



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE
INFORMACIÓN**

**Modelo de aseguramiento de calidad para los procesos de desarrollo de
software de las Pymes**

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero de Sistemas de Información

AUTOR(ES):

Araníbar Villegas, Bryan Christofer (0000-0001-7605-437X)

Méndez Cartolín, Johanna Liseth (0000-0002-5220-9821)

ASESOR:

Caldas Núñez, Manuel (0000-0001-6051-284X)

Lima, 10 octubre de 2020

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a nuestros padres y hermanos que siempre nos apoyan en cualquier proyecto que realicemos.

AGRADECIMIENTOS

A todos los profesores de la UPC e ingenieros que nos ayudaron para el desarrollo de este proyecto.

RESUMEN

Actualmente las Pequeñas y Medianas Empresas (Pymes) son de gran importancia en la economía, representando más del 90 % del total de empresas, generando entre el 60 y 70 por ciento del empleo a nivel mundial (ONU, 2017), y en particular en la industria software. Hoy en día, el uso de software es un recurso indispensable, sin embargo, todavía siguen subsistiendo grandes problemas durante su proceso de desarrollo debido al poco enfoque que se le da a la calidad durante la elaboración de un software. Esto se debe a que los modelos de calidad de procesos en este sector fueron orientadas a grandes empresas, por lo que adaptarlas a las pymes resulta difícil, debido a que conlleva una gran inversión en dinero, tiempo y recursos (Grados, 2015), que lo hace inaccesible.

Como propuesta de solución se propone un modelo de aseguramiento de calidad para ayudar a las pymes a mejorar sus procesos de desarrollo de software, basado en el ciclo de Deming para la mejora continua y en las buenas prácticas del CMMI y la ISO 12207. El modelo propuesto se adapta a cualquier metodología de desarrollo y es fácil de implementar.

El modelo fue probado en un proyecto dentro de una Pyme desarrolladora de software cuyos resultados fueron una mejor estabilidad y definición de requerimientos ya que estos no sufrieron modificaciones ni mostraban ambigüedad, una mejor construcción de software ya que las funcionalidades fueron probadas con éxito, mayor cobertura y madurez de pruebas y una menor densidad de defectos.

Palabras claves: Modelo de Calidad; CMMI; ISO 12207; Deming; Aseguramiento de Calidad, mejora de procesos de software.

ABSTRACT

currently, small and medium enterprises (smes) are of great importance in the economy, representing more than 90% of all companies, generating between 60 and 70 percent of employment worldwide (un, 2017), and particularly in the software industry. nowadays, the use of software is an indispensable resource, however, great problems still persist during its development process due to the little focus that is given to quality during the development of software. this is due to the fact that the process quality models in this sector were aimed at large companies, so adapting them to smes is difficult, because it involves a large investment in money, time and resources (grados, 2015), which makes it inaccessible.

As a proposed solution, a quality assurance model is proposed to help SMEs to improve their software development processes, based on the Deming cycle for continuous improvement and on the good practices of CMMI and ISO 12207. The model proposed adapts to any development methodology and is easy to implement.

The model was tested in a project within a software developer SME whose results were a better stability and definition of requirements since they did not suffer modifications or showed ambiguity, a better software construction since the functionalities were tested successfully, greater coverage and test maturity and lower defect density

Keywords: Quality Model; CMMI; ISO 12207; Deming; Quality Assurance, software process improvement

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN:	14
2. CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROYECTO	15
2.1. Objeto de estudio:	16
2.2. Dominio del problema:	16
2.3. Planteamiento de la solución:	17
2.4. Objetivo del proyecto:	17
2.4.1. Objetivo General	17
2.4.2. Objetivos Específicos	17
2.5. Indicadores de éxito:	18
2.6. Planificación del proyecto:	18
2.6.1. Alcance	18
2.6.2. Plan de Gestión del Tiempo	19
2.6.3. Plan de Gestión de Recursos Humanos	20
2.6.4. Plan de Comunicaciones	22
2.6.5. Plan de Gestión de Riesgos	23
3. CAPITULO 2: LOGRO STUDENT OUTCOMES	25
3.1. Student Outcome A:	26
3.2. Student Outcome B:	26
3.3. Student Outcome C:	26
3.4. Student Outcome D:	27

3.5.	Student Outcome E:.....	28
3.6.	Student Outcome F:.....	28
3.7.	Student Outcome G:	28
3.8.	Student Outcome H:	29
3.9.	Student Outcome I:.....	30
3.10.	Student Outcome J:.....	30
3.11.	Student Outcome K:.....	31
3.12.	Student Outcome J - CAC:.....	31
4.	CAPITULO 3: MARCO TEORICO	32
4.1.	Calidad	33
4.1.1.	Definición según ISO:	33
4.1.2.	Definición según IEEE:	33
4.1.3.	Definición según Edward Deming.....	33
4.1.4.	Definición de calidad del software:.....	33
4.2.	Aseguramiento de Calidad.....	34
4.2.1.	Definición según ISO 9000:2000	34
4.2.2.	Definición según IEEE	34
4.2.3.	Importancia del Aseguramiento de Calidad	34
4.2.4.	Objetivos del Aseguramiento de la Calidad	35
4.3.	Control de Calidad	35
4.3.1.	Definición según IEEE:	35
4.3.2.	Definición según Pressman:.....	35

4.4.	PYMES	35
4.4.1.	Definición según la legislación peruana:	35
4.4.2.	Clasificación de las Pymes	36
4.4.3.	Pymes desarrolladoras de software en el Perú:	36
4.5.	Modelos para procesos de software	36
4.5.1.	Conceptos Generales:	36
4.5.2.	Modelos de Procesos	39
5.	CAPITULO 4: DESARROLLO DEL PROYECTO	43
5.1.	Análisis de los Modelos de Calidad	44
5.2.	Modelo de Aseguramiento de Calidad	51
5.2.1.	Modelo MACPSP	51
6.	CAPITULO 5: RESULTADOS DEL PROYECTO	101
6.1.	Validación del modelo de aseguramiento de calidad dentro de una Pyme desarrolladora de software.....	102
6.1.1.	Implementación	102
6.1.2.	Experimento	109
6.1.3.	Resultados:.....	109
6.1.4.	Plan de Costos:	111
6.1.5.	Plan de Continuidad	112
7.	CAPITULO 6: GESTION DEL PROYECTO	115
7.1.	Producto Final:	116
7.2.	Gestión del Tiempo:	117
7.3.	Gestión de Recursos Humanos:.....	118

7.4.	Registro de interesados:	119
7.5.	Matriz de trazabilidad de requerimientos:.....	121
7.6.	Gestión de las comunicaciones:.....	125
7.7.	Gestión de los riesgos:	128
7.8.	Lecciones Aprendidas:.....	129
8.	CONCLUSIONES	131
9.	RECOMENDACIONES:	132
10.	REFERENCIAS	133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Problemas y causas del proyecto.....	16
Tabla 2: Tabla de riesgos del proyecto	24
Tabla 3: Niveles de Madurez ISO 15504	38
Tabla 4: Niveles de Madurez CMMI.....	39
Tabla 5: Benchmarking de las prácticas de modelos, estándares y metodologías internacionales ..	44
Tabla 6 : Practicas del área de PPQA de CMMI	46
Tabla 7: Practicas de la ISO 12207	48
Tabla 8: Tabla de prácticas seleccionadas de CMMI y la ISO 12207.....	51
Tabla 9: Lista de roles y responsabilidades del modelo	53
Tabla 10: Actividades de la fase de Planificación del Aseguramiento de Calidad.....	55
Tabla 11:Atributos de calidad por etapa de desarrollo de software	56
Tabla 12: Actividades de la fase de ejecución del aseguramiento de calidad	58
Tabla 13: Actividades de la fase de Monitoreo y Control de no conformidades del aseguramiento de calidad	61
Tabla 14:Actividades de la fase de Cierre del aseguramiento de calidad.....	63
Tabla 15: Caracterización de la fase de Planificación del Aseguramiento de Calidad dentro de la etapa de Análisis y diseño	70
Tabla 16:Caracterización de la fase de Planificación del Aseguramiento de Calidad dentro de la etapa Construcción	77
Tabla 17: Caracterización de la fase de Planificación del Aseguramiento de Calidad dentro de la etapa Pruebas.....	84
Tabla 18: Caracterización de la fase de Ejecución del Aseguramiento de Calidad dentro de la etapa Análisis y Diseño	87

Tabla 19: Caracterización de la fase de Ejecución del Aseguramiento de Calidad dentro de la etapa Construcción	90
Tabla 20: Caracterización de la fase de Ejecución del Aseguramiento de Calidad dentro de la etapa Pruebas	93
Tabla 21: Caracterización de la fase de Monitoreo y control de no conformidades del Aseguramiento de Calidad dentro de la etapa Análisis y Diseño	95
Tabla 22: Caracterización de la fase de Monitoreo y control de no conformidades del Aseguramiento de Calidad dentro de la etapa Construcción.....	98
Tabla 23: Caracterización de la fase de Monitoreo y control de no conformidades del Aseguramiento de Calidad dentro de la etapa Pruebas	100
Tabla 24: Implementación de la fase de la Planificación del Aseguramiento de Calidad	104
Tabla 25: Implementación de la fase de la Ejecución del Aseguramiento de Calidad.....	105
Tabla 26: Implementación de la fase de la Monitoreo y Control de No conformidades del Aseguramiento de Calidad.....	107
Tabla 27: Cierre del Aseguramiento de Calidad	108
Tabla 28:Resultado de la Validación.....	110
Tabla 29: Plan de costos del proyecto	111
Tabla 30: Tabla de Recursos Humanos.....	118
Tabla 31: Tabla de Registros de Interesados	120
Tabla 32: Matriz de Trazabilidad de Requerimientos	124
Tabla 33: Matriz de Comunicaciones	127
Tabla 34: Matriz de Riesgos	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Organigrama del proyecto.....	21
Ilustración 2 : Áreas de proceso del modelo CMMI	40
Ilustración 3:Estructura de la NTP-ISO/IEC 12207.....	41
Ilustración 4: Modelo MACPSP	52
Ilustración 5: Fase Planificación del Aseguramiento de calidad dentro de la etapa de Análisis y diseño del software.....	64
Ilustración 6: Fase Planificación del Aseguramiento de calidad dentro de la etapa de Construcción del software.....	71
Ilustración 7: Fase Planificación del Aseguramiento de calidad dentro de la etapa de Pruebas del software	77
Ilustración 8: Fase Ejecución del Aseguramiento de calidad dentro de la etapa de Análisis y diseño del software.....	84
Ilustración 9: Fase Ejecución del Aseguramiento de calidad dentro de la etapa de Construcción del software	87
Ilustración 10: Fase Ejecución del Aseguramiento de calidad dentro de la etapa de Pruebas	90
Ilustración 11: Fase Monitoreo y control de no conformidades del Aseguramiento de calidad dentro de la etapa de Análisis y diseño del software.....	94
Ilustración 12: Fase Monitoreo y control de no conformidades del Aseguramiento de calidad dentro de la etapa de Construcción del software	96
Ilustración 13: Fase Monitoreo y control de no conformidades del Aseguramiento de calidad dentro de la etapa de Pruebas.....	98
Ilustración 14: Herramientas para la planificación del aseguramiento de calidad	112
Ilustración 15: Herramientas para la ejecución del aseguramiento de calidad	113
Ilustración 16: Herramientas para el monitoreo de las no conformidades del aseguramiento de calidad	113

Ilustración 17: Herramientas para el Cierre del aseguramiento de calidad	114
Ilustración 18: Cronograma del proyecto.....	117
Ilustración 19: Correo a QS	125

1. INTRODUCCIÓN:

En este trabajo se introduce un modelo ágil y simple de aseguramiento de calidad en el proceso de desarrollo de software para Pymes, basado en las buenas prácticas del área de Process and Product Quality Assurance (PPQA) del CMMI-DEV y del Quality Assurance (QA) del ISO 12207, y del ciclo de Deming para la mejora continua. El documento esta conformado por seis capitulos , los cuales seran descrito a continuacion

Primer capitulo , se menciona el objetivo de estudio de este proyecto, el problema que se abarca, la solución que se propone, los objetivos principales, indicadores de éxito y la planificación del .

Segundo capitulo, en este capítulo se describe detalla como se logro el cumplimiento de cada de los students outcomes establecidos por ABET.

Tercer capitulo, en este capítulo se define los conceptos fundamentales para que el proyecto sea mejor comprendido. Los conceptos claves que se necesita para nuestro proyecto son: la calidad en la industria del software, los modelos que existen actualmente y sus diversos enfoques

Cuarto capitulo, en este capítulo se describen las actividades realizadas para poder plasmar las fases, procesos y roles que se desarrollan dentro del modelo propuesto

Quinto capitulo, en este capítulo se presentan los resultados de la implementación del modelo de aseguramiento de calidad dentro de una pyme desarrolladora de software.

Sexto capitulo, en este capítulo se detallan las tareas que se realizaron para la gestión del proyecto basados en las areas de conocimientos de PMBOK.

2. CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROYECTO

El presente capítulo está compuesto de 7 puntos que deben ser tomados en cuenta con el objetivo de tener un panorama general del proyecto. Primero, se describirá la problemática identificada en las pymes desarrolladoras de software. Posteriormente, se menciona el objetivo general del proyecto, objetivos específicos, indicadores de éxito, la solución propuesta y las ventajas que brinda la implementación del modelo de aseguramiento de calidad en la pyme seleccionada. Además, se brinda el detalle de la planificación del proyecto siguiendo los estándares y lineamientos del PMBOK.

2.1. Objeto de estudio:

El presente proyecto tiene como enfoque el diseño de un modelo de aseguramiento de calidad para los procesos de desarrollo de las pymes de la industria de software. Actualmente, el aseguramiento de calidad se ha convertido en un punto clave en el desarrollo de software, por lo que se han creado diversos modelos de aseguramiento de calidad con el objetivo de mejorar los procesos de su creación. Sin embargo, la mayoría estos modelos se orientan a las grandes empresas. En este proyecto se propone un modelo de aseguramiento de calidad (MACPSP) para la mejora de procesos de desarrollo de software en pymes, basado en el ciclo de Deming para la mejora continua y en las buenas prácticas del CMMI y la ISO 12207.

2.2. Dominio del problema:

El problema principal que comprende nuestro proyecto es el que se presenta a continuación:

Problema	Causas
La necesidad de las Pymes desarrolladoras de software de mejorar la calidad de sus procesos a través de modelos de calidad que encajen a sus necesidades.	<ul style="list-style-type: none">● Los modelos de calidad de desarrollo de software no brindan una guía de implementación de sus procesos lo cual dificulta la adopción por parte de las Pymes.● Los costos que conlleva la implementación de modelos de calidad son muy elevados para el presupuesto de las pymes desarrolladoras de software.● Las implementaciones de modelos internacionales tienen un tiempo promedio de uno 1 a 2 años y las Pymes no están dispuestas a esperar ese tiempo para ver el retorno de su inversión.

Tabla 1: Problemas y causas del proyecto

2.3. Planteamiento de la solución:

La propuesta de solución planteada es la implementación de un modelo de aseguramiento de calidad de los procesos de las pymes desarrolladoras de software. El modelo propuesto se basa en metodologías, estándares y modelos internacionales de aseguramiento de calidad de procesos de desarrollo de software. El modelo involucra realizar una evaluación objetiva de procesos realizados frente a las descripciones de trabajo, estándares y procedimientos, identificación y documentación de no-conformidades, comunicación acerca de los resultados de las actividades de aseguramiento de calidad al equipo del proyecto y el aseguramiento del redireccionamiento de las no-conformidades. El modelo fue implementado y validado en una Pyme desarrolladora de software con el objetivo de mejorar la calidad de sus procesos y de esta manera obtener un producto que cumple con las necesidades del cliente.

2.4. Objetivo del proyecto:

2.4.1. Objetivo General

Implementar un Modelo de Aseguramiento de Calidad para los procesos de las Pymes desarrolladoras de software basado en estándares, metodologías y modelos internacionales.

2.4.2. Objetivos Específicos

Para poder cumplir con el objetivo general del proyecto, se plantean cinco objetivos específicos que serán detallados a continuación:

- OE1: Analizar los estándares, metodologías y modelos internacionales de aseguramiento de calidad de procesos de software para identificar oportunidades de mejora a aplicar a los procesos de las Pymes desarrolladoras de software
- OE2: Diseñar un modelo de aseguramiento de calidad adaptada a las necesidades de las pymes desarrolladoras de software para así mejorar la calidad de sus procesos

- OE3: Validar el modelo de aseguramiento de calidad en 1 Pyme desarrolladoras de software
- OE4: Proponer un plan de continuidad que garantice que el modelo es sostenible en el tiempo.

2.5. Indicadores de éxito:

- I1. (OE1) Documento con el análisis comparativo de los diferentes estándares, metodologías y modelos internacionales aprobado por el cliente del proyecto.
- I2. (OE2) Documento con el diseño y caracterización del modelo de aseguramiento de calidad basado en estándares, metodologías y modelos internacionales encontrados aprobado por el Cliente del Proyecto y el Profesor Gerente de IT-Consulting.
- I3. (OE3) Aprobación de los artefactos del modelo de aseguramiento de calidad de los procesos de las Pymes desarrolladoras de software.
- I4. (OE3) Documento con los indicadores para dar por validado el modelo implementado en 1 Pyme desarrolladoras de software aprobado por el cliente del proyecto.
- I5. (OE4) Acta de aprobación de “Plan de continuidad que garantice la continuidad del modelo implementado”.

2.6. Planificación del proyecto:

2.6.1. Alcance

El alcance del proyecto incluirá:

- Realizar el análisis de los modelos, estándares y metodologías de calidad de procesos de desarrollo de software.
- Implementación de un Modelo de Aseguramiento de calidad para los procesos de desarrollo de software de las Pymes desarrolladoras de software.

- Listado con los indicadores para validar el Modelo de Aseguramiento de calidad de los procesos de desarrollo de las Pymes.
- Diseño de un modelo para el aseguramiento de calidad de los procesos de desarrollo de las Pymes desarrolladoras de software.
- Artefactos del modelo propuesto, están compuestos por entradas, herramientas y salidas.
- Validar el Modelo de aseguramiento de calidad de los procesos de desarrollo de software en una Pyme desarrolladora de software.

Las exclusiones del proyecto son las siguientes:

- Adquisición de licencias de herramientas para el desarrollo del proyecto.
- Está fuera del alcance del proyecto validar la implementación de las herramientas propuestas por parte del modelo.
- El modelo no contemplara las actividades de V&V dinámica para las etapas del ciclo de desarrollo de software.

2.6.2. Plan de Gestión del Tiempo

El Plan de Gestión del Tiempo del proyecto tiene como objetivo principal ayudar a gestionar el cronograma que se tiene planificado para el proyecto y los entregables.

Fases del Proyecto

Para el inicio del proyecto se presentó el siguiente entregable:

- Project Chárter

En la etapa de planificación del proyecto se tomaron en cuenta con los entregables propios para la gestión del proyecto, tales como:

- Cronograma del Proyecto
- Descripción de Roles y Responsabilidades
- Diccionario EDT

- Matriz de Riesgos
- Matriz RAM
- Plan de Gestión de Calidad
- Plan de Gestión de Comunicaciones
- Plan de Gestión de Riesgos
- Plan de Gestión de RRHH
- Plan de Gestión del Cronograma
- Plan de Gestión de Alcance
- Registro de Interesados

En la fase de ejecución del proyecto se compone por los entregables correspondientes de la solución del proyecto, tales como:

- Documento de análisis del modelo CCMI y la ISO 12207
- Diseño y Caracterización del Modelo de Aseguramiento de Calidad
- Checklist de las fases del modelo
- Métricas del Modelo de Aseguramiento de Calidad
- Herramientas del Modelo de Aseguramiento de Calidad
- Especificación de Indicadores

En la fase cierre del proyecto se compone por los entregables correspondientes a la culminación del proyecto.

- Acta de cierre y aceptación
- Lecciones aprendidas
- Memoria
- Poster de proyecto

2.6.3. Plan de Gestión de Recursos Humanos

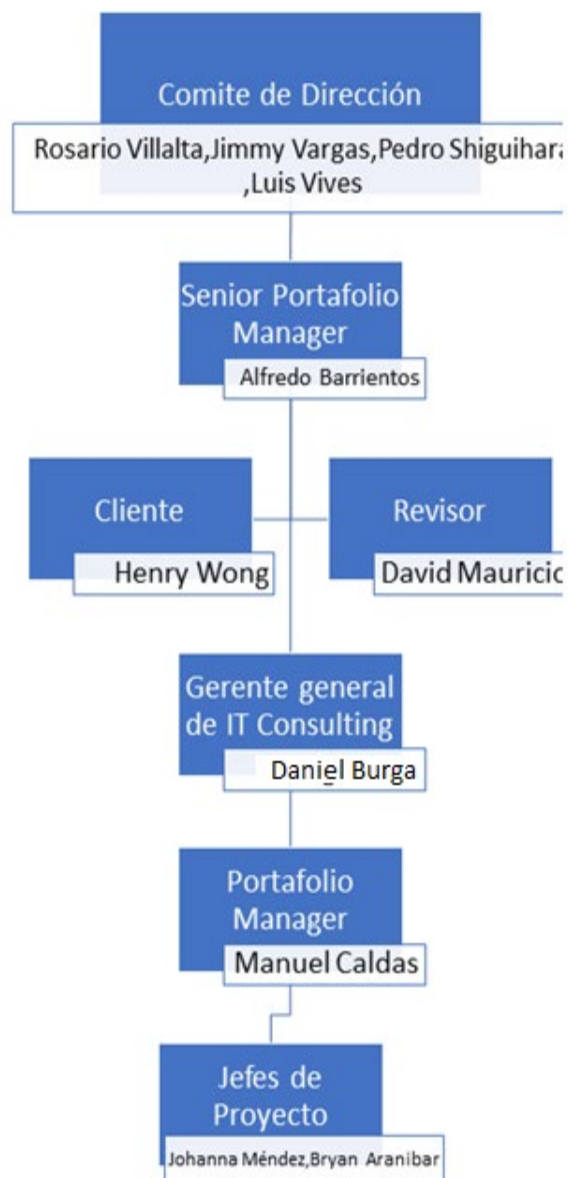


Ilustración 1: Organigrama del proyecto

- Comité de Dirección: Encargados de aprobar los proyectos profesionales, así como del cumplimiento de los artefactos y entregables y de la decisión de la continuidad de los proyectos.
- Senior Portafolio Manager: Supervisar, coordinar y controlar los portafolios de proyectos y las diferentes actividades que tiene asignadas.
- Cliente: Encargado de supervisar los avances y dar lineamientos en cada etapa de desarrollo del proyecto.
- Revisor: Monitorea el avance de la elaboración del paper y de la memoria
- Gerente General – ITConsulting: Conocer el estado de los proyectos de la cartera actual, las actividades de la Gerencia de Proyectos y Recursos, las

nuevas propuestas de mejora y nueva cartera. Monitoreo y control de actividades programadas en el proyecto

- Portafolio Manager: Supervisar, coordinar y controlar los proyectos, y las diferentes actividades que tiene asignadas dentro de su portafolio.
- Jefe del Proyecto: Es el encargado de gestionar el desarrollo del proyecto y los objetivos planificados. Búsqueda, análisis y ejecución de la investigación de temáticas del proyecto.

2.6.4. Plan de Comunicaciones

El documento plan de gestión de comunicaciones tiene como objetivo definir los lineamientos para la comunicación entre el equipo del proyecto de ITCONSULTING, el Cliente y todos los involucrados.

Guías para Reuniones

Todas las reuniones deben seguir las siguientes pautas:

- Al integrarse un nuevo miembro a la reunión los participantes anteriores deberán hacer la presentación respectiva ante los demás asistentes.
- Cada reunión debe tener una agenda que va acorde a los temas de interés, así como también las tareas que no fueron resueltas en reuniones pasadas. Para este caso se deben tener en consideración los entregables a realizar según el EDT.
- Cada punto para tratar en la agenda de las reuniones tiene un nivel de importancia a ser tratado.
- Se planifica un cronograma para cada reunión sin embargo este debe confirmarse vía correo electrónico o comunicación directa con los jefes del proyecto un día antes de la reunión pactada.
- Si es necesario aplazar una reunión se deberá contar con una justificación y establecer un nuevo día en la cual se llevará a cabo la reunión.

- Al finalizar cada reunión se firma las actas en donde queda plasmado los puntos tratados, los acuerdo realizados y las tareas que a realizar con la fecha estimada.
- Las actas de reunión deben ser firmadas al finalizar cada reunión.

2.6.5. Plan de Gestión de Riesgos

Este plan sirve para poder identificar los posibles riesgos que puedan afectar el proyecto en tres aspectos: Tiempo, alcance o recurso. Para nuestro proyecto se identificaron los 5 riesgos potenciales para el proyecto.

#	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Estrategia de mitigación
1	Cancelación de las reuniones con el cliente o profesor gerente	Bajo	Alto	Generar un cronograma de reuniones tanto de manera presencial o virtual.
2	Cambio del alcance del proyecto por necesidades del cliente	Alto	Alto	Mantener constante comunicación tanto con el cliente para que los objetivos del proyecto estén alienados con sus necesidades.
3	Incumplimiento de los entregables por parte del equipo	Medio	Alto	Monitoreo diario del cumplimiento de los plazos de las actividades relacionadas con el

#	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Estrategia de mitigación
				desarrollo del proyecto.
4	Disconformidad de los informes realizados.	Bajo	Alto	El equipo de trabajo realizará reuniones una semana antes de la fecha pactada para verificar el avance del proyecto.
5	Incumplimiento de la corrección de los documentos a cargo del recurso de QS.	Medio	Alto	Se debe realizar el seguimiento de la solicitud de corrección enviada a través de correo electrónico.

Tabla 2: Tabla de riesgos del proyecto

3. CAPITULO 2: LOGRO STUDENT OUTCOMES

En este capítulo se describe y detalla el logro de cada uno de los students outcomes estipulados por ABET. El objetivo principal de este programa establecido por ABET es evidenciar las habilidades, conocimientos y comportamientos que se adquieren en el desarrollo del proyecto Modelo de Aseguramiento de Calidad para los procesos de desarrollo de software en las pymes.

3.1. Student Outcome A:

Propone soluciones a problemas en Ingeniería de Sistemas aplicando principios de matemáticas, ciencias, computación e ingeniería.

Para nuestro proyecto se aplicaron tantos conocimientos matemáticos y de ciencias al igual que conocimientos de computación e ingeniería. Para poder tener una vista macro de los procesos que involucran cada fase de nuestro modelo se usó la notación estándar BPMN mediante un modelador de procesos. De igual manera, para poder identificar las actividades que conlleva cada proceso se tuvo como base las buenas prácticas de los modelos CMMI e ISO 12207. Para medir los procesos también se propuso indicadores definidos en la sección **5.2.3 Fases del Modelo de Aseguramiento de Calidad**. Se realizó una profunda investigación sobre el tema de calidad dando énfasis sobre todo al aseguramiento de calidad. Asimismo, se investigaron las características de los procesos de desarrollo de software para que nuestro modelo pueda ser adaptable a cualquier metodología.

3.2. Student Outcome B:

Diseña y conduce experimentos en base al análisis e interpretación de datos relevantes en la implementación de soluciones de Sistemas de Información.

Para que nuestro modelo pueda ser validado se realizó un experimento dentro de una pyme. Se conformó dos grupos. El primer grupo construía el producto software usando nuestro modelo propuesto mientras que el segundo grupo desarrollaba el software con su proceso actual. Se analizaron los resultados en base a los indicadores propuestos y se pudo interpretar que con nuestro modelo se logró una mejor definición de los requerimientos del usuario, se logra una mayor detección de defectos y se logra desarrollar casos de prueba con logros satisfactorios.

3.3. Student Outcome C:

Diseña sistemas, componentes o procesos para la implementación de un sistema teniendo en cuenta restricciones económicas, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad y otras propias del entorno empresarial.

Nuestro modelo tiene como principal objetivo ser adaptable a las necesidades y características que presentan las pymes desarrolladoras de software. Por tal motivo, se tuvo en cuenta los principales obstáculos que tienen las pequeñas y medianas empresas al intentar implementar un modelo de calidad los cuales son: Tiempo, recursos y dificultad de implementación. Por estas razones nuestro modelo es de fácil implementación debido a que se acopla a los procesos de construcción de software sin importar la metodología que la pyme utilice, no necesita de expertos para poder ser implementado ya que consta de herramientas sencillas como checklist para poder evaluar el estado de los procesos y el tiempo de implementación es de acuerdo con la duración de los proyectos.

3.4. Student Outcome D:

Participa en equipos multidisciplinarios liderando o desarrollando sus tareas eficientemente con profesionales de diferentes especialidades o dominios de aplicación.

Durante la fase de Diseño e Implementación del Modelo, se tuvo una activa participación con los equipos de desarrollo de software con los cuales coordinábamos para poder poner en marcha la implementación del modelo. Nos reuníamos en cada inicio y fin de cada etapa del proceso de desarrollo de software para poder comunicar los resultados y lecciones aprendidas que se obtuvieron en cada fase nuestro modelo. Esto se refleja en las actas de aceptación por parte del líder del proyecto. Además de los colaboradores de la pyme, también se tuvo interacción con los distintos Stakeholders del proyecto, como: Profesor Cliente, Profesor Gerente de ITConsulting, Recurso de IT Service y del Revisor del Paper, quienes han tenido una participación durante la elaboración de los entregables del proyecto, y esto se refleja en las actas de reunión generadas durante el proyecto.

3.5. Student Outcome E:

Identifica, formula y resuelve problemas de negocio o tecnológicos dentro del ciclo de vida de un sistema de Sistemas de Información.

El proyecto se sustenta a partir del problema identificado como se puede ver en la sección **2.3 Planteamiento del Problema**. Este problema fue identificado ya que pocas pymes desarrolladoras de software peruanas cuentan con un modelo de aseguramiento de calidad para la mejora de sus procesos por lo que pocas de estas llegan a sobrevivir dentro del mercado. Como solución se propone un modelo de aseguramiento de calidad para la mejora de los procesos de las pymes desarrolladoras de software del Perú. El modelo propuesto se basa en metodologías, estándares y modelos internacionales de aseguramiento de calidad de procesos de desarrollo de software.

3.6. Student Outcome F:

Propone soluciones a problemas de Ingeniería de Sistemas de Información con responsabilidad profesional y ética.

Para el desarrollo de nuestro proyecto, al tratar un tema muy importante para las empresas, se consultó a varios expertos y se tuvo como asesores a profesionales con experiencia en el tema de investigación. Además, la información otorgada por las empresas como el estado de sus procesos, su flujo y los entregables que se realizan en cada proyecto software fue usada con responsabilidad y total confidencialidad.

3.7. Student Outcome G:

Comunica ideas o resultados de manera oral o escrita con claridad y efectividad a públicos de diferentes especialidades y niveles jerárquicos.

Para la realización del proyecto se llevaron a cabo reuniones tanto con el asesor del proyecto, el cliente y expertos sobre el tema teniendo como evidencia las actas de reuniones y las actas de aceptación por parte de expertos en el tema de calidad. Asimismo, se tuvo diversas reuniones durante el ciclo de estudio con los principales representantes de la escuela de ingeniería para que puedan revisar el

estado del proyecto donde ellos validaban los objetivos realizados. A continuación, se detalla por cada stakeholder la manera en la cual comunicábamos nuestros avances a lo largo del desarrollo del proyecto:

- Comité de Proyectos: Se realizaba una presentación parcial y final en la cual se mostraban los avances relevantes que obteníamos del proyecto.
- Cliente del Proyecto: Se acordó un día de la semana para poder reunirnos de manera presencial para poder planificar las actividades que se desarrollarían durante las semanas.
- Gerente del Proyecto: Se reunía dos veces a la semana de manera presencial para poder evaluar el avance del proyecto. También había una comunicación mediante correos electrónicos.
- Revisor: Con el revisor nos reuníamos cada martes para mostrarle nuestros avances correspondientes al desarrollo del paper.
- Pyme: Se acordó con el líder del proyecto reunirnos una vez a la semana para poder monitorear el avance de la implementación del modelo y discutir los resultados obtenidos hasta el momento

3.8. Student Outcome H:

Identifica el impacto de las soluciones de Ingeniería de Sistemas de Información en el contexto global, económico y del entorno de la sociedad

Nuestro modelo tiene como objetivo principal que las pymes desarrolladoras de software mejoren sus procesos de construcción de software para que de esta manera realicen productos de alta calidad que satisfaga a sus clientes y que de esta manera logren un mejor crecimiento dentro de la industria del software. Al tener una mejor rentabilidad se logra nuevos puestos de empleos mejorando la economía del país.

Nuestro modelo al aplicar buenas prácticas de modelos internacionales logra que su alcance no sea solo a nivel regional sino también a nivel global. Su adaptabilidad a cualquier metodología de desarrollo y que se pueda personalizar hace que su implementación pueda ser más fácil sin incurrir en grandes gastos.

Ayuda a las pymes a profundizar en temas de aseguramiento de calidad logrando tener más experiencia en esta área.

3.9. Student Outcome I:

Actualiza los conocimientos en metodologías, técnicas, herramientas por ser necesarios para mantener la vigencia en el desarrollo de sistemas de Sistemas de Información.

Para poder desarrollar el modelo se tuvo que realizar una profunda investigación en los temas de calidad, mejora de procesos, metodologías de desarrollo de software y modelos o normas internacionales por lo que se usó diversas fuentes de investigación como libros, paper, artículos científicos u otros recursos. Asimismo, se consultó a expertos de calidad para que nos brinden una retroalimentación de nuestro modelo y de esta manera adquirir más conocimientos de profesionales que trabajan netamente en el área de calidad.

3.10. Student Outcome J:

Analiza hechos del mundo contemporáneo identificando el impacto en el desempeño profesional del Ingeniero de Sistemas de Información.

Nuestro proyecto identifica que el principal problema es la necesidad de las Pymes desarrolladoras de software de mejorar la calidad de sus procesos a través de modelos de calidad que encajen a sus necesidades. Las pymes representan el 80% de la industria del software por ende son las principales productoras de software, pero pocas de ellas logran sobrevivir más de 3 años debido a que su software no es de calidad por lo que sus clientes no están satisfechos con los resultados. Esto se debe a que pocas de ellas cuentan con un modelo de calidad dentro de sus procesos de desarrollo de software.

Los modelos existentes son enfocados en grandes empresas por lo que para las pymes su implementación resulta ser dificultosa ya que conlleva a una gran inversión de tiempo, recursos y dinero, factores que para las pymes son limitados. Por estas razones nosotros planteamos como solución un modelo de

aseguramiento de calidad enfocado principalmente en las pymes y sus características y necesidades particulares.

3.11. Student Outcome K:

Utiliza técnicas, herramientas, metodologías, procesos, frameworks, middlewares y lenguajes de programación de última generación necesarios para la práctica de la ingeniería de Sistemas de Información.

Para poder realizar la gestión del proyecto se usó la metodología PMBOOK. De esta manera se logró una mejor organización en cuanto al desarrollo del proyecto respetando las áreas de gestión que propone esta guía. Así mismo para el desarrollo del modelo nos basamos en las buenas prácticas del área de aseguramiento de calidad del CMMI y de proceso de Aseguramiento de Calidad de la ISO 12207. Estas buenas prácticas se analizaron y seleccionaron para ser aplicados dentro de cada fase del modelo y así lograr un exitoso proceso de QA. Para la modelación de los procesos que soporta el modelo, se usó el Bizagi Process Modeler, herramienta que usa la notación BPMN. Mediante esta herramienta pudimos diagramar los procesos de cada fase del modelo y así lograr obtener una mejor visión de las entradas y salidas del proceso. Esto se ve reflejado en el **Capítulo 5** de la presente memoria.

3.12. Student Outcome J - CAC:

Comprende y brinda soporte para el uso, entrega y gestión de sistemas de información dentro de un entorno de sistemas de información.

Este Student Outcome queda evidenciado a través del Plan de continuidad y la cartera de proyectos. Todos estos planes fueron revisados con el profesor cliente para garantizar su calidad.

4. CAPITULO 3: MARCO TEORICO

En este capítulo se define los conceptos básicos necesarios para la comprensión del proyecto. Se detalla los conceptos relacionados a modelos de mejora de calidad para la industria de software.

4.1. Calidad

4.1.1. Definición según ISO:

Según (ISO 9000,2015) la calidad como: “El grado en el que un conjunto de características inherentes a un objeto (producto, servicio. persona, organización, sistema o recurso) cumple con los requisitos”

4.1.2. Definición según IEEE:

La (IEEE,1990) define la calidad como: “El grado en que un sistema, componente o proceso cumple con los requerimientos especificados, y necesidades o expectativas del cliente o usuario “.

4.1.3. Definición según Edward Deming

(Deming,2018) define la calidad como:” Grado de uniformidad y fiabilidad predecible, de bajo coste y adaptado al mercado. En otras palabras, la calidad es todo lo que el consumidor necesita y anhela”

4.1.4. Definición de calidad del software:

4.1.4.1. Definición según la IEE:

La (IEEE,1994) lo define como:” El grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario”.

4.1.4.2. Definición según la Ingeniería del Software de Pressman:

Según (Pressman ,2005) la calidad de software es:” Concordancia del software producido con los requerimientos explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo prefijados y con los requerimientos implícitos no establecidos formalmente, que desea el usuario.”

4.1.4.3. Calidad a nivel de proceso:

La calidad de un software debe de ser considerado en cada etapa del desarrollo del software, por esta razón es necesario llevar a cabo el control y monitoreo de los aspectos de la calidad en cada uno de estas. Si esto no se aplica puede presentarse deficiencias que disminuirá el nivel de calidad que no solo afectaría al proceso sino también al producto final del desarrollo.

4.1.4.4. Calidad a nivel de producto

El propósito es evaluar si se cumplen los criterios del producto final, para poder hacer posible esto, se aplican medidas internas o externas. Debido a este motivo, algunas normas han definido la calidad a nivel de producto en tres clases: interna, externa y en uso (Rodríguez, 2016)

4.2. Aseguramiento de Calidad

4.2.1. Definición según ISO 9000:2000

La (ISO 9000, 2005) lo define como: “Parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de calidad”.

4.2.2. Definición según IEEE

La (IEEE, 2014) lo define como: “Un conjunto de actividades que definen y evalúan la idoneidad del proceso de software para proporcionar evidencia que establezca la confianza de que los procesos de software son apropiados y producen productos de software de calidad adecuada para su destino”.

4.2.3. Importancia del Aseguramiento de Calidad

El aseguramiento de calidad ayuda a que la calidad esté involucrada desde el inicio hasta el fin de la construcción del software, detectando en cada fase errores o debilidades que pueden ser controlados de manera proactiva. De esta manera se ahorra en gastos de replanificación o retrabajos que pueden llegar a ser muy altos para la organización.

4.2.4. Objetivos del Aseguramiento de la Calidad

- Garantizar un nivel aceptable de confianza de que el producto software o los servicios de operación del software se ajustaran a los requerimientos técnicos y funcionales y tendrá la calidad adecuada para el uso previsto.
- Asegurar un nivel aceptable de confianza en que tanto el desarrollo del software como el proceso de operación se ajustaran a los requerimientos de presupuesto y de programación.
- Iniciar y gestionar actividades para la mejora e incremento de la eficiencia del desarrollo de software, operación de software y actividades SQA. Estas actividades lograrán que se cumplan los requisitos funcionales y de gestión

4.3. Control de Calidad

4.3.1. Definición según IEEE:

La (IEEE,1990) define al control de calidad como: “Un conjunto de actividades diseñadas para evaluar la calidad de un producto desarrollado o fabricado. Contraste con la garantía de calidad del software”.

4.3.2. Definición según Pressman:

Según (Pressman,2005): “El control de calidad son las técnicas y actividades utilizadas para satisfacer los requisitos relacionados a la calidad centrada principalmente en dos objetivos: Mantener bajo control un proceso y eliminar las causas de los defectos en las diferentes fases del ciclo de vida”.

4.4. PYMES

4.4.1. Definición según la legislación peruana:

Es una unidad económica constituida por una persona ya sea natural o jurídica, cuyo objetivo es desarrollar actividades de extracción, transformación, producción, comercialización o prestación de servicios. Presentan no más de 250 colaboradores y tienen una facturación moderada.

4.4.2. Clasificación de las Pymes

Las pymes se clasifican en:

- Microempresa: Conformadas con diez o menos trabajadores. Sus ventas anuales son un máximo de 150 UIT.
- Pequeña empresa. Conformada por planillas de menos de 100 trabajadores. Sus ventas anuales son superiores a 150 UIT, pero menores a 1700 UIT
- Mediana empresa. Conformada por planillas de menos de 250 trabajadores. Sus ventas anuales son superiores a 1700 UIT, pero menores a 2300 UIT.

4.4.3. Pymes desarrolladoras de software en el Perú:

De las más de 300 empresas desarrolladoras de software en el Perú el 90% son micro y pequeñas empresas según PROMPERÚ, según este estudio se detalla que el 63% son empresas micro, el 27% pequeñas, 6% medianas y 4% grandes.

La industria del software cuenta con 17 años de existencia donde más de 300 empresas están debidamente formalizadas. Según la Asociación Peruana de Productores de Software la industria cuenta con 3,400 puestos de trabajo calificado constituyéndose en un sector sumamente especializado y con fuerte carga laboral. El 42% corresponde a la categoría de profesionales, un nivel sin precedentes en ninguna otra actividad económica del país, siendo una de las principales fortalezas que tiene precisamente el sector: la calidad de sus cuadros técnicos y profesionales muy reconocidos en el mercado internacional, sumado a los costos remunerativos relativamente más bajos que tiene el programador peruano.

4.5. Modelos para procesos de software

4.5.1. Conceptos Generales:

4.5.1.1. Modelo

Existen distintas definiciones para el concepto de modelo el que más se adecua al tema del proyecto es la que define TOGAF (The Open Group Architecture Framework): “Una representación de un tema de interés. Un modelo proporciona una representación más pequeña, simplificada y/o abstracta del tema que sirve como punto de referencia para imitarlo o reproducirlo”

4.5.1.2. Gestión de proyectos

Según PMI lo define como: “La gestión de proyectos como la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades relacionada a los proyectos con el objetivo de cumplir con las necesidades y expectativas de las partes interesadas”.

4.5.1.3. Nivel de madurez

Según la ISO 15504 los niveles de madurez son un conjunto de procesos agrupados en 6 niveles que ayudan a una organización a mejorar en el desarrollo del software. Los 6 niveles se presentan en la siguiente tabla:

Nivel de Madurez	Descripción
Nivel 0 – Organización inmadura	La organización no tiene una implementación efectiva de los procesos
Nivel 1 - Organización básica	La organización implementa y alcanza los objetivos de los procesos
Nivel 2 - Organización gestionada	La organización gestiona los procesos y los productos de trabajo se establecen, controlan y mantienen

Nivel 3 - Organización establecida	La organización utiliza procesos adaptados basados en estándares
Nivel 4 - Organización predecible	La organización gestiona cuantitativamente los procesos
Nivel 5 - Organización optimizando	La organización mejora continuamente los procesos para cumplir los objetivos de negocio

Tabla 3: Niveles de Madurez ISO 15504

Fuente: ISO 15504

4.5.1.4. Nivel de capacidad:

Según el SEI el nivel de capacidad representa la capacidad de la organización con respecto a un área de proceso. Un nivel de capacidad contiene practicas específicas para un área de proceso para mejorar los procesos de la organización relacionados a esa área de procesos. Los 6 niveles de capacidad se presentan en la siguiente tabla.

Nivel de Madurez	Descripción
Nivel 0 – Incompleto	El proceso no se realiza o se realiza de manera parcial
Nivel 1 - Realizado	La organización implementa y alcanza los objetivos de los procesos
Nivel 2 - Gestionado	La organización gestiona los procesos y los productos de trabajo se establecen, controlan y mantienen

Nivel 3 - Definido	La organización utiliza procesos adaptados basados en estándares
Nivel 4 – Gestionado cuantitativamente	La organización gestiona cuantitativamente los procesos
Nivel 5 - Optimizado	La organización mejora continuamente los procesos para cumplir los objetivos de negocio

Tabla 4: Niveles de Madurez CMMI

Fuente: SEI

4.5.2. Modelos de Procesos

4.5.2.1. CMMI:

El modelo CMMI (Capability Maturity Model Integration) es un modelo de madurez para el desarrollo de productos y servicios. Su enfoque principal es buscar la mejora continua en las empresas mediante la mejora de procesos. CMMI proporciona a las empresas un conjunto de buenas prácticas probados con éxito en otras organizaciones, también te permite identificar los objetivos principales basados en las características propias de la empresa.

CMMI tiene dos representaciones del modelo, una de ellas es a nivel de madurez y la otra a nivel de capacidad. Estas representaciones permiten que la organización pueda buscar diferentes objetivos de mejora. A continuación, se describe cada representación del modelo:

4.5.2.1.1. Representación continua

Este tipo de representación se enfoca principalmente en un área de proceso que la organización quiere mejorar. Da mayor flexibilidad ya que permite el orden de la mejora satisfaga los objetivos de negocio.

4.5.2.1.2. Representación por etapas

Este tipo de representación brinda a la organización un método o trayectoria predefinida y estructurado para la mejora de procesos que se realiza por etapas.

4.5.2.1.3. Áreas de procesos:

Un área de proceso es un grupo de prácticas que pertenecen a un área que satisfacen un grupo de objetivos establecidos. Existen 22 áreas en total los cuales se muestran en la siguiente ilustración:

Área de Proceso	Categoría	Nivel de Madurez
Análisis Causal y Resolución (CAR)	Soporte	5
Gestión de Configuración (CM)	Soporte	2
Análisis de Decisiones y Resolución (DAR)	Soporte	3
Gestión Integrada del Proyecto (IPM)	Gestión de proyectos	3
Medición y Análisis (MA)	Soporte	2
Definición de Procesos de la Organización (OPD)	Gestión de procesos	3
Enfoque en Procesos de la Organización (OPF)	Gestión de procesos	3
Gestión del Rendimiento de la Organización (OPM)	Gestión de procesos	5
Rendimiento de Procesos de la Organización (OPP)	Gestión de procesos	4
Formación en la Organización (OT)	Gestión de procesos	3
Integración del Producto (PI)	Ingeniería	3
Monitorización y Control del Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	2
Planificación del Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	2
Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto (PPQA)	Soporte	2
Gestión Cuantitativa del Proyecto (QPM)	Gestión de proyectos	4
Desarrollo de Requisitos (RD)	Ingeniería	3
Gestión de Requisitos (REQM)	Gestión de proyectos	2
Gestión de Riesgos (RSKM)	Gestión de proyectos	3
Gestión de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Gestión de proyectos	2
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	3
Validación (VAL)	Ingeniería	3
Verificación (VER)	Ingeniería	3

Ilustración 2 : Áreas de proceso del modelo CMMI

Fuente: CMMI ® para Desarrollo

4.5.2.2. NTP - ISO/IEC 12207

Esta norma técnica peruana establece un marco de referencia común para los procesos del ciclo de vida del software. Contiene procesos, actividades y tareas para aplicar durante la adquisición, suministro, desarrollo, operación y mantenimiento de productos de software.

El modelo de referencia es también usado para proveer una base común para diferentes modelos y métodos asegurando que la evaluación sea realizada en un contexto común.

Esta norma consta de cinco procesos principales del ciclo de vida, ocho procesos de apoyo y cuatro procesos organizacionales. Cada proceso está dividido en conjunto de actividades y cada actividad se divide en un conjunto de tareas. A continuación, se detallan los procesos del modelo.

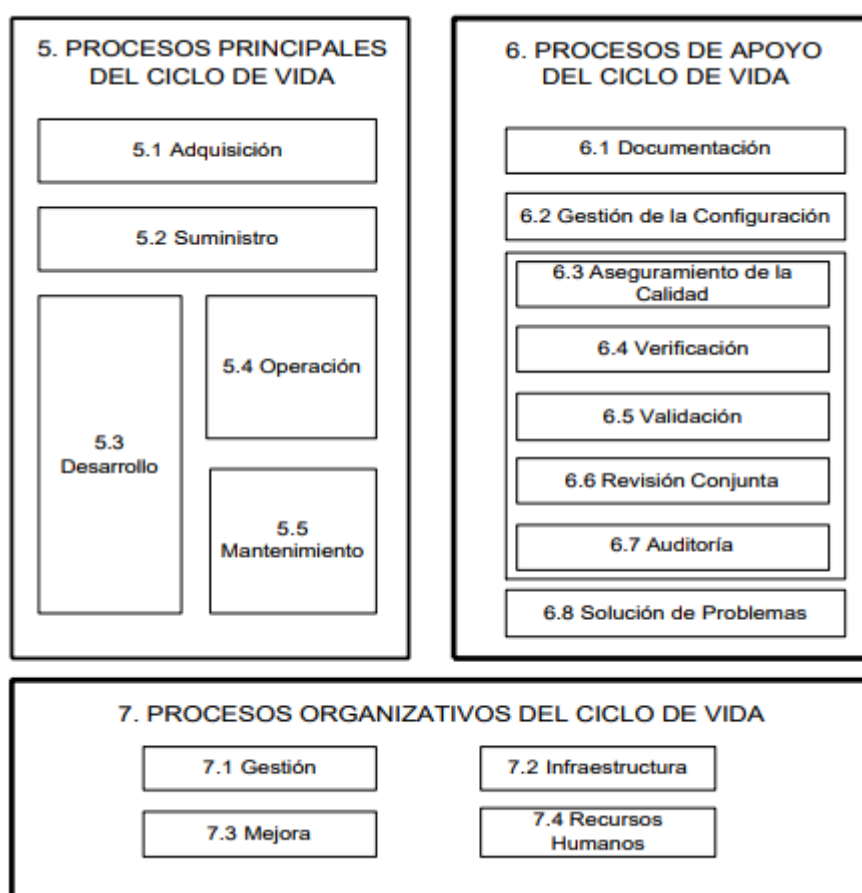


Ilustración 3: Estructura de la NTP-ISO/IEC 12207

Fuente: NTP-ISO/IEC 12207

4.5.2.2.1. Procesos principales del ciclo de vida

Los procesos principales del ciclo de vida son cinco, estos dan servicio a las partes principales durante el ciclo de vida del software. Una parte principal es aquella que lleva a cabo las actividades de desarrollo, adquisición o mantenimiento de los productos de software. Los procesos principales son: Proceso de adquisición, proceso de suministro, proceso de desarrollo, proceso de operación y proceso de mantenimiento.

4.5.2.2.2. Procesos de apoyo del ciclo de vida

Los procesos de soporte del ciclo de vida son ocho. Un proceso de apoyo es el que apoya a otro proceso como parte esencial del mismo, con propósito bien definido y contribuye al éxito y calidad del proyecto de software. Los procesos de apoyo son: Proceso de documentación, proceso de gestión de la configuración, proceso de aseguramiento de calidad, proceso de verificación, proceso de validación, proceso de revisión conjunta, proceso de auditoría y proceso de solución del problema.

4.5.2.2.3. Procesos organizativos del ciclo de vida

Los procesos organizativos del ciclo de vida son cuatro. Se emplean para establecer e implementar una infraestructura constituida por procesos y personal asociado al ciclo de vida. Los procesos organizativos son: Proceso de gestión, proceso de infraestructura, proceso de mejora de proceso y proceso de recursos humanos.

5. CAPITULO 4: DESARROLLO DEL PROYECTO

En este capítulo se describen las actividades llevadas a cabo para la correcta gestión del proyecto tales como actividades, hitos, entregables, fechas, colaboradores, entre otros. Asimismo, se detallan las gestiones realizadas en relación con todo lo planificado del proyecto.

5.1. Análisis de los Modelos de Calidad

Para poder realizar el modelo de investigación se analizaron las buenas prácticas de varios modelos, metodologías y modelos de calidad ya existentes. Para poder hacer una adecuada selección se usó un benchmarking con criterios específicos para la evaluación de cada modelo y poder identificar cual de todos ellos son los más adaptables para nuestro modelo. Cada criterio cuenta con un peso específico y son evaluados con un rango de 1 a 3 donde 1 es no cumple, 2 es cumple parcialmente y el 3 es cumple totalmente.

Criterios	Peso	CMMI DEV	ISO 12207	ISO 90001	Moprosoft	Competisoft
Aplica mejores prácticas de ingeniería de software	30%	3	3	1	3	3
Enfocados para la mejora del proceso de desarrollo de software	30%	3	3	1	3	3
Fueron probados con éxito a nivel internacional	20%	3	3	3	2	2
Aplica prácticas específicas para el Aseguramiento de Calidad	20%	3	3	1	1	1
TOTAL	100%	3	3	1.40	2.40	2.40

Tabla 5: Benchmarking de las prácticas de modelos, estándares y metodologías internacionales

De acuerdo con el resultado del análisis del benchmarking se eligieron CMMI y la ISO 12207. Ambos cuentan con un área específica de Aseguramiento de Calidad, por ejemplo, en el modelo CMMI existe el área de proceso llamado PPQA cuyo objetivo principal es garantizar que los procesos establecidos estén siendo cumplidos en la organización y también poder detectar deficiencias en la forma de trabajar establecida. Esta área cuenta con 21 practicas las que se presentan a continuación:

Practica	ID	Sub-practica
Evaluar objetivamente procesos	P1	Promover un entorno (creado como parte de la gestión de proyectos) que aliente la participación de los empleados para identificar e informar problemas de calidad.
	P2	Establecer y mantener criterios claramente establecidos para las evaluaciones.
	P3	Use los criterios establecidos para evaluar los procesos realizados para cumplir con las descripciones, los estándares y los procedimientos del proceso.
	P4	Identifique cada incumplimiento encontrado durante la evaluación
	P5	Identifique las lecciones aprendidas que podrían mejorar los procesos para futuros productos y servicios.
Evaluar objetivamente los productos y servicios	P6	Evaluar de forma objetiva los productos y servicios de trabajo designados en función de las descripciones, los estándares y los procedimientos del proceso aplicables.
	P7	Establecer y mantener criterios claramente establecidos para la evaluación de productos de trabajo.
	P8	Utilice los criterios establecidos durante las evaluaciones de los productos de trabajo
	P9	Evalúe los productos de trabajo antes de entregarlos al cliente
	P10	Evaluar los productos de trabajo en hitos seleccionados en su desarrollo.
	P11	Realizar evaluaciones en curso o incrementales de los productos y servicios de trabajo contra descripciones, estándares y procedimientos del proceso.

	P12	Identifique cada caso de incumplimiento encontrado durante las evaluaciones.
	P13	Identifique las lecciones aprendidas que podrían mejorar los procesos para futuros productos y servicios
Comunicar y garantizar la resolución de problemas de incumplimiento	P14	Resuelva cada incumplimiento con los miembros apropiados del equipo siempre que sea posible
	P15	Documentar los problemas de incumplimiento cuando no se pueden resolver dentro del proyecto.
	P16	Escalar los problemas de incumplimiento que no se pueden resolver dentro del proyecto al nivel apropiado de la gerencia designado para recibir y actuar en caso de problemas de incumplimiento
	P17	Analice los problemas de incumplimiento para ver si hay tendencias de calidad que puedan identificarse y abordarse
	P18	Asegurar que las partes interesadas relevantes estén al tanto de los resultados de las evaluaciones y las tendencias de calidad de manera oportuna.
	P19	Revise periódicamente las cuestiones y tendencias abiertas de incumplimiento con el administrador designado para recibir y actuar sobre los problemas de incumplimiento.
Establecer registros	P20	Registre las actividades de aseguramiento de la calidad del proceso y del producto con suficiente detalle para conocer el estado y los resultados.
	P21	Revisar el estado y el historial de las actividades de garantía de calidad según sea necesario

Tabla 6 : Practicas del área de PPQA de CMMI

En cuanto a la ISO 12207, esta cuenta dentro de los procesos de soporte un proceso específico para el aseguramiento de calidad. Este consta de 15 practicas, las cuales se presentan a continuación en la siguiente tabla.:

Practica	ID	Sub-practica
Implementación del proceso	P1	Los objetivos del proceso de aseguramiento de la calidad deberán asegurar que los productos software y los procesos empleados para proporcionar dichos productos software cumplen con sus requerimientos establecidos y se adhieren a sus planes establecidos.
	P2	Conviene que el proceso de aseguramiento de la calidad se coordine con los procesos relacionados de verificación, validación, revisión conjunta y auditoría.
	P3	Se deberá preparar, documentar, implementar y mantener durante la vida del contrato un plan para llevar a cabo las actividades y tareas del proceso de aseguramiento de la calidad.
	P4	Se deberán ejecutar las actividades y tareas de aseguramiento de la calidad en curso y planificadas. Cuando se detecten problemas o no conformidades con los requerimientos del contrato, se deberán documentar y éstos servirán como entrada al proceso de solución de problemas. Se deberán preparar y mantener registros de estas actividades y tareas, de su ejecución, de los problemas y de las soluciones
	P5	Se deberá poner a disposición del adquiriente los registros de las actividades y tareas de aseguramiento de la calidad, tal como se especifique en el contrato.
	P6	Se deberá asegurar que las personas responsables de asegurar el cumplimiento de los requerimientos del contrato tienen la libertad, desde el punto de vista organizativo, recursos y autoridad, necesaria para permitir evaluaciones objetivas y para iniciar, efectuar, solucionar y verificar las soluciones a los problemas.
Aseguramiento del producto	P7	Se deberá asegurar que todos los planes requeridos por el contrato se documenten, cumplan con el contrato, son mutuamente consistentes y se ejecuten tal como se requieres
	P8	Se deberá asegurar que los productos software y la documentación relacionada cumplen con el contrato y se adhieren a los planes.
	P9	Durante la preparación para la entrega de los productos software, se deberá asegurar que se han satisfecho completamente los requerimientos contractuales y que son aceptables para el adquiriente

Aseguramiento del proceso	P10	Se deberá asegurar que aquellos procesos del ciclo de vida del software (suministro, desarrollo, operación, mantenimiento y procesos de apoyo incluyendo el aseguramiento de la calidad) empleados para el proyecto, cumplen con el contrato y se adhieren a los planes.
	P11	Se deberá asegurar que las prácticas internas de ingeniería software, entorno de desarrollo, entorno de pruebas y librerías cumplen con el contrato.
	P12	Se deberá asegurar que los requerimientos aplicables del contratista principal se transfieren al subcontratista y que los productos software del subcontratista satisfacen los requerimientos del contratista principal.
	P13	Se deberá asegurar que se proporciona al adquiriente y a otras partes el soporte y la cooperación requerida de acuerdo con el contrato, negociaciones y planes.
	P14	Se deberá asegurar que las mediciones del producto software y del proceso software están de acuerdo con las normas y procedimientos establecidos.
	P15	Se deberá asegurar que el personal asignado tiene la habilidad y los conocimientos necesarios para cumplir los requerimientos del proyecto y recibe la formación necesaria.

Tabla 7: Prácticas de la ISO 12207

De todas las prácticas tanto del CMMI como de la ISO 12207 se seleccionaron las prácticas enfocadas al proceso. De estas prácticas que quedaban se excluyeron algunas prácticas en común que existían tanto en el modelo CMMI como la ISO conservando solo uno de ellos. Del mismo modo algunas de estas se dividieron para que pueda ser aplicado en las diferentes fases de nuestro modelo. A continuación, se presentan las 19 prácticas seleccionadas:

Prácticas	ID	Sub- prácticas
Evaluar objetivamente los procesos (CMMI)	P1	Promover un entorno que aliente la participación de los empleados en la identificación y notificación de problemas de calidad
	P2	Establecer y mantener criterios claramente establecidos para las evaluaciones
	P3	Use los criterios establecidos para evaluar los procesos realizados para cumplir con las descripciones, los estándares y los procedimientos del proceso
	P4	Identifique cada incumplimiento encontrado durante la evaluación
	P5	Identifique las lecciones aprendidas que podrían mejorar los procesos para futuros productos y servicios
	P6	Seleccionar los productos de trabajo que serán evaluados, basado en criterios para selección en muestreo
Comunicarse y garantizar la resolución de problemas de incumplimiento (CMMI)	P7	Resuelva cada incumplimiento con los miembros apropiados del personal siempre que sea posible
	P8	Documentar problemas de incumplimiento cuando no se pueden resolver dentro del proyecto

	P9	Escalar los problemas de incumplimiento que no se pueden resolver dentro del proyecto al nivel apropiado de administración designado para recibir y actuar en caso de problemas de incumplimiento
	P10	Analice los problemas de incumplimiento para ver si hay tendencias de calidad que puedan identificarse y abordarse
	P11	Asegurar que las partes interesadas relevantes estén al tanto de los resultados de las evaluaciones y las tendencias de calidad de manera oportuna
	P12	Revise periódicamente las cuestiones y tendencias abiertas de incumplimiento con el administrador designado para recibir y actuar en caso de problemas de incumplimiento
	P13	Rastree los problemas de incumplimiento hasta la resolución
Establecer registros (CMMI)	P14	Registre las actividades de aseguramiento de la calidad del proceso y del producto con suficiente detalle como para conocer el estado y los resultados
	P15	Revisar el estado y el historial de las actividades de garantía de calidad, según sea necesario
Implementación del Proceso (ISO 12207)	P16	Se deberá asegurar que el personal asignado tiene la habilidad y los conocimientos necesarios para cumplir los requerimientos del proyecto y recibe la formación necesaria

	P17	Se recomienda preparar, documentar, implementar y mantener un plan para llevar a cabo las actividades y tareas del proceso de aseguramiento de calidad
	P18	Se debe definir un cronograma de ejecución del plan de aseguramiento de calidad
	P19	Cuando se encuentren problemas en la calidad, estas se deberán documentar y ser atendidos por el proceso de solución de problemas

Tabla 8: Tabla de prácticas seleccionadas de CMMI y la ISO 12207

5.2. Modelo de Aseguramiento de Calidad

5.2.1. Modelo MACPSP

El modelo MACPSP (Modelo de Aseguramiento de calidad en el Procesos de Desarrollo de Software para Pyme) tiene por objetivo mejorar la calidad del desarrollo del software en el proceso para una Pyme, considera las fases del ciclo de Deming para la mejora continua y una fase de cierre que se aplican en las tres etapas de desarrollo de software (análisis y diseño, construcción, y pruebas), y para cada fase, se aplican las mejores prácticas de calidad de los modelos CMMI y la ISO 12207 adecuadas para las Pymes. El modelo consta de 4 fases:

- Planificación del Aseguramiento de Calidad: Esta fase tiene como propósito el establecer los objetivos y la estrategia de evaluación de calidad del proceso de aseguramiento de calidad que se llevara durante todo el proceso de software.
- Ejecución del Aseguramiento de Calidad: Tiene como propósito la elaboración de las actividades planificadas para el aseguramiento de calidad.
- Monitoreo y Control de no conformidades: En esta fase el principal objetivo es supervisar las no conformidades encontradas y su seguimiento hasta el cierre de estas.

- Cierre: Su principal objetivo es brindar al equipo de desarrollo los resultados y evidencias del desarrollo del proceso de aseguramiento de calidad



Ilustración 4: Modelo MACPSP

MACPSP se aplica a todo el ciclo de desarrollo de software (análisis y diseño, construcción y pruebas). Al culminar todo el ciclo del Modelo MACPSP se obtiene un informe de aseguramiento de calidad del proceso en la cual se detalla los resultados obtenidos por cada etapa del desarrollo del software, las oportunidades de mejora y las lecciones aprendidas.

En contraste de los modelos revisados en el estado del arte, MACPSP contiene indicadores para cada etapa de desarrollo de software con el fin de que las pymes puedan tener una mejor visibilidad del estado de sus procesos, y dado su simplicidad no requiere de expertos en calidad para su implementación en las Pymes. Además, su estructura es independiente del método de desarrollo ágil que se use, propone roles y guía a las empresas sobre las actividades que deberían seguir para poder mejorar su proceso.

5.2.1.1. Roles y Responsabilidades

Para la realización del proceso QA, se han considerado los siguientes roles básicos. A continuación, en la tabla 9 se muestran los roles y sus responsabilidades.

ROL DEL PROCESO	RESPONSABILIDAD
Líder de calidad	Garantiza y toma acciones correctivas para el levantamiento de las observaciones encontradas durante el aseguramiento de calidad.
Analista de calidad de proceso	Encargado de realizar el aseguramiento de calidad de proceso, informar las no conformidades encontradas y hacer seguimiento al cierre de las no conformidades encontradas
Revisado de QA	Encargado de elaborar y proporcionar los entregables para el aseguramiento de calidad y levantar las no conformidades encontradas

Tabla 9: Lista de roles y responsabilidades del modelo

5.2.1.2. Fases del modelo MACPSP

5.2.1.2.1. Planificación del aseguramiento de calidad

En esta fase se establece los objetivos que se obtendrán con el proceso de aseguramiento de calidad. Se desarrolla una estrategia de evaluación de la calidad que es revisada por el Líder de Calidad, para después convocar a una reunión con el equipo de desarrollo y explicar el proceso de evaluación. Después, se identifica los entregables que se revisarán dentro de la etapa de desarrollo del producto y se elaboran los checklist para la evaluación de cada etapa del desarrollo de software. Como entradas para esta fase se tiene el Project charter y cronograma del proyecto, realizando una serie de actividades dan como resultado el plan y cronograma de PPQA, una matriz de entregables y el checklist para la evaluación de cada etapa del desarrollo de software. A continuación, en la tabla 10, se muestra las actividades y

practicar por cada etapa del desarrollo de software, el ID de las practicas se especifican en la tabla 8.

Etapa de Desarrollo	Actividades	Practicar
Análisis y Diseño	Realizar el Plan de PPQA	P17, P16
	Realiza el cronograma de ejecución del Plan de PPQA	P18
	Elegir entregables a ser evaluados y agregarlos a la matriz de entregables	P6
	Elaboración de los checklist para la fase de Análisis y Diseño	P2
Construcción	Actualización del plan de PPQA	P17, P16
	Se actualiza el cronograma de plan de PPQA de acuerdo con el cronograma actualizado del proyecto	P18
	Se define los entregables que se serán evaluados en esta fase y se	P6

	actualiza la matriz de entregables	
	Se elaboran los checklist para la fase de Construcción	P2
Pruebas	Actualización del plan de PPQA	P17, P16
	Se actualiza el cronograma de plan de PPQA, de acuerdo con el cronograma actualizado del proyecto	P18
	Se define los entregables que se serán evaluados en esta fase y se actualiza la matriz de entregables	P6

Tabla 10: Actividades de la fase de Planificación del Aseguramiento de Calidad

Para la elaboración de los checklist, se definieron atributos de calidad para cada fase del desarrollo de software para que los entregables sean evaluados bajo estos parámetros. A continuación, se muestra, en la tabla 9, los atributos a evaluar en cada fase del ciclo de desarrollo del software, que fueron obtenidos de (Rafique et al., 2012).

Etapa del ciclo de desarrollo	Atributos de Calidad
Análisis y Diseño	Exactitud, credibilidad, precisión, trazable, consistente, entendible
Construcción	Accesible, eficiencia, confiable, recuperable, consistente
Pruebas	Confiable, eficiencia, preciso, recuperable

Tabla 11: Atributos de calidad por etapa de desarrollo de software

5.2.1.2.2. Ejecución del aseguramiento de calidad

En esta fase se da inicio al proceso de aseguramiento de calidad de acuerdo con el cronograma de PPQA establecida en la fase anterior. Se solicita los entregables acordados al equipo de desarrollo para empezar con la revisión. Al verificar que los entregables estén de acuerdo con la matriz definida en la planificación, el equipo, utilizando los artefactos

provistos, identifica y documenta las desviaciones, los problemas de incumplimiento y las mejores prácticas, con base en la información en la lista de verificación apropiada. Durante la reunión de evaluación de calidad, el líder de la calidad documenta todos los problemas, deficiencias y mejores prácticas identificadas. También, se asigna una calificación para la evaluación de calidad del proceso. Esta calificación se basa en el número de hallazgos de

incumplimiento con base en la lista de verificación utilizada para la revisión.

Como entradas para esta fase se tiene el plan de PPQA, la matriz de entregables, el cronograma de ejecución y los checklist para cada etapa del desarrollo y como salidas se tiene la matriz actualizada, el cronograma de PPQA actualizado, el checklist completado y el documento de evidencias de no conformidades. A continuación, en la tabla 12, se muestra las actividades y practicas por cada etapa del desarrollo de software.

Etapa de Desarrollo	Actividades	Practicas
Análisis y Diseño	Se realiza la respectiva revisión mediante el checklist	P3, P20
	Se registran las evidencias obtenidas	P4, P8
	Se comunica las no conformidades encontradas	P11
Construcción	Se realiza la respectiva revisión mediante el checklist para la fase de Construcción	P3, P20
	Se registran las evidencias obtenidas durante la revisión	P4, P8
	Se comunica al equipo de desarrollo las no conformidades encontradas	P11

Pruebas	Se realiza la respectiva revisión mediante el checklist para la fase de Pruebas	P3, P20
	Se registran las evidencias obtenidas durante la revisión de Pruebas	P4, P8
	Se comunica al equipo de desarrollo las no conformidades encontradas	P11

Tabla 12: Actividades de la fase de ejecución del aseguramiento de calidad

5.2.1.2.3. Monitoreo y Control de no conformidades

Al culminar la fase de ejecución, se da al equipo de desarrollo un informe de los hallazgos presentados brindándoles un tiempo prudencial para poder resolverlos. El equipo de calidad se encarga de realizar un seguimiento de todos los elementos de acción abiertos identificados anteriormente. El revisor de QA se pone en contacto con el líder del equipo en intervalos acordados para verificar el estado de cualquier elemento de acción abierta.

Como entrada para esta fase se tiene el documento de evidencias de no conformidades de cada fase de la etapa de desarrollo de software y como salidas se obtiene el resultado de los indicadores por cada etapa del desarrollo. A continuación, en la tabla 13, se muestra actividades y prácticas de la fase de monitoreo y control de no conformidades por cada etapa del ciclo de desarrollo de software.

Indicadores: Con el fin de medir la calidad del proceso se ha considerado los indicadores de (Revista Vinculando, 2010): Estabilidad de requerimientos, Especificación de requerimientos, Grado de validación de requerimientos, Métrica de éxito, Cobertura de pruebas, Madurez de pruebas y Densidad de defectos.

Etapas de Desarrollo	Actividades	Prácticas
Análisis y Diseño	Monitorear las no conformidades y no cumplimientos mediante la gestión de no conformidades	P9, P12, P13, P15
	Se comunica los incumplimientos y no conformidades a los analistas dando un plazo para su resolución	P7, P19
	Se mide el estado de los procesos de la fase de análisis y diseño, según las métricas propuestas	P10
	Se registran los resultados de los indicadores establecidos para la fase	P14
Construcción	Se revisa que las no conformidades que aún siguen abiertas	P9, P12, P13, P15

	mediante la gestión de no conformidades	
	Se comunica los incumplimientos y no conformidades a los analistas dando un plazo para su resolución	P7, P19
	Se mide el estado de los procesos de la fase de análisis y diseño según las métricas propuestas	P10
	Se registran los resultados de los indicadores establecidos para la fase	P14
Pruebas	Se revisa que las no conformidades que aún siguen abiertas mediante la gestión de no conformidades	P9, P12, P13, P15
	Se comunica los incumplimientos y no conformidades a los analistas dando un plazo para su resolución	P7, P19

	Se mide el estado de los procesos de la fase de análisis y diseño, según las métricas propuestas	P10
	Se registran los resultados de los indicadores establecidos para la fase	P14

Tabla 13: Actividades de la fase de Monitoreo y Control de no conformidades del aseguramiento de calidad

5.2.1.2.4. Cierre

Durante la fase del cierre se presenta las evidencias y resultados del proceso de QA al equipo de desarrollo. Esta fase recibe documento de evidencias de no conformidades, el plan de PPQA, los resultados de los indicadores, la matriz de entregables actualizado, y el cronograma de ejecución del plan; se realizan un conjunto de actividades conforme a las prácticas; y, finalmente se realiza el acta de cierre del proceso, y documento de lecciones aprendidas del proceso de planificación de Análisis y Diseño.

Etapas de Desarrollo	Actividades	Practicas
Análisis y Diseño	Se revisa los resultados de los indicadores para identificar las oportunidades de	P5

	mejora y se registra las lecciones aprendidas	
	Se actualiza el cronograma de ejecución del plan de PPQA y el plan de PPQA	P18
	Comunicar los resultados al equipo de desarrollo y demás interesados	P11
Construcción	Se revisa los resultados de los indicadores para identificar las oportunidades de mejora y registra las lecciones aprendidas	P5
	Se actualiza el cronograma de ejecución del plan de PPQA y el plan de PPQA	P18
	Comunicar los resultados al equipo de desarrollo y demás interesados	P11

Pruebas	Se revisa los resultados de los indicadores para identificar las oportunidades de mejora y registra las lecciones aprendidas	P5
	Se actualiza el cronograma de ejecución del plan de PPQA y el plan de PPQA	P18
	Comunicar los resultados al equipo de desarrollo y demás interesados	P11

Tabla 14: Actividades de la fase de Cierre del aseguramiento de calidad

5.2.1.3. Diseño y Caracterización del Modelo MACPSP

A continuación, se muestra una visión macro y micro de los procesos que conllevan nuestro modelo dentro del ciclo de desarrollo de un software.

5.2.1.3.1. Procesos de la fase de Planificación del Aseguramiento de la calidad dentro del ciclo de desarrollo de software

5.2.1.3.1.1. Análisis y diseño

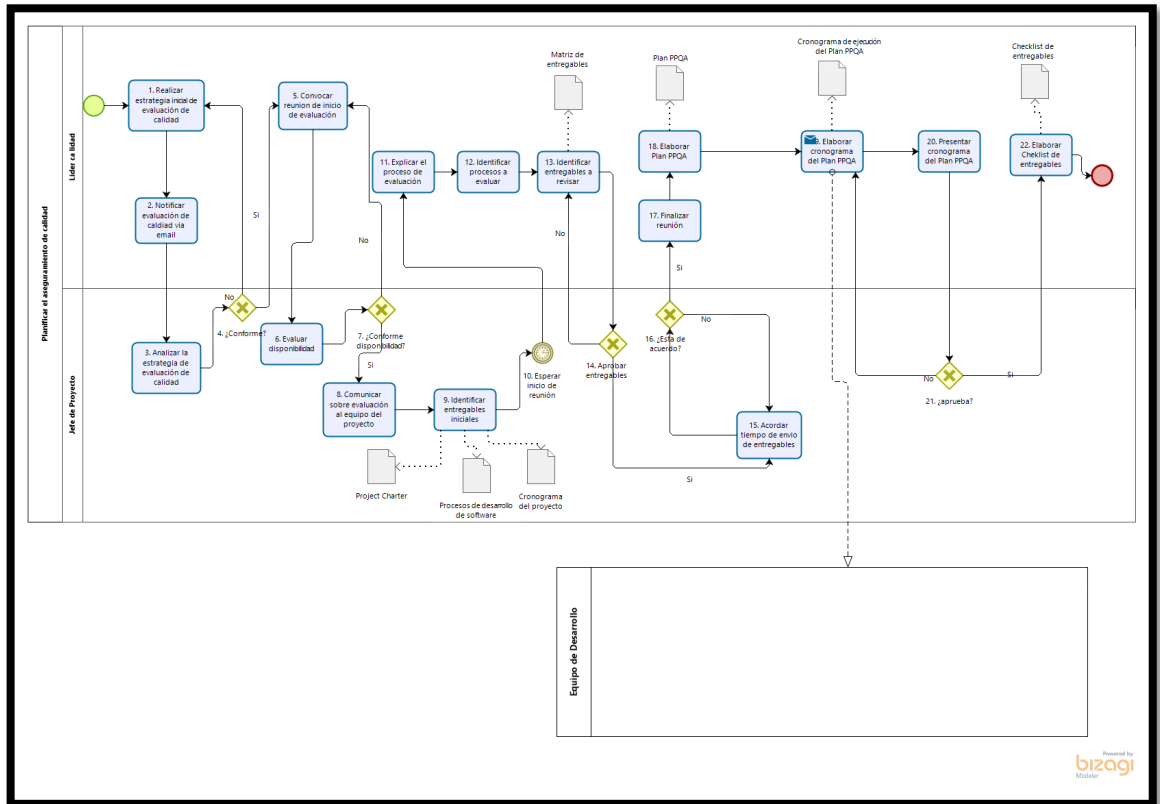


Ilustración 5: Fase Planificación del Aseguramiento de calidad dentro de la etapa de Análisis y diseño del software

Nº	Entrada	Actividad	Salida	Descripción	Responsable
-		Inicio			Líder de calidad
1	- Tamaño de los proyectos -Tamaño del equipo.	Realizar estrategia inicial de evaluación de calidad	-Estrategia inicial de evaluación de calidad	Se realiza la estrategia de calidad de acuerdo con las características de los proyectos.	Líder de calidad

2	Lista de miembros del equipo	Notificar evaluación de calidad vía email	Email	Se notificará vía email la evaluación de calidad a todos los involucrados en el proyecto.	Jefe del Proyecto
3	Estrategia inicial de evaluación de calidad	Analizar la estrategia de evaluación de calidad	Evaluación de la estrategia inicial de evaluación de calidad	El jefe del proyecto evalúa la estrategia	Jefe del Proyecto
4	Evaluación de la estrategia inicial de evaluación de calidad	¿Conforme?	Retorna la propuesta de estrategia del Líder de Calidad	El jefe de proyecto evalúa si la estrategia es la adecuada o no.	Jefe del Proyecto
			Estrategia de evaluación aceptada		
5	Lista de miembros del equipo	Convocar reunión de inicio de evaluación	Notificación de reunión vía email.	Se convoca a reunión para poder iniciar la evaluación	Líder de calidad
6	Notificación de reunión vía email.	Evaluar disponibilidad	Respuesta de los integrantes	Se evalúa la disponibilidad de cada	Jefe del Proyecto

			del miembro del equipo	miembro del proyecto	
7	Respuesta de los integrantes del miembro del equipo	¿Conforme disponibilidad?	Reprogramación de la reunión	De acuerdo con las respuestas del miembro del equipo se evalúa la disponibilidad de los integrantes	Jefe del Proyecto
			Se establece la reunión		
8	Lista de miembros del equipo del proyecto	Comunicar sobre evaluación al equipo del proyecto	Notificación de evaluación	Se comunica al equipo el inicio de la evaluación.	Jefe del Proyecto
9	-Documento del proceso de desarrollo de software -Documento de visión del proyecto -Project chárter del proyecto	Enviar entregables iniciales al líder de calidad	Correo adjunto con los entregables iniciales.	El jefe de proyecto envía a documentos iniciales del proyecto al Líder de calidad	Jefe del Proyecto
10	Solicitud de reunión enviada	Esperar inicio de reunión		Se espera al día y hora establecida para	Jefe del Proyecto

				iniciar la reunión	
11	Documento del proceso de evaluación	Explicar el proceso de evaluación		Se da a conocer el proceso de evaluación enfatizando los artefactos necesarios para su realización.	Líder de calidad
12	Documento del proceso de desarrollo de software	Identificar procesos a evaluar	Documento con los procesos identificados	La líder de calidad identifica que proceso del desarrollo de software serán evaluados	Líder de calidad
13	-Documento con los procesos identificados -Matriz de entregables identificados	Identificar entregables a revisar	Matriz de Entregables identificados actualizado	El líder de calidad identifica los entregables a revisar según los procesos identificados a evaluar.	Líder de calidad
14	Matriz de Entregables	Aprobar entregables	Matriz de Entregables identificados	El jefe de proyecto evalúa la matriz de	Jefe del Proyecto

	identificados actualizado		actualizado aceptado	entregables que se revisarán durante el proceso de desarrollo de software	
			Matriz de Entregables identificados actualizado rechazado		
15	Cronograma del proyecto	Acordar tiempo de envío de entregables	Cronograma para el envío de los entregables	Se acuerda los plazos para poder enviar los entregables según el cronograma del proyecto.	Jefe del Proyecto
16	Cronograma para el envío de los entregables	¿Está de acuerdo?	Cronograma para el envío de entregables aceptado	Se aprueba o no los tiempos acordados para los envíos de entregables por parte del equipo del proyecto.	Jefe del Proyecto
			Cronograma para el envío de entregables rechazado		
17	Plantilla de acta reunión	Finalizar reunión	Acta de reunión actualizada	Se da fin a la reunión	Líder de calidad

18	<p>-Matriz de Entregables identificados</p> <p>-Documento con los procesos identificados</p> <p>-Cronograma del proyecto</p>	Elaborar Plan de PQQA	Plan de PPQA	Se desarrolla el plan de PPQA	Líder de calidad
19	Plan de PPQA	Elaborar cronograma de plan de PPQA	Cronograma de PPQA	Se elabora el cronograma de PPQA de acuerdo al plan de PPQA	Líder de calidad
20	Cronograma de PPQA	Presentar cronograma de plan de PPQA	Cronograma de PPQA revisado	Se presenta el cronograma de PPQA al equipo del proyecto	Líder de calidad
21	Cronograma de PPQA revisado	¿Aprueba?	Cronograma de PPQA aprobado	El jefe de proyecto revisa el cronograma de PPQA	Jefe del Proyecto
			Cronograma de PPQA rechazado		

22	<p>-Plan PPQA</p> <p>- Cronograma de PPQA aprobado</p> <p>-Plantilla de Entregables del proceso del desarrollo de software</p>	<p>Elaborar checklist de preguntas</p>	<p>-Plantilla del Checklist de revisión de entregables de desarrollo de software</p> <p>- Cronograma de ejecución del Plan PPQA actualizado</p>	<p>Con el banco de preguntas se realizan los checklist para la fase de planificación</p>	<p>Líder de calidad</p>
----	--	--	---	--	-------------------------

Tabla 15: Caracterización de la fase de Planificación del Aseguramiento de Calidad dentro de la etapa de Análisis y diseño

5.2.1.3.1.2. Construcción

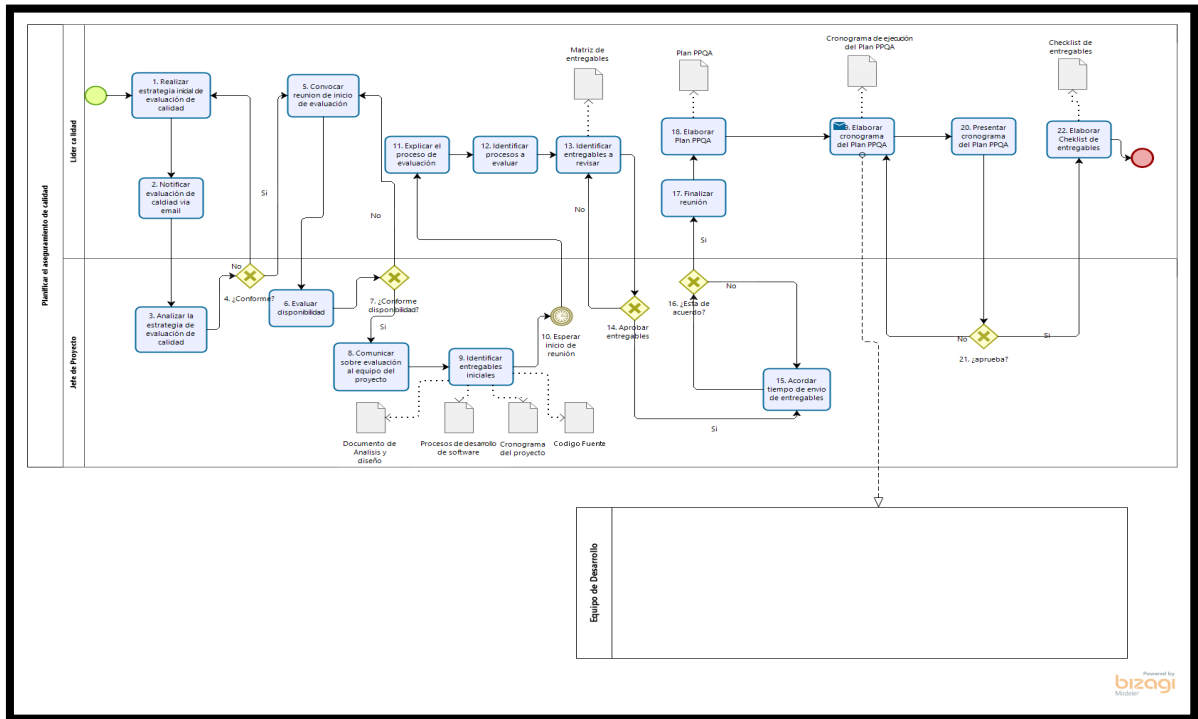


Ilustración 6: Fase Planificación del Aseguramiento de calidad dentro de la etapa de Construcción del software

Nº	Entrada	Actividad	Salida	Descripción	Responsable
-		Inicio			Líder de calidad
1	-Tamaño de los proyectos -Tamaño del equipo.	Realizar estrategia inicial de evaluación de calidad	Estrategia inicial de evaluación de calidad	Se realiza la estrategia de calidad de acuerdo con las características de los proyectos.	Líder de calidad

2	Lista de miembros del equipo	Notificar evaluación de calidad vía email	Email	Se notificará vía email la evaluación de calidad a todos los involucrado en el proyecto.	Jefe del Proyecto
3	Estrategia inicial de evaluación de calidad	Analizar la estrategia de evaluación de calidad	Evaluación de la estrategia inicial de evaluación de calidad	El jefe del proyecto evalúa la estrategia	Jefe del Proyecto
4	Evaluación de la estrategia inicial de evaluación de calidad	¿Conforme?	Retorna la propuesta de estrategia del Líder de Calidad	El jefe de proyecto evalúa si la estrategia es la adecuada o no.	Jefe del Proyecto
			Estrategia de evaluación aceptada		
5	Lista de miembros del equipo	Convocar reunión de inicio de evaluación	Notificación de reunión vía email.	Se convoca a reunión para poder iniciar la evaluación	Líder de calidad
6	Notificación de reunión vía email.	Evaluar disponibilidad	Respuesta de los integrantes del miembro del equipo	Se evalúa la disponibilidad de cada miembro del proyecto	Jefe del Proyecto

7	Respuesta de los integrantes del miembro del equipo	¿Conforme disponibilidad?	Reprogramación de la reunión	De acuerdo con las respuestas del miembro del equipo se evalúa la disponibilidad de los integrantes	Jefe del Proyecto
			Se establece la reunión		
8	Lista de miembros del equipo del proyecto	Comunicar sobre evaluación al equipo del proyecto	Notificación de evaluación	Se comunica al equipo el inicio de la evaluación.	Jefe del Proyecto
9	<p>-Documento de Análisis y Diseño</p> <p>-Proceso de desarrollo de software de la fase de Construcción</p> <p>-Cronograma del proyecto</p> <p>-Código Fuente</p>	Enviar entregables iniciales al líder de calidad	Correo adjunto con los entregables iniciales.	El jefe de proyecto envía a documentos iniciales del proyecto al Líder de calidad	Jefe del Proyecto
10	Solicitud de reunión enviada	Esperar inicio de reunión		Se espera al día y hora establecida para dar inicio a la reunión	Jefe del Proyecto

11	Documento del proceso de evaluación	Explicar el proceso de evaluación		Se da a conocer el proceso de evaluación enfatizando los artefactos necesarios para su realización.	Líder de calidad
12	Documento del proceso de desarrollo de software	Identificar procesos a evaluar	Documento con los procesos identificados	La líder de calidad identifica que proceso del desarrollo de software serán evaluados	Líder de calidad
13	-Documento con los procesos identificados -Matriz de entregables identificados	Identificar entregables a revisar	Matriz de Entregables identificados actualizado	El líder de calidad identifica los entregables a revisar según los procesos identificados a evaluar.	Líder de calidad
14	Matriz de Entregables identificados actualizado	Aprobar entregables	Matriz de Entregables identificados actualizado aceptado Matriz de Entregables	El jefe de proyecto evalúa la matriz de entregables que se revisarán durante el proceso de desarrollo de software	Jefe del Proyecto

			identificados actualizado rechazado		
15	Cronograma del proyecto	Acordar tiempo de envío de entregables	Cronograma para el envío de los entregables	Se acuerda los plazos para poder enviar los entregables según el cronograma del proyecto.	Jefe del Proyecto
16	Cronograma para el envío de los entregables	¿Está de acuerdo?	Cronograma para el envío de entregables aceptado	Se aprueba o no los tiempos acordados para los envíos de entregables por parte del equipo del proyecto.	Jefe del Proyecto
			Cronograma para el envío de entregables rechazado		
17	Plantilla de acta reunión	Finalizar reunión	Acta de reunión actualizada	Se da fin a la reunión	Líder de calidad
18	-Matriz de Entregables identificados -Documento con los	Elaborar Plan de PQQA	Plan de PPQA	Se desarrolla el plan de PPQA	Líder de calidad

	procesos identificados -Cronograma del proyecto				
19	Plan de PPQA fase de construcción	Elaborar cronograma de plan de PPQA	Cronograma de PPQA fase de construcción	Se elabora el cronograma de PPQA de acuerdo con el plan de PPQA	Líder de calidad
20	Cronograma de PPQA fase de construcción	Presentar cronograma de plan de PPQA	Cronograma de PPQA revisado de la fase de construcción	Se presenta el cronograma de PPQA al equipo del proyecto	Líder de calidad
21	Cronograma de PPQA fase de construcción revisado	¿Aprueba?	Cronograma de PPQA de la fase de construcción aprobado Cronograma de PPQA de la fase de construcción rechazado	El jefe de proyecto revisa el cronograma de PPQA	Jefe del Proyecto

22	-Plan PPQA - Cronograma de PPQA aprobado -Plantilla de Entregables del proceso del desarrollo de software	Elaborar checklist de preguntas	-Plantilla del Checklist de revisión de entregables de desarrollo de software - Cronograma de ejecución del Plan PPQA actualizado	Con el banco de preguntas se realizan los checklist para la fase de planificación	Líder de calidad
----	---	---------------------------------	--	---	------------------

Tabla 16:Caracterización de la fase de Planificación del Aseguramiento de Calidad dentro de la etapa Construcción

5.2.1.3.1.3. Pruebas

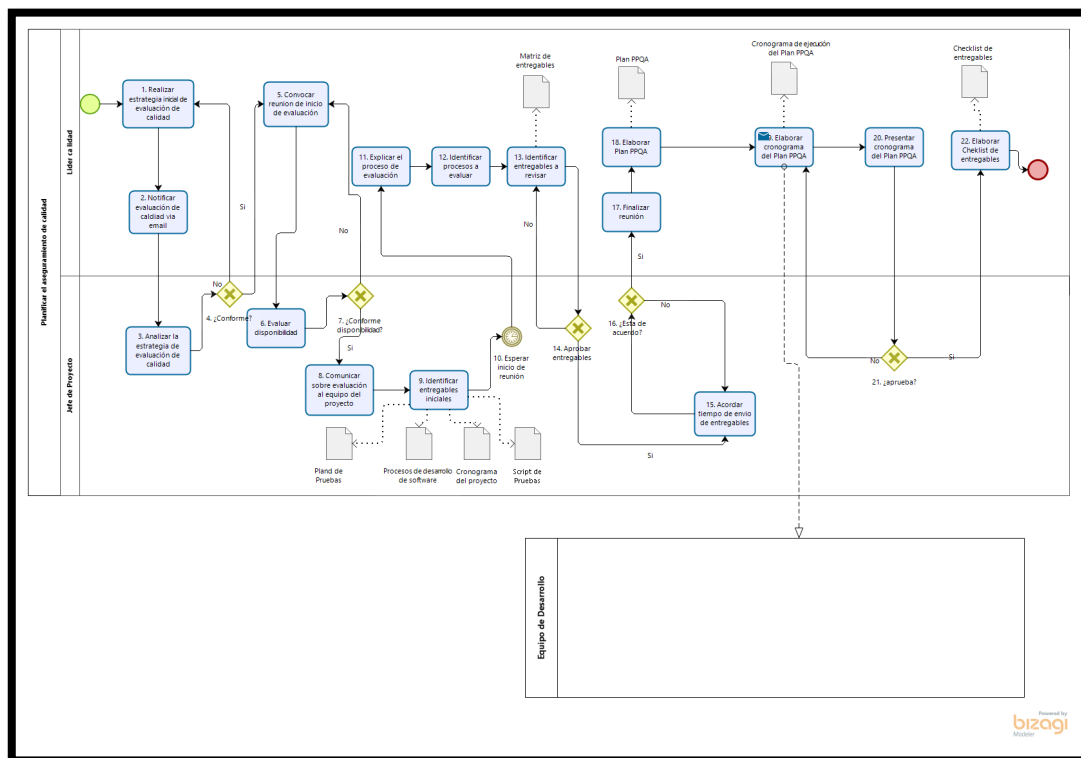


Ilustración 7: Fase Planificación del Aseguramiento de calidad dentro de la etapa de Pruebas del software

Nº	Entrada	Actividad	Salida	Descripción	Responsable
-		Inicio			Líder de calidad
1	-Tamaño de los proyectos -Tamaño del equipo.	Realizar estrategia inicial de evaluación de calidad	Estrategia inicial de evaluación de calidad	Se realiza la estrategia de calidad de acuerdo a las características de los proyectos.	Líder de calidad
2	Lista de miembros del equipo	Notificar evaluación de calidad vía email	Email	Se notificará vía email la evaluación de calidad a todos los involucrados en el proyecto.	Jefe del Proyecto
3	Estrategia inicial de evaluación de calidad	Analizar la estrategia de evaluación de calidad	Evaluación de la estrategia inicial de evaluación de calidad	El jefe del proyecto evalúa la estrategia	Jefe del Proyecto
4	Evaluación de la estrategia	¿Conforme?	Retorna la propuesta de estrategia del	El jefe de proyecto evalúa si la	Jefe del Proyecto

	inicial de evaluación de calidad		Líder de Calidad	estrategia es la adecuada o no.	
			Estrategia de evaluación aceptada		
5	Lista de miembros del equipo	Convocar reunión de inicio de evaluación	Notificación de reunión vía email.	Se convoca a reunión para poder iniciar la evaluación	Líder de calidad
6	Notificación de reunión vía email.	Evaluar disponibilidad	Respuesta de los integrantes del miembro del equipo	Se evalúa la disponibilidad de cada miembro del proyecto	Jefe del Proyecto
7	Respuesta de los integrantes del miembro del equipo	¿Conforme disponibilidad?	Reprogramación de la reunión	De acuerdo con las respuestas del miembro del equipo se evalúa la disponibilidad de los integrantes	Jefe del Proyecto
			Se establece la reunión		
8	Lista de miembros del equipo del proyecto	Comunicar sobre evaluación al	Notificación de evaluación	Se comunica al equipo el inicio de la evaluación.	Jefe del Proyecto

		equipo del proyecto			
9	<p>-Proceso de desarrollo de software de la fase de Pruebas</p> <p>-Cronograma del proyecto</p> <p>-Script de Pruebas</p> <p>-Plan de Pruebas</p>	<p>Enviar entregables iniciales al líder de calidad</p>	<p>Correo adjunto con los entregables iniciales.</p>	<p>El jefe de proyecto envía a documentos iniciales del proyecto al Líder de calidad</p>	<p>Jefe del Proyecto</p>
10	<p>Solicitud de reunión enviada</p>	<p>Esperar inicio de reunión</p>		<p>Se espera al día y hora establecida para dar inicio a la reunión</p>	<p>Jefe del Proyecto</p>
11	<p>Documento del proceso de evaluación</p>	<p>Explicar el proceso de evaluación</p>	<p>Lista de artefactos necesarios para la evaluación.</p>	<p>Se da a conocer el proceso de evaluación enfatizando los artefactos necesarios</p>	<p>Líder de calidad</p>

				para su realización.	
12	Documento del proceso de desarrollo de software de la fase de Pruebas	Identificar procesos a evaluar	Documento con los procesos identificados	La líder de calidad identifica que proceso del desarrollo de software serán evaluados	Líder de calidad
13	-Documento con los procesos identificados -Matriz de entregables identificados	Identificar entregables a revisar	Matriz de Entregables identificados actualizado	El líder de calidad identifica los entregables a revisar según los procesos identificados a evaluar.	Líder de calidad
14	Matriz de Entregables identificados actualizado	Aprobar entregables	Matriz de Entregables identificados actualizado aceptado Matriz de Entregables identificados actualizado rechazado	El jefe de proyecto evalúa la matriz de entregables que se revisarán durante el proceso de desarrollo de software	Jefe del Proyecto

15	Cronograma del proyecto	Acordar tiempo de envío de entregables	Cronograma para el envío de los entregables	Se acuerda los plazos para poder enviar los entregables según el cronograma del proyecto.	Jefe del Proyecto
16	Cronograma para el envío de los entregables	¿Está de acuerdo?	Cronograma para el envío de entregables aceptado	Se aprueba o no los tiempos acordados para los envíos de entregables por parte del equipo del proyecto.	Jefe del Proyecto
			Cronograma para el envío de entregables rechazado		
17	Plantilla de acta reunión	Finalizar reunión	Acta de reunión actualizada	Se da fin a la reunión	Líder de calidad
18	-Matriz de Entregables identificados -Documento con los procesos identificados	Elaborar Plan de PQQA	Plan de PPQA fase de pruebas	Se desarrolla el plan de PPQA	Líder de calidad

	-Cronograma del proyecto				
19	Plan de PPQA fase de pruebas	Elaborar cronograma de plan de PPQA	Cronograma de PPQA fase de pruebas	Se elabora el cronograma de PPQA de acuerdo con el plan de PPQA	Líder de calidad
20	Cronograma de PPQA fase de pruebas	Presentar cronograma de plan de PPQA	Cronograma de PPQA revisado de fase de pruebas	Se presenta el cronograma de PPQA al equipo del proyecto	Líder de calidad
21	Cronograma de PPQA fase de construcción revisado	¿Aprueba?	Cronograma de PPQA de fase de pruebas aprobado	El jefe de proyecto revisa el cronograma de PPQA	Jefe del Proyecto
			Cronograma de PPQA de fase de pruebas rechazado		
22	-Plan PPQA -Cronograma de PPQA aprobado	Elaborar checklist de preguntas	-Plantilla del Checklist de revisión de entregables de desarrollo de software	Con el banco de preguntas se realizan los checklist para la fase de planificación	Líder de calidad

-Plantilla de Entregables del proceso del desarrollo de software		- Cronograma de ejecución del Plan PPQA actualizado		
--	--	---	--	--

Tabla 17: Caracterización de la fase de Planificación del Aseguramiento de Calidad dentro de la etapa Pruebas

5.2.1.3.2. Procesos de la fase de Ejecución del aseguramiento de la calidad dentro del ciclo de desarrollo de software

5.2.1.3.2.1. Análisis y diseño

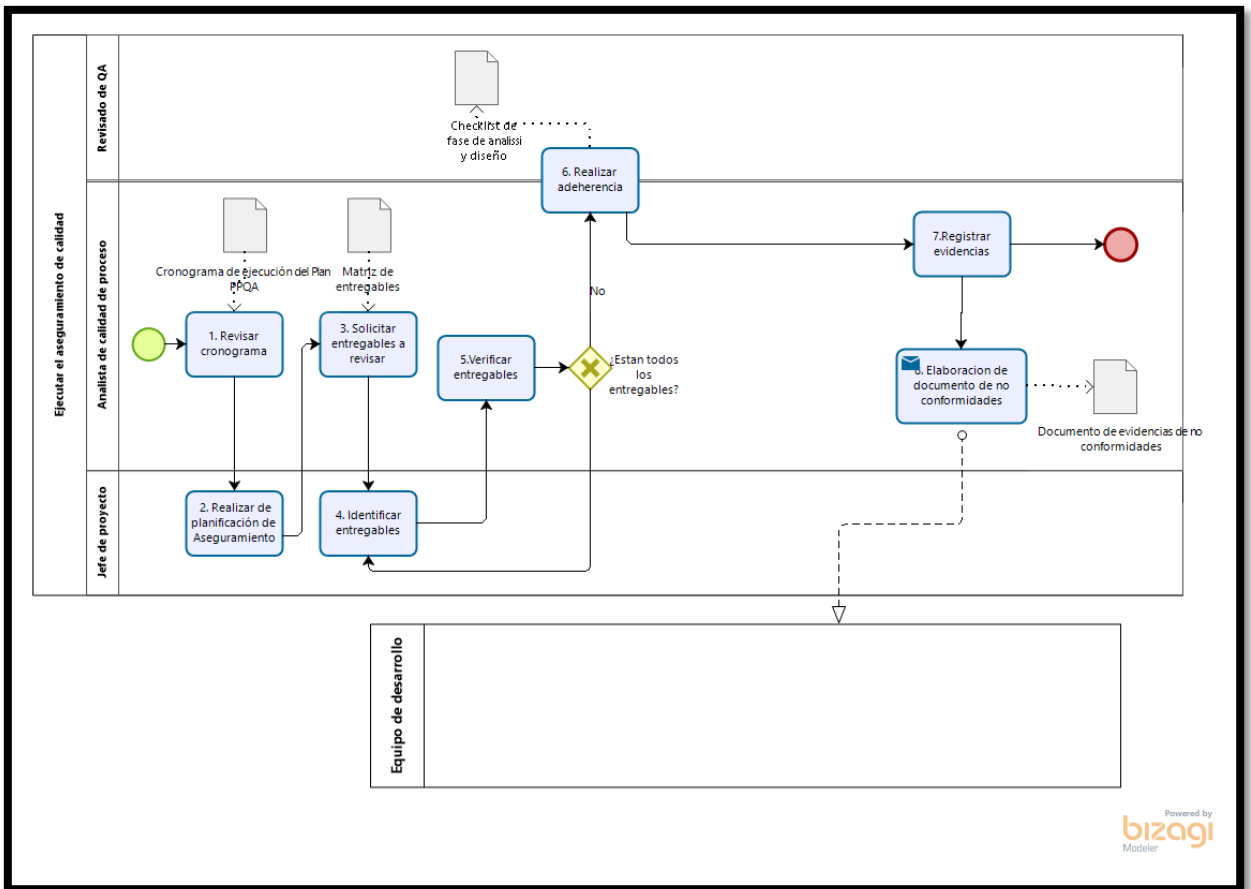


Ilustración 8: Fase Ejecución del Aseguramiento de calidad dentro de la etapa de Análisis y diseño del software

Nº	Entrada	Actividad	Salida	Descripción	Responsable
-		Inicio			Analista de calidad del proceso
1	Cronograma de ejecución del Plan de PPQA de la fase de Análisis y Diseño	Revisar Cronograma	Notificación de inicio de la ejecución del proceso de aseguramiento	Se revisa el cronograma para poder planificar el inicio del proceso de ejecución del Aseguramiento de calidad	Analista de calidad del proceso
2	-Plan de PPQA de la fase de Análisis y Diseño -Notificación de inicio de la ejecución del proceso de aseguramiento	Realizar planificación de auditoria	Planificación de la auditoria	Se planifica la auditoria según el plan de PPQA de la fase de Análisis y Diseño	Analista de calidad del proceso y Jefe de Proyecto
3	Matriz de entregables	Solicitar entregables a revisar	Solicitud de entregables para revisión	Según la matriz de entregables se solicita los	Analista de calidad del proceso

				entregables a ser revisados al Jefe de Proyecto	
4	Solicitud de entregables para revisión	Identificar entregables	Entregables identificados	El Jefe de Proyecto prepara los entregables para ser enviados	Jefe de Proyecto
5	Entregables identificados	Verificar entregables	Entregables verificados	El Analista recibe los entregables para que sean verificados	Analista de calidad del proceso
6	Entregables verificados	¿Están todos los documentos?	Lista de documentos faltantes Se procede a realizar la adherencia	El analista verifica si los entregables se encuentran completos	Analista de calidad del proceso
7	-Checklist fase de Análisis y Diseño -Entregables	Realizar la adherencia	-Entregables revisados -Checklist actualizado	Realizar la revisión de los entregables identificados inicialmente	Analista de calidad del proceso y Revisor de QA

8	-Checklist actualizado	Registrar evidencias	-Documento de evidencia de no conformidades	-Se registran las evidencias encontradas en la revisión del entregable	Analista de calidad del proceso
---	------------------------	----------------------	---	--	---------------------------------

Tabla 18: Caracterización de la fase de Ejecución del Aseguramiento de Calidad dentro de la etapa Análisis y Diseño

5.2.1.3.2.2. Construcción

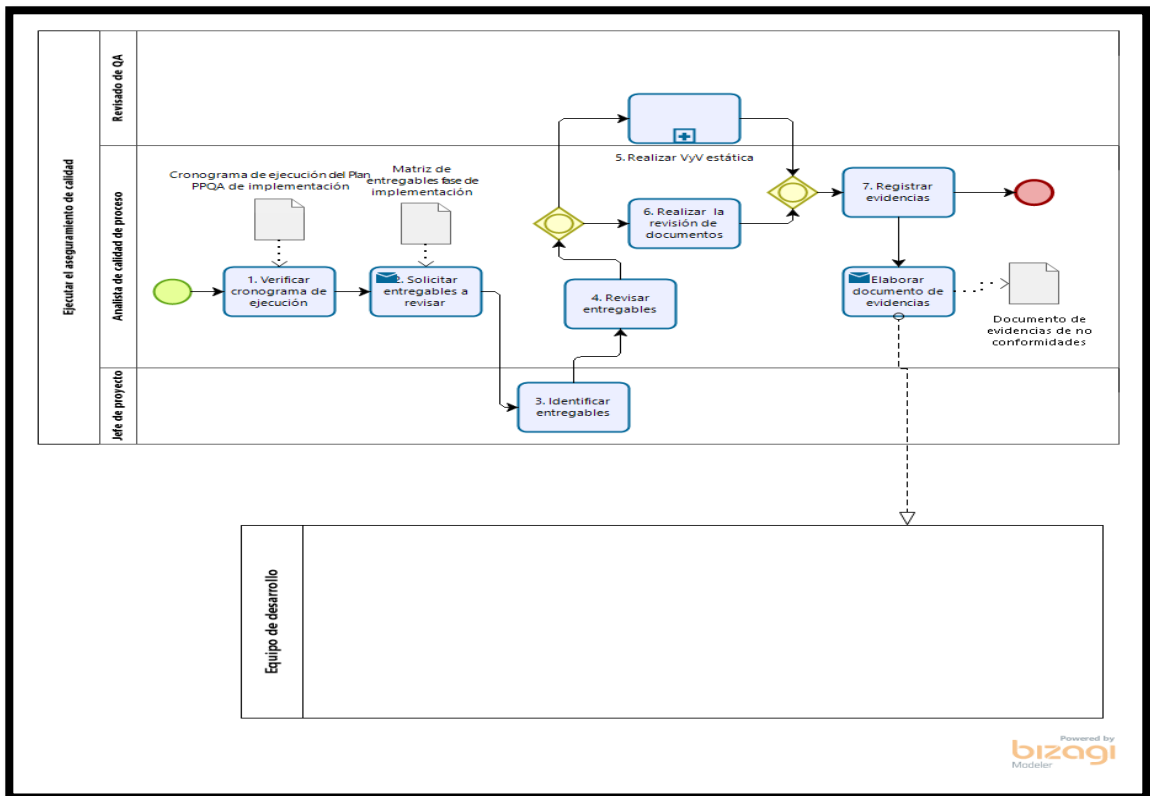


Ilustración 9: Fase Ejecución del Aseguramiento de calidad dentro de la etapa de Construcción del software

N°	Entrada	Actividad	Salida	Descripción	Responsable
-		Inicio			Analista de calidad del proceso
1	Cronograma de ejecución del Plan de PPQA de la fase de Construcción	Revisar Cronograma	Notificación de inicio de la ejecución del proceso de aseguramiento	Se revisa el cronograma para poder planificar el inicio del proceso de ejecución del Aseguramiento de calidad	Analista de calidad del proceso
2	-Plan de PPQA de la fase de Construcción -Notificación de inicio de la ejecución del proceso de aseguramiento	Realizar planificación de auditoria	Planificación de la auditoria	Se planifica la auditoria según el plan de PPQA de la fase de Análisis y Diseño	Analista de calidad del proceso y Jefe de Proyecto
3	Matriz de entregables	Solicitar entregables a revisar	Solicitud de entregables para revisión	Según la matriz de entregables se solicita los entregables a ser revisados	Analista de calidad del proceso

				al Jefe de Proyecto	
4	Solicitud de entregables para revisión	Identificar entregables	Entregables identificados	El Jefe de Proyecto prepara los entregables para ser enviados	Jefe de Proyecto
5	Entregables identificados	Verificar entregables	Entregables verificados	El Analista recibe los entregables para que sean verificados	Analista de calidad del proceso
6	Entregables verificados	¿Están todos los documentos?	Lista de documentos faltantes Se procede a realizar la adherencia	El analista verifica si los entregables se encuentran completos	Analista de calidad del proceso
7	-Checklist fase de Construcción -Entregables	Realizar la adherencia	-Entregables revisados -Checklist actualizado	Realizar la revisión de los entregables identificados inicialmente	Analista de calidad del proceso y Revisor de QA

8	-	Realizar V&V estática	-		Analista de Calidad del proceso
9	Checklist actualizado	Registrar evidencias	Documento de evidencia de no conformidad	Se registran las evidencias encontradas en la revisión del entregable	Analista de calidad del proceso

Tabla 19: Caracterización de la fase de Ejecución del Aseguramiento de Calidad dentro de la etapa Construcción

5.2.1.3.2.3. Pruebas

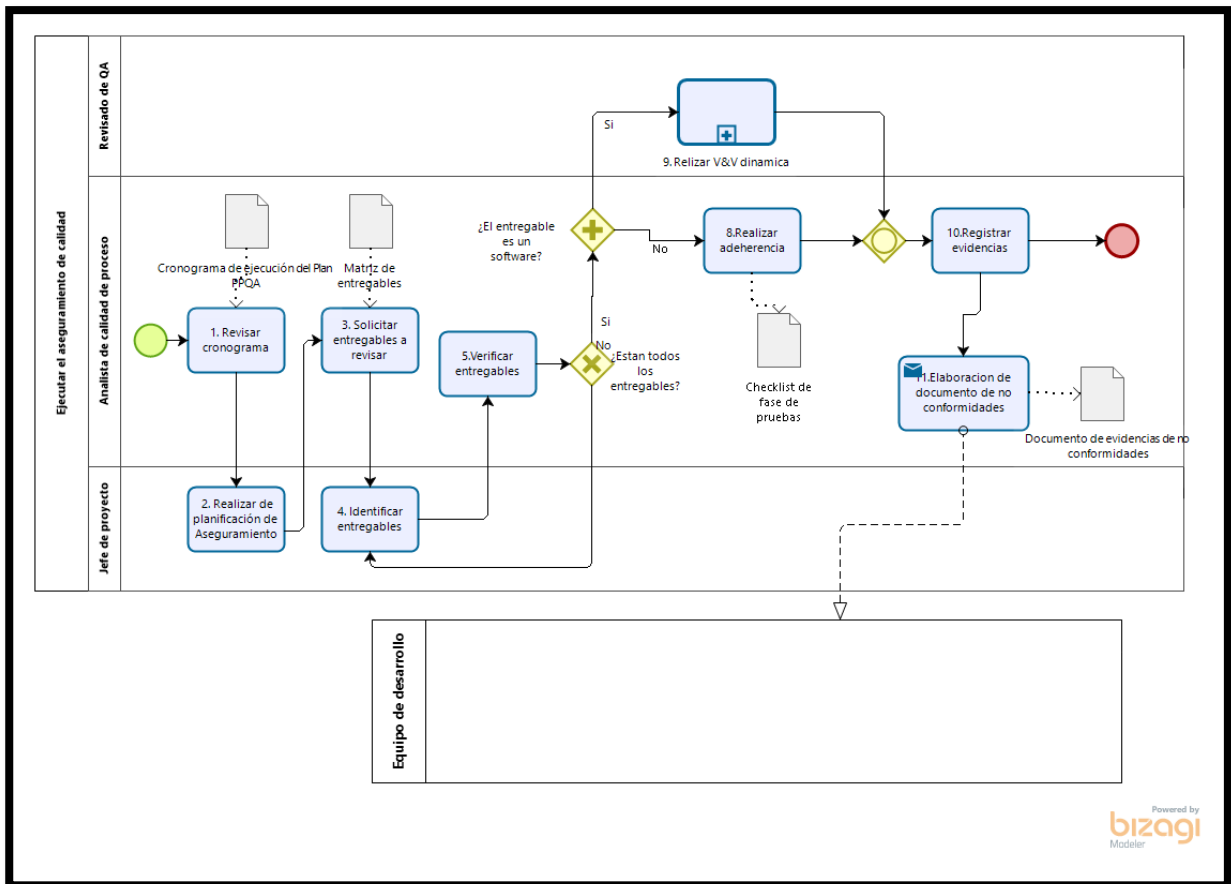


Ilustración 10: Fase Ejecución del Aseguramiento de calidad dentro de la etapa de Pruebas

Nº	Entrada	Actividad	Salida	Descripción	Responsable
-		Inicio			Analista de calidad del proceso
1	Cronograma de ejecución del Plan de PPQA de la fase de Pruebas	Revisar Cronograma	Notificación de inicio de la ejecución del proceso de aseguramiento	Se revisa el cronograma para poder planificar el inicio del proceso de ejecución del Aseguramiento de calidad	Analista de calidad del proceso
2	-Plan de PPQA de la fase de Pruebas -Notificación de inicio de la ejecución del proceso de aseguramiento	Realizar planificación de auditoria	Planificación de la auditoria	Se planifica la auditoria según el plan de PPQA de la fase de Análisis y Diseño	Analista de calidad del proceso y Jefe de Proyecto
3	Matriz de entregables	Solicitar entregables a revisar	Solicitud de entregables para revisión	Según la matriz de entregables se solicita los	Analista de calidad del proceso

				entregables a ser revisados al Jefe de Proyecto	
4	Solicitud de entregables para revisión	Identificar entregables	Entregables identificados	El Jefe de Proyecto prepara los entregables para ser enviados	Jefe de Proyecto
5	Entregables identificados	Verificar entregables	Entregables verificados	El Analista recibe los entregables para que sean verificados	Analista de calidad del proceso
6	Entregables verificados	¿Están todos los documentos?	Lista de documentos faltantes Se procede a realizar la adherencia	El analista verifica si los entregables se encuentran completos	Analista de calidad del proceso
7	-Checklist fase de Pruebas -Entregables	Realizar la adherencia	-Entregables revisados -Checklist actualizado	Realizar la revisión de los entregables identificados inicialmente	Analista de calidad del proceso y Revisor de QA

8		Realizar V&V estática			Analista de Calidad del proceso
9	Checklist actualizado	Registrar evidencias	Documento de evidencia de no conformidades	Se registran las evidencias encontradas en la revisión del entregable	Analista de calidad del proceso

Tabla 20: Caracterización de la fase de Ejecución del Aseguramiento de Calidad dentro de la etapa Pruebas

5.2.1.3.3. Procesos de la fase monitoreo y control de no conformidades del aseguramiento de la calidad dentro del ciclo de desarrollo de software

5.2.1.3.3.1. Análisis y diseño

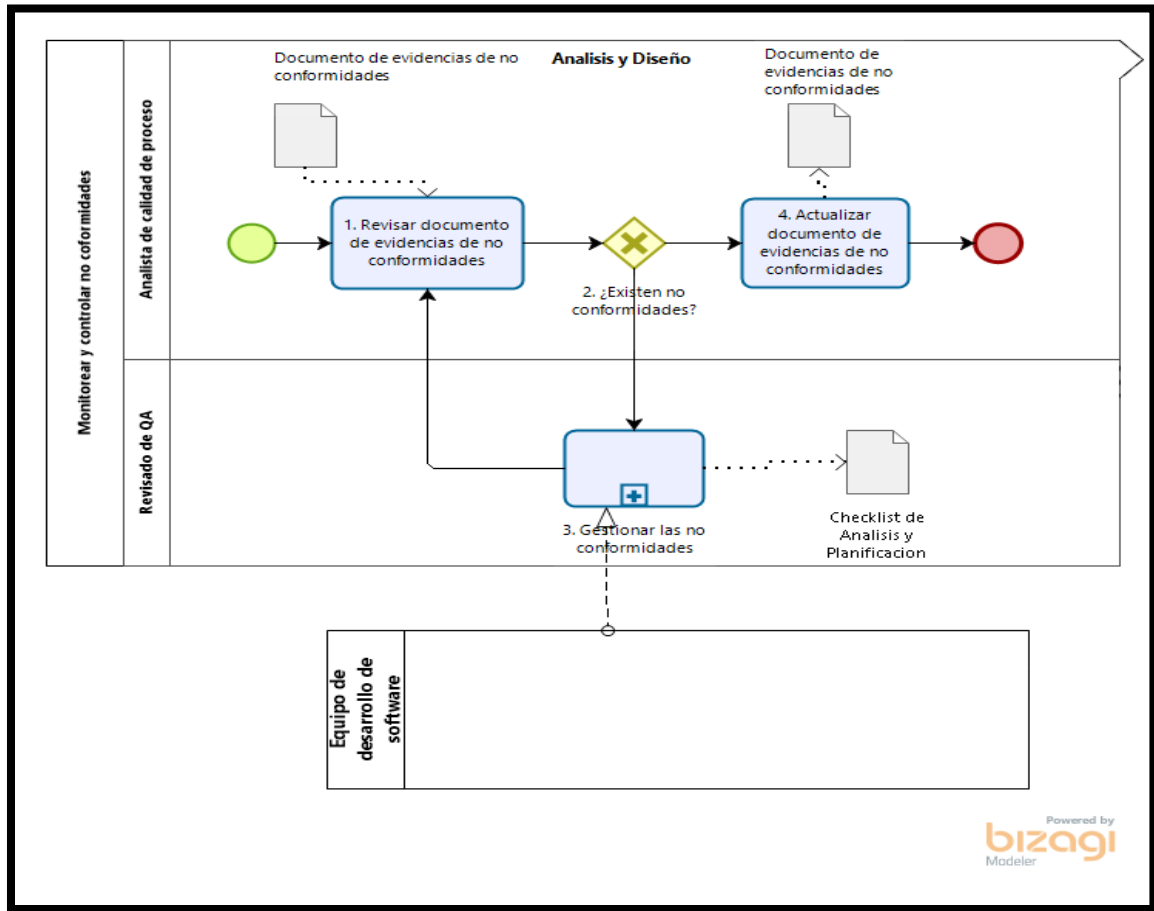


Ilustración 11: Fase Monitoreo y control de no conformidades del Aseguramiento de calidad dentro de la etapa de Análisis y diseño del software

Nº	Entrada	Actividad	Salida	Descripción	Responsable
-		Inicio			Analista de calidad del proceso
1	Documento de evidencia de no conformidades	Revisar documento de no conformidades	Documento de evidencia de no conformidades	Se revisa las no conformidades detectadas	Analista de calidad del proceso

	de la fase de construcción		de la fase de construcción revisado	registradas en el documento	
2	Documento de evidencia de no conformidades de la fase de construcción	¿Existen no conformidades?	Se inicia el proceso de gestión de no conformidades Actualizar estado de las no conformidades	Se verifica si existen no conformidades según el documento de evidencias	Analista de calidad del proceso
3	Checklist fase de construcción	Gestionar las no conformidades	Documento de evidencia de no conformidades de la fase de construcción actualizado	El Revisado de QA realiza el levantamiento de las no conformidades	Revisado de QA
4	Documento de evidencia de no conformidades de la fase de construcción	Actualizar documento de evidencias de no conformidades	Documento de evidencia de no conformidades de la fase de construcción	Se actualiza el documento de evidencias de no conformidades colocando el estado actual	Analista de calidad del proceso

Tabla 21: Caracterización de la fase de Monitoreo y control de no conformidades del Aseguramiento de Calidad dentro de la etapa Análisis y Diseño

5.2.1.3.3.2. Construcción

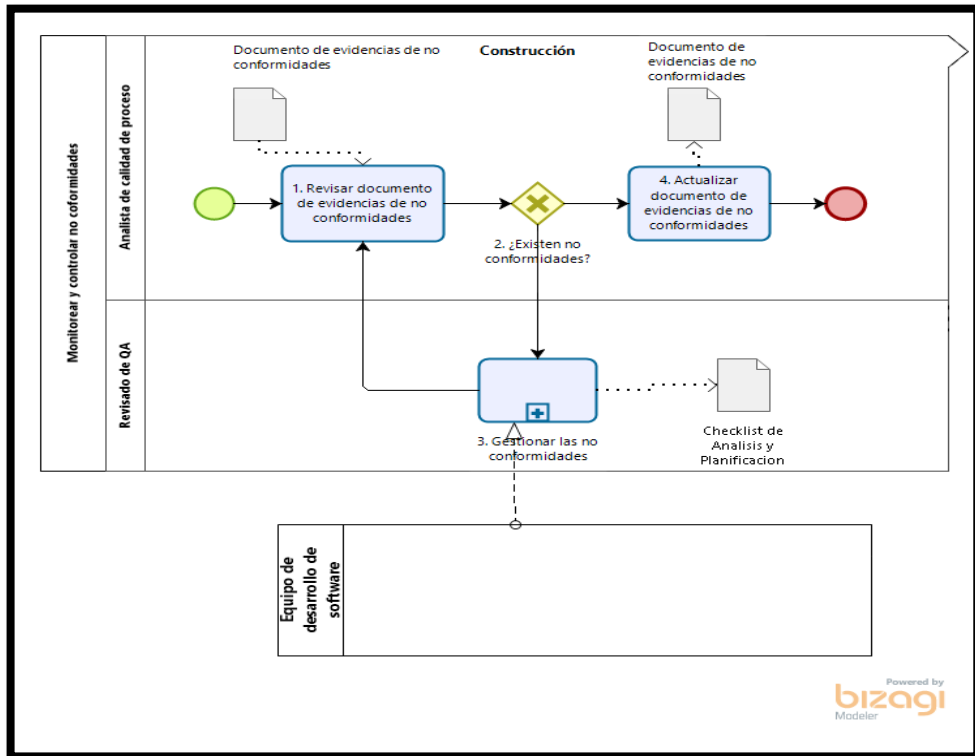


Ilustración 12: Fase Monitoreo y control de no conformidades del Aseguramiento de calidad dentro de la etapa de Construcción del software

Nº	Entrada	Actividad	Salida	Descripción	Responsable
-		Inicio			Analista de calidad del proceso

1	Documento de evidencia de no conformidades de la fase de construcción	Revisar documento de no conformidades	Documento de evidencia de no conformidades de la fase de construcción revisado	Se revisa las no conformidades detectadas registradas en el documento	Analista de calidad del proceso
2	Documento de evidencia de no conformidades de la fase de construcción	¿Existen no conformidades?	Se inicia el proceso de gestión de no conformidades Actualizar estado de las no conformidades	Se verifica si existen no conformidades según el documento de evidencias	Analista de calidad del proceso
3	Checklist fase de construcción	Gestionar las no conformidades	Documento de evidencia de no conformidades de la fase de construcción actualizado	El Revisado de QA realiza el levantamiento de las no conformidades	Revisado de QA

4	Documento de evidencia de no conformidades de la fase de construcción	Actualizar documento de evidencias de no conformidades	Documento de evidencia de no conformidades de la fase de construcción	Se actualiza el documento de evidencias de no conformidades colocando el estado actual	Analista de calidad del proceso
---	---	--	---	--	---------------------------------

Tabla 22: Caracterización de la fase de Monitoreo y control de no conformidades del Aseguramiento de Calidad dentro de la etapa Construcción

5.2.1.3.3.3. Pruebas

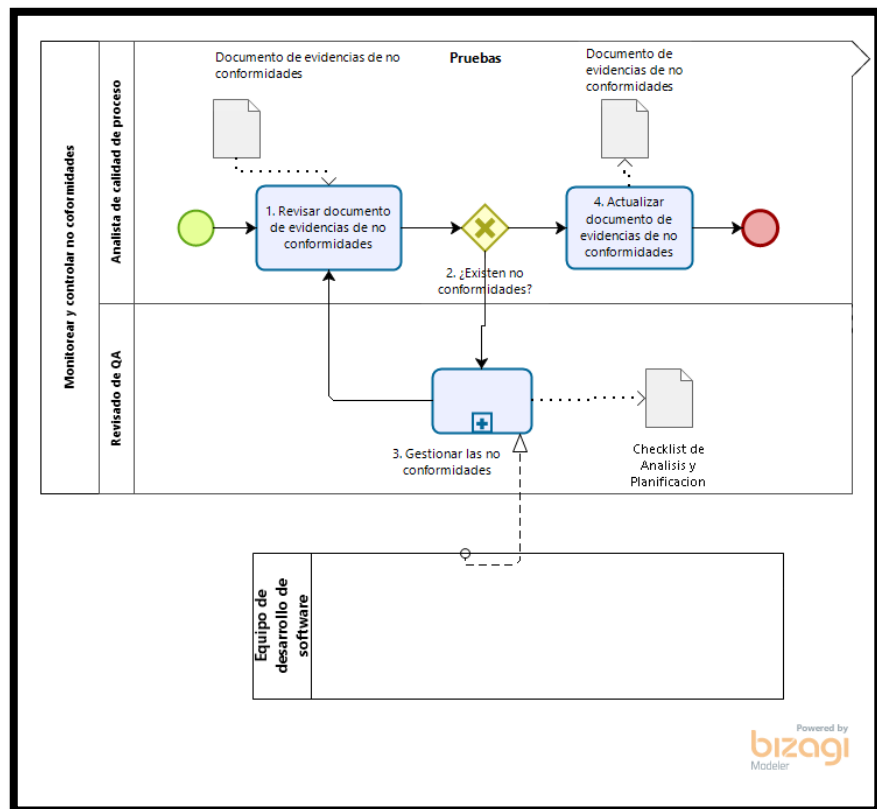


Ilustración 13: Fase Monitoreo y control de no conformidades del Aseguramiento de calidad dentro de la etapa de Pruebas

Nº	Entrada	Actividad	Salida	Descripción	Responsable
-		Inicio			Analista de calidad del proceso
1	Documento de evidencia de no conformidades de la fase de pruebas	Revisar documento de no conformidades	Documento de evidencia de no conformidades de la fase de pruebas revisado	Se revisa las no conformidades detectadas registradas en el documento	Analista de calidad del proceso
2	Documento de evidencia de no conformidades de la fase de pruebas	¿Existen no conformidades?	Se inicia el proceso de gestión de no conformidades Actualizar estado de las no conformidades	Se verifica si existen no conformidades según el documento de evidencias	Analista de calidad del proceso
3	Checklist fase de pruebas	Gestionar las no conformidades	Documento de evidencia de no conformidades de la fase de pruebas actualizado	El Revisado de QA realiza el levantamiento de las no conformidades	Revisado de QA
4	Documento de evidencia de no	Actualizar documento de evidencias de	Documento de evidencia de no	Se actualiza el documento de evidencias de no	Analista de calidad del proceso

	conformidades de de la fase de pruebas	no conformidades	conformidades de la fase de pruebas	conformidades colocando el estado actual	
--	--	---------------------	---	--	--

Tabla 23: Caracterización de la fase de Monitoreo y control de no conformidades del Aseguramiento de Calidad dentro de la etapa Pruebas

6. CAPITULO 5: RESULTADOS DEL PROYECTO

En este capítulo se presentan los resultados de la implementación del modelo de aseguramiento de calidad dentro de una pyme desarrolladora de software.

6.1. Validación del modelo de aseguramiento de calidad dentro de una Pyme desarrolladora de software

Para nuestro caso de estudio se tomó como referencia la pyme Developer Ideas quien inicio sus actividades a inicios del año 2017. La empresa solo cuenta con 6 empleados en la parte del área de desarrollo de software. El equipo de desarrollo solo tenía como única actividad de aseguramiento de calidad la realización de pruebas unitarias durante la fase de desarrollo. En otras palabras, no tenían una visión de la calidad en las fases anteriores y esto causaba que haya replanificaciones, cambios costosos o el hallazgo de muchos defectos. Por estas razones, la pyme tenía el deseo de mejorar la calidad de sus procesos dentro de todo el ciclo de construcción del software para que de esta manera sus productos sean de la calidad esperada por sus clientes.

6.1.1. Implementación

El modelo de Aseguramiento de calidad contiene 4 fases las cuales son: Planificación del Aseguramiento de calidad, Ejecución del Aseguramiento de Calidad, Control y monitoreo de las No conformidades y Cierre. Estas fases se aplican dentro de cada etapa del ciclo de desarrollo de software

6.1.1.1. Planificación del aseguramiento de calidad:

En esta fase se establece los objetivos que se obtendrán con el proceso de aseguramiento de calidad. Se desarrolla una estrategia de evaluación de calidad que es revisada por el Líder de Calidad, para después convocar a una reunión con el equipo de desarrollo y explicar el proceso de evaluación e identificar los entregables a revisar dentro de la fase de desarrollo del producto software. Los entregables definidos para la revisión se detallan en una matriz. Según lo pactado en la reunión inicial se desarrolla un plan de PPQA y un cronograma donde se detalla los días en los cuales se revisan los entregables. A continuación, en la tabla 25, se muestra las entradas, actividades y salidas de la fase de planificación de

aseguramiento de calidad por cada etapa del ciclo de desarrollo de software.

Fase del ciclo	Entradas	Actividades	Salidas
Análisis y Diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Project Charter del Proyecto • Descripción del proceso de desarrollo a utilizar en el proyecto. • Cronograma del Proyecto 	Se realiza el Plan de PPQA donde se detalla los objetivos, estrategias, roles y procesos que se realizarán en esta fase.	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de PPQA • Matriz de entregables identificados • Cronograma de ejecución del plan de PPQA • Checklist para la fase de Análisis y Diseño
		Se realiza el cronograma de ejecución del Plan de PPQA.	
		Se elige los entregables que serán evaluados y se plasma en la matriz de entregables identificados.	
		Se elaboran los checklist para la fase de Análisis y Diseño.	
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de PPQA • Cronograma actualizado del Proyecto • Matriz de entregables • Cronograma de ejecución del plan de PPQA 	Se actualiza el plan de PPQA donde se agregan los objetivos, estrategias, roles y procesos que se realizarán en esta fase.	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de PPQA actualizado • Matriz de entregables actualizado • Cronograma de ejecución del plan de PPQA actualizado • Checklist para la fase de Construcción
		Se actualiza el cronograma de plan de PPQA de acuerdo con el cronograma actualizado del proyecto	
		Se define los entregables que se serán evaluados en esta fase y se actualiza la matriz de entregables	
		Se elaboran los checklist para la fase de Construcción	
Pruebas	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de PPQA actualizado • Matriz de entregables actualizado 	Se actualiza el plan de PPQA donde se agregan los objetivos, estrategias y procesos que se realizarán en esta fase.	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de PPQA actualizado • Matriz de entregables actualizado

	<ul style="list-style-type: none"> • Cronograma de ejecución del plan de PPQA actualizado 	Se actualiza el cronograma de plan de PPQA de acuerdo con el cronograma actualizado del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Cronograma de ejecución del plan de PPQA actualizado • Checklist para la fase de Construcción
	<ul style="list-style-type: none"> • Cronograma actualizado del Proyecto 	Se define los entregables que se serán evaluados en esta fase y se actualiza la matriz de entregables	
		Se elaboran los checklist para la fase de Pruebas	

Tabla 24: Implementación de la fase de la Planificación del Aseguramiento de Calidad

6.1.1.2. Ejecución del aseguramiento de calidad:

En esta fase se da inicio al proceso de aseguramiento de calidad de acuerdo con el cronograma de PPQA establecida en la fase anterior. Se solicita los entregables acordados al equipo de desarrollo para empezar con la revisión. Al verificar que los entregables estén de acuerdo con la matriz definida en la planificación, el equipo, utilizando los artefactos provistos, identifica y documenta las desviaciones, los problemas de incumplimiento y las mejores prácticas, con base en la información en la lista de verificación apropiada. Durante la reunión de evaluación de calidad, el líder de la calidad documenta todos los problemas, deficiencias y mejores prácticas identificadas además que se asigna una calificación para la evaluación de calidad del proceso. Esta calificación se basa en el número de hallazgos de incumplimiento, en base a la lista de verificación utilizada para la revisión. A continuación, en la tabla 26, se muestra las entradas, actividades y salidas de la fase de ejecución de aseguramiento de calidad por cada etapa del ciclo de desarrollo de software.

Fase del Ciclo	Entradas	Actividades	Salidas
Análisis y Diseño	<ul style="list-style-type: none"> Plan de PPQA Matriz de entregables identificados Cronograma de ejecución del plan de PPQA Checklist para la fase de Análisis y Diseño 	Se realiza la respectiva revisión mediante el checklist para la fase de Análisis y Diseño	<ul style="list-style-type: none"> Matriz de entregables identificados actualizado Cronograma de ejecución del plan de PPQA actualizado Checklist para la fase de Análisis y Diseño relleno Documento de evidencia de no conformidades
		Se registran las evidencias obtenidas durante la revisión	
		Se comunica al equipo de desarrollo las no conformidades encontradas	
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> Plan de PPQA actualizado Matriz de entregables actualizado Cronograma de ejecución del plan de PPQA actualizado Checklist para la fase de Construcción 	Se realiza la respectiva revisión mediante el checklist para la fase de Construcción	<ul style="list-style-type: none"> Matriz de entregables identificados actualizado Cronograma de ejecución del plan de PPQA actualizado Checklist para la fase de Construcción relleno Documento de evidencia de no conformidades
		Se registran las evidencias obtenidas durante la revisión	
		Se comunica al equipo de desarrollo las no conformidades encontradas	
Pruebas	<ul style="list-style-type: none"> Plan de PPQA actualizado Matriz de entregables actualizado Cronograma de ejecución del plan de PPQA actualizado Checklist para la fase de Pruebas 	Se realiza la respectiva revisión mediante el checklist para la fase de Pruebas	<ul style="list-style-type: none"> Plan de PPQA actualizado Matriz de entregables actualizado Cronograma de ejecución del plan de PPQA actualizado Checklist para la fase de Pruebas
		Se registran las evidencias obtenidas durante la revisión de Pruebas	
		Se comunica al equipo de desarrollo las no conformidades encontradas	

Tabla 25: Implementación de la fase de la Ejecución del Aseguramiento de Calidad

6.1.1.3. Monitoreo y Control de no conformidades

Al culminar la fase de ejecución se da al equipo de desarrollo un informe de los hallazgos presentados para los cuales ellos tienen un tiempo prudencial para poder resolverlos. El equipo de calidad se encarga de realizar un seguimiento de todos los elementos de acción abiertos (problemas / desviaciones) identificados anteriormente. El revisor de QA se pone en contacto con el líder del equipo en intervalos acordados para verificar el estado de cualquier elemento de acción abierta. El revisor de QA supervisa los principales elementos de acción abierta que no se han resuelto de manera juiciosa y oportuna. A continuación, en la tabla 27, se muestra las entradas, actividades y salidas de la fase de monitoreo y control de no conformidades por cada etapa del ciclo de desarrollo de software.

Fase del Ciclo	Entradas	Actividades	Salidas
Análisis y Diseño	<ul style="list-style-type: none"> Documento de evidencias de no conformidades de la fase de Análisis y Diseño 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorear las no conformidades y no cumplimientos mediante la gestión de no conformidades 	<ul style="list-style-type: none"> Documento de evidencias de no conformidades de la fase de Análisis y Diseño actualizado Resultados de los indicadores de la fase de Análisis y Diseño
		<ul style="list-style-type: none"> Se comunica los incumplimientos y no conformidades a los analistas dando un plazo para su resolución 	
		<ul style="list-style-type: none"> Se mide el estado de los procesos de la fase de análisis y diseño según las métricas propuestas 	
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> Documento de evidencias de no conformidades de la fase de Construcción 	<ul style="list-style-type: none"> Se revisa que las no conformidades que aún siguen abiertas mediante la gestión de no conformidades 	<ul style="list-style-type: none"> Documento de evidencias de no conformidades de la fase de Construcción actualizado
		<ul style="list-style-type: none"> Se comunica los incumplimientos y no conformidades a los 	

		analistas dando un plazo para su resolución	<ul style="list-style-type: none"> Resultados de los indicadores de la fase de Construcción
		Se mide el estado de los procesos de la fase de análisis y diseño según las métricas propuestas	
		Se registran los resultados de los indicadores establecidos para la fase	
Pruebas	<ul style="list-style-type: none"> Documento de evidencias de no conformidades de la fase de Pruebas 	Se revisa que las no conformidades que aún siguen abiertas mediante la gestión de no conformidades	<ul style="list-style-type: none"> Documento de evidencias de no conformidades de la fase de Pruebas actualizado Resultados de los indicadores de la fase de Pruebas
		Se comunica los incumplimientos y no conformidades a los analistas dando un plazo para su resolución	
		Se mide el estado de los procesos de la fase de análisis y diseño según las métricas propuestas	
		Se registran los resultados de los indicadores establecidos para la fase	

Tabla 26: Implementación de la fase de la Monitoreo y Control de No conformidades del Aseguramiento de Calidad

6.1.1.4. Cierre:

Durante la fase del cierre se presenta las evidencias o resultados del proceso de aseguramiento de calidad al equipo de desarrollo además de los resultados de los indicadores de acuerdo con estas se establecen nuevas mejoras y se provee una retroalimentación. Se realiza el acta de cierre y el informe final del resultado que se consiguió en el proceso de aseguramiento de calidad. A continuación, se muestra en la tabla 28 las entradas, actividades y salidas que se tratan en la fase de cierre

Fase del Ciclo	Entradas	Actividades	Salidas
Análisis y Diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Documento de evidencias de no conformidades de la fase de Análisis y Diseño actualizado • Plan de PPQA • Resultados de los indicadores de la fase de Análisis y Diseño • Matriz de entregables actualizado • Cronograma de ejecución del plan de PPQA actualizado 	<p>Se revisa los resultados de los indicadores para identificar las oportunidades de mejora y registra las lecciones aprendidas.</p> <p>Se actualiza el cronograma de ejecución del plan de PPQA y el plan de PPQA</p> <p>Comunicar los resultados al equipo de desarrollo y demás interesados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acta de cierre del proceso de Análisis y Diseño • Documento de lecciones aprendidas de del proceso de planificación de Análisis y Diseño
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> • Documento de evidencias de no conformidades de la fase de Construcción actualizado • Resultados de los indicadores de la fase de Construcción • Matriz de entregables actualizado • Cronograma de ejecución del plan de PPQA actualizado 	<p>Se revisa los resultados de los indicadores para identificar las oportunidades de mejora y registra las lecciones aprendidas.</p> <p>Se actualiza el cronograma de ejecución del plan de PPQA y el plan de PPQA</p> <p>Comunicar los resultados al equipo de desarrollo y demás interesados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acta de cierre del proceso de Construcción • Documento de lecciones aprendidas de del proceso de Construcción
Pruebas	<ul style="list-style-type: none"> • Documento de evidencias de no conformidades de la fase de Pruebas actualizado • Resultados de los indicadores de la fase de Pruebas • Matriz de entregables actualizado • Cronograma de ejecución del plan de PPQA actualizado 	<p>Se revisa los resultados de los indicadores para identificar las oportunidades de mejora y registra las lecciones aprendidas.</p> <p>Se actualiza el cronograma de ejecución del plan de PPQA y el plan de PPQA</p> <p>Comunicar los resultados al equipo de desarrollo y demás interesados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acta de cierre del proceso de Pruebas • Documento de lecciones aprendidas de del proceso de Pruebas

Tabla 27: Cierre del Aseguramiento de Calidad

6.1.2. Experimento

Para validar el modelo, se llevó a cabo un experimento dentro de una Pyme dedicada a dar servicios tecnológicos, servicios de investigación y diseño. Esta pyme cuenta con 2 años en la industria, tiene 20 empleados y presenta el siguiente problema: El equipo de desarrollo solo tenía como única actividad de aseguramiento de calidad la realización de pruebas unitarias durante la fase de desarrollo. En otras palabras, no tenían una visión de la calidad en las fases anteriores y esto causaba que haya replanificación, cambios costosos o el hallazgo de muchos defectos. Por estas razones, la pyme tenía el deseo de mejorar la calidad de sus procesos dentro de todo el ciclo de construcción del software, y con ello conseguir que sus productos sean de la calidad esperada por sus clientes. Se consideró un proyecto de corto plazo sobre un sistema para reservas de mesa para un restaurante, el cual fue entregado a dos grupos (A, B) de 5 desarrolladores cada uno. Se conformó el equipo de calidad que fue capacitado en 5 sesiones de 2 horas cada una. Los grupos A y B desarrollaron el mismo proyecto, y solo el grupo A tuvo intervención del equipo de calidad que aplicó el modelo propuesto durante el desarrollo del proyecto. Cada vez que el grupo A completaba una etapa del desarrollo de software, se realizaban contrastes basados en las métricas que se obtenían para evaluar si se obtenía alguna mejora en el proceso.

6.1.3. Resultados:

Se obtuvieron los resultados esperados con el uso del modelo propuesto. A continuación, se muestran los resultados en la tabla 29

Fase	Métrica	Grupo A	Grupo B
Planificación	Estabilidad de requerimientos	95%	18%

	Especificación de requerimientos	95%	25%
	Grado de validación de requerimientos	95%	50%
Construcción	Métricas de éxito	90%	50%
Pruebas	Cobertura de pruebas	95%	50%
	Madurez de pruebas	95%	30%
	Densidad de defectos	10%	50%

Tabla 28: Resultado de la Validación

En la fase de Análisis, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Estabilidad de requerimientos: Como resultado de este indicador, en el proyecto que utiliza el modelo, se obtuvo que el 95% de los requisitos son estables y no sufrieron modificaciones, mientras que en el proyecto sin el uso del modelo solo el 18% no recibió modificaciones.
- Especificación de requerimientos: De acuerdo con el resultado de este indicador en la aplicación del proyecto con el modelo, se obtuvo que el 95% de los requisitos no presentaban ambigüedad, mientras que, en el caso del proyecto sin modelo, solo el 25% de los requisitos eran inequívocos.
- Grado de validación de requerimientos: El proyecto desarrollado con el modelo muestra que el 95% de los requisitos se definieron correctamente, mientras que el proyecto sin la aplicación del modelo solo el 50% de los requisitos eran correctos.

En la fase de construcción, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Métrica de éxito: Según el indicador se puede observar que 90% de funcionalidades fueron probados con éxito, mientras que en el proyecto sin el modelo solo el 50% fueron logradas con éxito.

En la fase de pruebas, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Cobertura de pruebas: Este indicador muestra que, en el proyecto desarrollado con el modelo, se ejecutó el 95% de los casos de prueba, mientras que en el otro caso solo el 50% se realizó correctamente.
- Madurez de pruebas: El indicador muestra que, en el proyecto desarrollado con el modelo, el 95% de los casos de prueba se ejecutó correctamente, mientras que en el otro caso solo el 33% se realizó correctamente.
- Densidad de defectos: El indicador muestra que en el proyecto desarrollado con el modelo solo fue del 15%, mientras que en el otro caso se obtuvo el 50%.

6.1.4. Plan de Costos:

A continuación de muestra en la siguiente tabla el plan de costos para el desarrollo

Costo RRHH proyecto			
Rol	Abreviatura	Cantidad	Costo por hora (S/.)
Jefe de Proyecto	JP	1	S/ 25.00
Analista Calidad	QA	1	S/ 18.00

Costo del proyecto			
Fases	Abreviatura	Horas estimadas	Costo por hora (S/.)
Planificación	JP	5	S/ 125.00
	QA	10	S/ 180.00
Ejecución	JP	8	S/ 200.00
	QA	20	S/ 360.00
Monitoreo y control	JP	4	S/ 100.00
	QA	8	S/ 144.00
Cierre	JP	8	S/ 200.00
	QA	12	S/ 216.00
Total			S/ 1,525.00

Tabla 29: Plan de costos del proyecto

6.1.5. Plan de Continuidad

6.1.5.1. Propósito:

El propósito es proponer un plan de continuidad para el modelo de aseguramiento de calidad para los procesos de desarrollo de software de las pymes. El modelo de aseguramiento de calidad tiene definido los procesos, pero hay una ausencia de herramientas que faciliten la gestión de todo el proceso, por este motivo para garantizar un buen uso del modelo de aseguramiento es necesario proponer herramientas que se ajusten a las necesidades de las Pymes. Tras realizar un análisis de las herramientas existentes, se seleccionaron las siguientes para apoyar al modelo propuesto. El método de evaluación se basó en el modelo de la ISO/IEC 9126, se evaluó cada atributo de calidad del modelo en las herramientas y se colocó un puntaje de acuerdo con el cumplimiento de cada subcategoría, la herramienta que cumplan con la mayor cantidad de subcategorías de los atributos de calidad será la más adecuada para utilizar en el modelo.

6.1.5.2. Herramientas para la mejora del aseguramiento de calidad

6.1.5.2.1. Planificación del aseguramiento de calidad

PLANIFICAR EL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

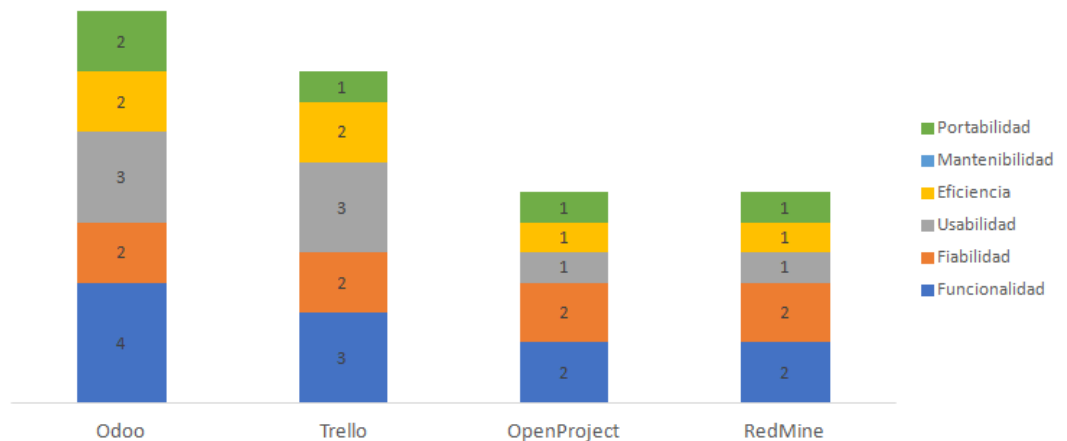


Ilustración 14: Herramientas para la planificación del aseguramiento de calidad

6.1.5.2.2. Ejecución del Aseguramiento de Calidad

EJECUTAR EL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

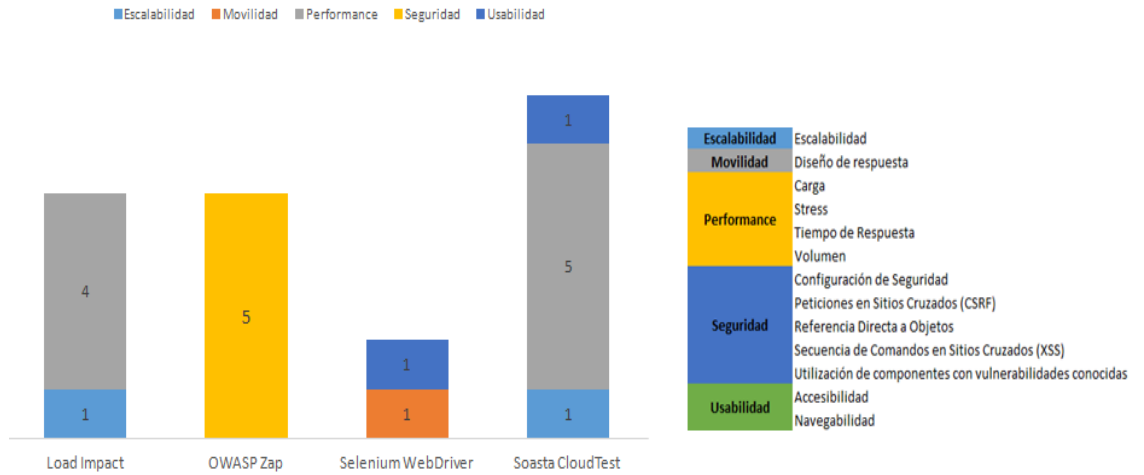


Ilustración 15: Herramientas para la ejecución del aseguramiento de calidad

6.1.5.2.3. Monitoreo de las no conformidades del Aseguramiento de Calidad

MONITOREAR LAS NO CONFORMIDADES

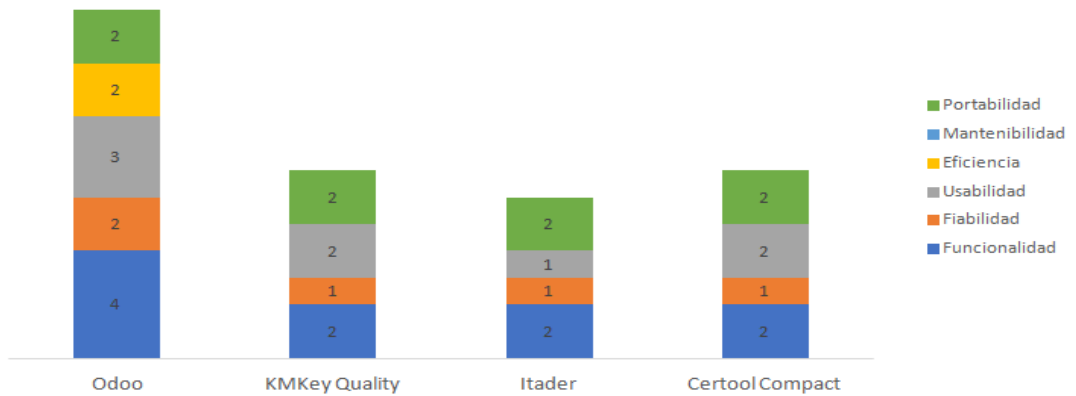


Ilustración 16: Herramientas para el monitoreo de las no conformidades del aseguramiento de calidad

6.1.5.2.4. Cierre del Aseguramiento de Calidad

CIERRE

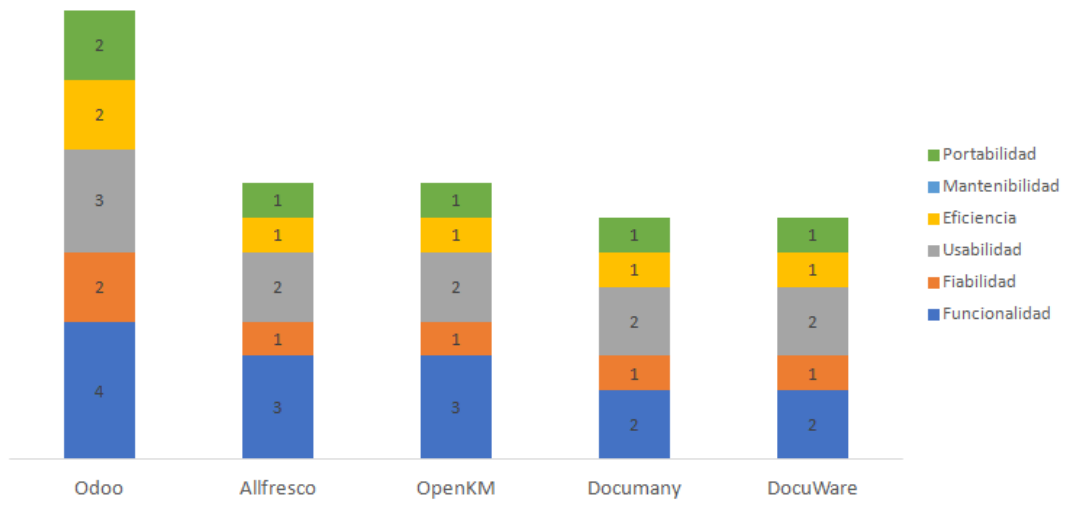


Ilustración 17: Herramientas para el Cierre del aseguramiento de calidad

7. CAPITULO 6: GESTION DEL PROYECTO

En este capítulo se describe como se realizó la gestión del proyecto, todas las actividades que se llevaron a cabo, los recursos que se necesitó, el cronograma y los entregables que se realizaron en cada fase del proyecto.

7.1. Producto Final:

Se implementó un modelo de aseguramiento de calidad para la mejora de los procesos de desarrollo de software dentro de una pyme. Se propusieron métricas para poder medir el estado de los procesos para saber cómo es su desempeño. De la misma manera se detallan los roles que serán necesarios para poder realizar los procesos de cada fase del modelo. Finalmente se proponen herramientas que no incurran en un costo específico para que la pyme pueda gestionar mejor su proceso de aseguramiento de calidad.

El alcance del proyecto está conformado por los siguientes puntos:

- Identificar el estado actual de las Pymes desarrolladoras de software para determinar sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.
- Investigación de las buenas prácticas internacionales sobre aseguramiento de calidad de los procesos de desarrollo de software, para realizar un análisis comparativo y encontrar oportunidades de mejora a aplicar a los procesos de desarrollo de las Pymes desarrolladoras de software.
- Diseño de un modelo para el aseguramiento de calidad para la mejora de los procesos y productos de la pyme de desarrolladoras de software.
- Realizar las plantillas de calidad para la validación de los procesos de desarrollo de software de una Pyme desarrolladora de software.
- Implementación de un Modelo de Aseguramiento de calidad para 1 Pyme desarrolladora de software, basándose en estándares, metodologías y buenas prácticas internacionales.
- Validar el Modelo de aseguramiento de calidad en los procesos de desarrollo de software en 1 Pyme desarrolladora de software.

Las exclusiones del proyecto son las siguientes:

- Adquisición de licencias de herramientas para el desarrollo del proyecto.
- Verificación del ciclo de desarrollo de software.
- No se validan las pruebas del software.

7.2. Gestión del Tiempo:

Para esta primera etapa del proyecto, se ha cumplido con todo lo estipulado en el cronograma de actividades, desarrollando las actividades plasmadas en él, consiguiendo finalizar los artefactos en los tiempos acordados

1		Modelo de aseguramiento de calidad para los procesos de desarrollo de software de las Pymes del Perú	480.33 días	lun 14/08/17	dom 29/07/18
1.1		Inicio	54.3 días	lun 14/08/17	vie 22/09/17
1.1.1		Propuesta del tema de investigación	25.2 días	lun 14/08/17	vie 1/09/17
1.1.2		Project Charter	29 días	vie 1/09/17	vie 22/09/17
1.1.3		Aprobar Project Charter	0.1 días	vie 22/09/17	vie 22/09/17
1.1.4		Hito 1: INICIO	0 días	vie 22/09/17	vie 22/09/17
1.2		Planificación	70.4 días	vie 22/09/17	dom 12/11/17
1.2.1		Elaboración de los documentos de gestión	43 días	vie 22/09/17	lun 23/10/17
1.2.2		Realización del objetivo 1	21.1 días	lun 23/10/17	mié 8/11/17
1.2.3		Elaboración del Marco teórico de la memoria	3.3 días	mié 8/11/17	vie 10/11/17
1.2.4		Elaboración del Estado del Arte de la memoria	3 días	vie 10/11/17	dom 12/11/17
1.2.5		Hito 2: PLANIFICACION	0 días	dom 12/11/17	dom 12/11/17
1.3		Ejecución	66.06 días	dom 12/11/17	sáb 30/12/17
1.3.1		Realización del objetivo 2	66.04 días	dom 12/11/17	sáb 30/12/17
1.3.1.1		Elaboración del Diseño del Modelo de Aseguramiento de Calidad	37 días	dom 12/11/17	sáb 9/12/17
1.3.1.1.1		Plasmar las fases del modelo de calidad según el ciclo Deming	11 días	dom 12/11/17	lun 20/11/17
1.3.1.1.2		Identificar que procesos involucraran cada fase del modelo	11 días	lun 20/11/17	mar 28/11/17
1.3.1.1.3		Identificar los entregables y artefactos que contemplara nuestro modelo	7 días	mar 28/11/17	dom 3/12/17
1.3.1.1.4		Analizar como se adaptara nuestro modelo en las metodologías de desarrollo de software	8 días	dom 3/12/17	sáb 9/12/17
1.3.1.2		Definir los indicadores de nuestro modelo	16.02 días	sáb 9/12/17	jue 21/12/17
1.3.1.3		Definir las herramientas para la gestión del Modelo	8.02 días	jue 21/12/17	mié 27/12/17
1.3.1.4		Elaboración de un dashboard para monitorear los indicadores	3 días	mié 27/12/17	vie 29/12/17
1.3.1.5		Visita a dos expertos de calidad para la validación del modelo	2 días	vie 29/12/17	sáb 30/12/17
1.3.2		Aprobación del objetivo 2	0.02 días	sáb 30/12/17	sáb 30/12/17
1.3.3		Hito 3: EJECUCION	0 días	sáb 30/12/17	sáb 30/12/17
1.4		Control	92.57 días	mié 4/04/18	dom 10/06/18
1.4.1		Desarrollo del Objetivo 3 del proyecto	79.57 días	mié 4/04/18	vie 1/06/18
1.4.1.1		Buscar pymes para la validación del modelo	21 días	mié 4/04/18	jue 19/04/18
1.4.1.2		Validación del Modelo de Aseguramiento de Calidad	58.55 días	jue 19/04/18	vie 1/06/18
1.4.1.3		Aprobación del objetivo 3	0.02 días	vie 1/06/18	vie 1/06/18
1.4.2		Elaboración del capítulo 5 de la memoria	9 días	vie 1/06/18	jue 7/06/18
1.4.3		Elaboración de la cartera de proyectos	4 días	jue 7/06/18	dom 10/06/18
1.4.4		Hito 4: Control	0 días	dom 10/06/18	dom 10/06/18
1.5		Cierre	67 días	dom 10/06/18	dom 29/07/18
1.5.1		Desarrollo del Objetivo 4	14 días	dom 10/06/18	mié 20/06/18
1.5.2		Elaboración de los últimos capítulos de la memoria	25 días	mié 20/06/18	dom 8/07/18
1.5.3		Revisión de los artefactos del Modelo por parte de QS	14 días	dom 8/07/18	jue 19/07/18
1.5.4		Elaboración de las últimas modificaciones del Paper	14 días	jue 19/07/18	dom 29/07/18

Ilustración 18: Cronograma del proyecto

7.3. Gestión de Recursos Humanos:

A continuación, se presentan los recursos que intervinieron a lo largo del desarrollo de la primera parte del proyecto

Rol	Miembro	Responsabilidades
Comité de dirección	Rosario Villalta Jimmy Armas Luis Vives Pedro Shiguihara	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar evaluación parcial y final de los proyectos de las empresas virtuales
Cliente de Proyecto	Henry Wong	<ul style="list-style-type: none"> - Encargado de apoyar el desarrollo del proyecto y supervisar el cumplimiento de los objetivos.
Revisor	David Mauricio	<ul style="list-style-type: none"> - Monitorea el avance de la memoria del proyecto y brinda recomendaciones en cuanto al desarrollo de este.
Portafolio Manager	Manuel Caldas	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisar y evaluación de la ejecución del proyecto.
Jefe de Proyecto	Bryan Aranibar Villegas/Johanna Méndez Cartolin	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar el análisis del diagnóstico inicial de la pyme - Diseñar un modelo para el aseguramiento de calidad de los productos y procesos de la pyme - Implementar el modelo diseñado en un ambiente de prueba dentro de la pyme. - Asegurar la calidad de todos los entregables a través de la duración del proyecto. - Asegurar la continuidad del modelo.

Tabla 30: Tabla de Recursos Humanos

7.4. Registro de interesados:

A continuación, se muestra la tabla de interesados en donde se detalla la información de contacto, requerimiento del producto, influencia, impacto y el tipo de interés que tienen en el proyecto.

Nombres y Apellidos	Organización	Cargo	Información del contacto	Requerimientos sobre el Producto	Influencia					Influencia sobre el proyecto (1 al 5)	Impacto el proyecto (1 al 5)	Tipo de interés
					I	P	E	S	C			
Henry Wong	UPC	Cliente	pcsihewo@upc.edu.pe	Brinda el alcance del proyecto.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Favorable	Alto	Validación que el proyecto este alineado al alcance requerido.
Bryan Aranibar	IT CONSULTING	Jefe de Proyecto	U201220104@upc.edu.pe	Gestión del Proyecto.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Favorable	Alto	Desarrollo del proyecto.
Johanna Méndez	IT CONSULTING	Jefe de Proyecto	U201211986@upc.edu.pe	Gestión del Proyecto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Favorable	Alto	Desarrollo del proyecto.
Rosario Villalta Jimmy Armas	UPC	Comité de dirección	rosario.villalta@upc.pe jimmy.armas@upc.pe orcar.gomez@upc.pe	Evaluación y validación del proyecto.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Favorable	Alto	Evaluación de la viabilidad y fundamentación del proyecto.

Oscar Gómez			pedro.shiguihara@upc.pe										
Pedro Shiguihara													
Manuel Caldas	IT CONSULTING	Gerente Profesor	pcsipcua@upc.edu.pe	Monitoreo de cumplimiento del cronograma de actividades del proyecto.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Favorable	Alto	Evaluación de los documentos y fechas pactadas.	
David Mauricio	UPC	Revisor	pcsidmau@upc.edu.pe	Validación y revisión de la memoria del proyecto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Favorable	Alto	Gestión de documentos.	
Alfredo Barrientos	UPC	Senior Portafolio Manager	pcsiabar@upc.edu.pe	Supervisar, coordinar y controlar los portafolios de proyectos y las diferentes actividades que tiene asignadas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Favorable	Alto	Gestión de documentos.	

Tabla 31: Tabla de Registros de Interesados

7.5. Matriz de trazabilidad de requerimientos:

A continuación, se muestra en la siguiente tabla la lista de requerimientos relacionados con el objetivo del proyecto.

ID	Requerimiento	Justificación	Prioridad/ Categoría	Propósitos u Objetivos del proyecto	Método de Revisión	Verificación de Alcance / Validación	Estado Actual	Fecha
01	Analizar los modelos de calidad existentes y normas internacionales	Se necesita analizar los diferentes modelos, metodologías y normas para poder seleccionar las buenas prácticas y aplicarlas dentro del modelo	Alta	OE1: Analizar los estándares, metodologías y modelos internacionales de aseguramiento de calidad de procesos de software para identificar oportunidades de mejora a aplicar a los procesos de las Pymes desarrolladoras de software.	Presencial	Cumplido	Activo	25/10/2017
02	Seleccionar los modelos, metodologías o	Se necesita identificar la base en la cual	Alta	OE1: Analizar los estándares, metodologías	Presencial	Cumplido	Activo	26/10/2017

	normas base para nuestro modelo	nos apoyaremos para la realización del modelo		y modelos internacionales de aseguramiento de calidad de procesos de software para identificar oportunidades de mejora a aplicar a los procesos de las Pymes desarrolladoras de software				
03	Elaborar un Modelo de Aseguramiento de Calidad basándose en estándares, metodologías y buenas prácticas internacionales .	Se necesita diseñar un Modelo de Aseguramiento de calidad adaptable a las necesidades de las pymes.	Alta	OE2: Diseñar un modelo de aseguramiento de calidad adaptada a las necesidades de las pymes desarrolladoras de software para así mejorar la calidad de sus procesos.	Presencial	Cumplido	Activo	12/11/2017

04	Elaborar una lista de herramientas para poder gestionar el modelo de aseguramiento de calidad por fases	Se necesita proponer herramientas para que las pymes puedan optimizar el proceso de calidad	Alta	OE2: Diseñar un modelo de aseguramiento de calidad adaptada a las necesidades de las pymes desarrolladoras de software para así mejorar la calidad de sus procesos.	Presencial	Cumplido	Activo	14/11/2017
05	Elaborar un Flujo principal del proceso de Aseguramiento de Calidad por fase	Se realizará por cada fase del modelo establecido un flujo por cada fase de la metodología de software	Alta	OE2: Diseñar un modelo de aseguramiento de calidad adaptada a las necesidades de las pymes desarrolladoras de software para así mejorar la calidad de sus procesos.	Presencial	Cumplido	Activo	16/11/2017

06	Validar el Modelo de Aseguramiento de Calidad para los procesos de desarrollo de software en las pymes	Se necesita validar que el modelo de aseguramiento de calidad propuesto pueda ser aplicado dentro de las pymes.	Alta	OE3: Validar el modelo de aseguramiento de calidad en 1 Pyme desarrolladora s de software.	Presencial	Cumplido	Activo	04/05/2018
07	Elaborar un plan de continuidad del proyecto	Se necesita que el proyecto pueda sostenerse en el tiempo	Alta	OE4: Proponer un plan de continuidad que garantice que el modelo es sostenible en el tiempo.	Presencial	Cumplido	Activo	24/06/2018

Tabla 32: Matriz de Trazabilidad de Requerimientos

7.6. Gestión de las comunicaciones:

Las comunicaciones que se realizaban eran de la siguiente manera:

- **Recurso de Taller de Desempeño Profesional**

La comunicación que se realizó con el recurso asignado a la revisión la caracterización y diseño del modelo. Primero se realizó una reunión de manera presencial en la cual se explicó el proyecto y las tareas que debía realizar. Después, la comunicación se hizo por correo electrónico tanto para él envió de su revisión como para la evaluación del desempeño del recurso.

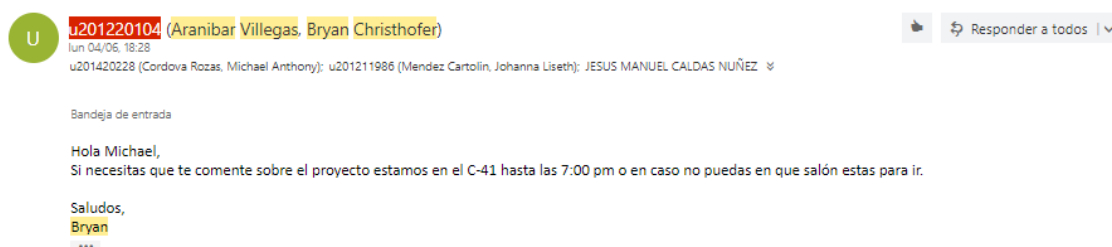


Ilustración 19: Correo a QS

- **Profesor Cliente**

Las reuniones con el Profesor cliente se realizaban presencialmente en la universidad todos los sábados para que nos de feedback de los avances, ahí mismo se desarrollaba y firmaba el acta, una vez firmada el acta se escaneaba y subía al drive. Asimismo, se realizaban call vía Skype para aclarar dudas frente al desarrollo de algún tema en específico.

- **Gerente Profesor y Alumno**

La comunicación con el profesor y alumno gerente se realizaba en el horario de clases, si algún miembro del equipo tenía alguna duda, indicaba el profesor para poder reunirse y aclarar dudas con respecto al desarrollo del proyecto, luego se generaba el acta de reunión, y, con respecto al alumno gerente, se consultaba el cronograma de actividades del ciclo para definir fechas de entregas de lo requerido.

A continuación, se muestra la matriz de comunicaciones:

Información requerida	Contenido	Respons. de elaborarlo	Para su entrega a los Stakeholders	Método de comunicación a utilizar	Frecuencia	Código de EDT
Iniciación del Proyecto	Información acerca de la iniciación del proyecto – Project Charter.	Jefes de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Profesor Cliente - Profesor Gerente - Comité de Dirección - Equipo de Proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Vía correo electrónico. - Presentación documento físico. - Reuniones presenciales o vía Skype. - Exposición presencial. 	Una sola vez	1.1
Planificación del Proyecto	Planificación detallada del Proyecto: Alcance, Tiempo, Costo, Calidad, RRHH, Comunicaciones, Riesgos, y Adquisiciones – Documentos de Gestión del PMBOK.	Jefes de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Profesor Cliente - Profesor Gerente - Comité de Dirección - Equipo de Proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Vía correo electrónico. - Presentación documento físico. - Exposición presencial. 	Una sola vez	1.2

Ejecución del Proyecto	Ejecución detallada del Proyecto – procesos de desarrollo del Proyecto: Entregables y Memoria.	Jefes de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Profesor Cliente - Profesor Gerente - Comité de Dirección - Equipo de Proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Vía correo electrónico. - Presentación documento físico. - Reuniones presenciales o vía Skype. - Exposición presencial. 	Semanal	1.3
Cierre del Proyecto	Datos y comunicación acerca del cierre del proyecto – Acta de Cierre.	Jefes de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Profesor Cliente - Profesor Gerente - Comité de Dirección - Equipo de Proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Vía correo electrónico. - Presentación documento físico. 	Una sola vez	1.5

Tabla 33: Matriz de Comunicaciones

7.7. Gestión de los riesgos:

Los riesgos que hemos encontrado sobre el desarrollo del proyecto se explican a continuación, asimismo, se explica la probabilidad de ocurrencia y la estrategia que se debe desarrollar para mitigarlos.

#	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Estrategia de mitigación
1	Cancelación de las reuniones con el cliente o profesor gerente	Bajo	Alto	Generar un cronograma de reuniones tanto de manera presencial o virtual.
2	Cambio del alcance del proyecto por necesidades del cliente	Alto	Alto	Mantener constante comunicación tanto con el cliente para que los objetivos del proyecto estén alineados con sus necesidades.
3	Incumplimiento de los entregables por parte del equipo	Medio	Alto	Monitoreo diario del cumplimiento de los plazos de las actividades relacionadas con el desarrollo del proyecto.

#	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Estrategia de mitigación
4	Disconformidad de los informes realizados.	Bajo	Alto	El equipo de trabajo realizará reuniones una semana antes de la fecha pactada para verificar el avance del proyecto.
5	Incumplimiento de la corrección de los documentos a cargo del recurso de QS.	Medio	Alto	Se debe realizar el seguimiento de la solicitud de corrección enviada a través de correo electrónico.

Tabla 34: Matriz de Riesgos

7.8. Lecciones Aprendidas:

- Frente a los diversos cambios que se realizan durante el desarrollo del proyecto, en las reuniones tanto con el cliente como con el profesor gerente, se deben generar las actas de reuniones de tal manera que se guarde la evidencia de lo conversado.
- Para poder proponer o implementar algún estándar que sea aplicable en una organización, se deben identificar las brechas entre la situación actual y el caso ideal, asimismo, conocer muy bien los procesos core del negocio de tal manera que se cubra lo necesitado.
- Para llegar a cumplir las fechas estipuladas en el cronograma final del proyecto, se debe avanzar con los artefactos y/o actividades en la medida de

lo posible sin llegar al límite de fechas para que se alcancen los objetivos, esto conlleva a que se obtenga tiempo adicional para el avance de otras actividades pendientes para evitar retrasos en los desarrollos.

8. CONCLUSIONES

En esta sección se presenta las principales conclusiones luego del desarrollo del proyecto:

1. El uso del modelo propuesto logro que la pyme pueda aplicar la calidad durante todo el proceso de construcción de software y no solo durante las etapas finales.
2. También se logró que la pyme tenga un mejor control de las no conformidades halladas en cada fase del ciclo del software para que de esta manera pueda gestionarlas con el equipo de desarrollo y que cumplan con el cronograma acordado.
3. Los resultados obtenidos ayudaron a la empresa a tener un diagnóstico del estado de sus procesos, con este resultado pueden implementar mejoras según los hallazgos obtenidos y las lecciones aprendidas.
4. Los empleados al terminar la implementación del proyecto aprendieron mas sobre la calidad dentro del proceso y también se mostraron más comprometidos con esta.

9. RECOMENDACIONES:

1. Se recomienda complementar el modelo con herramientas tecnológicas para poder llevar un mejor control del proyecto, los roles y las tareas que cada integrante del equipo está desarrollando.
2. Se recomienda la reutilización de las hojas de verificación para futuros proyectos para así poder reducir tiempos y costos.
3. Se recomienda que el líder del proyecto tenga reuniones constantes con el cliente para que de esta manera la construcción de software esta alienada con sus necesidades.
4. Se recomienda motivar la cultura de la mejora continua en todos los miembros del equipo de desarrollo para que de esta manera ellos también puedan proponer ideas para poder mejorar la calidad.

10. REFERENCIAS

- Amer, S. K., Badr, N., & Hamad, A. (2019). Combining CMMI specific practices with Scrum model to address shortcomings in process maturity. In Proceedings of the international Conference on Advanced Machine Learning Technologies and Applications, (pp. 898-907). Cairo, Egypt:Springer.
- ArunKumar, G., & Dillibabu, R. (2016). Design and application of new quality improvement model: Kano lean six sigma for software maintenance project. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 41(3), 997–1014.
- Callejas-Cuervo, M., Alarcón-Aldana, A. C., & Álvarez-Carreño, A. M. (2017). Modelos de calidad del software, un estado del arte. *Entramado*, 13(1), 236-250.
- Carvajal, Y. S. E., & Villamizar, L. A. E. (2016). Modelo de calidad para evaluar el software desarrollado en el centro de investigación aplicada y desarrollo en tecnologías de información CIADTI. *Revista Teckne*, 12(1), 8–18.
- Carrizo, D., & Alfaro, A. (2018). Método de aseguramiento de la calidad en una metodología de desarrollo de software: un enfoque práctico. *Revista chilena de ingeniería Ingeniare*, 26(1), 114–129.
- Carro, R., & González Gómez, D. A. (2012). Administración de la calidad total.
- Casañola, Y. T., Estrada, A. F., Rodríguez, A. M. G., Rodríguez, Y. B., & Terrero, G.C. (2011). Modelo de aseguramiento de la calidad del proceso y el producto basado en la gestión del conocimiento. In Proceedings of ninth LACCEI Latin American and Caribbean Conference, (pp. 12-23). Medellin, Colombia
- Chavarría, A. E., Oré, S. B., & Pastor, C. (2016). Aseguramiento de la calidad en el proceso de desarrollo de software utilizando CMMI, TSP y PSP. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (20), 62–77.
- Deming, E. W. "Improvement of quality and productivity through action by management. In Tushman, M., and Moore, W.(eds.), Readings in the management of innovation." (1988).
- Galín, D. (2018). SQA–Definitions and Concepts.

Grados, Lizette. (2015). Marco metodológico del proceso de verificación y validación de software para pequeñas y medianas empresas (Tesis de Maestría). UNMSM, Lima, Perú.

Echeverry, A. M. L., Ayala, L. E. V., & Cabrera, C. (2008). Introducción a la calidad de software. *Scientia et Technica*, 2(39), 326-331.

Hongying, G., & Cheng, Y. (2011, October). A customizable agile software quality assurance model. In *Proceedings of the 5th International Conference on New Trends in Information Science and Service Science*, (pp. 382-387). Macao, China: IEEE.

Itmark. (2006). Itmark [Internet]. Recuperado de <http://it-mark.eu/?&lang=es>

Karnavel, K., & Dillibabu, R. (2014). Development and application of new quality model for software projects. *The Scientific World Journal*, 2014.

Martínez-Fernández, S., Jedlitschka, A., Guzmán, L., & Vollmer, A. M. (2018). A quality model for actionable analytics in rapid software development. In *Proceedings of the 2018 44th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*, (pp. 370-377). Salonica, Grecia: IEEE.

McCall, S. (1994). *A model of the universe: space-time, probability, and decision*. England, UK: Oxford University Press.

Inteco, L. N. (2009). *Ingeniería del Software: Metodologías y ciclos de vida*. Laboratorio Nacional de Calidad Del Software, 83.

ISO 9000. (1987). *Sistemas de gestión de la calidad: Fundamentos y vocabulario*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland

IEEE (1990) IEEE Std. 610.12-1990-IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology, Corrected Edition, in IEEE, IEEE Standards Collection, The Institute of Electrical and Electronics Engineering, New York.

IEEE (2014) IEEE Std. 730-2014 Software Quality Assurance, The IEEE Computer Society, IEEE, New York.

Keshta, I. (2019). A model for defining project lifecycle phases: Implementation of CMMI level 2 specific practice. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*.

Lazo Alvarado, Y., Gómez Barroso, C., Mariño Zayas, Y., Bony Fernández, M. M., Agramonte Díaz, E., & Batista González, D. (2016). Proceso de aseguramiento de la calidad para un modelo de la calidad en Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 10(2), 124–137.

Luna, A. C., Silva, J. L. R., & Morales, M. V. (2015). Estándares que contribuyen al desarrollo y entrega de productos de Software de Calidad. *Revista Ciencia Unemi*, 8(13), 90–99.

Miguel, J. P., Mauricio, D., and Rodriguez, G. D. (2014). A review of software quality models for the evaluation of software products. *International journal of Software Engineering & Applications*, 5(6), 31–54.

Oficina Nacional de Normalización. (2015). NC ISO 9000: 2015. Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario.

Oktaba, H., Esquivel, C. A., Ramos, A. S., Martínez, A. M., Osorio, G. Q., López, M. R., ... & Lemus, M. Á. F. (2005). *Modelo de procesos para la industria de software MoProSoft*. México: Secretaría de Economía.

ONU (2017). Día de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas. Recuperado de <https://www.un.org/es/events/smallbusinessday/>

Paredes, L. M., Benavides, L. B. V., & Sánchez, N. J. S. (2017). Guía de recomendación para la selección de un modelo de calidad para la mejora de procesos de software (SPI). *Revista Ciencias Estratégicas*, 25(37), 25–51.

Pressman, R. S. (2005). *Software engineering: a practitioner's approach*. Palgrave macmillan.

Rad, B. B., Ammar, A. A., & Ahanin, Z. (2017). Software Process Enhancement Model for SMEs. *IJCSNS*, 17(7), 8.

Rafique, I., Lew, P., Abbasi, M. Q., & Li, Z. (2012). Information quality evaluation framework: Extending ISO 25012 data quality model. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 6(5), 568–573

Rahmani, H., Sami, A., & Khalili, A. (2016). CIP-UQIM: A unified model for quality improvement in software SME's based on CMMI level 2 and 3. *Information and Software Technology*, 71, 27-57.

Revista Vinculando. (2010). Propuesta de una guía de métricas para evaluar el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica. Recuperado de http://vinculando.org/articulos/sociedad_america_latina/propuesta_guia_de_medidas_para_evaluacion_sistemas_informacion.html.

Rodriguez M. (2016). Calidad de procesos y productos de software”, *Calidad de Productos de Software- ISO/IEC 25000*,

Sanchez-Gordon, M. L., de Amescua, A., O'Connor, R. V., & Larrucea, X. (2017). A standard-based framework to integrate software work in small settings. *Computer Standards & Interfaces*, 54, 162-175.

Shah, F. T., Shamail, S., & Ahmad Akhtar, N. (2015). Lean quality improvement model for quality practices in software industry in Pakistan. *Journal of Software: Evolution and Process*, 27(4), 237–254.

Sherman, P. (2016). *Usability success stories: how organizations improve by making easier-to-use software and web sites*. Routledge.

Silva, F. S., Soares, F. S. F., Peres, A. L., de Azevedo, I. M., Pinto, P. P., & de Lemos Meira, S. R. (2014, September). A reference model for agile quality assurance: combining agile methodologies and maturity models. In *2014 9th International Conference on the Quality of Information and Communications Technology* (pp. 139-144). IEEE.

Toro, A., & Peláez, L. E. (2018). Validación de un modelo para el aseguramiento de la calidad del software en MIPYMES que desarrollan software en el Eje Cafetero. *Revista Entre Ciencia e Ingeniería*, 12(23), 84–92