ISO 10006 proporciona un método destinado a garantizar que las necesidades expresadas o implícitas del cliente se entiendan y se cumplan, que las necesidades de otras partes interesadas sean evaluadas, y que las políticas de calidad de la organización se tienen en cuenta en la gestión del proyecto.”¹

Esta norma reconoce los 8 principios de gestión de la calidad y 37 procesos de dirección de proyectos.

Esta norma centra sus esfuerzos en definir los procesos a realizar para garantizar la calidad de los proyectos, pero no define las técnicas, dejando a voluntad del equipo de proyecto.

Al gestionar un proyecto de ingeniería de software con esta norma se pretende asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad en los procesos de gestión de proyectos para desarrollar software de calidad.

1.3.6 ISO 9126

Esta norma propone un modelo de calidad aplicable a cualquier tipo de software que descompone el concepto de calidad en componentes: calidad interna, calidad externa y calidad en uso. La idea con este planteamiento es cubrir las necesidades de los usuarios, desarrolladores y productos. [14]

¹ http://www.iso.org/iso/home/news_index/news_archive/news.htm?refid=Ref860

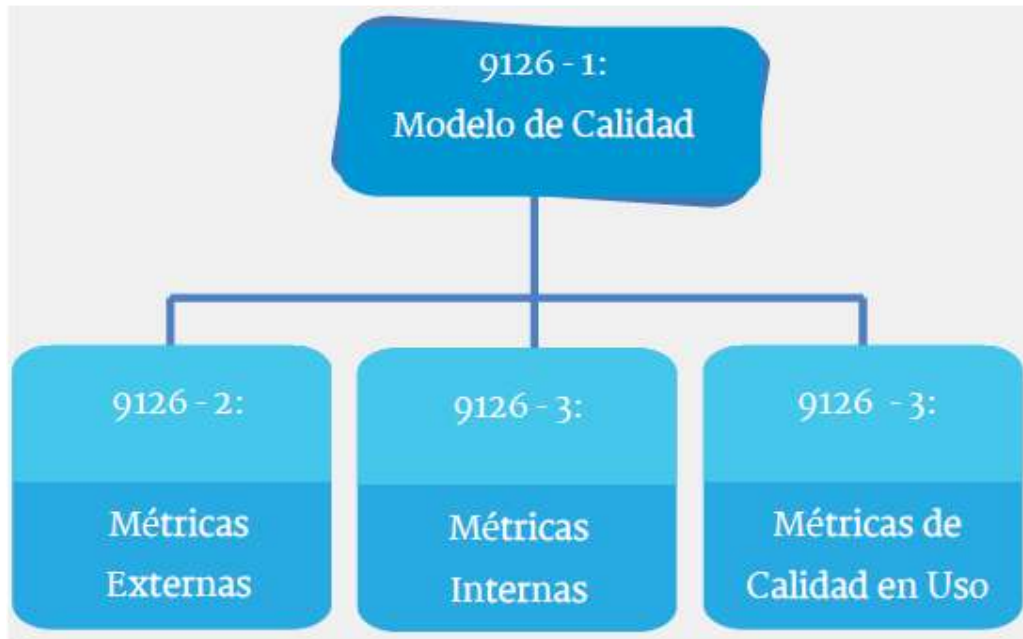


Figura 1.3 Partes de la norma ISO/IEC 9126.

Fuente: ISO-9126

- Las normas ISO/IEC 9126-1 “Características de Calidad y Subcaracterísticas”, plantea los conceptos básicos, es decir las características, sub características, atributos y métricas. Propone dos modelos de calidad (interna y externa) y un modelo de calidad de uso.
- Las normas ISO/IEC 9126-2 “Métricas externas”, propone métricas externas que se pueden utilizar para la medición de las características de calidad del software observables en las etapas finales del ciclo de vida del producto software.
- Las normas ISO/IEC 9126-3 “Métricas internas”, propone métricas internas que se pueden utilizar para la medición de las características de calidad del software observables en las etapas tempranas del ciclo de vida del producto software.
- Las normas ISO/IEC 9126-3 “Métricas de calidad en uso”, propone un modelo de calidad en uso que permite visibilizar la interrelación entre el usuario y el producto desde la óptica de la eficiencia y la satisfacción.

La norma ISO 9126 plantea que al mejorar la calidad del proceso se contribuye a mejorar la calidad del producto y esto a su vez a mejorar la calidad en uso.

1.3.7 ISO 14598

Esta norma proporciona un marco de trabajo para evaluar la calidad de todo tipo de producto software e indica los requisitos para los métodos de medición y el proceso de evaluación. [15]

La norma ISO 14598 está compuesta por 5 partes:

- Las normas ISO/IEC 14598-1 “Visión General”, brinda una visión general e indica la relación existente de esta norma con el modelo de calidad de la norma ISO/IEC 9126, define los términos técnicos y los requisitos para evaluar la calidad de los productos de software.
- Las normas ISO/IEC 14598-2 “Gestión y Planificación”, ofrece una guía a nivel de administración y planificación de la evaluación, indica los requisitos y recomendaciones que deben ser tomados en cuenta por los responsables de la evaluación del software e involucra también al personal de aseguramiento de la calidad.
- Las normas ISO/IEC 14598-3 “Proceso para los desarrolladores”, contiene los requerimientos y recomendaciones que deben ser tomados en cuenta en la implementación de la evaluación. La idea es que la evaluación esté sincronizada con el proceso de desarrollo. Esta parte puede ser usada por los gestores de proyectos para definir los requerimientos de calidad o para realizar el monitoreo y control de calidad del software y por el personal de aseguramiento de la calidad.
- Las normas ISO/IEC 14598-4 “Proceso para los compradores”, contiene los requerimientos y recomendaciones para evaluar la calidad del software durante la compra o adquisición.
- Las normas ISO/IEC 14598-5 “Proceso para evaluadores”, contiene los requerimientos y recomendaciones para la implementación práctica de

evaluaciones de productos de software cuando varias partes necesitan comprender, aceptar y confiar en los resultados.

1.3.8 ISO 25000

ISO 25000 constituye una serie de normas “cuyo objetivo principal es guiar el desarrollo de los productos de software mediante la especificación de requisitos y evaluación de características de calidad”².

La Figura 1.3 presenta las 5 divisiones de esta familia de normas. [16]

- ISO/IEC 2501n – División de Modelo de Calidad presenta modelos de calidad detallados incluyendo características para calidad interna, externa y en uso del producto software.
- Las normas ISO/IEC 2502n – División de Medición de Calidad incluyen un modelo de referencia de la medición de la calidad del producto, definiciones de medidas de calidad (interna, externa y en uso) y guías prácticas para su aplicación.
- Las normas ISO/IEC 2503n – División de Requisitos de Calidad que ayudan a especificar requisitos de calidad que pueden ser utilizados en el proceso de licitación de requisitos de calidad del producto software a desarrollar o como entrada del proceso de evaluación.
- Las normas ISO/IEC 2504n – División de Evaluación de Calidad incluye normas que proporcionan requisitos, recomendaciones y guías para llevar a cabo el proceso de evaluación del producto software.

² <http://iso25000.com/>



Figura 1.4 Familia de Normas ISO/IEC 25000.

Fuente: <http://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000>

El resultado de la gestión exitosa de un proyecto de ingeniería de software debe ser un producto que satisfaga las características de calidad del cliente por lo que se pretende adecuar este estándar para abordar el tema de calidad de los productos de software.

1.3.9 ISO 12207

Establece un marco común para los procesos del ciclo de vida del software. Contiene procesos, actividades y tareas que se aplican durante la adquisición de un producto de software o servicio y durante el suministro, desarrollo, operación, mantenimiento y eliminación de los productos de software. [13]

Esta norma agrupa las actividades que pueden llevarse a cabo durante el ciclo de vida del software en cinco procesos principales, ocho procesos de apoyo y cuatro procesos organizativos. Cada proceso del ciclo de vida está dividido en un conjunto de actividades y cada actividad se subdivide a su vez en un conjunto de tareas.

La Figura 1.4 presenta los procesos del ciclo de vida del software.

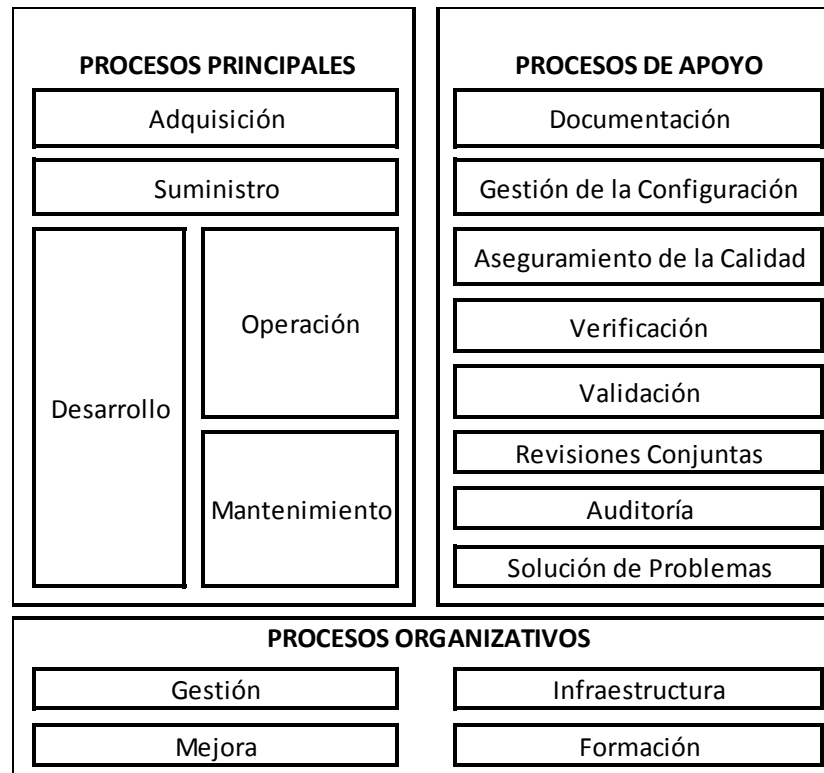


Figura 1.5 Procesos de Ciclo de Vida del Software.

Fuente: ISO-12207

El uso de las normas ISO se ha extendido debido a que desde el punto de vista económico reduce costos, tiempos y trabajo. En todo el mundo en el 2014, se emitieron 1 609 294 certificados un poco más que en el 2013 lo que demuestra un crecimiento moderado. [17]

Numerosos estudios de casos llevados a cabo a lo largo de los años proporcionan evidencia sustancial de los beneficios que pueden obtener las empresas utilizando estos estándares: [18]

- Simplificación de las operaciones internas.- Un hallazgo principal es que las normas se pueden utilizar para agilizar los procesos internos de una empresa, mediante la reducción del tiempo, la reducción de los costes de adquisición y el aumento de la productividad. Los estudios reportan consistentemente que la contribución de normas para el beneficio bruto

de las empresas oscila entre el 0,15% y el 5% de los ingresos por ventas anuales.

- Innovación y ampliación de escala de operaciones.- Algunos estudios demuestran que las normas sirvieron de base para innovar los procesos de negocio, permitiendo a las empresas ampliar la red de sus proveedores o de introducir y gestionar nuevos productos, en otros casos, las normas ayudaron a mitigar el riesgo en la introducción de nuevos productos en los mercados nacionales.
- Creación o entrar en nuevos mercados.- Las Normas se han utilizado como la base para el desarrollo de nuevos productos, penetrar nuevos mercados (nacional y exportación), el apoyo a la captación de mercado de productos. En excepcionales casos, el impacto de las normas superó la cifra mencionada arriba, con las empresas que lograron una contribución a los beneficios brutos de hasta 33% de sus ingresos anuales, que les ayudó a posicionarse como líderes en su campo, al menos durante un cierto período de tiempo.

La Organización Internacional para la Estandarización fue fundada en Londres en 1946, tiene su sede en Ginebra Suiza, está integrada por 165 países, cuenta con 229 comités técnicos y 20 500 normas. [19]

En la Tabla 1.3 se presenta el número de certificados emitidos según la publicación realizada por la ISO en el 2014

Tabla 1.3 Certificaciones ISO -2014

Standard	number of certificates in 2014	number of certificates in 2013	evolution	evolution in %
ISO 9001	1 138 155	1 126 460	11 695	1 %
ISO 14001	324 148	301 622	22 526	7 %
ISO 50001	6 778	4 826	1 952	40 %
ISO/IEC 27001	23 972	22 349	1 623	7 %
ISO 22000	30 500	26 847	3 653	14 %
ISO/TS 16949	57 950	53 723	4 227	8 %
ISO 13485	27 791	25 655	2 136	8 %
ISO 22301	1 757			
TOTAL	1 609 294	1 561 482	47 812	3 %

En los resultados presentados puede verse que no existen certificaciones emitidas para ISO 25000, ISO 9126, ISO 12207, ISO 14598 e ISO 10006 usadas en esta propuesta.

CAPITULO 2

CONSTRUCCIÓN DEL MODELO PROPUESTO

2.1 Bases para la construcción del modelo

Los proyectos de desarrollo de software están compuestos de actividades de gestión y actividades técnicas o de ingeniería de software.

Las actividades de gestión son aquellas que están directamente relacionadas con guías, estándares, normas y metodologías de dirección de proyectos y las actividades técnicas o de ingeniería de software son aquellas propias del desarrollo de software y están determinadas por procesos, modelos o metodologías de desarrollo de software.

En este modelo se propone integrar las actividades de gestión de proyectos a las actividades de ingeniería de software, como se presenta en la figura 2.1:

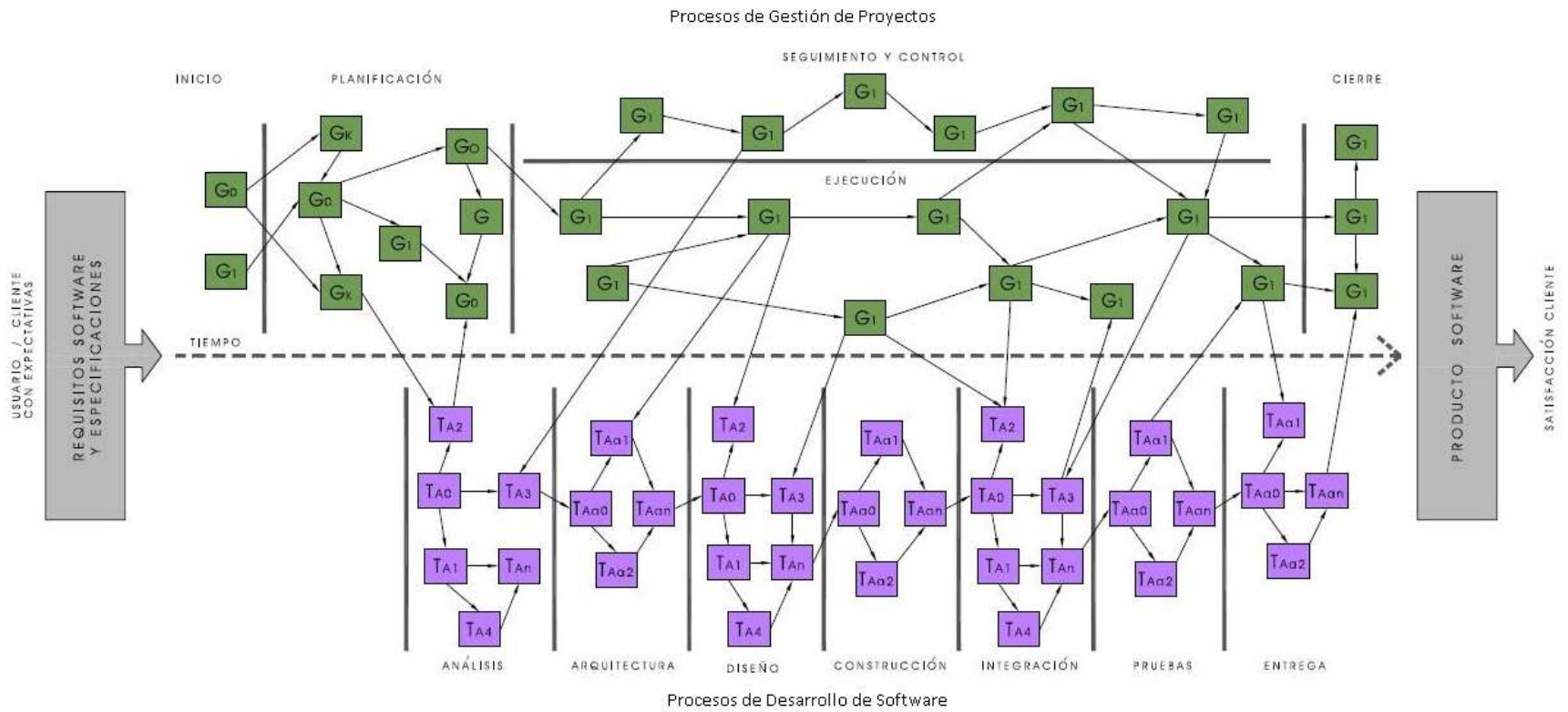


Figura 2.1 Composición del Modelo de Gestión de Proyectos de Ingeniería de Software.

Fuente: Elaborado por el Autor

El modelo representa un proyecto de desarrollo de software con procesos de gestión de proyectos representados por una G y procesos de desarrollo de software representados por una T para construir el producto de ingeniería de software. Nótese que las actividades de planificación requieren de las primeras actividades técnicas, esto es debido a que el levantamiento de requisitos y especificaciones iniciales deben ser desarrollados para planificar y definir el alcance y los entregables del proyecto.

Nótese que los procesos técnicos y de gestión tienen precedencia unos con otros, esto es porque algunos procesos de gestión requieren de la ejecución de algunos procesos técnicos y viceversa.

En conclusión al realizar esta integración se pretende lograr que el resultado final sea la satisfacción del cliente al obtener un producto de software que cumple con los requisitos y especificaciones solicitadas.

2.1.1. Propósito

El propósito principal de este modelo es identificar y documentar un conjunto de “buenas prácticas” de gestión de proyectos y de ingeniería de software que contribuyan a mejorar la eficiencia y eficacia de los directores de proyectos de software y de sus equipos.

2.1.2. Fundamentos

- Guiado por buenas prácticas.
- Gestión Predictiva para proyectos donde es posible estimar con precisión la cantidad de trabajo que hay en un requisito y el tiempo necesario para desarrollarlo.
- Proyectos de requisitos estables que tienen dosis bajas de incertidumbre en los que es posible aplicar ciclos de vida secuenciales o de cascada.
- Proyectos en los que los criterios de éxito son siempre el cumplimiento de fechas, costes y funcionalidades preestablecidas.

- Proyectos en los que es posible anticipar el funcionamiento del producto final, para los que es realista trazar un plan de proyecto cerrado desde el inicio y redactar un documento de requisitos completo y detallado que sirva de base para estimar tareas, recursos y cronograma de trabajo y cuyo cumplimiento se gestione durante la ejecución.
- Proyectos con tecnología estable.
- Proyectos de clientes familiarizados con el problema y con la tecnología
- Gestión de proyectos asignada a un rol específico.
- Equipo de proyecto de acuerdo a su rol.

2.1.3. Estructura

El modelo cubre los siguientes aspectos:

Tabla 2.1 Aspectos del Modelo Propuesto

Aspecto	Descripción
Descomposición	¿En qué fases se descompondrá el proyecto?
Panorama	¿Cuál es el propósito, los objetivos, entregables y períodos de tiempo para cada fase?
Procesos	¿Cuáles son los principales procesos de gestión y los principales procesos técnicos?
Instrucciones	¿Cómo se lleva a cabo el proceso?
Equipo de Proyecto	¿Quiénes deben estar involucrados en el proceso?
Materiales de Soporte	¿Qué plantilla o documento de apoyo debe usarse?
Gobernabilidad	¿Qué autoridad es aplicable? Esto puede incluir aprobaciones, puntos de control, actividades obligatorias, y firmas.

2.1.4. Referencias Teóricas

El modelo de gestión de proyectos de ingeniería de software se construyó en base a las siguientes normas y estándares de gestión de proyectos y de ingeniería de software.

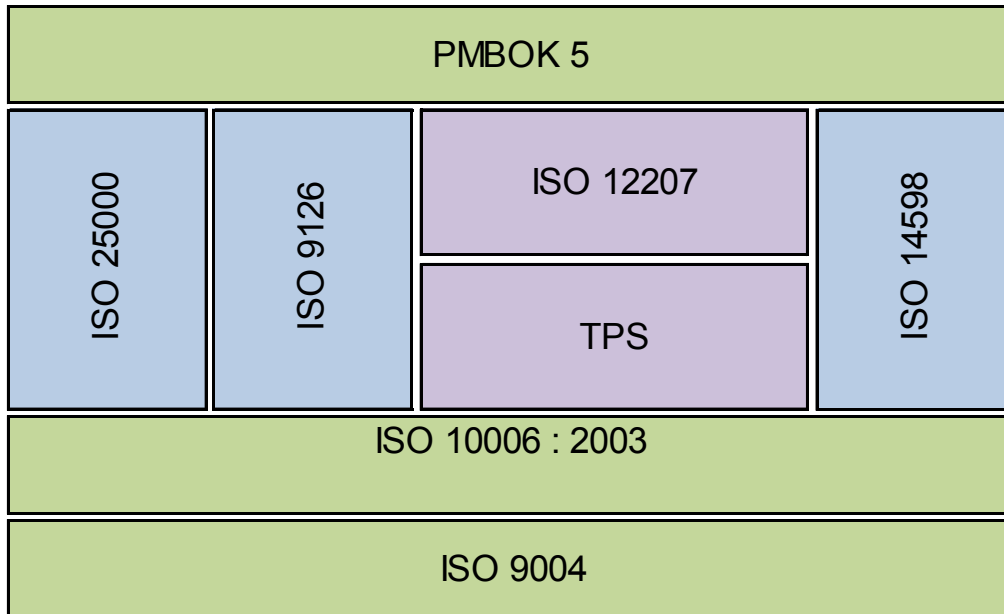


Figura 1.2 Referencias Teóricas del Modelo de Gestión de Proyectos de Ingeniería de Software

Fuente: Elaborado por el autor

- Guía del PMBOK – Quinta Edición para cubrir los procesos y actividades de planificación, control y seguimiento del proyecto propias de la gestión de proyectos en general.
- Norma ISO 12207 para cubrir los procesos y actividades necesarias para transformar los requisitos de los usuarios en productos de software.
- Team Software Process para establecer prácticas de ingeniería avanzadas y acelerar la mejora continua de los equipos de trabajo.
- ISO 25000 para guiar el desarrollo de los productos de software mediante la especificación de requisitos y evaluación de características de calidad.
- Norma ISO 14598 para evaluar la calidad del software y establecer los métodos de medición y el proceso de evaluación.

- ISO 9004 para gestionar la calidad de proyectos de ingeniería de software a través de la aplicación de los 8 principios de gestión de la calidad.
- ISO 10006:2003 para la aplicación de gestión de la calidad en los proyectos.

2.2 Construcción del modelo

El modelo de gestión de proyectos de ingeniería de software está constituido por procesos de gestión de proyectos agrupados en Procesos de Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo /Control y Cierre y Procesos de Desarrollo de Software integrados con un enfoque basado en la calidad del proyecto y del producto. La Figura 2.3 muestra los procesos planteados en este modelo.

El modelo además considera la descomposición del proyecto en 4 fases genéricas Inicio, Planeación, Ejecución y Cierre, sin embargo es responsabilidad del director de proyectos decidir el número de fases considerando el tamaño, la complejidad y el impacto.

En determinadas circunstancias será necesario repetir varias veces un proceso o conjunto de procesos en cada fase hasta alcanzar el resultado requerido.

MODELO DE GESTIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

PROCESOS DE GESTIÓN DE PROYECTOS PMBOK 5				MONITOREO Y CONTROL
				PGP.32 Monitorear y Controlar el trabajo del Proyecto PGP.33 Realizar Control Integrado de Cambios PGP.34 Validar el Alcance PGP.35 Controlar el Alcance PGP.36 Controlar el Cronograma PGP.37 Controlar la Calidad PGP.38 Controlar las Comunicaciones PGP.39 Controlar los Riesgos PGP.40 Controlar las Adquisiciones PGP.41 Controlar la Participación de los Interesados
	INICIO	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CIERRE
PGP.01 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto de Software PGP.02 Identificar a los Interesados	PGP.03 Desarrollar Plan para la Dirección de Proyectos PGP.04 Planificar la Gestión del Alcance del Proyecto PGP.05 Recopilar Requisitos PGP.06 Definir el Alcance del Proyecto de Software PGP.07 Crear la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) PGP.08 Planificar la Gestión del Cronograma PGP.09 Definir las Actividades PGP.10 Secuenciar la Actividades PGP.11 Estimar los Recursos de las Actividades PGP.12 Estimar la Duración de las Actividades PGP.13 Desarrollar el Cronograma PGP.14 Planificar la Gestión de la Calidad PGP.15 Planificar la Gestión de los Recursos Humanos PGP.16 Planificar la Gestión de las Comunicaciones PGP.17 Planificar la Gestión de Riesgos PGP.18 Identificar Riesgos PGP.19 Realizar Análisis Cualitativo de Riesgos PGP.20 Realizar Análisis Cuantitativo de Riesgos PGP.21 Planificar la Respuesta a los Riesgos PGP.22 Planificar la Gestión de las Adquisiciones PGP.23 Planificar la Gestión de los Interesados	PGP.24 Dirigir y Gestionar la Ejecución del Proyecto PGP.25 Realizar Aseguramiento de Calidad PGP.26 Adquirir el Equipo de Proyecto PGP.27 Desarrollar el Equipo del Proyecto PGP.28 Dirigir el Equipo del Proyecto PGP.29 Gestionar las Comunicaciones PGP.30 Efectuar Adquisiciones PGP.31 Gestionar la Participación de los Interesados	PGP.42 Cerrar el Proyecto o Fase PGP.43 Cerrar las Adquisiciones	

	CALIDAD DEL SOFTWARE ISO 9126	DESARROLLO DE SOFTWARE ISO/IEC 12207.0	EVALUACIÓN SOFTWARE ISO 14598
PROCESOS DE INGENIERÍA DE SOFTWARE	PCS.01 Construir el Modelo de Calidad del Software	PDS.01 Análisis PDS.02 Arquitectura PDS.03 Diseño PDS.04 Construcción PDS.05 Integración PDS.06 Pruebas PDS.07 Entrega	PES.01 Evaluar la Calidad del Producto de Software
		FORMACIÓN EQUIPOS DE DESARROLLO SOFTWARE TSP	
		PETS.01 Formar el Equipo de Trabajo PETS.02 Gestionar del Equipo de Trabajo	
		PGCP.01 Planificar e Implementar el Sistema de Gestión de Calidad PGCP.02 Establecer la Estructura Organizativa PGCP.03 Mejora Continua	
PROCESOS GESTIÓN CALIDAD DE LOS PROYECTOS ISO 10006 : 2003			
PRINCIPIOS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD ISO 9004	Enfoque al cliente Liderazgo Compromiso del Personal Enfoque basado en procesos Mejora Continua Enfoque de Sistema para la gestión Enfoque basado en evidencias para la toma de decisiones Gestión de las Relaciones		

Figura 1.3 Procesos del Modelo de Gestión de Proyectos de Ingeniería de Software

Fuente: Elaborado por el autor

2.2.1 Fases del Proyecto de Ingeniería de Software

2.2.1.1 Fase de Inicio

En la Fase de Inicio los proyectos se identifican y seleccionan. Luego se autorizan mediante un documento conocido como Acta de Constitución del Proyecto.

2.2.1.2 Fase de Planeación

En la Fase de Planeación se define el alcance, se identifican los recursos, se desarrolla el cronograma y el presupuesto, se identifican los riesgos lo que constituye el Plan Inicial del Proyecto.

2.2.1.3 Fase de Ejecución

En la Fase de Ejecución se lleva a cabo el plan del proyecto y se realizan las tareas necesarias para producir todos los entregables y lograr el objetivo, durante esta fase el avance del proyecto es monitoreado y controlado para asegurar que el trabajo se mantenga dentro del presupuesto y cronograma previsto. El alcance se completa en base a especificaciones y todos los entregables cumplen con los criterios de aceptación, cualquier cambio debe ser documentado, aprobado e incorporado al plan inicial actualizado.

2.2.1.4 Fase de Cierre

En la Fase de Cierre se hacen las evaluaciones del proyecto, se identifican y documentan las lecciones aprendidas y se organizan y archivan los documentos del proyecto.

2.2.2 Procesos de Gestión de Proyectos

2.2.2.1 PGP.01 Desarrollar el Acta de Constitución

Es el proceso de desarrollar un documento que autorice formalmente la existencia de un proyecto y confiera al director del proyecto la autoridad para asignar los recursos de la empresa a las actividades del proyecto. (*Ver Anexo.- Documentos.Apoyo.- MGPI.S.Acta.Constitucion.Proyecto*).

2.2.2.2 PGP.02 Identificar a los Interesados

Es el proceso de identificar las personas, grupos u organizaciones que podrían afectar y ser afectados por una decisión, actividad o resultado de un proyecto, así como de analizar y documentar información relevante relativa a sus intereses, participación, interdependencias, influencia y posible impacto en el éxito del proyecto. (*Ver Anexo.- Documentos.Apoyo.- MGPI.S.Registro.Interesados*).

2.2.2.3 PGP.03 Desarrollar Plan para la Dirección de Proyectos

Es el proceso de preparar el plan integral para la dirección del proyecto que define la manera en que el proyecto se ejecuta, se monitorea y se cierra e integra y consolida todos los planes secundarios y líneas base. (*Ver Anexo.- Documentos.Apoyo.- MGPI.S.Plan.Dirección.Proyecto*).

Los planes secundarios (*Ver Anexo.- Documentos.Apoyo*) incluyen, entre otros;

- Plan de Gestión de Alcance.
- Plan de Gestión de los Requisitos
- Plan de Gestión del Cronograma
- Plan de Gestión de la Calidad
- Plan de Gestión de los Recursos Humanos
- Plan de Gestión de las Comunicaciones
- Plan de Gestión de los Riesgos
- Plan de Gestión de las Adquisiciones

- Plan de Gestión de los Interesados.
- Plan de Gestión de Cambios

Las líneas base del proyecto incluyen, entre otras;

- Línea Base del Alcance
- Línea Base del Cronograma

Este modelo no considera los procesos de Planificar la Gestión de los Costos, Estimar los Costos y Determinar el Presupuesto ya que estos procesos se ejecutan como parte de la negociación entre cliente/proveedor en etapas previas.

2.2.2.4 PGP.04 Planificar la Gestión del Alcance del Proyecto de Software

Es el proceso de crear un plan de gestión de alcance que documente cómo se va a definir, validar y controlar el alcance del proyecto. (Ver Anexo.- Documentos.Apoyo.-MGPIs.Plan.Gestión.Alcance).

2.2.2.5 PGP.05 Recopilar Requisitos

Es el proceso de determinar, documentar y gestionar las necesidades y los requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto. (Ver Anexo.- Documentos.Apoyo.-MGPIs.Requisitos.Proyecto).

2.2.2.6 PGP.06 Definir el Alcance del Proyecto de Software

Es el proceso que consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto, describe los límites del producto mediante la especificación de cuáles de los requisitos recopilados serán incluidos y cuáles excluidos del alcance del proyecto. (Ver Anexo.- Documentos.Apoyo.-MGPIs.Alcance.Proyecto).

2.2.2.7 PGP.07 Crear la Estructura de Desglose de Trabajo

Es el proceso que consiste en subdividir el trabajo del proyecto en entregables o componentes más pequeños y fáciles de manejar. Proporciona una visión estructurada de lo que se debe entregar. (Ver Anexo.- Documentos.Apoyo.-MGPIIS.Estructura.Desglose.Trabajo).

2.2.2.8 PGP.08 Planificar la Gestión del Cronograma

Es el proceso de establecer las políticas, los procedimientos y la documentación necesarios para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto. (Ver Anexo.- Documentos.Apoyo.-MGPIIS.Plan.Gestión.Cronograma).

2.2.2.9 PGP.09 Definir las Actividades

Es el proceso de identificar y documentar las actividades específicas que se deben realizar para generar los entregables del proyecto, sirve de base para la estimación, programación, ejecución, monitoreo y control del trabajo del proyecto. (Ver Anexo.- Documentos.Apoyo.-MGPIIS.Actividades.Proyecto).

2.2.1.1 PGP.10 Secuenciar las Actividades

Es el proceso que consiste en identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto de tal forma que se pueda obtener la máxima eficiencia teniendo en cuenta todas las restricciones del proyecto.

2.2.1.2 PGP.11 Estimar los Recursos de las Actividades

Es el proceso que consiste en estimar tipo y cantidades de materiales, personas, equipos o suministros para llevar a cabo cada una de las actividades. (Ver Anexo.- Documentos.Apoyo.-MGPIIS.Recursos).

2.2.1.3 PGP.12 Estimar la Duración de las Actividades

Es el proceso que consiste en estimar la cantidad de periodos necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados. (Ver Anexo.- Documentos.Apoyo.-MGPIS.Duración.Actividades).

2.2.1.4 PGP.13 Desarrollar el Cronograma

Es el proceso que consiste en analizar las secuencias de las actividades, las duraciones, los requisitos de recursos y las restricciones del cronograma para crear el modelo de programación del proyecto. (Ver Anexo.- Documentos.Apoyo.-MGPIS.Cronograma.Proyecto).

2.2.1.5 PGP.14 Planificar la Gestión de la Calidad

Es el proceso que consiste en identificar los requisitos/estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, así como de documentar cómo el proyecto demostrará el cumplimiento con los mismos. (Ver Anexo.- Documentos de Apoyo.-MGPIS.Plan.Gestión.Calidad).

2.2.1.6 PGP.15 Planificar la Gestión de los Recursos Humanos

Es el proceso que consiste en identificar y documentar los roles dentro de un proyecto, las responsabilidades, las habilidades requeridas y las relaciones de comunicación, así como de crear un plan para la gestión del personal. (Ver Anexo.- Documentos de Apoyo.-MGPIS.Plan.Gestión.Recursos:Humanos).

2.2.1.7 PGP.16 Planificar la Gestión de las Comunicaciones

Es el proceso de desarrollar un enfoque y un plan adecuados para las comunicaciones del proyecto sobre la base de las necesidades y requisitos de información de los interesados. (Ver Anexo.- Documentos de Apoyo.-MGPIS.Plan.Gestión.Comunicaciones).

2.2.1.8 PGP.17 Planificar la Gestión de Riesgos

Es el proceso de definir cómo realizar las actividades de gestión de riesgos del proyecto. (Ver Anexo.- Documentos de Apoyo.-MGPIS.Plan.Gestión.Riesgos).

2.2.1.9 PGP.18 Identificar Riesgos

Es el proceso de determinar los riesgos que pueden afectar al proyecto y documentar sus características. (Ver Anexo.- Documentos de Apoyo.-MGPIS.Registro.Riesgos).

2.2.1.10 PGP.19 Realizar Análisis Cualitativo de Riesgos

Es el proceso de priorizar riesgos para análisis o acción posterior, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos. (Ver Anexo.- Documentos de Apoyo.-MGPIS.Evaluación.Riesgo).

2.2.1.11 PGP.20 Realizar Análisis Cuantitativo de Riesgos

Es el proceso de analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto. (Ver Anexo.- Documentos de Apoyo.-MGPIS.Evaluación.Riesgo).

2.2.1.12 PGP.21 Planificar la Respuesta a los Riesgos

Es el proceso de desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto. (Ver Anexo.- Documentos de Apoyo.-MGPIS.Plan.Gestión.Riesgo).

2.2.1.13 PGP.22 Planificar la Gestión de las Adquisiciones

Es el proceso de documentar las decisiones de adquisiciones del proyecto, especificar el enfoque e identificar a los proveedores potenciales. (Ver Anexo.- Documentos de Apoyo.-MGPIS.Plan.Gestión.Adquisiciones).

2.2.1.14 PGP.23 Planificar la Gestión de los Interesados

Es el proceso de desarrollar estrategias de gestión adecuadas para lograr la participación eficaz de los interesados, en base al análisis de sus necesidades, intereses y el posible impacto en el éxito del proyecto. (Ver Anexo.- Documentos de Apoyo.-MGPIS.Plan.Gestión.Interesados).

2.2.1.15 PGP.24 Dirigir y Gestionar la Ejecución del Proyecto

Es el proceso de liderar y llevar a cabo el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto e implementar los cambios aprobados para alcanzar los objetivos del proyecto.

2.2.1.16 PGP.25 Realizar Aseguramiento de Calidad

Es el proceso de auditar los requisitos de calidad y los resultados obtenidos a partir de las medidas de control de calidad, a fin de garantizar que se utilicen los estándares de calidad y las definiciones operativas adecuadas para facilitar la mejora de los procesos de calidad. (Ver Anexo.- Documentos de Apoyo.-MGPIS.Auditoría.Calidad).

2.2.1.17 PGP.26 Adquirir el Equipo de Proyecto

Es el proceso de confirmar la disponibilidad de los recursos humanos y conseguir el equipo necesario para completar las actividades del proyecto. (Ver Anexo.- Documentos de Apoyo.-MGPIS.Roles.Responsabilidades).

2.2.1.18 PGP.27 Desarrollar el Equipo del Proyecto

Es el proceso de mejorar las competencias, la interacción entre los miembros del equipo y el ambiente general del equipo para lograr un mejor desempeño del proyecto.

2.2.1.19 PGP.28 Dirigir el Equipo del Proyecto

Es el proceso de realizar el seguimiento del desempeño de los miembros del equipo, proporcionar retroalimentación, resolver problemas y gestionar cambios a fin de optimizar el desempeño del proyecto.

2.2.1.20 PGP.29 Gestionar las Comunicaciones

Es el proceso de crear, recopilar, distribuir, almacenar, recuperar y realizar la disposición final de la información del proyecto de acuerdo con el plan de gestión de las comunicaciones. (Ver Anexo.- Documentos de Apoyo.- MGPIIS.Plan.Gestión.Adquisiciones).

2.2.1.21 PGP.30 Efectuar Adquisiciones

Es el proceso de obtener respuesta de los proveedores, seleccionarlos y adjudicarles un contrato.

2.2.1.22 PGP.31 Gestionar la Participación de los Interesados.

Es el proceso de comunicarse y trabajar con los interesados para satisfacer sus necesidades/expectativas, abordar los incidentes en el momento en que ocurren y fomentar la participación adecuada de los interesados en las actividades del proyecto. (Ver Anexo.- Documentos de Apoyo.- MGPIIS.Plan.Gestión.Interesados).

2.2.1.23 PGP.32 Monitorear y Controlar el trabajo del Proyecto

Es el proceso de dar seguimiento, revisar e informar el avance a fin de cumplir con los objetivos de desempeño definidos en el plan para la dirección del proyecto. (Ver Anexo.- Documentos de Apoyo.-MGPIIS.Informe.Avance.Proyecto).

2.2.1.24 PGP.33 Realizar Control Integrado de Cambios

Es el proceso que consiste en analizar todas las solicitudes de cambios, aprobar o rechazar los mismos, gestionar los cambios a los entregables y comunicar las decisiones correspondientes. (Ver Anexo.- Documentos de Apoyo.- MGPIS.Solicitud.Cambios).

2.2.1.25 PGP.34 Validar el Alcance

Es el proceso de formalizar la aceptación de los entregables del proyecto que se hayan completado, este proceso aumenta la posibilidad de que el producto final sea aceptado.

2.2.1.26 PGP.35 Controlar el Alcance

Es el proceso en el cual se monitorea el estado del alcance del proyecto y del producto y se gestiona los cambios a la línea base del alcance.

2.2.1.27 PGP.36 Controlar el Cronograma

Es el proceso de monitorear el estado de las actividades del proyecto para actualizar el avance del mismo y gestionar los cambios de la línea base del cronograma a fin de cumplir el plan, permite detectar desviaciones y establecer acciones correctivas y preventivas para minimizar el riesgo.

2.2.1.28 PGP.37 Controlar la Calidad

Es el proceso de monitorear y registrar los resultados de la ejecución de las actividades de calidad, a fin de evaluar el desempeño y recomendar los cambios necesarios.

2.2.1.29 PGP.38 Controlar las Comunicaciones

Es el proceso de monitorear y controlar las comunicaciones a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto para asegurar que se satisfagan las necesidades de información de los interesados del proyecto.

2.2.1.30 PGP.39 Controlar los Riesgos

Es el proceso de implementar los planes de respuesta a los riesgos, dar seguimiento a los riesgos identificados, monitorear los riesgos residuales, identificar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a través del proyecto.

2.2.1.31 PGP.40 Controlar las Adquisiciones

Es el proceso de gestionar las relaciones de adquisiciones, monitorear la ejecución de los contratos y efectuar cambios y correcciones según corresponda.

2.2.1.32 PGP.41 Controlar la Participación de los Interesados

Es el proceso de monitorear globalmente las relaciones de los interesados del proyecto y ajustar las estrategias y los planes para involucrar a los interesados.

2.2.1.33 PGP.42 Cerrar el Proyecto o Fase

Es el proceso que consiste en finalizar todas las actividades de todos los procesos para completar formalmente el proyecto o una fase. Este proceso proporciona las lecciones aprendidas, la finalización formal del proyecto y la liberación de los recursos de la empresa. (Ver Anexo.- Documentos de Apoyo.- MGPIS.Lecciones.Aprendidas)

2.2.1.34 PGP.43 Cerrar las Adquisiciones

Es el proceso de finalizar cada adquisición para el proyecto. (Ver Anexo.- Documentos de Apoyo.-MGPIS.16.Acta.Cierre.Proyecto)

2.2.2 Procesos de Desarrollo de Software

2.2.2.1 *PDS.01 Proceso de Análisis*

Es el proceso de transformar los requisitos de los usuarios en un conjunto de requisitos técnicos que guiarán el diseño del software.

Las principales actividades de este proceso son:

- Levantar requerimientos.
- Establecer y documentar requerimientos para especificaciones funcionales y de capacidad, interfaces externas, especificaciones de seguridad, datos, instalación y aceptación del producto, documentación, operación, ejecución y mantenimiento.
- Evaluar los requerimientos del software.

2.2.2.2 *PDS.02 Proceso de Arquitectura*

Es el proceso de identificar qué requisitos del software deben ser asignados a cada elemento.

Las principales actividades de este proceso son:

- Transformar los requerimientos en una arquitectura que describa su estructura a un alto nivel e identifique los componentes del software.
- Diseñar interfaces.
- Diseñar la base de datos.
- Planificar la integración del software.

2.2.2.3 PDS.03 Proceso de Diseño

Es el proceso de identificar qué requisitos del software deben ser asignados a cada elemento.

Las principales actividades de este proceso son:

- Diseñar detalladamente para cada componente del software, interface y base de datos.
- Definir requerimientos de prueba y planificar pruebas unitarias.
- Evaluar diseño detallado del software.

2.2.2.4 PDS.04 Proceso de Construcción

Es el proceso de producir el software y todos sus componentes.

Las principales actividades de este proceso son:

- Desarrollar y documentar cada unidad de software y base de datos.
- Ejecutar y documentar pruebas unitarias.
- Evaluar el código del producto de software.

2.2.2.5 PDS.05 Proceso de Integración

Es el proceso de integrar todos los elementos (software, hardware, operaciones manuales y otros sistemas según sea necesario) de acuerdo a la arquitectura del producto de software y que cumpla con los requisitos y especificaciones del cliente.

Las principales actividades de este proceso son:

- Preparar plan de integración.
- Ejecutar pruebas de integración.
- Preparar pruebas de validación del software.

- Evaluar plan de integración, diseño, código, pruebas y resultados de las pruebas.

2.2.2.6 PDS.06 Proceso de Pruebas

Es el proceso de asegurar que la implementación de cada requisito cumple con las características y que el software está listo para la entrega y puesta a producción.

Las principales actividades de este proceso son:

- Llevar a cabo pruebas de validación.
- Proporcionar soporte a las auditorías.
- Evaluar diseño, código, pruebas y resultados de las pruebas y la documentación.

2.2.2.7 PDS.07 Proceso de Entrega

Es el proceso de migración y puesta a producción del software asegurándose que el software está listo para ser operado por los usuarios finales.

2.2.3 Procesos de Formación de Equipos de Desarrollo de Software.

2.2.3.1 PETS.01 Formar el Equipo de Trabajo.

Es el proceso de obtener un equipo de desarrollo de software competente y que tenga las habilidades necesarias para completar las actividades del proyecto, se puede considerar los criterios de disponibilidad, costo, experiencia, capacidad, conocimiento, habilidades, actitud y factores internacionales.

2.2.3.2 PETS.02 Gestionar el Equipo de Trabajo.

Es el proceso de seguimiento de desempeño de los miembros del equipo de desarrollo de software, proporcionar retroalimentación, resolver problemas y gestionar los cambios con el fin de optimizar el desempeño del proyecto.

2.2.4 Procesos de Calidad del Software

2.2.4.1 PCS.01 Construir el Modelo de Calidad del Software

Es el proceso de construir y definir el modelo de calidad del software en base a las necesidades expresadas por el cliente.

Las principales actividades de este proceso son:

- Definir el tipo de calidad del software.
- Enumerar los atributos que debe reunir el software.
- Establecer las características y subcaracterísticas relevantes del software.
- Definir las fórmulas y medidas que se usaran para determinar el grado de cumplimiento de cada una de las subcaracterísticas.

2.2.5 Procesos de Evaluación del Software

2.2.5.1 PES.01 Evaluar la Calidad del Producto de Software

Es el proceso de evaluar la calidad del producto de software para lo cual se considera las siguientes etapas o partes del proceso.

- Planificar la evaluación.
- Establecer el modelo de calidad.

- Determinar la puntuación de cada elemento del modelo.
- Efectuar la medición.
- Establecer resultados.
- Presentar Informe.

2.2.6 Procesos de Gestión de Calidad de los Proyectos

2.2.6.1 PGCP.01 Planificar e implementar el Sistema de Gestión de Calidad

Es el proceso que fija el rumbo a seguir basándose en la aplicación de los principios de la gestión de calidad.

2.2.6.2 PGCP.02 Establecer la estructura organizativa

Es el proceso de definir una estructura organizativa del proyecto que se adecúe a las necesidades del proyecto, incluyendo la identificación de las funciones dentro del proyecto y la definición de la autoridad y la responsabilidad.

2.2.6.3 PGCP.03 Mejora Continua

Es el proceso de proveer orientación sobre la medición, recopilación y validación de datos y de definir lo que la organización originaria y/o la organización del proyecto debe hacer para promover la mejora continua de los procesos.

2.2.7 Principios de Gestión de la calidad

2.2.7.1 Enfoque al cliente

Comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.

La satisfacción de los requisitos de los clientes es necesaria para el éxito del proyecto y deberían documentarse en el plan de gestión del proyecto en términos de tiempo, costo y calidad.

2.2.7.2 Liderazgo

Nombrar un gerente de proyecto tan pronto como sea posible. El gerente de proyecto es la persona que tiene la responsabilidad y la autoridad definida para dirigir el proyecto y para asegurarse de que se establece, implementa y mantiene el sistema de calidad del proyecto.

2.2.7.3 Participación del personal

El personal es la esencia de una organización y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.

El personal debe tener una responsabilidad y autoridad bien definidas para su participación en el proyecto, asignar personal competente para mejorar el desempeño y proporcionar las herramientas, las técnicas y los métodos para permitirle efectuar el seguimiento y control de los procesos.

2.2.7.4 Enfoque basado en procesos.

Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando se gestionan como procesos.

La eficacia y eficiencia de los procesos se pueden evaluar mediante revisiones o valorando los procesos según una escala de madurez.

2.2.7.5 Enfoque de sistema para la gestión.

Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de

sus objetivos. Para controlar los procesos del proyecto es preciso definir y vincular los procesos necesarios para integrarlos y gestionarlos como un sistema alineado con el sistema general de la organización.

2.2.7.6 Mejora Continua

La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente.

Para aprender de la experiencia, la gestión de los proyectos debe tratarse como un proceso e implementarse un sistema para registrar y analizar la información para usar en un proceso de mejora continua.

2.2.7.7 Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones.

Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información. La información relativa al progreso y desempeño de proyecto debe registrarse con el objeto de evaluar el estado del proyecto.

La información derivada de los informes de cierre de proyectos anteriores debería ser analizada y utilizada para ayudar a la mejora de los proyectos presentes o futuros.

2.2.7.8 Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor.

Una organización y sus proveedores son interdependientes y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad para crear valor.

La organización debe determinar la capacidad de un proveedor para cumplir sus requisitos en lo que respecta a los procesos y productos y debe tener una lista de proveedores preferidos, además estudiar la posibilidad de que varios proyectos utilicen un proveedor común.

2.3 Procedimiento de uso del modelo

Este modelo ha sido creado para guiar a los directores de proyectos de las empresas de desarrollo de software a ejecutar proyectos mediante la aplicación e integración de un conjunto de procesos para cumplir con los requisitos del mismo y lograr aumentar las probabilidades de éxito.

Los procesos de este modelo pueden ser aplicados a cualquier proyecto; sin embargo, el equipo de proyecto es responsable de establecer lo que es apropiado para cada proyecto considerando las características específicas y las circunstancias que pueden influir en las restricciones del proyecto alcance, calidad, cronograma, recursos, riesgos y presupuesto.

2.3.1 Cómo gestionar y ejecutar los proyectos de ingeniería de software en base al modelo propuesto.

Gestionar un proyecto de ingeniería de software consiste en establecer y llevar a cabo de manera sistemática los procesos de gestión e ingeniería a lo largo de la vida del proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto y sus restricciones.

El cumplimiento de los objetivos del proyecto y sus restricciones es responsabilidad del director de proyecto quién además es la persona encargada de liderar al equipo, asegurar que la información y documentación necesarias estén disponibles y se distribuyan entre todos, establecer los contactos necesarios, convocar y organizar las reuniones y elaborar los informes. Es importante nombrar al director de proyectos tan pronto como sea posible y siempre antes de iniciar la planificación.

El director de proyectos debe ser una persona con rol estratégico dentro de la empresa que tenga habilidades y competencias de gestión de proyectos, ingeniería de software, liderazgo, trabajo en equipo, motivación, comunicación,

influencia, toma de decisiones, conocimientos de política y cultura, negociación, gestión de conflictos y otras. [8]

El director de proyectos debe contar con el compromiso de la alta dirección para comunicar e informar al equipo el modelo a seguir, explicar la naturaleza y propósitos del mismo. El equipo de proyecto es libre de expresar sus opiniones y dispondrá de la información y documentación relevante y necesaria para ejecutar el trabajo del proyecto de forma eficaz

El equipo de proyecto debe ser lo más pequeño y efectivo posible considerando las habilidades y capacidades individuales de cada miembro, estableciendo roles y responsabilidades para cada uno.

Los equipos de proyectos de ingeniería de software incluyen como mínimo los siguientes roles:

- Patrocinador.
- Representante del Patrocinador.
- Director de Proyecto.
- Líder Técnico de Proyectos.
- Experto Experiencia de Usuario (UX).
- Analista de Sistemas.
- Diseñador de Sistemas.
- Desarrollador de Sistemas.
- Gestor de Contenido.
- Expertos de Apoyo.
- Usuario Experto.

2.3.2 Proceso de Aplicación

La gestión de proyectos utiliza los Requisitos y Especificaciones para producir y entregar un producto de software que cumpla con lo especificado.

El equipo de proyecto considerando aspectos de tamaño, complejidad y necesidades de monitoreo y control divide el proyecto en fases y selecciona los procesos que deben realizarse y repetirse dentro de cada fase.

En la Fase de Inicio, se realizan los procesos necesarios para autorizar formalmente el proyecto, nombrar al director de proyecto y definir el alcance global del proyecto y del producto. Ver Figura 2.4 Procesos de Fase de Inicio.

FASE DE INICIO
PROCESOS GESTIÓN PROYECTOS
PGP.01 Desarrollar el Acta de Constitución
ENTREGABLES
E.PGP.01 Acta de Constitución del Proyecto

Figura 1.4 Procesos de Fase de Inicio

Fuente: Elaborado por el autor

En la Fase de Planificación se realizan los procesos necesarios para arrancar el proyecto, identificar los requerimientos, definir la arquitectura, documentar los planes, configurar el ambiente técnico para futuras etapas del proyecto, identificar los riesgos, crear un cronograma con estimados de tiempo y recursos. Las actividades que se realizan para lograr estos objetivos incluyen una reunión de arranque entre ambos equipos para aprobar el plan, el alcance, los requerimientos, el cronograma, la arquitectura y los criterios de éxito. Ver Figura 2.5 Procesos de Fase de Planificación.

FASE DE PLANIFICACIÓN	
PROCESOS GESTIÓN PROYECTOS	PROCESOS INGENIERÍA SOFTWARE
PGP.03 Desarrollar Plan para la Dirección de Proyecto PGP.06 Definir el Alcance del Proyecto de Software PGP.07 Crear la Estructura de Desglose de Trabajo PGP.09 Definir las Actividades PGP.10 Secuenciar la Actividades PGP.11 Estimar los Recursos de las Actividades PGP.12 Estimar la Duración de las Actividades PGP.18 Identificar Riesgos PGP.21 Planificar la Respuesta a los Riesgos	PIS.01 Análisis PIS.02 Arquitectura
ENTREGABLES	ENTREGABLES
E.PGP.03 Plan para la Dirección del Proyecto E.PGP.03 Acta de Aceptación del Plan del Proyecto E.PGP.06 Alcance del Proyecto E.PGP.18 Registro Riesgos E.PGP.13 Cronograma del Proyecto	E.PIS.01 Modelo de Requerimientos E.PIS.02 Modelo de Contenido

Figura 2.5 Procesos de Fase de Planificación

Fuente: Elaborado por el autor

En la fase de Ejecución se realizan los procesos necesarios para ejecutar el plan de proyecto, controlar y dar seguimiento al avance, desarrollar el diseño del sitio de acuerdo con los requerimientos, construir prototipos o wireframes, programar el sitio y ejecutar los planes de prueba, todo esto guiado por el plan de proyecto.

Las actividades que se realizan para lograr estos objetivos incluyen reuniones de revisión del plan de proyecto, aprobación de diseño, aprobación del sitio web y pruebas para validar que el sitio satisface los requerimientos y se ha alcanzado los objetivos del proyecto. Ver Figura 2.6 Procesos de Fase de Ejecución.

FASE DE EJECUCIÓN	
PROCESOS GESTIÓN PROYECTOS	PROCESOS INGENIERÍA SOFTWARE
PGP.24 Dirigir y Gestionar la Ejecución del Proyecto PGP.28 Dirigir el Equipo del Proyecto PGP.29 Gestionar las Comunicaciones PGP.32 Monitorear y Controlar el trabajo del Proyecto PGP.34 Validar el Alcance PGP.35 Controlar el Alcance PGP.36 Controlar el Cronograma PGP.39 Controlar los Riesgos	PIS.03 Diseño PIS.04 Construcción PIS.05 Integración PIS.06 Pruebas
ENTREGABLES	ENTREGABLES
E.PGP.28 Solicitudes de Cambio E.PGP.36 Informes de Avance del Proyecto E.PGP.27 Evaluación de Desempeño	E.PIS.03 Modelo de Navegación E.PIS.03 Modelo de Presentación E.PIS.03 Modelo de Interactividad E.PIS.03 Wireframes de Baja Fidelidad E.PIS.03 Wireframes de Alta Fidelidad E.PIS.04 Código Fuente E.PIS.04 Modelo de Despliegue

Figura 3.6 Procesos de Fase de Ejecución

Fuente: Elaborado por el autor

En la fase de cierre se realizan los procesos necesarios para la entrega y aceptación del sitio web implementado al patrocinador. Los objetivos de esta etapa son la transición del sistema al cliente y su soporte. Las actividades que se realizan para lograr estos objetivos incluyen la migración del sitio a producción, completar el adiestramiento al usuario final, completar la documentación.

FASE DE CIERRE	
PROCESOS GESTIÓN PROYECTOS	PROCESOS INGENIERÍA SOFTWARE
PGP.42 Cerrar el Proyecto o Fase	PIS.07 Entrega
ENTREGABLES	ENTREGABLES
E.PGP.42 Registro de Lecciones Aprendidas E.PGP.42 Acta Aceptación de Entregables y Cierre del Proyecto	E.PIS.07 Sitio Web (URL)

Figura 4.7 Procesos de Fase de Cierre

Fuente: Elaborado por el autor

CAPITULO 3

APLICACIÓN DEL MODELO A UN CASO DE ESTUDIO

3.1. Descripción Empresa -Caso de Estudio

Dream Quest S.A es una agencia de Marketing Digital, con más de 15 años de experiencia manejando las principales marcas del Ecuador, presta servicios de e-marketing, SEO & SEM, Media Planning, Social Media, Desarrollo de Marcas y Canales Digitales, Generación Leads, Tráfico y Modelos de Negocios Digitales, Consultoría Estratégica de Canales Digitales y Desarrollo e Integración de Aplicaciones y Portales Web, Móviles y de Comercio Electrónico.

3.2. Aplicación del Modelo de Gestión-Caso de Estudio

Para la aplicación de este modelo se tomó como caso de estudio un proyecto de una empresa cliente que por motivos de confidencialidad no es posible divulgar el nombre ni ningún tipo de información relacionada. Esta empresa tiene como objetivo incrementar las ventas a nivel internacional y maximizar los beneficios por lo que propuso un proyecto de desarrollo de un sitio web que sirva como medio para atraer potenciales distribuidores, identificar y seleccionar distribuidores, realizar investigación de mercado y explorar las necesidades de los distribuidores.

El objetivo de este proyecto fue “Desarrollar y publicar un Portal Web que sea fácil de usar y navegar con contenido claro, conciso y directo de forma que los visitantes capten de manera favorable lo que se les quiere comunicar, sepan “quienes somos”, “que hacemos” y “como contactarnos”, accesible independiente del sistema operativo, navegador o plataforma y tener dos versiones de lenguaje (inglés y español) considerando que es para una audiencia global, presentar un formulario como medio para recibir información de los visitantes del sitio, que requiera poco tiempo de llenado, fácil de

mantener y actualizar y que permita a los distribuidores potenciales tener en pocos segundos una idea clara y atractiva de la marca.

Este proyecto fue autorizado por el patrocinador/cliente, mediante un contrato de prestación de servicios en los que además se acordó el presupuesto del proyecto y la fecha de entrega.

Para la ejecución del proyecto el director de proyecto y su equipo considerando aspectos del contrato y otros de tamaño, complejidad, necesidades de monitoreo y control dividieron el proyecto en 4 fases: Inicio, Planificación, Ejecución y Cierre, seleccionaron los procesos necesarios para producir y entregar un producto de software que cumpla con lo especificado por la empresa cliente y siguieron el proceso de aplicación descrito en el capítulo anterior.

3.2.1 Fase de Inicio

En esta fase el director de proyecto se enfocó en definir el alcance global del proyecto y del producto a través de la ejecución del siguiente proceso.

- *PGP.01 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto.*

Se realizaron varias reuniones con los interesados con el objetivo de conocer y documentar el propósito o justificación del proyecto, descripción general del proyecto, los requisitos de alto nivel funcionales y no funcionales, los criterios de éxito del proyecto, los riesgos de alto nivel, los entregables del proyecto y los hitos principales del proyecto.

De la información recopilada se elaboró el siguiente entregable de gestión de proyectos que se encuentra en la sección Anexos *Fase.Inicio.Entregables*.

- *E.PGP.01 Acta de Constitución del Proyecto, que se encuentra en la sección.*

El Acta de Constitución del Proyecto es un documento que define los límites del proyecto y el compromiso formal de ambas partes (patrocinadora y ejecutante) y además autoriza para que el director de proyecto asigne los recursos de la empresa a las actividades del proyecto.

3.2.2 Fase de Planificación

En esta fase se desarrollaron aquellos procesos necesarios para definir el alcance del proyecto, refinar el objetivo del proyecto y establecer el curso de acción requerido para alcanzar los objetivos. Los procesos de gestión de proyectos que se realizaron en esta fase son:

- *PGP.03 Desarrollar Plan para la Dirección de Proyecto.*
- *PGP.06 Definir el Alcance del Proyecto de Software.*
- *PGP.07 Crear la Estructura de Desglose de Trabajo.*
- *PGP.09 Definir las Actividades.*
- *PGP.10 Secuenciar la Actividades.*

- *PGP.11 Estimar los Recursos de las Actividades.*
- *PGP.12 Estimar la Duración de las Actividades.*
- *PGP.18 Identificar Riesgos.*
- *PGP.21 Planificar la Respuesta a los Riesgos.*

Se realizó varias reuniones con los equipos de trabajo de ambas organizaciones (patrocinadora y ejecutante) a fin de definir y acordar la manera en la que se cumplirá las necesidades del proyecto, los detalles técnicos y de gestión, los recursos a utilizar, determinar prioridades y otros acuerdos necesarios para llevar a cabo las actividades del proyecto.

De la información recopilada se elaboró los siguientes entregables de gestión de proyectos que se encuentra en la sección Anexos *Fase.Planificación.Entregables.*

- *E.PGP.03 Plan para la Dirección del Proyecto.*
- *E.PGP.03 Acta de Aceptación del Plan del Proyecto.*
- *E.PGP.06 Alcance del Proyecto.*
- *E.PGP.18 Registro Riesgos.*
- *E.PGP.13 Cronograma del Proyecto.*

El Plan para la Dirección del Proyecto contempla todos los aspectos de alcance, tiempo, calidad, comunicaciones, recursos humanos, riesgos y participación de los interesados e integra todos los planes secundarios y líneas base. Para el caso de estudio se consideró necesario integrar únicamente el Alcance del Proyecto, Registro de Riesgos y Cronograma del Proyecto como planes secundarios.

Una vez concluido el Plan para la Dirección del Proyecto se realizó una reunión de Aceptación del Plan del Proyecto en el que participaron todos los interesados del proyecto y firmaron el acta respectiva expresando por escrito que están de acuerdo con los términos y condiciones en él descritos y asumiendo una posición de compromiso y apoyo al proyecto y al equipo de proyecto para lograr los objetivos planteados.

En esta fase también se llevaron a cabo los siguientes procesos de ingeniería de software necesarios para una adecuada planificación del proyecto:

- *PIS.01 Análisis.*
- *PIS.02 Arquitectura.*

En análisis se realizó actividades de levantamiento y documentación de requerimientos funcionales y no funcionales.

En arquitectura se transformó los requerimientos en una arquitectura que describa su estructura a un alto nivel e identifique los componentes del software, se diseñó las interfaces, la base de datos y se planificó la integración del software.

De la ejecución de estos procesos de ingeniería de software se obtuvo los siguientes entregables que se encuentra en la sección Anexos *Fase.Planificación.Entregables.*

- *E.PIS.01 Modelo de Requerimientos.*
- *E.PIS.02 Modelo de Contenido.*

El Modelo de Requerimientos consiste en casos de uso para capturar los requisitos funcionales.

El Modelo de Contenido está representado por un diagrama UML de clases y las relaciones existentes entre ellas.

3.2.3 Fase de Ejecución

En esta fase se desarrollaron los procesos necesarios para completar el trabajo definido en el *E.PGP.03 Plan para la Dirección del Proyecto* a fin de satisfacer las especificaciones del mismo, rastrear, analizar y dirigir el progreso y desempeño del proyecto e identificar variaciones para anticipar posibles problemas y aplicar acciones preventivas o correctivas. En esta fase se realizaron los siguientes procesos de gestión de proyectos:

- *PGP.24 Dirigir y Gestionar la Ejecución del Proyecto.*
- *PGP.28 Dirigir el Equipo del Proyecto.*
- *PGP.29 Gestionar las Comunicaciones.*
- *PGP.32 Monitorear y Controlar el trabajo del Proyecto.*
- *PGP.34 Validar el Alcance.*
- *PGP.35 Controlar el Alcance.*
- *PGP.36 Controlar el Cronograma.*
- *PGP.39 Controlar los Riesgos.*

De la ejecución de estos procesos se obtuvieron los siguientes entregables de gestión de proyectos que se encuentran en la sección Anexos *Fase.Ejecución.Entregables*.

- *E.PGP.28 Solicitudes de Cambio.*
- *E.PGP.36 Informes de Avance del Proyecto.*
- *E.PGP.27 Evaluación de Desempeño.*

En esta fase también se llevaron a cabo los siguientes procesos de ingeniería de software necesarios para producir el producto del proyecto:

- *PIS.03 Diseño.*
- *PIS.04 Construcción.*
- *PIS.05 Integración.*
- *PIS.06 Pruebas.*

En diseño se identificó qué requisitos del software deben ser asignados a cada elemento, se desarrolló cada componente, interface y base de datos, se definió y planificó las pruebas y se evaluó el diseño detallado del software.

En Construcción se realizó todo el trabajo necesario para producir el sitio web y todos sus componentes y se ejecutó y documentó las pruebas

En Integración se realizó las actividades de configuración e integración de todos los elementos (software, hardware y otros componentes) de acuerdo a la arquitectura del producto de software, se realizó pruebas de integración y validación.

En Pruebas se evaluó el producto de software (diseño, funcionalidad y otras características) para verificar que cumple con las especificaciones del cliente.

De la ejecución de estos procesos de ingeniería de software se obtuvo los siguientes entregables que se encuentra en la sección Anexos *Fase.Ejecución.Entregables.*

- *E.PIS.03 Modelo de Navegación.*
- *E.PIS.03 Modelo de Presentación.*
- *E.PIS.03 Modelo de Interactividad.*
- *E.PIS.03 Wireframes de Baja Fidelidad.*
- *E.PIS.03 Wireframes de Alta Fidelidad.*
- *E.PIS.04 Código Fuente.*
- *E.PIS.04 Modelo de Despliegue.*
- *E.PIS.06 Documento de Pruebas.*

3.2.4 Fase de Cierre

En esta fase se desarrollaron los procesos necesarios para completar formalmente el proyecto y otras obligaciones contractuales y liberar los recursos del proyecto. El proceso de gestión de proyectos que se realizó en esta fase fue:

- *PGP.42 Cerrar el Proyecto o Fase* a fin de completar formalmente el proyecto

De la ejecución de este proceso se obtuvo los siguientes entregables que se encuentra en la sección Anexos *Fase.Cierre.Entregables*.

- *E.PIS E.PGP.42 Registro de Lecciones Aprendidas.*
- *E.PGP.42 Acta de Cierre del Proyecto.*

En esta fase también se llevó a cabo el proceso *PIS.07 Entrega* de ingeniería de software y se obtuvo el siguiente entregable que se encuentra en la sección Anexos *Fase.Cierre.Entregables*.

- *E.PIS.07 Sitio Web (URL).*

En esta fase el director del proyecto revisó toda la información para asegurarse que todo el trabajo está completo y que se han alcanzado los objetivos y transfirió al área responsable los documentos necesarios para el cierre administrativo del proyecto

3.3. Análisis y evaluación de Resultados.

Para el análisis y evaluación de resultados se tomó como muestra dos proyectos ejecutados por la empresa caso de estudio, uno sin usar el modelo propuesto y otro usando el modelo propuesto, además; se tomó como base los niveles de capacidad: Incompleto, Realizado, Gestionado y Definido, y; 2 áreas de procesos del modelo CMMI-DEV [20]: Procesos de Gestión de Proyectos y Procesos de Ingeniería de Software.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de cada proyecto.

Proyecto sin Usar el Modelo.

Para esta evaluación se analizó la existencia de documentación histórica del proyecto (Ver Anexos Proyecto sin Modelo) con el objetivo de identificar la realización de los procesos de gestión de proyectos y procesos de Ingeniería de Software del CMMI-DEV. Estos resultados se presentan en la Figura 3.1 Capacidad de los Procesos Aplicados al Desarrollo de Software.

	Niveles de Capacidad			
	0	1	2	3
	Incompleto	Realizado	Gestionado	Definido
CMMI-DEV				
PROCESOS DE GESTIÓN DE PROYECTOS				
Gestión Integrada del Proyecto (IPM).				
Gestión Cuantitativa del Proyecto (QPM).	✓			
Gestión de Requisitos (REQM).	✓			
Gestión de Riesgos (RSKM).				
Gestión de Acuerdos con Proveedores (SAM).	✓			
PROCESOS DE INGENIERÍA DE SOFTWARE				
Integración del Producto (PI)	✓			
Desarrollo de Requisitos (RD).				
Solución Técnica (TS).	✓			
Validación (VAL).	✓			

Figura 3. 2 Capacidad de los Procesos Aplicados al Desarrollo de Software

Fuente: Elaborado por el autor

Proyecto Usando el Modelo.

Para esta evaluación y con el propósito de determinar la correspondencia de los procesos del modelo propuesto frente al modelo CMMI-DEV se seleccionó una muestra de los procesos ejecutados del modelo propuesto en el proyecto y se agruparon por áreas de procesos. Los resultados obtenidos se presenta en figura 3.2 Mapeo Áreas de Procesos CMMI-DEV con Áreas de Procesos del Modelo Propuesto.

CMMI-DEV	MODELO PROPUESTO
PROCESOS DE GESTIÓN DE PROYECTOS	PROCESOS DE GESTIÓN DE PROYECTOS
Gestión Integrada del Proyecto (IPM).	Gestión de la Integración
Gestión Cuantitativa del Proyecto (QPM).	Gestión de Costos
Gestión de Requisitos (REQM).	Gestión del Alcance
Gestión de Riesgos (RSKM).	Gestión de Riesgos
Gestión de Acuerdos con Proveedores (SAM).	Gestión de Proveedores
PROCESOS DE INGENIERÍA DE SOFTWARE	PROCESOS DE INGENIERÍA DE SOFTWARE
Integración del Producto (PI)	PIS.05 Integración
Desarrollo de Requisitos (RD).	PIS.01 Análisis
Solución Técnica (TS).	PIS.04 Construcción
Validación (VAL).	PIS.06 Pruebas

Figura 3.2 Mapeo Areas de Procesos CMMI-DEV con Áreas de Procesos del Modelo Propuesto

Fuente: Elaborado por el autor

A partir de lo realizado en el paso anterior se procedió a calificar el nivel de capacidad de los procesos para identificar en qué áreas se debe realizar mejoras y se obtuvo los resultados que se presentan en la Figura 3.3 Capacidad de los Procesos del Modelo Propuesto.

	Niveles de Capacidad			
	0	1	2	3
	Incompleto	Realizado	Gestionado	Definido
MODELO PROPUESTO				
PROCESOS DE GESTIÓN DE PROYECTOS				
Gestión de la Integración		✓		
Gestión de Costos	✓			
Gestión del Alcance		✓		
Gestión de Riesgos	✓			
Gestión de Proveedores	✓			
PROCESOS DE INGENIERÍA DE SOFTWARE				
PIS.05 Integración		✓		
PIS.01 Análisis		✓		
PIS.04 Construcción		✓		
PIS.06 Pruebas	✓			

Figura 3.3 Capacidad de los Procesos del Modelo Propuesto

Fuente: Elaborado por el autor

En la Figura 3.4 se puede observar la tabla comparativa de los proyectos y el nivel de capacidad alcanzado por cada uno de ellos:

	Niveles de Capacidad	
	Sin Modelo	Con Modelo
PROCESOS DE GESTIÓN DE PROYECTOS		
Gestión de la Integración	0	1
Gestión de Costos	0	0
Gestión del Alcance	N/A	1
Gestión de Riesgos	0	0
Gestión de Proveedores		0
PROCESOS DE INGENIERÍA DE SOFTWARE	0	
PIS.05 Integración	N/A	1
PIS.01 Análisis	0	1
PIS.04 Construcción	0	1
PIS.06 Pruebas	N/A	0
Equivalencias	0	Nivel Incompleto
	1	Nivel Realizado
	N/A	No Aplica el Proceso

Figura 3.4 Comparación Niveles de Capacidad Alcanzados por los Proyectos

Fuente: Elaborado por el autor

De acuerdo con los resultados presentados en la figura anterior se tiene que:

- El nivel de capacidad alcanzado con el uso del modelo es **1 Realizado** en los procesos *Gestión de la Integración, Gestión del Alcance, Integración, Análisis y Construcción* lo que indica que se llevó a cabo las tareas necesarias para cumplir con el proceso, sin embargo requiere estandarizar el trabajo para que en momentos de presión estos sean cumplidos.
- El nivel de capacidad alcanzado con el uso del modelo es **0 Incompleto** en los procesos *Gestión de Costos, Gestión de Riesgos, Gestión de Proveedores y Pruebas* lo que indica en este caso que los procesos se realizan parcialmente.
- El nivel de capacidad alcanzado sin el uso del modelo es **0 Incompleto** en *todos* los procesos lo que indica en este caso que los procesos no se realizan como es el caso de los procesos cuya calificación es N/A y en el caso de los procesos cuya calificación es 0 se realizan parcialmente.

Se concluye que con el uso del modelo existe una mejora en el nivel de capacidad de los procesos, sin embargo debe existir el compromiso de la alta dirección de la empresa para establecer un programa formal de mejora de procesos.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se revisaron, analizaron e identificaron normas, estándares y “buenas prácticas” que al ser aplicadas y adaptadas a proyectos de ingeniería de software son un aporte esencial para potenciar la gestión exitosa y entregar productos de software que satisfacen las necesidades de los clientes.
- Fue posible construir un modelo de gestión de proyectos de ingeniería de software integrando los procesos de gestión a los procesos técnicos y considerando dos enfoques: la gestión integral del proyecto de software y la gestión del producto de software.
- El conjunto de procesos que forman parte de este modelo son genéricos lo que implica que en la adaptación a un determinado proyecto se use solo un subconjunto de ellos de acuerdo a las necesidades del proyecto.
- El modelo resultó aplicable y eficiente para gestionar y ejecutar proyectos de ingeniería de software, se logró disminuir la incertidumbre, aumentar la productividad, mantener una comunicación adecuada con los interesados, aumentar la probabilidad de éxito, disponer de información para tomar decisiones, anticipar problemas, completar el proyecto a tiempo, cumplir con el alcance y con la calidad requerida.
- La incorporación del rol de director de proyecto contribuyó al éxito del proyecto ya que fue posible desde el inicio definir las características y objetivos, manejar alcances y límites realistas, formalizar los requisitos y cronograma, prevenir y administrar los riesgos, gestionar la documentación, entre otras.

RECOMENDACIONES

- Para la implementación de este modelo se deberá contar con alguien cuyo rol sea director de proyectos de software con el propósito de comunicar, entrenar, trabajar e integrar la retroalimentación en el modelo.
- Se necesitará integrar un mecanismo para la retroalimentación del modelo que se ocupe del “aprendizaje a partir de la experiencia” ya que el modelo no permanecerá inmóvil sino que evolucionará volviéndose más aplicable a la empresa
- Es importante considerar una implementación progresiva ya que un cambio radical en el modo de trabajo no tendrá éxito.
- Asegurarse que el modelo cumple con los estándares necesarios para relacionarse en un mismo idioma con otras empresas desarrolladoras de software, proveedores y clientes.
- Evaluar las capacidades de los procesos considerando que el proceso debe ser suficiente para satisfacer las exigencias impuestas a los directores de proyectos de software y que la evolución provoca un valor agregado significativo.
- La alta dirección debe asegurarse que se emprendan acciones de mejora continua para proyectos presentes y futuros y crear una cultura de calidad que es un factor importante a la hora de asegurar el éxito del proyecto.
- Los resultados deberán comunicados a toda la empresa y examinados con detenimiento con el fin de identificar las áreas en las que es necesario actuar y el tipo de acción que demanda.
- Es importante identificar y reflejar por escrito los puntos fuertes y los puntos débiles de este modelo de forma que puedan ser avalados y

considerados para su mejoramiento. Esto deberá basarse en evidencias concretas de los esfuerzos realizados y los resultados alcanzados.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] The Standish Group, "CHAOS Manifesto 2015," 2015.
- [2] Pressman Roger, *Ingeniería de Software, un enfoque práctico*, Quinta ed., 2000.
- [3] Ian Sommerville, *Software Engineering.*, 2010.
- [4] Brian Fitzgerald, *Software Crisis 2.0.*, 2012.
- [5] Software Engineering Institute. [Online]. <http://www.sei.cmu.edu/>
- [6] Project Management Institute, *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*. Pensilvania: PMI Book Service Center, 2013.
- [7] <http://www.pmi.org/>. (2014, Febrero) NASA, caso de éxito en Gestión de Proyectos PMI. [Online]. <http://itcformacionyconsultoria.com/nasa-gestion-de-proyectos-pmi/>
- [8] Project Management Institute, *Software Extension to the PMBOK Guide Fifth Edition*. Pensilvania: PMI Book Service Center, 2013.
- [9] Watts S. Humphrey, *The Team Software Process.*, 2000.
- [10] Montes de Oca César, "Team Software Process (TSP) Integración de Equipos de Desarrollo de Alto Rendimiento," Carnegie Mellon University, 2004.
- [11] Donald R. McAndrews, *The Team Software Process (TSP). An overview and Preliminary Results of using disciplined practices.*, 2001.
- [12] ISO, *Norma Internacional ISO 9004*, Tercera ed. Ginebra, Suiza, 2009.
- [13] ISO. [Online]. <http://www.iso.org>
- [14] ISO, *International Standard ISO/IEC 9126*, Primera ed., 1991.
- [15] ISO, *International Standard ISO/IEC 14598*, 1st ed., 2000.
- [16] (2014) ISO 25000 Calidad del Producto de Software. [Online]. <http://iso25000.com>
- [17] International Organization for Standardization, "iso_survey_executive-summary," 2014. [Online]. http://www.iso.org/iso/iso_survey_executive-summary.pdf?v2014
- [18] International Organization for Standardization, "ebs_case_studies_factsheets," 2014. [Online]. http://www.iso.org/iso/ebs_case_studies_factsheets.pdf
- [19] International Organization for Standardization. (2015) iso.org. [Online]. http://www.iso.org/iso/iso/brief_2015.pdf
- [20] Software Engineering Institute, *CMMI Para Desarrollo, Versión 1.3.*, 2010.
- [21] promperú, "Perfil de Mercado de Software en Ecuador," *promperú*, 2011.

ANEXOS

Proyecto Sin Uso Modelo

01. Contrato
02. Guía de Recolección Información
03. Documento de Pruebas
04. Acta de Entrega-Recepción

Fase Inicio Entregables

05. E.PGP.01 Acta de Constitución del Proyecto.

Fase Planificación Entregables

02. E.PGP.03 Plan para la Dirección del Proyecto
03. E.PGP.03 Acta de Aceptación del Plan del Proyecto
04. E.PGP.06 Alcance del Proyecto
05. E.PGP.18 Registro Riesgos
06. E.PGP.13 Cronograma del Proyecto
07. E.PIS.01 Modelo de Requerimientos
08. E.PIS.02 Modelo de Contenido

Fase Ejecución Entregables

09. E.PGP.28 Solicitudes de Cambio
- 10 E.PGP.36 Informes de Avance del Proyecto
- 11 E.PGP.27 Evaluación de Desempeño
- 12 E.PIS.03 Modelo de Navegación
- 13 E.PIS.03 Modelo de Presentación
- 14 E.PIS.03 Modelo de Interactividad
- 15 E.PIS.03 Wireframes de Baja Fidelidad
- 16 E.PIS.03 Wireframes de Alta Fidelidad
- 17 E.PIS.04 Código Fuente
- 18 E.PIS.04 Modelo de Despliegue
- 19 E.PIS.06 Documento de Pruebas

Fase Cierre Entregables

20 E.PGP.42 Registro de Lecciones Aprendidas

21 E.PGP.42 Acta Aceptación de Entregables y Cierre del Proyecto

22 E.PIS.07 Sitio Web (URL)