

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

“DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE POLÍTICAS Y PROCEDIMIENTOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE BASADO EN CMMI”

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MÁSTER (MSc) EN
GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN**

Ing. DORIS CRUZ CALIZ RAMOS
E-MAIL: crucesita2003@hotmail.com

DIRECTOR: Ing. GUSTAVO SAMANIEGO, MSc.
E-MAIL: gustavo.samaniego@epn.edu.ec

QUITO, FEBRERO 2011

DECLARACIÓN

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

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

Doris Cruz Cáliz Ramos

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la ingeniera: Doris Cruz Cáliz Ramos, bajo mi supervisión.

Ing. Gustavo Samaniego, MSc.
DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Al Divino Niño Jesús y a la Santísima Virgen, por bendecirme durante mis estudios y el desarrollo del Proyecto de Tesis.

A mi familia por su apoyo y cariño.

A todos y cada uno de los maestros de la Facultad de Sistemas de la Escuela Politécnica Nacional de manera especial a mi director de tesis, el Ing. Gustavo Samaniego quien con su experiencia y profesionalismo supo brindarme una gran ayuda y orientación para el desarrollo de este proyecto de Tesis.

Cruz

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a toda mi hermosa familia de la cual me siento muy orgullosa ya que han sido un apoyo y ejemplo fundamental en mi vida, en especial a mi madre María Ramos que con su infinito amor y su ejemplo de una mujer extraordinaria supo ser la luz que guió mi camino en todo momento llevándome a culminar este objetivo importante en mi vida que sin ella no hubiera sido posible.

A mis hermanos Henry, Richart, Fernanda, Patricia que siempre han estado conmigo en las buenas y en las malas, por saber que puedo contar con ellos siempre.

A mis sobrinos Renata, Francisco y Estefy , que con sus travesuras son la alegría de la familia.

A mi padre Mardoqueo Cáliz por su apoyo y consejos.

Este trabajo va para ustedes.

Los quiero mucho

CRUZ

RESUMEN

La presente Tesis muestra un marco conceptual de referencia que incluye un estudio relacionado con CMMI y su proceso evolutivo en el control de Calidad de Software, con esta base se procede a evaluar la realidad que atraviesan las Empresas de Desarrollo de Software del Ecuador mediante cuestionarios estructurados aplicados a varias empresas dedicadas a este negocio, los que luego de ser aplicados y debidamente tabulados permitieron conocer la realidad de las mismas. Seguidamente se presenta una propuesta práctica y adaptada a la realidad, la cual incluye una descripción documentada de Políticas y Procedimientos para el Control de Calidad de Sistemas de Información para Empresas Desarrolladoras de Software, cuya aplicabilidad se valida mediante un análisis de factibilidad económica, técnica, operativa y organizacional efectuado en una empresa real. Finalmente se emiten las conclusiones y recomendaciones.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1.....	4
1. MODELO DE MADUREZ.....	4
1.1. Análisis del Modelo.....	4
1.1.1. Introducción.....	4
1.1.2. Problemas Relacionados con la Calidad de las Empresas de Desarrollo de Sistemas de Información.....	6
1.1.3. Modelos de Gestión de Calidad.....	9
1.1.4. Análisis de Modelos de Gestión de Calidad.....	10
1.1.4.1. Resultados del Análisis.....	12
1.1.5. CMMI (Capability Maturity Model Integration).....	12
1.1.5.1. Historia.....	12
1.1.5.2. Principios y conceptos.....	13
1.1.5.3. CMM.....	14
1.1.5.4. CMMI (Capability Maturity Model Integration).....	15
1.1.5.5. Propósito.....	16
1.1.5.6. Beneficios.....	16
1.1.5.7. Niveles.....	16
1.1.5.8. La Representación Continua.....	17
1.1.5.9. La Representación por Etapas o Escalonada.....	19
1.1.5.10. Comparativa de las representaciones continua y por etapas.....	21
1.1.5.11. Factores de Decisión.....	22
1.1.5.12. Selección de Representación de las Estructuras.....	23
1.1.5.13. Evaluaciones.....	24
1.2. Descripción de Políticas para el control de calidad de software propuestas por CMMI.....	25
1.2.1. Estructura del CMMI.....	25
1.2.1.1. Áreas de Proceso.....	26
1.2.1.2. Componentes.....	28
1.2.1.3. Áreas de Proceso Relacionadas.....	31
1.2.1.4. Áreas de Proceso de Ingeniería.....	31
1.2.2. Descripción de las Políticas propuestas por CMMI para Ingeniería.....	34
1.2.2.1. Políticas Generales.....	34
1.2.2.2. Políticas Específicas.....	38
1.3. Descripción de los Procedimientos para el control de calidad de software propuestas por CMMI.....	50
1.3.1. Gestión de Requerimientos (REQM).....	50
1.3.2. Desarrollo de Requerimientos (RD).....	52
1.3.3. Solución Técnica (TS).....	57
1.3.4. Integración de Productos (PI).....	61
1.3.5. Verificación (VER).....	65
1.3.6. Validación (VAL).....	68
CAPITULO 2.....	73
2. ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL DE LAS EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE.....	73
2.1. Selección de la Muestra.....	73
2.1.1. Determinación de la población de las Empresas dedicadas al Desarrollo de Sistemas de Información en Ecuador.....	73
2.1.2. Cálculo del tamaño de la Muestra.....	76
2.2. Preparación de la Encuesta.....	78
2.2.1. Cuestionario de Sistema de Gestión de Calidad.....	78
2.2.1.1. Requisitos de Documentación.....	79
2.2.1.2. Responsabilidad de la Dirección.....	79
2.2.1.3. Gestión de los Recursos.....	80
2.2.1.4. Realización del Producto.....	80
2.2.1.5. Medición, Análisis y Mejora.....	82
2.2.2. Cuestionario del área de Control de Calidad.....	83
2.2.2.1. Cuantitativo.....	83

2.2.2.2.	Área de calidad	83
2.3.	Ejecución de las Encuestas	84
2.3.1.	Cuestionario de Sistema de Gestión de Calidad	84
2.3.1.1.	Requisitos de Documentación	84
2.3.1.2.	Responsabilidad de la Dirección.....	85
2.3.1.3.	Gestión de los Recursos	87
2.3.1.4.	Realización del Producto	88
2.3.1.5.	Medición, Análisis y Mejora.	90
2.3.2.	Cuestionario del Área de Control de Calidad	92
2.3.2.1.	Cuestionario Cuantitativo	92
2.3.2.2.	Área de Calidad	93
2.4.	Análisis de Resultados.....	94
2.4.1.	Cuestionario de Sistema de Gestión de Calidad	94
2.4.2.	Cuestionario del Área de Control de Calidad	96
2.4.2.1.	Cuestionario Cuantitativo	96
2.4.2.2.	Área de Calidad	96
CAPITULO 3.....		97
3.	PROPUESTA	97
3.1.	Contenido de Propuesta	99
3.1.1.	Nomenclatura.....	100
3.1.1.1	Documentos	100
3.1.1.2	Diagramas.....	101
3.1.1.	Definiciones Generales	102
3.1.2.	Lista de Roles	102
3.1.3.	Herramientas para la implantación de CMMI	103
3.1.4.1	CMM-Quest.....	103
3.1.4.2	Excel de Evaluación de Procesos basada en el Modelo CMMI SE/SW/IPPD	104
3.2.	Definición de Políticas.....	105
3.2.1.	Políticas Generales	107
3.2.2.	Políticas Específicas	109
3.3.	Definición de Procedimientos	114
3.3.1	Gestión de Requerimientos	114
3.3.2	Desarrollo de Requerimientos	120
3.3.3	Solución Técnica.....	128
3.3.4	Integración de Productos	139
3.3.5	Verificación.....	147
3.3.6	Validación.....	155
CAPITULO 4.....		163
4.	VALIDACIÓN DE LA APLICABILIDAD DE LA PROPUESTA	163
4.1.	Selección y descripción de la Empresa.	163
4.1.1.	Misión.....	164
4.1.2.	Visión	164
4.1.3.	Valores	164
4.2.	Descripción de los Procedimientos de Desarrollo Actuales.	164
4.3.	Análisis Costo Beneficio de la Propuesta	166
4.3.1.	Cronograma y Planificación de recursos referencial	166
4.3.2.	Identificación de Costos	167
4.3.2.1.	Costos de Personal.....	167
4.3.2.2.	Costos de Infraestructura.....	168
4.3.2.3.	Costos de Capacitación	169
4.3.2.4.	Costos del Primer Año	169
4.3.3.	Proyección de Costos durante los 5 primeros años	170
4.3.4.	Costo de bug o incidente	171
4.3.4.1.	Costo de solucionar un bug	171
4.3.4.2.	Costo mensual de soporte a bugs	172
4.3.4.3.	Costo de Down Time	172
4.3.4.4.	Costo de Pérdida de Imagen de la Empresa.....	174
4.3.4.5.	Total Costo de Bugs al Mes.....	174
4.3.5.	Identificación de Beneficios	175

4.3.5.1.	Beneficios Directos	175
4.3.5.2.	Cuantificación de Beneficios.....	179
4.3.5.3.	Proyección de beneficios durante los 5 primeros años	180
4.3.6.	Determinación del flujo de caja y cálculo de las variables financieras (VAN, TIR, PRI). 181	
4.3.6.1.	Análisis de la Factibilidad Económica.....	182
4.4.	Validación de la Propuesta	183
4.4.1.	Análisis de factibilidad.....	183
4.4.1.1.	Factibilidad Técnica:	184
4.4.1.2.	Factibilidad Operativa	187
4.4.1.1	Factibilidad Organizativa:.....	188
4.5.	Análisis de Resultados.....	191
4.5.1.	Análisis de la Factibilidad Técnica	191
4.5.2.	Análisis Factibilidad Operativa.....	192
4.5.3.	Análisis de la Factibilidad Organizativa	193
CAPITULO 5.....		194
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	194
5.1.	Conclusiones.....	194
5.2.	Recomendaciones	195
Bibliografía.....		196

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Cuestionarios de CMMI.....	CD
ANEXO 2. Manual De Usuario Mantis.....	CD
ANEXO 3. CMM- Quest.....	CD

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro Comparativo de Modelos de Gestión de Calidad.....	11
Tabla 2: Áreas de Interés de CMMI	16
Tabla 3: Niveles de Representación Continua y Escalonada	21
Tabla 4: Comparativa de las representaciones Continua y por Etapas.....	22
Tabla 5: Comparación de representación para cualquier empresa.....	23
Tabla 6: Comparación de representación con Puntuación para Empresa de Desarrollo de Sw.....	24
Tabla 7: Áreas de Proceso	28
Tabla 8: Áreas de proceso de Ingeniería	32
Tabla 9: Tabla Resumen de Objetivos.....	72
Tabla 10: Empresas desarrolladoras de SW del Ecuador	76
Tabla 11: Tabla de parámetros	76
Tabla 12: Valores para cálculo de la muestra.....	77
Tabla 13: Cuestionarios de Evaluación.....	78
Tabla 14: Cuestionario del Área de Requisitos de Documentación.....	79
Tabla 15: Cuestionario del área Responsabilidad de la Dirección	80
Tabla 16 : Cuestionario del área Gestión de Recursos	80
Tabla 17: Cuestionario del área Realización del Producto	82
Tabla 18: Cuestionario del área Medición, Análisis, Mejora	83
Tabla 19 : Cuestionario Cuantitativo	83
Tabla 20: Cuestionario del área de Control de Calidad de Software.....	84
Tabla 21: Ejecución de Encuesta del área de Requisitos de Documentación	85
Tabla 22 Ejecución de Encuesta del área Responsabilidad de la Dirección	86
Tabla 23: Ejecución de Encuesta del área Gestión de Recursos.....	87
Tabla 24: Ejecución de Encuesta del área Realización del Producto.....	90
Tabla 25: Ejecución de Encuesta del área Medición Análisis y Mejora.....	92
Tabla 26: Ejecución de Encuesta del área Medición Análisis y Mejora.....	92
Tabla 27: Ejecución de Encuesta del área de Control de Calidad.....	93
Tabla 28: Análisis de Resultados por área de las Empresas encuestadas.....	94
Tabla 29: Elementos y términos de CMMI dentro de la Propuesta	98
Tabla 30: Nomenclatura de Documentos.....	101
Tabla 31 : Nomenclatura de Diagramas de Flujo.....	101
Tabla 32: Definiciones Generales de la Propuesta.....	102
Tabla 33: Lista de roles necesarios para la implementación de la propuesta	103
Tabla 34: Políticas Generales	109
Tabla 35: Políticas Específicas	114
Tabla 36: Procedimiento Gestión de Requerimientos.....	118
Tabla 37: Indicadores Gestión de Requerimientos.....	119
Tabla 38: Formularios y Documentos Gestión de Requerimientos	120
Tabla 39: Procedimiento de Desarrollo de Requerimientos	127
Tabla 40: Indicadores de Desarrollo de Requerimientos.....	127
Tabla 41: Formularios y Documentos de Desarrollo de Requerimientos	128
Tabla 42: Procedimiento de Solución Técnica.....	135
Tabla 43: Indicadores de Solución Técnica	137
Tabla 44: Formularios y Documentos de Solución Técnica.....	139
Tabla 45: Procedimiento de Integración del Producto	145
Tabla 46: Indicadores de Integración del Producto.....	146
Tabla 47: Formularios y Documentos de Integración del Producto	147
Tabla 48: Procedimiento de Verificación.....	153
Tabla 49: Indicadores de Verificación	154
Tabla 50: Formularios y Documentos de Verificación.....	155
Tabla 51: Procedimiento de Validación.....	160
Tabla 52: Indicadores de Validación	161
Tabla 53: Formularios y Documentos de Validación.....	162
Table 54: Proceso de Desarrollo Cobis	166
Tabla 55: Costos de Personal	168
Tabla 56: Costos de Infraestructura	168
Tabla 57: Costos de Capacitación	169

Tabla 58: Costos Directos del Primer Año	169
Tabla 59: Costos estimados de la ejecución en los primeros 5 años	170
Tabla 60: Tiempo Promedio de resolución de un bug	171
Tabla 61: Costo Promedio de Resolución de un bug.....	172
Tabla 62: Costo mensual CEN en Soporte	172
Tabla 63: Costo de down time de un solo proyecto Interno que usa CEN	173
Tabla 64: Costo de Down time Mensual de Bugs	173
Tabla 65: Costo Mensual de Pérdida de Imagen de la Empresa	174
Tabla 66: Total Costo bugs mensual	174
Tabla 67: CMMI Performance Results Summary.....	176
Tabla 68: Reducción de Costos Mejora Pesimista anual	176
Tabla 69 : Reducción de Costos Mejora Promedio anual.....	176
Tabla 70: Mejora Pesimista en Calendario	177
Tabla 71: Mejora Promedio en Calendario	177
Tabla 72: Mejora Pesimista en la Productividad anual	178
Tabla 73: Mejora Promedio en la Productividad anual	178
Tabla 74: Mejora pesimista en la calidad.....	178
Tabla 75: Mejora promedio en la calidad mensual	179
Tabla 76: Mejora pesimista satisfacción al cliente anual	179
Tabla 77: Mejora promedio de satisfacción al cliente anual	179
Tabla 78: Descripción de beneficios anuales	180
Tabla 79: Beneficios estimados del proyecto en los primeros 5 años	180
Tabla 80: Distribución de costos y Beneficios del Proyecto	181
Tabla 81: Indicadores VAN y TIR.....	182
Tabla 82: Cuestionario de Análisis de Factibilidad Técnica.....	186
Tabla 83: Aplicación del Cuestionario de Análisis de Factibilidad Técnica	187
Tabla 84: Resultado Cuestionario de análisis de Factibilidad Técnica.....	187
Tabla 85: Cuestionario de Análisis de Factibilidad Operativa.....	187
Tabla 86: Aplicación del Cuestionario de análisis de Factibilidad Operativa.....	188
Tabla 87: Resultado Cuestionario de Análisis de Factibilidad Operativa	188
Tabla 88: Roles área de Investigación y Desarrollo.....	190
Tabla 89: Distribución de Roles de la Propuesta Planteada.....	190
Tabla 90: Estado Actual del Área de Investigación y Desarrollo	192
Tabla 91: Mapeo de Roles Cobis y Roles de la Propuesta para Análisis de Factibilidad Organizativa	193

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : Historia de CMMs	13
Figura 2: Representación Continua	18
Figura 3: Representación por Etapas	19
Figura 4 : Niveles de Madurez	20
Figura 5: Componentes del CMMI – Representación Escalonada	29
Figura 6: Metas Genéricas y Prácticas Genéricas	30
Figura 7: Relación entre Áreas de Proceso de Ingeniería	33
Figura 8: Porcentajes de encuesta del área de Requisitos de Documentación	85
Figura 9: Porcentajes de encuesta del área de Responsabilidad de la Dirección.....	87
Figura 10: Porcentajes de encuesta del área de Gestión de los Recursos.....	88
Figura 11: Porcentajes de encuesta del área Realización del Producto	90
Figura 12: Porcentajes de encuesta del área Medición, Análisis y Mejora.....	92
Figura 13: Porcentajes de Personas que se encuentran dedicadas al Control de Calidad de SW.	93
Figura 14: Porcentajes de encuesta del área de Control de Calidad	94
Figura 15: Gráfico de Araña de los Resultados de la Encuesta	95
Figura 16: Grafico de CMMI Vs Propuesta	99
Figura 17: Herramienta CMMQuest	103
Figura 18: Vista Excel de apoyo para la Evaluación MIS(Management Information Systems)-IME (Interim Maturity Evaluation)	104
Figura 19: Vista Excel MIS(Management Information Systems)-IME (Interim Maturity Evaluation para el Análisis de Estado	105
Figura 20: Áreas de Proceso de CMMI	105
Figura 21: Rational Unified Process	106
Figura 22: Áreas de Proceso de Ingeniería	110
Figura 23: Cronograma referencial para la Implementación de la Propuesta	167
Figura 24: Proyección de los Costos con o sin CMMI Fuente: Crosby, 1995	170
Figura 25: Gráfico de la relación Costo vs. Beneficios del Proyecto	181
Figura 26: Gráfico del período de recuperación de la inversión	182
Figura 27: Organigrama Cobiscorp	189
Figura 28: Análisis de Factibilidad Técnica.....	191
Figura 29: Resultados del cuestionario de Factibilidad Operativa.....	192

INTRODUCCIÓN

La calidad de los productos de información va directamente relacionada con los procesos que fueron aplicados para su producción, por esta razón se considera de vital importancia definir de manera clara los procesos con los responsables de cada actividad y su respectiva revisión.

Sin embargo en el Ecuador no se ha dado la respectiva importancia al concepto de calidad en los productos de software como se esperaría.

Es probable que la causa principal de la falta de calidad en los productos de software sea el desconocimiento de los perjuicios que la mala calidad de un producto conlleva frente los beneficios de establecer procesos para el desarrollo de forma organizada con políticas de calidad.

Además, es fundamental el apoyo de los niveles estratégicos, ya que el desconocimiento de ellos en la mejora de la calidad de los productos se refleja en presupuestos reducidos destinados a reforzar las acciones de control de calidad de los procesos en el área de desarrollo que permita alcanzar confiabilidad en los productos entregados al cliente.

Sin un control de calidad adecuado de los procesos de desarrollo de software las pérdidas económicas, el deterioro de la confianza de los clientes y la desmotivación interna del personal dedicado a desarrollo que se ve forzado a dar soporte y la prolongación en los tiempos de corrección de errores del producto, perjudica a las empresas Desarrolladoras de Software y no les permite ser competitivas.

Con esta introducción, el presente proyecto de tesis va orientado a la presentación de una Propuesta de Políticas y Procedimientos para el Control de Calidad de Sistemas de Información en Empresas de Desarrollo de Software basado en CMMI, que permita minimizar al máximo los errores en las aplicaciones obteniendo así un sinnúmero de beneficios tanto en reducción de costos como en la mejora de la productividad de la empresa.

La tesis se encuentra dividida en cuatro capítulos organizados de tal manera que permitan generar una guía clara y práctica, mediante la selección y utilización de un marco de trabajo adecuado, la evaluación de la situación actual de las Empresas de Desarrollo de Software en el Ecuador, la elaboración de la correspondiente propuesta y la validación de dicha propuesta. Estos capítulos en contenido tienen el siguiente alcance:

En el capítulo 1 se tiene como objetivo analizar el marco conceptual de referencia que incluye el estudio de la terminología, principios y conceptos fundamentales relacionados con el Modelo seleccionado en nuestro caso CMMI, incluyendo las Políticas y Procedimientos para el Control de Calidad planteados por el Modelo para el área de Ingeniería.

En el capítulo 2 se tiene como objetivo realizar el análisis de la situación actual de las Empresas de Desarrollo de Software en el Ecuador y la prioridad que estas dan a la calidad del producto informático que entregan a sus clientes finales. Con este objetivo se realiza una encuesta de varias preguntas cerradas de SI o NO y se procede a ejecutar las encuestas a varias empresas desarrolladoras de diferentes tamaños, a continuación se hace el análisis de las respuestas de cada una de las entrevistas realizadas con lo cual se realizan las conclusiones en base a los resultados obtenidos.

En el capítulo 3 se presenta la Propuesta de Políticas y Procedimientos para el Control de Calidad de Sistemas de Información en Empresas de Desarrollo de Software, para eso se diseñó un formato de cada uno de los procesos que cubre el área de Ingeniería de CMMI, buscando presentar de una manera clara y resumida cada uno de los procesos. Se incluye una sección de políticas generales, y por cada uno de los procesos se incluyen los siguientes aspectos:

- Procedimiento: Incluye un conjunto de pasos a seguir a nivel de tareas que describen al proceso además contiene un código del proceso, nombre, entradas, salidas y el diagrama del proceso.

- Indicadores: Incluye nombre, descripción, fórmula de cálculo, periodicidad de cálculo, interpretación y un atributo que indica si se considera o no obligatorio el proceso.
- Formularios y Documentos: Constituyen una recopilación de los datos que son requeridos por un proceso para la entrada o son generados por un proceso como reportes, consta de la descripción que cada documento debe tener.

Adicionalmente se incluye un listado y descripción de roles sugeridos tomando en cuenta la realidad de las Empresas Desarrolladoras de Software.

El Capítulo 4 presenta una validación de la aplicabilidad de la propuesta para lo cual se selecciona una empresa desarrolladora de Software de tamaño mediano y representativo de la realidad nacional. Se incluye una descripción de la empresa seleccionada, se realiza y ejecuta la encuesta de validación, se realiza un análisis de los resultados de la aplicabilidad de la propuesta en la empresa.

Además se incluye un análisis Costo Beneficio de la propuesta para visualizar de mejor forma la inversión que se va a realizar y los beneficios que se van a obtener.

Finalmente se presentan un conjunto de conclusiones del trabajo realizado y las recomendaciones a las cuales se ha llegado cubriendo los objetivos planteados con la realización de este proyecto de tesis.

CAPITULO 1

1. MODELO DE MADUREZ

1.1. Análisis del Modelo

1.1.1. Introducción

A pesar de que la mayor parte de software es desarrollado por personal altamente capacitado, existen una serie de errores en el producto final entregado que representan altos costos adicionales al proyecto, ya sea para solucionar los problemas que aparecen en ambientes de producción así como por el deterioro de la imagen de la empresa que provee el software ya que deja entrever la poca calidad con la que se desarrolló el producto, además de la incomodidad y molestias de los usuarios finales con las fallas del mencionado sistema.

- **Calidad**

Conjunto de propiedades y características de un producto, proceso o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas.

Según (G.Taguchi) se define la calidad como "las pérdidas que un producto o servicio infringe a la Sociedad desde su producción hasta su consumo o uso. A menores pérdidas sociales, mayor calidad del producto o servicio".¹

- **Software**

El software es la parte lógica del computador, que permite el manejo de los recursos y la realización de tareas específicas, también denominados programas.

- **Clasificación del Software**

¹ [1] MGAR. Introducción Conceptos Calidad <http://www.mgar.net/soc/isointro.htm> Abril 2010.

1. **Software de Uso General.**- El software para uso general ofrece la estructura para un gran número de aplicaciones empresariales, científicas y personales.
2. **Software de Base.**- Es la parte que permite funcionar al hardware. Su objetivo es aislar tanto como sea posible al programador de aplicaciones de los detalles del computador particular que se use, especialmente de las características físicas de la memoria, dispositivos de comunicaciones, impresoras, pantallas, teclados, entre otros.
3. **Software de Programación.**- Proporciona herramientas para ayudar al programador a escribir programas informáticos y a usar diferentes lenguajes de programación de forma práctica.
4. **Software de Sistemas de Información .**- Permite a los usuarios llevar a cabo una o varias tareas más específicas, en cualquier campo de actividad susceptible de ser automatizado o asistido, con especial énfasis en los negocios

- **Calidad del Software**

“Concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente” R.S. Pressman (1992).

“El conjunto de características de una entidad que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades expresadas y las implícitas” ISO 8402 (UNE 66-001-92).²

Es el proceso de regulación a través del cual se puede medir la calidad real, compararla con las normas o las especificaciones y actuar sobre la diferencia.

La calidad del software es el conjunto de cualidades que lo caracterizan y que determinan su utilidad y existencia. La calidad es sinónimo de eficiencia,

2 [2] GRUPO GIDIS. Calidad del Software http://gidis.ing.unlpam.edu.ar/downloads/pdfs/Calidad_software.PDF Abril 2010.

flexibilidad, corrección, confiabilidad, mantenimiento, portabilidad, usabilidad, seguridad e integridad.³

- **Aseguramiento de Calidad**

El aseguramiento de calidad del software es el conjunto de actividades planificadas y sistemáticas necesarias para aportar la confianza en que el producto (software) satisfará los requisitos dados de calidad.⁴

Es decir dar confianza de que el producto tiene calidad. Son todas aquellas acciones planificadas y sistemáticas que proporcionan una confianza adecuada en que un producto o servicio cumpla determinados requisitos de calidad.

- **Política de Calidad**

Directrices de una organización, relativas a la calidad, definidas formalmente por la alta dirección.⁵

1.1.2. Problemas Relacionados con la Calidad de las Empresas de Desarrollo de Sistemas de Información

El software está adquiriendo mayor importancia a nivel mundial y cada vez más en el núcleo de todas las organizaciones y paralelamente en sus negocios. Un fallo en el software puede generar pérdidas millonarias e incluso humanas.

La cantidad de empresas dedicadas al desarrollo software está experimentado un fuerte crecimiento, en línea con el incremento de la demanda de productos del sector. Con ello, cada vez más, la calidad del software está tomando mayor importancia en las organizaciones.

³ [4] BVS. Un enfoque actual sobre la calidad del software http://www.bvs.sld.cu/revistas/aci/vol3_3_95/aci05395.htm Abril 2010.

⁴[34] IEEE Standards for a Software Quality Metrics. <http://standards.ieee.org> Abril 2010

⁵ [2] GRUPO GIDIS. CALIDAD DEL SOFTWARE http://gidis.ing.unlpam.edu.ar/downloads/pdfs/Calidad_software.PDF Abril 2010.

A la vez los productos software son cada vez de mayor tamaño, más sofisticados y complejos, creando el reto de desarrollar dichos productos dentro de las restricciones de tiempo sin sacrificar la calidad.

Por ejemplo, el informe “CHAOS” del Standish Group (Standish, 2001), señala que sólo el 28% de los proyectos informáticos finalizan en el tiempo estimado, con los recursos planificados y con una calidad aceptable, mientras que casi una cuarta parte no llegan a finalizar nunca. En (NIST, 2002) se calculan las pérdidas económicas en varios centenares de millones de dólares.

Por este motivo, asegurar la calidad software es cada vez más importante, y como reflejan recientes informes (INTECO, 2008; SEI, 2008), se están incrementando las certificaciones de calidad, principalmente centradas en los procesos, donde muchas organizaciones están implantando modelos de mejora de procesos (predominantemente CMMI e ISO 15504 SPICE).⁶

Es común que en nuestro entorno se presenten problemas constantes en los sistemas informáticos. Se ha vuelto habitual que en la línea de un banco o institución pública en nuestro país a menudo se suspenda la atención porque existen “problemas con el sistema”, lo cual demuestra de alguna forma la baja calidad del mismo.

Según Zabala “el software de una organización se convierte de facto en su activo más valioso y que sin embargo, normalmente no se considera como tal”.⁷

La mayoría de organizaciones que elaboran sistemas de información en nuestro medio se ven presionadas por cumplir con los tiempos establecidos para la entrega y no exceder el presupuesto fijado, dejando a un lado en muchas ocasiones procesos de control de calidad adecuados, lo que hace que dichos sistemas causen una serie de inconvenientes de último momento a los usuarios

⁶ [17] NIST. 2002. Planning Report 02-3. The Economic Impacts of Inadequate Infrastructure for Software Testing. National Institute of Standards & Technology. Program Office Strategic Planning and Economic Analysis Group.

⁷[5] IIN. Congreso Nacional de Software Libre, CONSOL-México (2004) Zavala Ruiz, J. http://negro.iing.mx/~bflores/gc/paperISO10006_others.pdf Abril 2010.

antes de la liberación del producto y peor aún durante la explotación del mismo en un ambiente de producción.

Los principales problemas que afrontan los proyectos software pueden ser:

- Falta de experiencia del equipo de proyecto.
- Falta de suministro de la información necesaria por parte del cliente.
- Especificaciones imprecisas, incompletas que producen fases interminables de cambios.
- Falta de seguimiento periódico del proyecto, control de la planificación y revisiones para corregir las desviaciones.
- Procesos de software normalmente improvisados.
- Dimensión no adecuada del proyecto y planificaciones no detalladas.
- Cambios de personal durante el proyecto.
- Pruebas insuficientes e incompletas.
- Organización reactiva que resuelve crisis inmediatas.
- Planes y presupuestos excedidos sistemáticamente, al no estar basados en estimaciones realistas.

Para desarrollar software de calidad se deben corregir estas prácticas erróneas.

Resulta, por tanto, fundamental el establecimiento de políticas y procedimientos para el control de calidad que permita la obtención de productos con un adecuado nivel de depuración de errores, que minimice los riesgos operacionales y brinde continuidad y confiabilidad al negocio.

Uno de los procedimientos que aportan más valor a la empresa de desarrollo de software es el establecimiento de acciones correctivas y preventivas. Una vez determinadas e implementadas las acciones necesarias, se dejan registros de los resultados y se toman como base para la mejora de los procesos de desarrollo.

A pesar de todos los esfuerzos por estandarizar y aplicar técnicas de ingeniería del software, la probabilidad de proyectos que finalizan con éxito sigue siendo baja. La implantación de políticas y procedimientos para el control de la calidad

de sistemas de información, que efectivamente se aplique, se mantenga y se revise periódicamente, ayudará a prevenir y controlar los problemas y los riesgos habituales de los proyectos software, aunque no será una garantía del éxito de los mismos.

Es por esto que las empresas de desarrollo de software tienen un reto difícil para superar y además mantener un alto nivel de calidad en sus productos, que debe venir por una optimización de sus procesos y una permanente formación de sus recursos humanos, lo que además le permitirá ofrecer precios competitivos.

Es fundamental valorar el costo de mantener personal dedicado al control de calidad del software frente al costo operativo que para un negocio representa la presencia de problemas en los sistemas de información y su respectiva corrección, dado que al ser empresas de desarrollo de software el producto final es entregado a un cliente que adquiere este sistema informático para mejorar la productividad de su empresa y un software de mala calidad además de no incrementar beneficios puede generar pérdidas.

1.1.3. Modelos de Gestión de Calidad

Los Modelos de Calidad son herramientas que guían a las Organizaciones a la mejora continua y la competitividad dándoles especificaciones del tipo de requisitos que deben implementar para poder brindar productos y servicios de alto nivel.

Existen varios tipos de modelos de calidad:

- Modelo de Dirección por Calidad 2006-2008 (SMCT)
- Modelo de Calidad para Gobiernos Municipales 2005
- Modelo Iberoamericano de Excelencia en la Gestión (FUNDIBEQ)
- Modelo de Excelencia de European Foundation Quality Management (EFQM)
- Modelo Shingo-Excellence in Manufacturing (E.U.A)
- Modelo Malcom Baldrige (E.U.A)
- Modelo Deming (Japón)

- **Calidad del Software**

De acuerdo a la definición del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos IEEE , “La calidad del software es el grado con el que un sistema, componente o el proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario”.

- **Factores que determinan la Calidad el Software**

- Corrección. Se evalúa si el producto hace lo que se definió que haga
- Fiabilidad. Se evalúa si el producto realiza su funcionalidad de forma fiable todo el tiempo
- Eficiencia. Se analiza si el producto se ejecutará en el hardware lo mejor que pueda
- Seguridad (Integridad). Se analiza si el producto es seguro
- Facilidad de uso. Se evalúa si el producto está diseñado para ser usado

1.1.4. Análisis de Modelos de Gestión de Calidad

En la **Tabla 1** se hace una breve evaluación de algunos modelos de Gestión de Calidad más representativos.

Marco de Trabajo	Enfoque	Metodología o Modelo	Descripción General
CMM	Calidad del Software	Modelo de Capacidad y Madurez	El Modelo de Capacidad y Madurez o CMM (Capability Maturity Model), Es un modelo de evaluación de los procesos de una organización.
CMMI	Calidad del Software	Modelo de Capacidad y Madurez	(Capability Maturity Model Integration)CMMI. Integración de modelos (CMM-SW, SE-CMM, IPD-CMM). Es un modelo para la mejora y evaluación de procesos para el desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software.CMMI es la evolución de CMM
ISO 9000	Calidad de producto	Normas Internacionales	Conjunto de 5 Normas Internacionales de Estandarización sobre Gestión de la Calidad y Aseguramiento de la Calidad desarrollado para ayudar a las empresas a documentar efectivamente los elementos a ser implementados para mantener un eficiente Sistema de Calidad. Los estándares no son específicos para ninguna industria, producto o servicio.

ISO 9001:2008	Calidad de producto	Reglas de Carácter Social	Son un conjunto de reglas de carácter social y organizativo para mejorar y potenciar las relaciones entre los miembros de una organización. Cuyo último resultado, es mejorar las capacidades y rendimiento de la organización, y conseguir un aumento por este procedimiento de la excelencia final del producto.
ISO/IEC 15504	Calidad del Software	Modelo para mejora de la evaluación de procesos	Modelo para la mejora y evaluación de los procesos de desarrollo y mantenimiento de sistemas y productos de software. La norma ISO 15504 SPICE es una norma abierta e internacional para evaluar y mejorar la capacidad y madurez de los procesos. Junto con la ISO 12207, la norma aplica a la evaluación y mejora de la calidad del proceso de desarrollo y mantenimiento de software.
Six sigma	Calidad	Metodología de mejora de procesos	Es una metodología de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de 6 Sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades (DPMO)

Tabla 1: Cuadro Comparativo de Modelos de Gestión de Calidad.

Una vez realizado el cuadro se analizan las diferentes opciones que manejan conceptos de calidad para el desarrollo de software.

- ISO 9000 cubre un aspecto de calidad aplicable a cualquier producto no necesariamente de software
- ISO 9001:2008 son un conjunto de reglas de carácter social y organizativo para mejorar y potenciar las relaciones entre los miembros de una organización para mejorar las capacidades y rendimiento de la misma
- ISO/IEC 15504 junto con la ISO 12207, la norma aplica a la evaluación y mejora de la calidad del proceso de desarrollo y mantenimiento de software.
- Six sigma es una metodología de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente.
- CMM es un modelo de evaluación de los procesos de una organización.

- CMMI es un modelo para la mejora y evaluación de procesos para el desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software.

1.1.4.1. Resultados del Análisis

De acuerdo al análisis realizado se concluye que los modelos que cumple con las necesidades de la presente tesis son CMM y CMMI; se aclara que CMMI es la evolución de CMM, e integra dentro de su alcance a CMM-SW, SE-CMM e IPD-CMM. CMMI es un modelo más completo que permite la administración de varios modelos CMM de manera óptima evitando el duplicar trabajo. Con todo esto el modelo de madurez que se utilizará es CMMI.

1.1.5. CMMI (Capability Maturity Model Integration)

1.1.5.1. Historia

En 1984 el Congreso del Gobierno Americano aprobó la creación de un organismo de investigación para el desarrollo de modelos de mejora para los problemas en el desarrollo de los sistemas de software, y evaluar la capacidad de respuesta y fiabilidad de las compañías que suministran software al Departamento de Defensa. Se crea el SEI (Instituto de Ingeniería del Software), fundado por el Departamento de Defensa Americano y la Universidad Carnegie Mellon. En 1985 el SEI empieza a trabajar en un marco de madurez de procesos que permita evaluar a las empresas productoras de software. La investigación evoluciona hacia el “Modelo de Madurez de las Capacidades (CMM)”.

En agosto de 1991 el SEI publica la versión 1.0 del Modelo de Madurez de las Capacidades para el Software (SW-CMM, Capability Maturity Model for Software). En 1993 el SEI publica la versión 1.1 de SW-CMM.

En 1997 se publica la versión 1.2 y en el año 2000 el SW-CMM fue integrado y relevado por el nuevo modelo CMMI.

La historia de los modelos CMMs se puede apreciar en la **Figura 1**

La historia de los CMMs

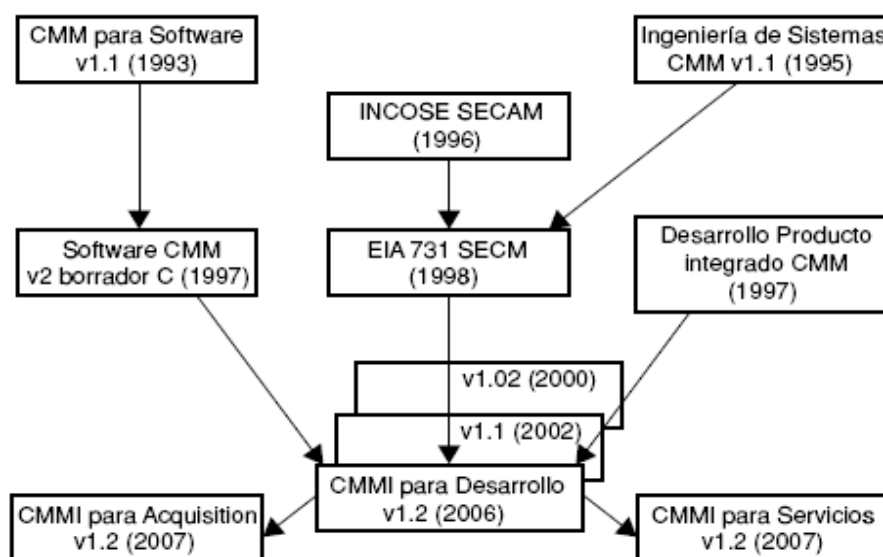


Figura 1 : Historia de CMMs 8

1.1.5.2. Principios y conceptos

El marco de madurez de los procesos parte de la premisa de gestión:

“La calidad de un producto o de un sistema es en su mayor parte consecuencia de la calidad de los procesos empleados en su desarrollo y mantenimiento”

Madurez : Es la medida en que las empresas llevan a cabo su trabajo siguiendo procesos, y en la que éstos se encuentran homogéneamente implantados, definidos con mayor o menor rigor; conocidos y ejecutados por todos los equipos de la empresa; y medidos y mejorados de forma constante.

Capacidad: Atributo de los procesos que indica si se ejecuta, se planifica y si se encuentra formalmente definido.

⁸ [24] SEI Software Engineering Institute: Reportes Estadísticos <http://www.sei.cmu.edu/reports/06tr004.pdf> . Sep 2010.

1.1.5.3. CMM

Es un modelo de evaluación de los procesos de una organización. Fue desarrollado inicialmente para los procesos relativos al desarrollo e implementación de software por la Universidad Carnegie-Mellon para el SEI (Software Engineering Institute).

1.1.5.3.1 Niveles de madurez CMM

CMM define 5 niveles posibles de madurez para las organizaciones que desarrollan y mantienen software:

- **Nivel 1: Inicial** Los resultados de calidad obtenidos son consecuencia de las personas y de las herramientas que emplean.
- **Nivel 2: Repetible** .Se llevan a cabo prácticas básicas de gestión de proyectos, de requisitos, control de versiones .
- **Nivel 3: Definido** Los procesos comunes para desarrollo y mantenimiento del software están documentados de manera suficiente en una biblioteca accesible a los equipos de desarrollo.
- **Nivel 4: Gestionado** La organización mide la calidad del producto y del proceso de forma cuantitativa en base a métricas establecidas.
- **Nivel 5: Optimizado** La mejora continua de los procesos afecta a toda la organización, que cuenta con medios para identificar las debilidades y reforzar la prevención de defectos.⁹

1.1.5.3.2 Modelos CMM

Tras la publicación del modelo CMM for Software, se comenzaron a desarrollar modelos para mejorar la madurez de las capacidades en otras áreas y ámbitos:

- P-CMM: People CMM.
- SA-CMM: Software Acquisition CMM.
- SSE-CMM: Security Systems Engineering CMM.
- T-CMM: Trusted CMM

⁹ [3] SEI. CMMI [www.sei.cmu.edu/library/assets/\[sei\]06tr008.pdf](http://www.sei.cmu.edu/library/assets/[sei]06tr008.pdf) , Abril 2010.

- SE-CMM: Systems Engineering CMM.
- IPD-CMM: Integrated Product Development CMM .¹⁰

1.1.5.4. CMMI (Capability Maturity Model Integration)

CMMI se asienta en el mismo principio expuesto para CMM: *“La calidad de un producto o de un sistema es en su mayor parte consecuencia de la calidad de los procesos empleados en su desarrollo y mantenimiento.”*

CMMI, es un modelo de referencia que se diferencia de otros modelos por estar basado en prácticas ajustables a cualquier dominio de producción y poseer un enfoque global e integrado de la organización, con el propósito de alcanzar los objetivos del negocio, permite a empresas complejas compuestas por varias áreas de negocio instaurar de una forma más sencilla un sistema de aseguramiento de la calidad.

CMMI es un modelo de madurez de mejora de los procesos para el desarrollo de productos y servicios. Consiste en las mejores prácticas que tratan las actividades de desarrollo y de mantenimiento que cubren el ciclo de vida del producto, desde la concepción a la entrega y el mantenimiento.

Anteriormente se trataba por separado a la ingeniería de software y a la ingeniería de sistemas (CMMI-SE/SW) pero actualmente se reemplazó por el título “CMMI para Desarrollo” (CMMI-DEV), con esto se muestra la integración completa de los conocimientos que cada una de estas áreas engloba y la aplicación de este modelo en el núcleo de la organización.

El modelo CMMI-DEV tiene 4 áreas de conocimiento o disciplinas que incluyen:

- Ingeniería de Software (SW)
- Ingeniería de Sistemas (SE)
- Desarrollo Integrado de Productos y Procesos (IPPD)
- Acuerdos con Proveedores (SS).

¹⁰ [3] SEI. CMMI [www.sei.cmu.edu/library/assets/\[sei\]06tr008.pdf](http://www.sei.cmu.edu/library/assets/[sei]06tr008.pdf) , Abril 2010.

1.1.5.5. Propósito

El objetivo fundamental de CMMI – DEV es ayudar a las organizaciones a mejorar sus procesos de desarrollo y mantenimiento ya sea para productos como para servicios. ¹¹

1.1.5.6. Beneficios

- Las actividades de la organización estarán vinculados explícitamente con los objetivos del negocio.
- La visibilidad de las actividades de la organización es mayor, esto permite ayudar a asegurar que su producto o servicio cumple con las expectativas del cliente.
- Se aprende de las mejores prácticas .

CMMI se puede utilizar en tres diferentes áreas de interés que se muestran en la **Tabla 2:**

Área	CMMI
Desarrollo de productos y servicios	CMMI para el modelo de desarrollo
Servicio de establecimiento, manejo y entrega	CMMI Servicios
Adquisición de productos y servicios	CMMI para el modelo de Adquisición

Tabla 2: Áreas de Interés de CMMI

1.1.5.7. Niveles

Los niveles se utilizan en CMMI para describir una trayectoria evolutiva recomendada para una organización que quiere mejorar los procesos que utiliza para desarrollar y mantener sus productos y servicios.

Existen dos caminos de mejora que están asociados con dos tipos de niveles:

¹¹ [13] Chrissis MB, Konrad M, Shrum S.. CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement. 2nd Edition ed: Addison-Wesley. 2006

- Para la representación continua, se utiliza el término "nivel de capacidad".
- Para la representación escalonada, se utiliza el término "nivel de madurez."

Independientemente de la representación que se elija, el concepto de niveles es el mismo.

1.1.5.8. La Representación Continua

Ofrece la máxima flexibilidad cuando se utiliza un modelo CMMI para la mejora de procesos. Una organización puede elegir mejorar el rendimiento de un punto problemático relacionado con un solo proceso, o puede trabajar en varios dominios que están fuertemente alineados con sus objetivos estratégicos. La representación continua también permite que una organización mejore diferentes procesos a diferentes niveles. Las dependencias que existen entre algunas áreas de proceso pueden, sin embargo, limitar un poco las elecciones.

Si se conoce de antemano que procesos necesitan ser mejorados en la organización y conoce las dependencias existentes entre las áreas de proceso descritas en el CMMI, la representación continua constituye entonces la elección pertinente.

La representación continua utiliza los niveles de capacidad, además se centra en la capacidad del área del proceso según lo medido por el nivel de capacidad.

El nivel de capacidad, que pertenece a una representación continua, aplica a la consecución de una organización en proceso de mejora de procesos de áreas individuales. Estos niveles son un medio para una mejora progresiva de procesos correspondientes a una determinada área de proceso. La **Figura 2** muestra la representación de las estructuras de forma continua.

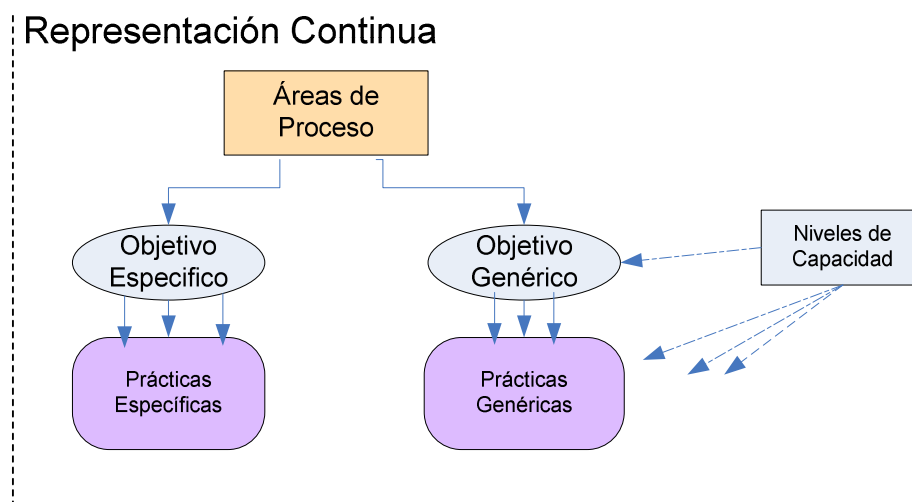


Figura 2: Representación Continua ¹²

1.1.5.8.1 Niveles Capacidad

Un nivel de capacidad consta de un objetivo genérico y sus prácticas genéricas relacionadas, ya que se refieren a un área de proceso, que puede mejorar la organización.

Los seis niveles de capacidad del 0 al 5 son los siguientes:

- **Nivel 0** - Incompleto: Un proceso es denominado “proceso incompleto” cuando una o más objetivos específicos del área de proceso no son satisfechos.
- **Nivel 1** – Realizado: Un proceso es denominado “proceso realizado” cuando satisface todos los objetivos específicos del área de proceso. Soporta y permite el trabajo necesario para producir artefactos.
- **Nivel 2** – Manejado: Un proceso es denominado como “proceso manejado” cuando tiene la infraestructura base para apoyar el proceso.
- **Nivel 3** – Definido: Un proceso denominado “proceso definido” es adaptado desde el conjunto de procesos estándares de la organización de acuerdo a las guías de adaptación de la organización, y aporta artefactos, medidas, y otra información de mejora a los activos organizacionales.

¹² [6] SEI Carnegie Mellon Software Engineering Institute: CMMI <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/> Abril 2010

- **Nivel 4** – Manejado cuantitativamente: Un proceso denominado “proceso manejado cuantitativamente” es controlado usando técnicas estadísticas y otras técnicas cuantitativas.
- **Nivel 5** – Optimización: Un proceso denominado “proceso optimización es mejorado basado en el entendimiento de causas comunes de variación del proceso.”¹³

1.1.5.9. La Representación por Etapas o Escalonada

Se centra en la madurez de la organización, medida por niveles de madurez, ofrece un método estructurado y sistemático de mejoramiento de procesos, que implica mejorar por niveles. Este concepto se puede observar en la **Figura 3**.¹⁴

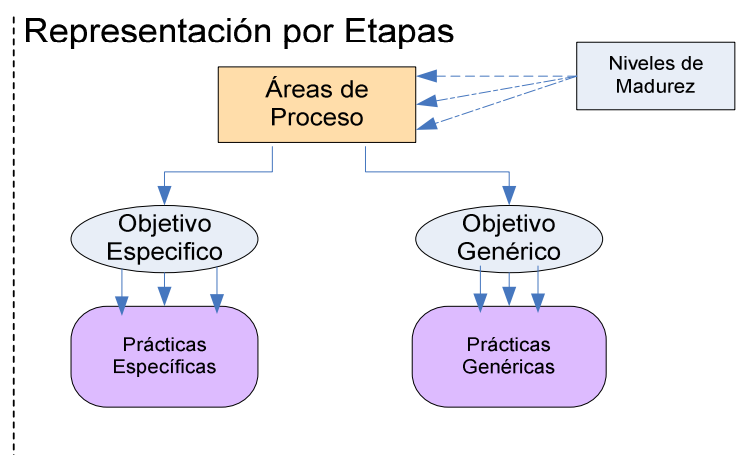


Figura 3: Representación por Etapas¹⁵

1.1.5.9.1 Niveles de Madurez

El nivel de madurez de una organización proporciona una manera de predecir el rendimiento de la organización dada una disciplina o un conjunto de disciplinas, la **Figura 4** describe los 5 niveles de Madurez que posee la representación por etapas.

¹³ [15] Roger Bate, Dorothy Kuhn, Curt Wells, James Armitage, Gloria Clark, Kerinia Cusick, Suzanne Garcia, Mark Hanna, Robert Jones, Peter Malpass, Ilene Minnich, Hal Pierson, Tim Powell, Al Reichner: “A Systems Engineering Capability Maturity Model, Version 1.1”, 1995.

¹⁴ [13] Chrissis MB, Konrad M, Shrum S.. CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement. 2nd Edition ed: Addison-Wesley. 2006

¹⁵ SEI Carnegie Mellon Software Engineering Institute: CMMI <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/> Abril 2010

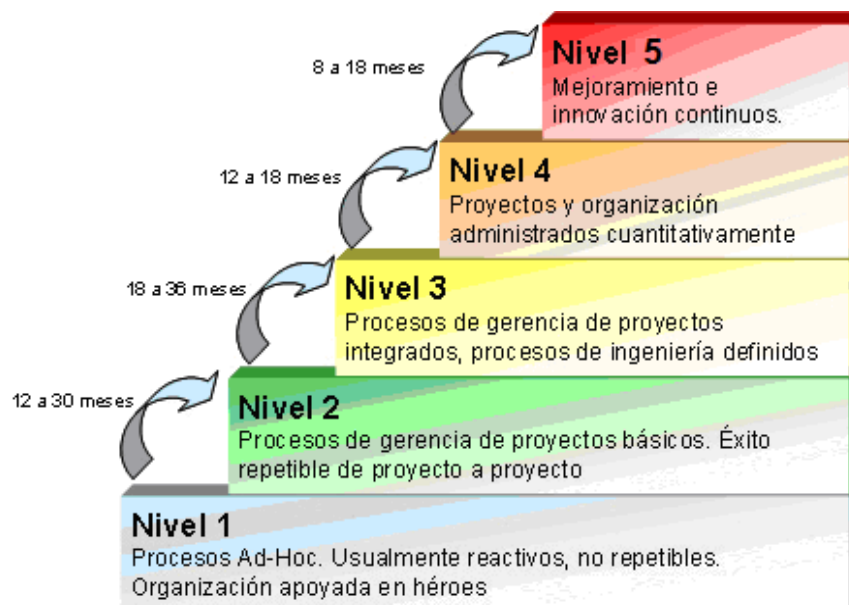


Figura 4 : Niveles de Madurez ¹⁶

Los cinco niveles de madurez de la representación por etapas son:

- **Nivel 1:** Iniciado: En el nivel de madurez 1, la mayoría de los procesos son “ad-hoc” y caóticos. La organización usualmente no provee un ambiente estable para soportar los procesos.
- **Nivel 2:** Manejado: En este nivel se ordena el caos, las organizaciones se enfocan en tareas cotidianas referentes a la administración. Cada proyecto cuenta con procesos para llevarlo a cabo.
- **Nivel 3:** Definido: Los procesos son caracterizados y entendidos de buena forma, y son descritos en estándares, procedimientos, herramientas, y métodos.
- **Nivel 4:** Manejado cuantitativamente: La organización y proyectos establecen objetivos cuantitativos para medir la calidad y realización de los procesos.

¹⁶ [13] Chrissis MB, Konrad M, Shrum S.. CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement. 2nd Edition ed: Addison-Wesley. 2006

- **Nivel 5:** Optimizado: El nivel de madurez 5 se focaliza sobre la mejora continua de los procesos a través de mejoras continuas, incrementales y tecnológicas.¹⁷

En la **Tabla 3** se comparan los niveles de capacidad y los niveles de madurez. Los nombres de cuatro de los niveles, son los mismos en ambas representaciones.

	<i>Representación Continua</i>	<i>Representación Escalonada</i>
	Nivel de Capacidad	Nivel de Madurez
Nivel 0	Incompleto	-
Nivel 1	Realizado	Inicial
Nivel 2	Manejado	Manejado
Nivel 3	Definido	Definido
Nivel 4	Manejado cuantitativamente	Manejado cuantitativamente
Nivel 5	Optimizado	Optimizado

Tabla 3: Niveles de Representación Continua y Escalonada 18

1.1.5.10. Comparativa de las representaciones continua y por etapas

A continuación en la **Tabla 4** se comparan las ventajas de cada representación para determinar qué representación conviene a cada organización.

Representación continua	Representación por Etapas o Escalonada
Concede la libertad explícita para seleccionar el orden de mejora que mejor satisface los objetivos de negocio de la organización y atenúa las áreas de riesgo de la organización.	Permite a las organizaciones tener una trayectoria predefinida y probada
Permite visibilidad incrementada de la capacidad alcanzada en cada área de proceso individual.	Se centra en un conjunto de procesos que proveen a una organización con una capacidad específica que está caracterizada por cada nivel de madurez.
Permite que las mejoras de diversos procesos sean realizadas en diversos valores	Resume resultados de la mejora de procesos en un simple número de nivel de madurez.
Refleja una aproximación nueva, que todavía no tiene los datos para demostrar sus	Se construye sobre una historia relativamente larga del uso, que incluye

¹⁷ [13] **Chrissis MB, Konrad M, Shrum S.** CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement. 2nd Edition ed: Addison-Wesley. 2006

¹⁸ [6] **SEI** Carnegie Mellon Software Engineering Institute: CMMI <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/> Abril 2010

relaciones con el retorno de la inversión.	casos de estudio y datos que demuestran el retorno de la inversión
--	--

Tabla 4: Comparativa de las representaciones Continua y por Etapas

1.1.5.11. Factores de Decisión

Siendo 10 el valor máximo y 1 el valor mínimo en la escala de evaluación se toman tres categorías de factores para decidir cuál de las dos alternativas de representación es la más conveniente para las empresas desarrolladoras de software, estos factores son el negocio, la cultura, y la herencia.

- **Factores de negocio**

Una organización guiada en base a línea de productos que decide mejorar sus procesos para toda la organización, podría ser mejor servida por una representación por etapas. La representación por etapas ayudará a una organización a seleccionar los procesos capitales sobre los cuales concentrar la mejora.

La misma organización puede optar por mejorar procesos por línea de producto. En ese caso, sería preferible que seleccionase la representación continua: se pueden alcanzar diferentes valores de capacidad para cada línea de producto.

- **Factores culturales**

Los factores culturales a considerar cuando se selecciona una representación están relacionados con la capacidad de una organización para desplegar un programa de mejora de procesos.

Por ejemplo, una organización podría seleccionar la representación continua si la cultura corporativa está orientada al proceso, está experimentada en la mejora de procesos o posee un proceso específico que necesite ser mejorado rápidamente. Una organización que tiene poca experiencia en la mejora de procesos puede elegir la representación por etapas, la cual proporcionaría una ayuda adicional sobre el orden en el cual se deben producir los cambios.

- **Herencia**

Si la organización tiene experiencia con otro modelo que tenga una representación por etapas, es recomendable continuar con la representación por etapas al usar CMMI, especialmente si se han invertido recursos y desplegado procesos a través de la organización asociados con una representación por etapas. Lo mismo es aplicable para la representación continua.

Usadas tanto para la mejora de procesos como para las evaluaciones, ambas representaciones están diseñadas para ofrecer esencialmente resultados equivalentes. Casi todo el contenido del modelo CMMI es común a ambas representaciones. Por lo tanto, una organización no necesita seleccionar una representación sobre otra.

1.1.5.12. Selección de Representación de las Estructuras

Dada la naturaleza de las empresas dedicadas al desarrollo de sistemas de información se realiza el análisis para seleccionar una alternativa de representación de CMMI, para ello se toman en cuenta los siguientes factores descritos a detalle en la **Tabla 5**.

FACTOR/REPRESENTACIÓN	Representación por Etapas	Representación Continua
Factores del Negocio.- en base a línea de productos	Empresa que decide mejorar sus procesos para toda la organización	Empresa que decide mejorar sus procesos por línea de producto
Factores Culturales.- Capacidad de una organización para desplegar un programa de mejora de procesos.	Poca experiencia en la mejora de procesos	Cultura corporativa está orientada al proceso
Herencia	Experiencia en representación por etapas	Experiencia en representación continua

Tabla 5: Comparación de representación para cualquier empresa

En la **Tabla 6** se hace una comparación de las representaciones Continua y Por Etapas en la cual se establecen puntuaciones de acuerdo al aporte que haga a las empresas de Desarrollo de Software.

FACTOR/REPRESENTACIÓN	Representación por Etapas	Representación Continua
El factor de Negocio a analizar es el	9	4

desarrollo de Software por lo que se requiere una mejora en toda la organización		
Factores Culturales En una empresa de desarrollo de SW generalmente existe poca experiencia en la mejora de procesos	9	4
Herencia La tesis se aplica a empresas de desarrollo de SW que no han tenido anteriormente experiencia en CMMI	0	0
TOTAL	18	8

Tabla 6: Comparación de representación con Puntuación para Empresa de Desarrollo de Sw

En base a la **Tabla 6** se puede ver que la mejor alternativa en cuanto a la representación de las estructuras para las empresas desarrolladoras de software es la representación por etapas ya que las empresas desarrolladoras de software en el país debe mejorar los procesos de toda la organización ya que su negocio es el desarrollo de aplicaciones por esta razón tiene una puntuación de 9, además la empresas de nuestro país poseen poca experiencia en la mejora de procesos, por lo que tiene en este punto una puntuación de 9, finalmente se califica con 0 la herencia de CMMI ya que se partirá de una empresa que anteriormente no ha adoptado a CMMI como modelo de madurez.

1.1.5.13. Evaluaciones

El SEI ha publicado dos documentos guías que actualmente son utilizados para realizar una evaluación de CMMI:

- Appraisal Requirements for CMMI **ARC** (Requisitos para la Evaluación CMMI)
- Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement **SCAMPI** (Método Estándar de Evaluación de CMMI para la mejora de procesos)

Los Requisitos para la Evaluación CMMI (ARC), definen un conjunto de requerimientos considerados esenciales para realizar una evaluación CMMI mientras que el Método Estándar de Evaluación de CMMI para la Mejora de Procesos (SCAMPI) es la referencia para la evaluación.

Se definen en ARC tres clases de evaluaciones: clase A, clase B y clase C. Las clases definen los requerimientos que debe cumplir una evaluación de cierta complejidad.

- La clase A de ARC es la única evaluación que se considera oficial para otorgar un nivel de certificación de CMMI en una organización. Se denomina SCAMPI clase A. Este método permite comprender de mejor forma las capacidades de la organización, identificando fortalezas y debilidades en sus procesos y relacionar estas fortalezas y debilidades con el modelo de referencia CMMI. SCAMPI clase A consta de tres fases: planificar y preparar la evaluación, llevar a cabo la evaluación y reportar resultados de la evaluación.
- La evaluación clase B está basada en la evaluación clase A, ayuda a una organización a comprender, con un alto grado de confianza, el estado de los procesos relativos a CMMI. Esta clase de evaluación debe ser ejecutada por dos personas, incluyendo a un líder de CMMI y requiere menos información que la evaluación clase A.
- La evaluación clase C es realizada por sólo una persona y tiene por objetivo evaluar pequeños aspectos de la organización que quieren apoyarse.

1.2. Descripción de Políticas para el control de calidad de software propuestas por CMMI

1.2.1. Estructura del CMMI

CMMI se encuentra estructurado por áreas de proceso; un área de proceso es un conjunto de prácticas relacionadas que cuando son implementadas colectivamente, satisfacen un conjunto de objetivos considerados importantes para mejorar esa área de proceso.

1.2.1.1. Áreas de Proceso

Las áreas de proceso del modelo son 22 como se muestra en la **Tabla 7**. Cada una de ellas es implementada para alcanzar el nivel de madurez correspondiente y se agrupan de acuerdo a las cuatro categorías siguientes:

- **Administración de Procesos:** Contiene áreas de proceso relacionadas con definir, planear, desplegar, implementar, monitorear, controlar, evaluar, medir y mejorar procesos.
- **Administración de Proyectos:** Contiene áreas de proceso relacionadas con planeación, monitoreo y control de proyectos.
- **Soporte:** Contiene áreas de proceso relacionadas con actividades que apoyan el desarrollo y mantenimiento del producto, y que están dirigidas a los procesos que son usados en el contexto del desarrollo de procesos pertenecientes a otras áreas.
- **Ingeniería:** Contiene áreas de procesos relacionados con actividades relacionadas al desarrollo y mantenimiento que son compartidas por toda la organización. Cualquier disciplina técnica involucrada en desarrollo de productos o servicios puede ocupar esta categoría para enfocar el proceso de mejora.

Este agrupamiento es realizado para mostrar cómo se relaciona cada área de proceso dentro de una categoría. Sin embargo, áreas de procesos de distintas categorías pueden encontrarse relacionadas, pero en esta tesis se enfocará sólo áreas de proceso de la categoría Ingeniería.

En la **Tabla 7** se indica los nombres de las áreas de proceso junto con su abreviación y descripción respectiva.

Área de proceso	Categoría	Nivel de Madurez	Descripción
Definición de Procesos Organizacionales +IPPD(OPD +IPPD)	Gestión de procesos	3	Establece y mantiene un conjunto de estándares tanto en procesos organizacionales como en ambientes de trabajo.
Entrenamiento Organizacional (OT)	Gestión de procesos	3	Permite a la gente de la organización obtener habilidades y conocimientos necesarios para que el trabajo realizado por

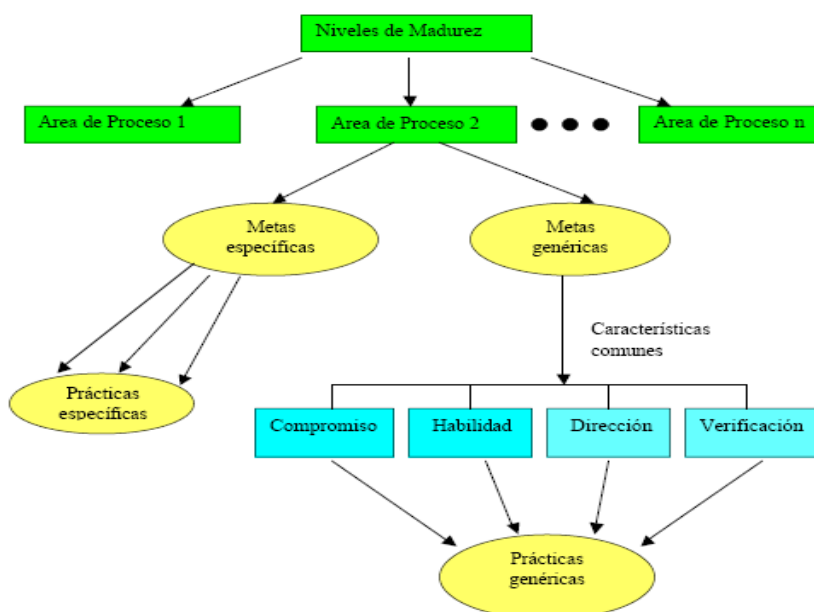
			ellos sea efectivo y eficiente.
Innovación y Despliegue Organizacional (OID)	Gestión de procesos	5	Selecciona y despliega mejoras incrementales e innovadoras que mejoran los procesos de la organización y tecnologías, para alcanzar los objetivos de calidad organizacional
Procesos Orientados a la Organización (OPF)	Gestión de procesos	3	Ayuda a mantener un entendimiento de los procesos por parte de los miembros de la organización.
Rendimiento de Procesos Organizacionales (OPP)	Gestión de procesos	4	Deriva objetivos cuantitativos de calidad y ejecución de los procesos desde el conjunto de objetivos de negocio de la organización
Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)	Gestión de proyectos	3	Maneja métricas cuantitativas de los procesos con el objetivo de alcanzar los objetivos de calidad establecidos. Mediante el análisis de estos datos permite identificar oportunidades de mejora para los procesos.
Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Gestión de proyectos	2	Gestiona la adquisición de productos de proveedores con los cuales exista un acuerdo formal
Administración de la Configuración (CM)	Gestión de proyectos	3	Establece y mantiene la integridad y consistencia de los artefactos
Administración Integral de Proyecto + IPD (IPM+IPPD)	Gestión de proyectos	3	Adapta el conjunto de procesos estándares de la organización a procesos llevados a cabo para un proyecto en particular.
Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	2	Analiza el proyecto con el objetivo de establecer un control y evaluación según los planes establecidos, tomando acciones correctivas
Planificación de Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	2	Desarrolla y mantiene planes del proyecto, compromisos adquiridos por parte de los participantes del proyecto y gestiona las partes interesadas del proyecto.
Gestión de Requerimientos (REQM)	Ingeniería	2	Gestiona los requerimientos del producto durante todo el ciclo de vida, identificando inconsistencias con los artefactos y planes de proyecto.
Desarrollo de Requerimientos (RD)	Ingeniería	3	Recopila las necesidades del cliente para convertirlas en requerimientos del producto esperado.
Integración de Producto (PI)	Ingeniería	3	Ensambla los componentes del producto para producir un producto más complejo manteniendo el cumplimiento de los requerimientos establecidos.
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	3	Diseña, desarrollo e implementa soluciones para los requerimientos del producto establecido.
Validación (VAL)	Ingeniería	3	Demuestra que el producto, componentes del producto y artefactos corresponden a lo esperado para su uso.
Verificación (VER)	Ingeniería	3	Demuestra que el producto, componentes del producto y artefactos cumplen con los requerimientos establecidos.
Análisis y Resolución	Soporte	5	Identifica la causa de defectos u otros problemas. Luego de ellos toma acciones

Causales (CAR)			correctivas para prevenir la ocurrencia de tales defectos o problemas en el futuro.
Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)	Soporte	3	Proporciona un proceso estructurado de toma de decisiones que asegura que las alternativas se comparan con criterios establecidos y objetivos para así tomar la mejor decisión posible.
Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)	Soporte	2	Proporciona un conjunto de prácticas con el objetivo de evaluar productos, servicios, procesos y sus artefactos relacionados.
Administración de Riesgos (RSKM)	Soporte	2	Identifica riesgos del proyecto para evaluarlos, priorizarlos y gestionarlos para prevenir su futura ocurrencia.
Medición y Análisis (MA)	Soporte	2	Establece métricas con el objetivo de entregar resultados objetivos que sirvan como base para tomar decisiones informadas y correctivas.

Tabla 7: Áreas de Proceso ¹⁹

1.2.1.2. Componentes

Los componentes son independientes de la representación elegida, estos se definirán de acuerdo al esquema propuesto por la Representación Escalonada por la selección anteriormente realizada. Una área de proceso está asociada a un nivel de madurez, tiene un conjunto de objetivos específicos y uno o varios objetivos genéricos asociados, dependiendo del nivel de madurez al cual pertenece la área de proceso, esto se muestra en la **Figura 5**.



¹⁹ [24] SEI Software Engineering Institute: Reportes Estadísticos <http://www.sei.cmu.edu/reports/06tr004.pdf> . Sep 2010.

Figura 5: Componentes del CMMI – Representación Escalonada 20

CMMI define componentes requeridos, esperados e informativos.

1.2.1.2.1 Componentes Requeridos

Describen lo que una organización debe realizar para satisfacer una área de proceso, son los componentes que obligatoriamente deben ser satisfechos y visiblemente implementados para poder cumplir con una área de proceso. Un componente requerido es usado en las evaluaciones para ayudar a determinar si una área de proceso es satisfecha. Existen dos componentes requeridos:

- **Objetivo Específico (SG):** Es un enunciado que describe la única característica que deber estar presente para satisfacer la área de proceso a la cual pertenece. Los SG son parte de una área de proceso.
- **Objetivo Genérico (GG):** Es un enunciado que describe una característica que debe ser satisfecha por un conjunto de áreas de proceso según sea el caso. Los GG tienen el objetivo de institucionalizar los procesos que implementan una área de proceso y son comunes a un conjunto de áreas de proceso.

Dado que se realizó previamente la selección de la representación por etapas en esta representación, sólo se usan las metas genéricas 2 y 3, como se ilustra a través del sombreado en gris de las prácticas genéricas en la **Figura 6**.

²⁰ [13] **Chrissis MB, Konrad M, Shrum S.** CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement. 2nd Edition ed: Addison-Wesley. 2006

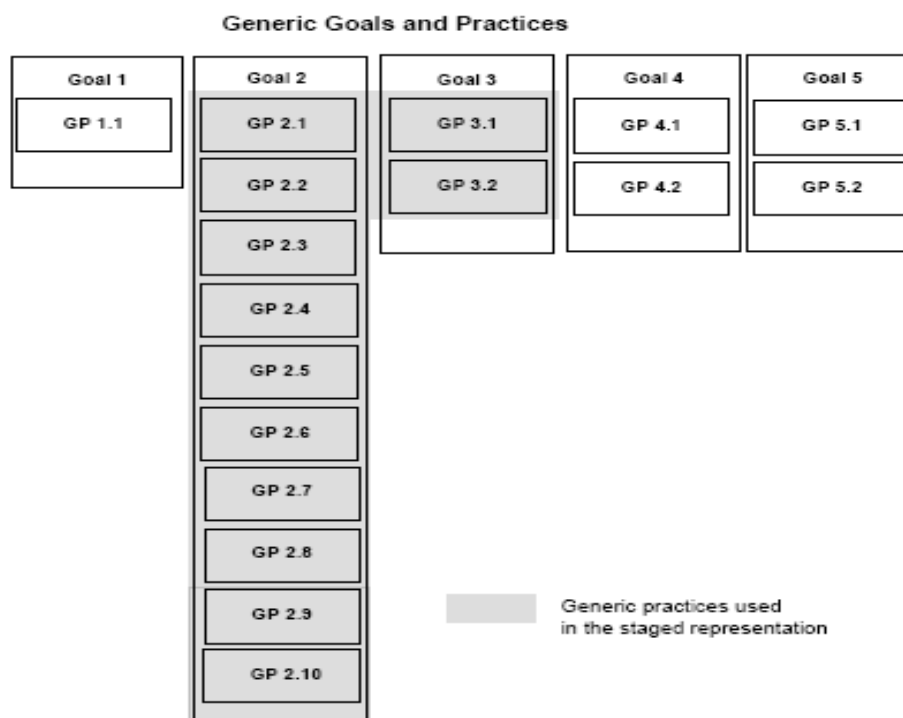


Figura 6: Metas Genéricas y Prácticas Genéricas ²¹

1.2.1.2.2 Componentes Esperados

Son los componentes que pueden ser utilizados para alcanzar una componente requerida, es decir se podrían implementar estos componentes para alcanzar los objetivos genéricos o específicos. Los componentes esperados pueden ser utilizados como guías de mejora y de evaluación de procesos. Existen dos tipos de componentes esperados:

-Prácticas Específicas (SP): Una práctica específica es un enunciado que describe una actividad que es importante o esperada para alcanzar un objetivo específico de cierta área de proceso. Las prácticas específicas describen las actividades que se espera que produzcan la consecución de las metas específicas de una área de proceso.

-Prácticas Genéricas (GP): Una práctica genérica es un enunciado que describe una actividad que es importante o esperada para alcanzar un objetivo

²¹ [24] SEI Software Engineering Institute: Reportes Estadísticos <http://www.sei.cmu.edu/reports/06tr004.pdf> . Sep 2010.

genérico. Las prácticas se denominan “genéricas” porque la misma práctica se aplica a múltiples áreas de proceso.

1.2.1.2.3 Componentes informativos

Los componentes informativos proporcionan detalles que ayudan a las organizaciones a pensar en cómo aproximarse a los componentes requeridos y esperados. Las sub-prácticas, los productos de trabajo típicos, las ampliaciones, las elaboraciones de las prácticas genéricas, los títulos de metas y prácticas, las notas de metas y prácticas, y las referencias son ejemplos de componentes informativos del modelo.

- Sub práctica: Es una descripción detallada que proporciona una guía para interpretar e implantar una práctica específica o genérica. Pueden tomar un carácter prescriptivo para proporcionar ideas útiles para la mejora de proceso.

1.2.1.3. Áreas de Proceso Relacionadas

Los cuatro grupos o categorías de áreas de procesos ayudan a guiar el proceso de mejora de la organización. Estos grupos están formados por áreas de proceso que se interrelacionan fuertemente y tienen características comunes asociadas a objetivos de negocio tradicionales.

- Administración de Procesos
- Administración de Proyectos
- Soporte
- Ingeniería.

El presente documento se centrará netamente en las áreas de proceso de la categoría de Ingeniería dado que es la categoría que enfoca la esta Tesis.

1.2.1.4. Áreas de Proceso de Ingeniería

Las áreas de proceso de Ingeniería pueden integrar los procesos asociados con diferentes disciplinas de ingeniería cuando el producto final es consecuencia de ellas, dando así un soporte para estrategias organizacionales orientas en el

producto. Las áreas de proceso pertenecientes a la categoría de Ingeniería están indicadas en la **Tabla 8**, estas son:

Áreas de Proceso de Ingeniería	Abreviatura	Descripción
Gestión de Requerimientos	(REQM).	Los distintos requerimientos son suministrados a TS que produce una arquitectura del producto, un diseño del producto en componentes y diseño de los propios componentes. REQM mantiene los requerimientos – describiendo actividades para obtener y controlar los cambios – y la trazabilidad de las necesidades del cliente al producto. Como REQM controla los cambios a los requerimientos que pueden tener como fuente todas las otras áreas de proceso de Ingeniería, esta área de proceso es recursiva, dinámica y transversal a la categoría.
Desarrollo de Requerimientos	(RD).	Identifica las necesidades de un cliente y las transforma en “requerimientos del producto”. Luego, estos son analizados para producir “requerimientos de los componentes del producto”, “requerimientos de interfaz de los componentes” y un modelo conceptual de alto nivel de la solución
Solución Técnica	(TS).	TS desarrolla cada componente los cuales son suministrados a PI - donde los componentes son integrados verificando el cumplimiento de las interfaces que fueron definidas. TS utiliza a VER para realizar la verificación del diseño.
Integración de Productos	(PI).	PI es el responsable de generar la mejor secuencia de integración de componentes posible, integrarlos y dar la aprobación para la entrega del producto al cliente. PI usa prácticas específicas de VER y VAL para implementar el proceso de integración del producto.
Verificación	(VER).	El área de proceso VER asegura que los artefactos satisfacen los requerimientos especificados. VER es un área incremental, pues comienza con la verificación de los componentes del producto para terminar con la verificación del producto completo.
Validación	(VAL).	VAL es un área de proceso incremental que valida el producto, los componentes del producto, los artefactos intermedios y los procesos con respecto a las necesidades de los clientes. Los conflictos que son descubiertos son usualmente resueltos en RD y TS.

Tabla 8: Áreas de proceso de Ingeniería ²²

La **Figura 7** muestra las relaciones existentes entre las distintas áreas de proceso de la categoría de Ingeniería.

²² [24] SEI Software Engineering Institute: Reportes Estadísticos <http://www.sei.cmu.edu/reports/06tr004.pdf> . Sep 2010.

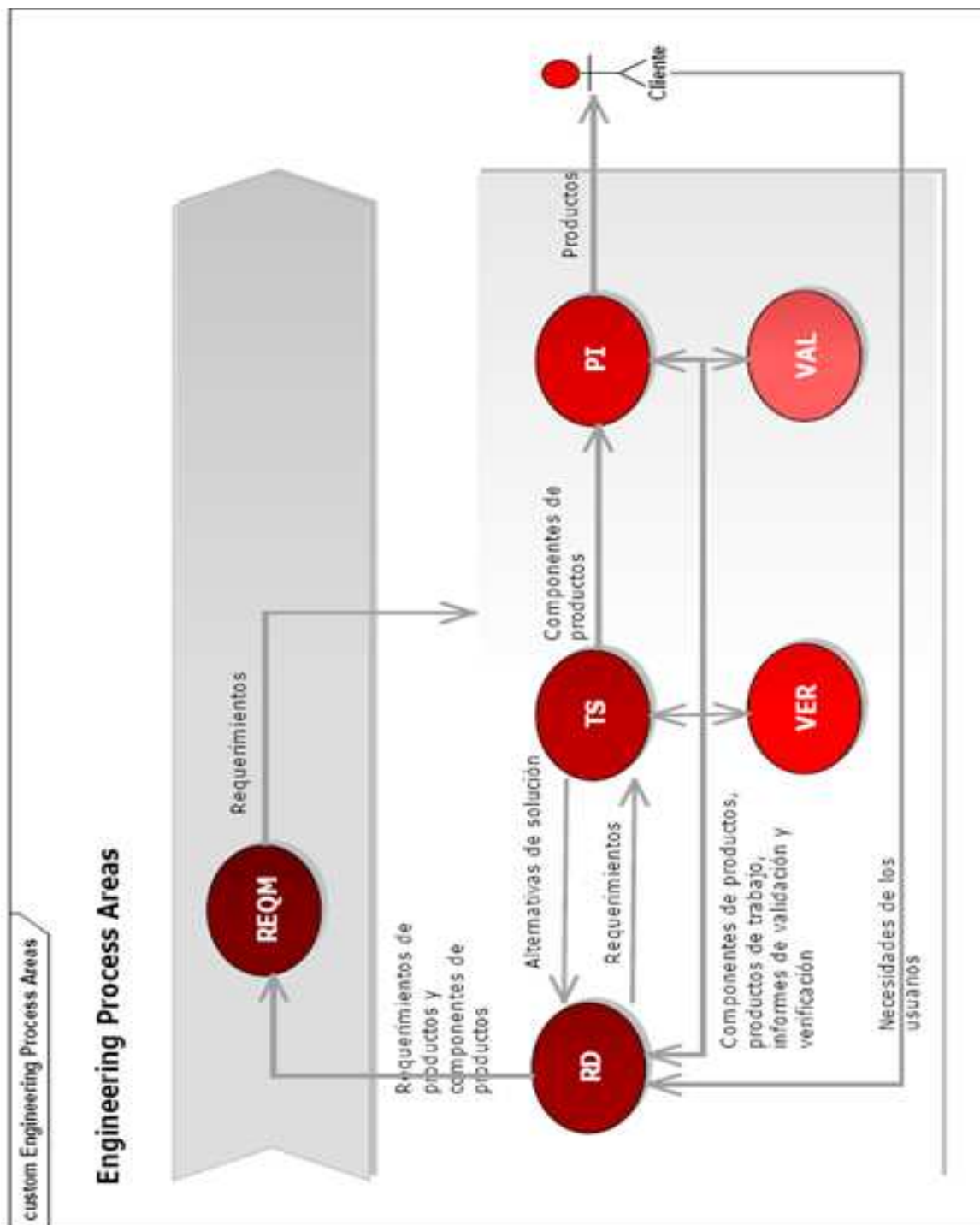


Figura 7: Relación entre Áreas de Proceso de Ingeniería ²³

²³ [24] SEI Software Engineering Institute: Reportes Estadísticos <http://www.sei.cmu.edu/reports/06tr004.pdf> . Sep 2010.

1.2.2. Descripción de las Políticas propuestas por CMMI para Ingeniería

1.2.2.1. Políticas Generales

En este ítem se describirán todas las metas genéricas, estas se encuentran organizadas en orden numérico, GG 1 a GG 5. Las prácticas genéricas también están organizadas en orden numérico dentro de la meta genérica que soportan.

Las prácticas genéricas son componentes que son comunes a todas las áreas de proceso.

- **GG 1 Alcanzar las Metas Específicas.**

El proceso de soporte permite el logro de las metas específicas del área de proceso, transformando los productos de trabajo de entrada identificables para producir los productos de trabajo de salida identificables.

La meta genérica a su vez tiene prácticas genéricas que se la describe a continuación.

- GP 1.1 Realizar las Prácticas Específicas.

Consiste en realizar las prácticas específicas del área de proceso para desarrollar los productos de trabajo y proporcionar servicios para lograr las metas específicas del área de proceso.

- **GG 2 Institucionalizar un Proceso Gestionado**

En este punto el proceso está institucionalizado como un proceso gestionado es decir que el proceso está enraizado en la forma en que se realiza el trabajo y existe un compromiso y una consistencia para realizar el proceso.

La meta genérica a su vez tiene prácticas genéricas que se las describe a continuación.

- GP 2.1 Establecer una Política de la organización.

El propósito de esta práctica genérica es establecer y mantener una política de la organización para planificar y realizar el proceso cubriendo las expectativas de la organización.

- GP 2.2 Planificar el Proceso

El propósito de esta práctica genérica es establecer y mantener el plan para realizar el proceso además de preparar una descripción del proceso y acordar el plan con las partes interesadas relevantes.

- GP 2.3 Proporcionar Recursos

El propósito de esta práctica genérica es proporcionar recursos adecuados para realizar el proceso, desarrollar los productos de trabajo y proporcionar los servicios del proceso, incluyendo financiación adecuada, instalaciones físicas apropiadas, personal cualificado y herramientas apropiadas.

- GP 2.4 Asignar Responsabilidad

El propósito de esta práctica genérica es asignar la responsabilidad y la autoridad para realizar el proceso, desarrollar los productos de trabajo y proporcionar los servicios del proceso.

- GP 2.5 Formar al Personal

El propósito de esta práctica genérica es formar, según sea necesario, a las personas para realizar o dar soporte al proceso, se proporciona una formación general para orientar a las personas que interactúan con el personal que realiza el trabajo.

- GP 2.6 Gestionar Configuraciones

El propósito de esta práctica genérica es poner los productos de trabajo designados del proceso bajo los niveles de control apropiados.

- GP 2.7 Identificar e Involucrar a las Partes Interesadas Relevantes

El propósito de esta práctica genérica es identificar e involucrar, como se planificó, a las partes interesadas relevantes durante la ejecución del proceso.

- GP 2.8 Monitorizar y Controlar el Proceso

El propósito de esta práctica genérica es realizar la monitorización y controlar el proceso frente al plan para realizar el proceso y tomar las acciones correctivas apropiadas.

- GP 2.9 Evaluar Objetivamente la Adherencia

El propósito de esta práctica genérica es Evaluar objetivamente la adherencia del proceso frente a la descripción del proceso, estándares y procedimientos, y tratar las no conformidades.

- GP 2.10 Revisar el Estado con el Nivel Directivo

El propósito de esta práctica genérica es revisar con el nivel directivo las actividades, el estado, los resultados del proceso, y resolver los problemas.

- **GG 3 Institucionalizar un Proceso Definido**

El proceso está institucionalizado como un proceso definido, es decir que es un proceso gestionado que es adaptado a partir del conjunto de procesos estándar de la organización de acuerdo a las guías de adaptación de la organización.

La meta genérica a su vez tiene práctica genérica que se la describe a continuación.

- GP 3.1 Establecer un Proceso Definido

El propósito de esta práctica genérica es establecer y mantener la descripción de un proceso definido que se adapta a partir del conjunto de procesos estándar de la organización.

- **GG 4 Institucionalizar un Proceso Gestionado Cuantitativamente**

El proceso está institucionalizado como un proceso gestionado cuantitativamente, es decir es un proceso definido que está controlado usando técnicas estadísticas y otras técnicas de carácter cuantitativo.

La meta genérica a su vez tiene prácticas genéricas que se las describe a continuación.

- GP 4.1 Establecer Objetivos Cuantitativos para el Proceso

El propósito de esta práctica genérica es determinar y mantener los objetivos cuantitativos para el proceso, los cuales tratan la calidad y el rendimiento del proceso en base a las necesidades del cliente y a los objetivos de negocio.

- GP 4.2 Estabilizar el Rendimiento del Subproceso

El propósito de esta práctica genérica es estabilizar el rendimiento de uno o más subprocesos para determinar la capacidad del proceso para lograr los objetivos cuantitativos establecidos de calidad, los cuales son contribuidores críticos del rendimiento general.

- **GG 5 Institucionalizar un Proceso de Optimización**

El proceso está institucionalizado como un proceso en optimización, que es un proceso gestionado cuantitativamente que es cambiado y adaptado para cumplir los objetivos de negocio relevantes actuales y previstos.

La meta genérica a su vez tiene prácticas genéricas que se la describe a continuación.

- GP 5.1 Asegurar la Mejora Continua del Proceso

El propósito de esta práctica genérica es seleccionar y asegurar la mejora continua del proceso para satisfacer los objetivos de negocio relevantes de la organización.

1.2.2.2. Políticas Específicas

A continuación se detalla cada una de las áreas de proceso de la categoría de Ingeniería que propone el modelo CMMI para Desarrollo.

Las áreas que se describieron anteriormente son:

- Gestión de Requerimientos (REQM).
- Desarrollo de Requerimientos (RD).
- Solución Técnica (TS).
- Integración de Productos (PI).
- Verificación (VER).
- Validación (VAL).²⁴

1.2.2.2.1 Gestión de Requerimientos (REQM).

El propósito de esta área es gestionar todos los requerimientos de productos y de los componentes del producto recibidos o generados por el proyecto, incluyendo los técnicos y no-técnicos y los propuestos por la organización. Además se deben identificar inconsistencias entre esos requerimientos, los planes y productos de trabajo del proyecto.

El jefe de proyecto administra los cambios en los requerimientos a medida que el proyecto avanza e identifica posibles inconsistencias entre planes, productos de trabajo y requerimientos.

- **SG 1: Gestionar los Requerimientos**

Objetivo: *“Los requerimientos son gestionados y las inconsistencias con los planes y con los productos de trabajo del proyecto son identificadas.”*

El proyecto mantiene un conjunto actualizado y aprobado de requerimientos durante la vida del proyecto mediante:

²⁴ [3] SEI. CMMI [www.sei.cmu.edu/library/assets/\[sei\]06tr008.pdf](http://www.sei.cmu.edu/library/assets/[sei]06tr008.pdf) , Abril 2010.

- La gestión de cambios a los requerimientos.
- Mantenimiento de relaciones entre los requerimientos, planes del proyecto y los productos de trabajo.
- Identificación de las inconsistencias entre los requerimientos, los planes del proyecto y los productos de trabajo.
- La toma de acciones correctivas.

Este Objetivo Específico a su vez tiene prácticas específicas que se listan a continuación y que se describirán en el punto de procedimientos de este mismo capítulo.

- SP 1.1 Obtener una comprensión de los requerimientos.
- SP 1.2 Obtener el compromiso sobre los requerimientos.
- SP 1.3 Gestionar los cambios de los requerimientos.
- SP 1.4 Mantener la trazabilidad bidireccional de los requerimientos.
- SP 1.5 Identificar las inconsistencias entre el trabajo del proyecto y los requerimientos²⁵

1.2.2.2.2 Desarrollo de Requerimientos (RD)

El área de proceso de Desarrollo de Requerimientos (RD) se encarga de identificar las necesidades de los clientes y traducirlas en requerimientos. El conjunto de requerimientos del proyecto es analizado para producir una solución conceptual de alto nivel. Estos requerimientos se destinan a ciertos componentes del producto final y son los que describen su rendimiento, características de diseño, su verificación, etc. para comprensión y utilización futura por parte de desarrolladores.

- **SG 1: Desarrollar Requerimientos del Cliente**

Objetivo: “Necesidades de las partes interesadas, expectativas, restricciones, e interfaces son recogidas y traducidas en requerimientos del cliente”.

²⁵ [3] SEI. CMMI [www.sei.cmu.edu/library/assets/\[sei\]06tr008.pdf](http://www.sei.cmu.edu/library/assets/[sei]06tr008.pdf) , Abril 2010.

Las necesidades de los clientes, usuarios finales, proveedores, desarrolladores y encargados de prueba son la base para determinar los requerimientos del cliente. Estas necesidades son analizadas y elaboradas para traducirlas en un conjunto de requerimientos del cliente.

Este Objetivo Específico a su vez tiene prácticas específicas que se listan a continuación y que se describirán en el punto de procedimientos de este mismo capítulo.

- SP 1.1 Obtener las necesidades.
- SP 1.2 Desarrollar los requerimientos de cliente.

- **SG 2: Desarrollar Requerimientos de productos**

Objetivo: “Requerimientos del cliente son refinados y elaborados para desarrollar requerimientos del producto y componentes del producto”.

Los requerimientos del cliente son analizados para obtener un conjunto de requerimientos más detallado y preciso y se lo denomina requerimientos del producto y de componentes del producto y abordan las necesidades asociadas con cada fase del ciclo de vida del producto. De los requerimientos obtenidos surgen las restricciones, consideraciones de temas no explícitamente en la línea base de requerimientos del cliente y factores introducidos por la arquitectura seleccionada, el diseño y las consideraciones específicas de negocio del desarrollador.

Este Objetivo Específico a su vez tiene prácticas específicas que se listan a continuación y que se describirán en el punto de procedimientos de este mismo capítulo.

- SP 2.1 Establecer los requerimientos de producto y de componentes del producto.
- SP 2.2 Asignar los requerimientos de componentes del producto.

- SP 2.3 Identificar los requerimientos de interfaz.²⁶
- **SG 3: Analizar y validar requerimientos**

Objetivo: *“Los requerimientos son analizados y validados, y una definición de la funcionalidad requerida es desarrollada”.*

Los análisis son desarrollados para determinar qué impacto tendrá el ambiente operacional previsto en la habilidad para satisfacer las necesidades de las partes interesadas, sus expectativas, restricciones e interfaces. Aspectos como viabilidad, necesidades de misión corporativa, restricciones de costos, tamaño de potencial de mercado y estrategia de adquisición deben ser tomados en consideración dependiendo del contexto del producto.

Los objetivos de los análisis son determinar requerimientos candidatos para conceptos de productos que van a satisfacer las necesidades, expectativas y restricciones de las partes interesadas y luego traducir estos conceptos a requerimientos.

Este Objetivo Específico a su vez tiene prácticas específicas que se listan a continuación y que se describirán en el punto de procedimientos de este mismo capítulo.

- SP 3.1 Establecer los conceptos operativos y los escenarios.
- SP 3.2 Establecer una definición de la funcionalidad requerida.
- SP 3.3 Analizar los requerimientos.
- SP 3.4 Analizar los requerimientos para alcanzar el equilibrio.
- SP 3.5 Validar los requerimientos.

1.2.2.2.3 Solución Técnica (TS).

Solución Técnica (TS) tiene como propósito diseñar, desarrollar e implementar soluciones a requerimientos. Es aplicable a cualquier nivel de la arquitectura del producto, componente y proceso relacionado con el ciclo de vida del producto.

²⁶ [3] SEI. CMMI [www.sei.cmu.edu/library/assets/\[sei\]06tr008.pdf](http://www.sei.cmu.edu/library/assets/[sei]06tr008.pdf) , Abril 2010.

Estos procesos relacionados con el ciclo de vida del producto son desarrollados conjuntamente con el producto y los componentes del producto. Dicho desarrollo puede incluir la selección o adaptación de procesos existentes o el desarrollo de nuevos procesos.

- **SG 1 Seleccionar las soluciones de componentes de producto.**

Objetivo: *“Soluciones de producto o de componentes del producto son seleccionadas a partir de alternativas de solución”.*

Se consideran las soluciones alternativas y sus ventajas relativas antes de seleccionar una solución. Los requerimientos claves, los temas de diseño y las restricciones son establecidos para ser utilizados en el análisis de soluciones alternativas. Un indicador de buen proceso de diseño es que el diseño fue escogido después de compararlo y evaluarlo con soluciones alternativas. En general las soluciones son definidas como un conjunto. Esto significa que al definir la siguiente capa de componentes, la solución para cada uno de los componentes del conjunto es definida. El objetivo es optimizar el conjunto de requerimientos como un todo y no sus partes.

Este Objetivo Específico a su vez tiene prácticas específicas que se listan a continuación y que se describirán en el punto de procedimientos de este mismo capítulo.

- SP 1.1 Desarrollar las soluciones alternativas y los criterios de selección.
- SP 1.2 Seleccionar las soluciones de componentes de producto.
- **SG 2: Desarrollar el diseño**

Objetivo: *“Diseños del producto y componentes del producto son desarrollados”*

Los diseños de productos deben proveer el contenido apropiado no sólo para la implementación, sino también para otras fases del ciclo de vida del producto tales como modificación, adquisición, mantenimiento e instalación. La documentación de diseño provee una referencia para apoyar el entendimiento

mutuo del diseño de las partes interesadas y así apoyar futuros cambios al diseño ya sea durante el desarrollo como en las fases siguientes del ciclo de vida del producto. Una descripción completa del diseño es documentada incluyendo una completa gama de características y parámetros incluyendo forma, ajuste, función, interfaz, características del proceso de construcción y otros parámetros. Estándares establecidos de diseño de proyecto u organizacionales forman la base para alcanzar un alto grado de definición y completitud en la documentación del diseño.

Este Objetivo Específico a su vez tiene prácticas específicas que se listan a continuación y que se describirán en el punto de procedimientos de este mismo capítulo.

- SP 2.1 Diseñar el producto o el componente de producto.
- SP 2.2 Establecer un paquete de datos técnicos.
- SP 2.3 Diseñar las interfaces usando criterios.
- SP 2.4 Realizar los análisis sobre si hacer, comprar o reutilizar.

- **SG 3: Implementar el Diseño del Producto**

Objetivo: “Componentes del producto, y su documentación de apoyo asociada, son implementados según sus diseños”.

Los componentes de producto se implementan a partir de los diseños establecidos por las prácticas específicas en la meta específica “Desarrollar el diseño”. Esta implementación incluye generalmente pruebas unitarias de los componentes de producto antes de enviarlos a la integración de producto y al desarrollo de la documentación del usuario final.

Este Objetivo Específico a su vez tiene prácticas específicas que se listan a continuación y que se describirán en el punto de procedimientos de este mismo capítulo.

- SP 3.1 Implementar el diseño.
- SP 3.2 Desarrollar la documentación de soporte de producto.

1.2.2.2.4 Integración de Productos (PI).

El propósito de PI es ensamblar los componentes del producto para obtener el producto, asegurar que el producto funciona correctamente, y liberar el producto al cliente. PI involucra:

- Integración del producto: Integración para el producto final.
- Integración de los componentes del producto para producir componentes más complejos.

El ámbito de PI es alcanzar la integración del producto completo a través del ensamble progresivo de componentes, en uno o más pasos, de acuerdo a la secuencia de integración definida y los procedimientos. Se usa el término Integración de Productos para también referirse a la Integración de Servicios.

- **SG 1: Preparación para la Integración del producto**

Objetivo: “La preparación para la integración del producto es guiada”

Preparar la integración de los componentes del producto incluye establecer y mantener:

- Una secuencia de integración del producto y de los componentes del producto.
- El ambiente para realizar la integración del producto y de los componentes del producto.
- Procedimientos y criterios para la integración del producto y de los componentes del producto.

La preparación para la integración comienza al inicio del proyecto y la secuencia de integración es desarrollada al mismo tiempo con las prácticas del área de proceso de Solución Técnica.

Este Objetivo Específico a su vez tiene prácticas específicas que se listan a continuación y que se describirán en el punto de procedimientos de este mismo capítulo.

- SP 1.1 Determinar la secuencia de integración.
- SP 1.2 Establecer el entorno de integración de producto.
- SP 1.3 Establecer los procedimientos y los criterios de integración de producto.
- **SG 2 Asegurar la compatibilidad de la interfaz**

Objetivo: *“Las interfaces de los componentes del producto, internas y externas, son compatibles”.*

Muchos problemas de integración de productos surgen por aspectos no conocidos o no controlados de interfaces internas y externas a cada componente. La administración efectiva de requerimientos de interfaces de componentes de productos, especificaciones y diseños, ayudan a asegurar que las interfaces implementadas serán compatibles y completas.

Este Objetivo Específico a su vez tiene prácticas específicas que se listan a continuación y que se describirán en el punto de procedimientos de este mismo capítulo.

- SP 2.1 Revisar la completitud de las descripciones de la interfaz.
- SP 2.2 Gestionar las interfaces.
- **SG 3 Ensamblar los componentes de producto y entregar el producto.**

Objetivo: *“Componentes verificados del producto son ensamblados y el producto integrado, verificado y validado es entregado”.*

La integración de los componentes del producto se hace de acuerdo a la secuencia de integración del producto y los procedimientos disponibles. Antes de la integración, cada componente del producto es verificado de acuerdo a los requerimientos de interfaz establecidos. Los componentes del producto son ensamblados en componentes más complejos y grandes. Estos componentes ensamblados son chequeados para su correcta interoperación. Este proceso

continúa hasta que la integración del producto es completada. Si durante este proceso se identifican problemas estos deben ser documentados y un proceso de acciones correctivas es iniciado.

Este Objetivo Específico a su vez tiene prácticas específicas que se listan a continuación y que se describirán en el punto de procedimientos de este mismo capítulo.

- SP 3.1 Confirmar la disponibilidad de los componentes de producto para su integración.
- SP 3.2 Ensamblar los componentes de producto.
- SP 3.3 Evaluar los componentes de producto ensamblados.
- SP 3.4 Empaquetar y entregar el producto o el componente de producto.

1.2.2.2.5 Verificación (VER).

El propósito de Verificación (VER) es asegurar que los artefactos cumplen con los requerimientos especificados.

VER involucra la verificación del producto o servicios y artefactos intermedios con respecto a los requerimientos seleccionados, incluyendo requerimientos del cliente, del producto o servicio y componentes del producto o servicio. VER es un proceso incremental porque se aplica al desarrollo del producto y artefactos, comenzando con la verificación de los requerimientos, pasando por la verificación de artefactos y terminando con la verificación del producto completo.

VER y VAL son parecidos pero tienen diferencias. VAL demuestra que el producto que se entregará satisface su uso previsto, mientras que VER se enfoca en que los artefactos reflejen los requerimientos especificados.

- **SG 1: Preparar la verificación**

Objetivo: *"La preparación de la verificación es guiada"*.

Una preparación es necesaria para asegurar que los requerimientos de verificación están incluidos en los requerimientos del producto, diseños, planes

de desarrollo y programas. La verificación incluye selección, inspección, prueba, análisis y demostración de artefactos.

Los métodos de verificación incluyen, pero no están limitados a ellos, inspecciones, revisiones de pares, auditorías, análisis, simulaciones, pruebas y demostraciones.

La preparación también supone la definición de herramientas de apoyo, equipamientos para pruebas y software, simulaciones, prototipos y facilidades.

Este Objetivo Específico a su vez tiene prácticas específicas que se listan a continuación y que se describirán en el punto de procedimientos de este mismo capítulo.

- SP 1.1 Seleccionar los productos o artefactos de trabajo a verificar.
- SP 1.2 Establecer el entorno de verificación.
- SP 1.3 Establecer los procedimientos y los criterios de verificación.

- **SG 2: Realizar Revisión de Pares**

Objetivo: “Revisiones de pares son desarrolladas sobre artefactos seleccionados”.

La revisión de pares es un análisis metodológico de artefactos realizado por los productores o desarrolladores pares para identificar defectos a ser removidos y recomendar otros cambios según sean necesarios.

La revisión de pares es un método de ingeniería importante y efectivo implementado vía inspecciones u otros métodos de revisión.

Este Objetivo Específico a su vez tiene prácticas específicas que se listan a continuación y que se describirán en el punto de procedimientos de este mismo capítulo.

- SP 2.1 Preparar las revisiones entre pares.
- SP 2.2 Llevar a cabo las revisiones entre pares.
- SP 2.3 Analizar los datos de la revisión entre pares.

- **SG 3: Verificar Artefactos Seleccionados**

Objetivo: “Los artefactos son verificados contra sus requerimientos específicos”.

Los métodos, procedimientos y criterios de evaluación son usados para verificar que el artefacto seleccionado y cualquier mantenimiento asociado, entrenamiento y servicios de soporte usan el ambiente de verificación apropiado. Actividades de verificación deben ser realizadas durante todo el ciclo de vida del producto.

Este Objetivo Específico a su vez tiene prácticas específicas que se listan a continuación y que se describirán en el punto de procedimientos de este mismo capítulo.

- SP 3.1 Realizar la verificación.
- SP 3.2 Analizar los resultados de la verificación.

1.2.2.2.6 Validación (VAL).

El propósito de Validación (VAL) es demostrar que un producto o componente de producto se ajusta a su uso previsto cuando se sitúa en su entorno previsto.

Actividades de validación pueden ser aplicadas a todos los aspectos del producto en cualquiera de sus ambientes planeados, tal como operación, entrenamiento, manufactura, mantenimiento, y servicios de soporte, Los métodos empleados para conseguir la validación pueden ser aplicados a artefactos así como también a productos o servicios y componentes del producto o servicios.

- **SG 1: Preparar la validación**

Objetivo: *“La preparación para la validación es guiada”.*

Actividades de preparación incluyen la selección de productos y los componentes del producto para validación, y establecer y mantener el ambiente, procedimientos y criterios de validación. Los artefactos seleccionados para validación pueden incluir sólo el producto o puede incluir niveles apropiados de los componentes del producto que son usados para construir el producto. El ambiente de Integración de Productos, Verificación y Validación puede ser el mismo.

Este Objetivo Específico a su vez tiene prácticas específicas que se listan a continuación y que se describirán en el punto de procedimientos de este mismo capítulo.

- SP 1.1 Seleccionar los productos de trabajo a validar.
- SP 1.2 Establecer el entorno de validación.
- SP 1.3 Establecer los procedimientos y los criterios de validación.

- **SG 2 Validar el producto o los componentes de producto.**

Objetivo: *“El producto o los componentes del producto son validados para asegurar que son aptos para su uso en su ambiente operacional previsto”.*

Los métodos, procedimientos y criterios de validación son usados para validar los productos y los componentes de los productos seleccionados y cualquier mantenimiento, entrenamiento y servicios de apoyo asociado usando el apropiado ambiente de validación. Actividades de validación son realizadas durante todo el ciclo de vida del producto.

Este Objetivo Específico a su vez tiene prácticas específicas que se listan a continuación y que se describirán en el punto de procedimientos de este mismo capítulo.

- SP 2.1 Realizar la validación.

- SP 2.2 Analizar los resultados de la validación.

1.3. Descripción de los Procedimientos para el control de calidad de software propuestas por CMMI.

A continuación se detalla cada una de las áreas de proceso de la categoría de Ingeniería que propone el modelo CMMI para Desarrollo, donde se describen los procedimientos o prácticas de cada una de las metas o políticas de CMMI.

Las áreas como se describieron anteriormente son:

- Gestión de Requerimientos (REQM).
- Desarrollo de Requerimientos (RD).
- Solución Técnica (TS).
- Integración de Productos (PI).
- Verificación (VER).
- Validación (VAL).

1.3.1. Gestión de Requerimientos (REQM).

- **SG 1: Gestionar los Requerimientos**

Objetivo: “Los requerimientos son gestionados y las inconsistencias con los planes y con los productos de trabajo del proyecto son identificadas.”

Las prácticas específicas de este objetivo se describen a continuación:

- SP 1.1 Obtener una comprensión de los requerimientos.

Práctica: “Desarrollar entendimiento común con los responsables de entregar los requerimientos sobre el significado y alcance de cada uno de ellos”

A medida que el proyecto avanza y los requerimientos son derivados, todas las actividades o disciplinas recibirán requerimientos. Para evitar un flujo descontrolado de requerimientos, se establecen criterios para señalar las

fuentes oficiales de las cuales recibirlos. Se debe asegurar un entendimiento compatible y compartido con los proveedores de requerimientos sobre el significado de cada uno de ellos. El resultado de este análisis y diálogo es un conjunto de requerimientos consensuado.

- SP 1.2 Obtener el compromiso sobre los requerimientos.

Práctica: “Obtener compromiso de requerimientos por parte del los participantes del proyecto”

Esta práctica específica se refiere a los acuerdos y compromisos de quienes tienen que cumplir con las actividades necesarias para implementar los requerimientos, es decir, el equipo de proyecto.

A medida que los requerimientos evolucionan, esta práctica específica asegura que los participantes del proyecto se comprometan con los requerimientos aprobados y con los cambios resultantes en planes, actividades y artefactos.

- SP 1.3 Gestionar los cambios de los requerimientos.

Práctica: “Manejar cambios de requerimientos a medida que estos se desarrollan durante el proyecto”.

Durante el proyecto, los requerimientos cambian por distintas razones. A medida que las necesidades cambian y el trabajo avanza, se obtienen requerimientos adicionales y puede ser necesario modificar los existentes. Es esencial administrar estos requerimientos nuevos y modificados en forma efectiva y eficiente. Para analizar el impacto de los cambios de forma efectiva, es necesario que la fuente de cada requerimiento sea conocida y que el fundamento del cambio sea documentado. El Jefe de Proyecto puede, sin embargo, verificar métricas apropiadas de volatilidad de requerimientos para juzgar si se requieren nuevos controles o modificar los actuales.

- SP 1.4 Mantener la trazabilidad bidireccional de los requerimientos.

Práctica: “Mantener trazabilidad bidireccional entre requerimientos y artefactos”.

El propósito de esta SP es mantener la trazabilidad bidireccional por cada nivel de descomposición del producto final.

Cuando los requerimientos son bien administrados, la trazabilidad puede ser establecida desde la fuente del requerimiento a su nivel más bajo, y desde el nivel más bajo volver a sus orígenes. Dicha trazabilidad bidireccional ayuda a determinar que todos los requerimientos fuente han sido completamente abordados y que todos los requerimientos de más bajo nivel puedan ser relacionados con una fuente válida. La trazabilidad puede también cubrir relaciones horizontales, tales como interfaces y es particularmente necesaria al evaluar el impacto de cambios a requerimientos en los planes, actividades y productos de trabajo del proyecto.

- SP 1.5 Identificar las inconsistencias entre el trabajo del proyecto y los requerimientos

Práctica: *“Identificar inconsistencias entre los planes de proyecto y artefactos y los requerimientos”*.

Esta práctica específica detecta las inconsistencias entre requerimientos y los planes de proyecto y artefactos, e inicia las acciones correctivas para solucionarlas.

1.3.2. Desarrollo de Requerimientos (RD)

- **SG 1: Desarrollar requerimientos del cliente**

Objetivo: “Necesidades de las partes interesadas, expectativas, restricciones, e interfaces son recogidas y traducidas en requerimientos del cliente”.

Las prácticas específicas de este objetivo se describen a continuación:

- SP 1.1 Obtener las necesidades.

Práctica: *“Identificar y recoger las necesidades, expectativas, restricciones e interfaces de las partes interesadas para todas las fases del ciclo de vida del producto”*.

La obtención va más allá de recopilar requerimientos, ya que implica buscar activamente la identificación de requerimientos que no hayan sido provistos explícitamente por el cliente. Los requerimientos adicionales debiesen abordar las diversas actividades del ciclo de vida del producto y su impacto en él.

- SP 1.2 Desarrollar los requerimientos de cliente.

Práctica: *“Transformar las necesidades de las partes interesadas, expectativas, restricciones e interfaces en requerimientos del cliente”*.

Las distintas entradas de las partes interesadas deben ser consolidadas, la información faltante debe ser obtenida y los conflictos deben ser resueltos al documentar el conjunto de requerimientos reconocidos por el cliente. Los requerimientos del cliente pueden incluir necesidades, expectativas y restricciones con respecto a verificación y validación.

En algunas situaciones, el cliente provee un conjunto de requerimientos al proyecto, o los requerimientos existen como una salida de actividades anteriores del proyecto. En estos casos, los requerimientos del cliente podrían contradecir las necesidades, expectativas, restricciones e interfaces de las partes interesadas y deberán ser transformadas en un conjunto de requerimientos reconocidos por el cliente, luego de resolver los conflictos adecuadamente.

Las partes interesadas que forman parte de todas las etapas del ciclo de vida del producto debieran incluir funciones técnicas y de negocios. De esta manera, los conceptos de todos los procesos relacionados con el ciclo de vida del producto son considerados junto con el concepto del producto.

- **SG 2: Desarrollar requerimientos de productos**

Objetivo: “Requerimientos del cliente son refinados y elaborados para desarrollar requerimientos del producto y componentes del producto”.

Las prácticas específicas de este objetivo se describen a continuación:

- SP 2.1 Establecer los requerimientos de producto y de componentes del producto.

Práctica: *“Establecer y mantener requerimientos del producto y componentes del producto, los cuales son basados en los requerimientos del cliente”.*

Los requerimientos del cliente pueden ser expresados en los términos del cliente y pueden ser descripciones no técnicas. Los requerimientos del producto son la expresión de estos requerimientos en términos técnicos que pueden ser usados para decisiones de diseño.

Requerimientos del producto y de componentes del producto abordan la satisfacción del cliente, los negocios, los objetivos del proyecto y los atributos asociados, tales como eficacia y economía. También abordan el costo y rendimiento de otras fases del ciclo de vida.

La modificación de requerimientos debido a la aprobación de cambios en estos es cubierta por funciones de mantenimiento de esta área de proceso; mientras que la administración de cambios de requerimientos es cubierta por el área de proceso de Administración de Requerimientos.

- SP 2.2 Asignar los requerimientos de componentes del producto.

Práctica: *“Destinar los requerimientos por cada componente del producto”.*

Los requerimientos de componentes del producto incluyen el destino de éstos al comportamiento del producto final, el diseño de restricciones y el ajuste, formación y creación de funciones para satisfacer los requerimientos y facilitar la producción. En los casos donde los requerimientos de alto nivel especifiquen comportamiento que será responsabilidad de dos o más componentes del

producto, este comportamiento debe ser dividido para ser asociado a cada componente de producto como requerimiento derivado.

- SP 2.3 Identificar los requerimientos de interfaz.

Práctica: “Identificar requerimientos de interfaz”.

Interfaces entre funciones son identificadas. Interfaces funcionales pueden impulsar el desarrollo de soluciones alternativas. Los requerimientos de interfaces entre productos o entre componentes del producto identificados en la arquitectura del producto son definidos. Estos son controlados como parte de la integración del producto y componentes del producto y son parte integral de la definición de la arquitectura.

- **SG 3: Analizar y validar requerimientos**

Objetivo: *“Los requerimientos son analizados y validados, y una definición de la funcionalidad requerida es desarrollada”.*

Las prácticas específicas de este objetivo se describen a continuación:

- SP 3.1 Establecer los conceptos operativos y los escenarios.

Práctica: *“Establecer y mantener conceptos operacionales y escenarios asociados”.*

Un escenario es típicamente una secuencia de eventos que pueden ocurrir en la utilización del producto, el cual es usado para hacer explícitas algunas de las necesidades de las partes interesadas. Las soluciones conceptuales son desarrolladas para usarse cuando se analizan los requerimientos.

Los conceptos operacionales y escenarios son desarrollados para facilitar la selección de soluciones para componentes del producto que podrán, cuando se implementen, satisfacer el uso esperado del producto. Los conceptos operacionales y escenarios documentan la interacción de los componentes del

producto con el ambiente, los usuarios y otros componentes del producto independiente de la disciplina de ingeniería.

- SP 3.2 Establecer una definición de la funcionalidad requerida.

Práctica: *“Establecer y mantener una definición de la funcionalidad requerida”*.

La definición de funcionalidad, también referida como "análisis funcional", es la descripción de lo que se pretende que el producto haga. La definición de funcionalidad puede incluir acciones, secuencias, entradas, salidas u otra información que dé a conocer la manera en la cual el producto va a ser usado.

El análisis funcional no es lo mismo que el análisis estructurado en Desarrollo de Software y no supone un diseño de software orientado a la funcionalidad. En el diseño de software orientado al objeto, se relaciona con definir los denominados "servicios" o "métodos". La definición de funciones, sus agrupaciones lógicas y sus asociaciones con requerimientos es referido como arquitectura funcional.

- SP 3.3 Analizar los requerimientos.

Práctica: *“Analizar requerimientos para asegurar que ellos son necesarios y suficientes”*.

A la luz del concepto operacional y los escenarios, los requerimientos para un nivel de la jerarquía del producto son analizados para determinar si ellos son necesarios y suficientes para alcanzar los objetivos de niveles más altos de la jerarquía del producto. Los requerimientos analizados proveen la base para requerimientos más detallados y precisos en niveles inferiores de la jerarquía de productos.

Mientras los requerimientos son definidos, sus relaciones con requerimientos y la funcionalidad definida de más alto nivel deben ser entendidas. Otra de las acciones es la determinación de cuáles requerimientos claves serán usados para medir el avance. Por ejemplo, el peso de un producto o el tamaño de un

software pueden ser monitoreados durante su desarrollo basándose en sus riesgos.

- SP 3.4 Analizar los requerimientos para alcanzar el equilibrio.

Práctica: *“Analizar requerimientos para balancear necesidades y restricciones de las partes interesadas o Stakeholders”.*

Necesidades y restricciones pueden abordar costos, cronogramas, funcionalidades, componentes reutilizables, mantenimiento o riesgos.

- SP 3.5 Validar los requerimientos.

Práctica: *“Los requerimientos se validan para asegurar que el producto resultante operará como está previsto en el ambiente del usuario”*

La validación de requerimientos es realizada tempranamente con los usuarios para obtener certeza de que los requerimientos permitirán guiar el desarrollo que resulte en una validación final exitosa. Las organizaciones maduras típicamente realizarán validación de requerimientos de una manera más sofisticada aplicando diversas técnicas y ampliarán la base de la validación para incluir necesidades y expectativas de otras partes interesadas.

1.3.3. Solución Técnica (TS).

- **SG 1 Seleccionar las soluciones de componentes de producto.**

Objetivo: *“Soluciones de producto o de componentes del producto son seleccionados a partir de alternativas de solución”.*

Las prácticas específicas de este objetivo se describen a continuación:

- SP 1.1 Desarrollar las soluciones alternativas y los criterios de selección.

Práctica: *“Desarrollar alternativas de solución y criterios de selección”.*

Las alternativas de solución deben ser identificadas y analizadas para poder seleccionar una solución equilibrada a través del ciclo de vida del producto en términos de costos, cronograma y rendimiento.

Las alternativas de soluciones cubren el rango aceptable de costo, cronograma y rendimiento. Los requerimientos de componentes del producto son recibidos y utilizados junto con problemas de diseño, restricciones, y criterios para desarrollar soluciones alternativas. Los criterios de selección abordarán típicamente costos (tiempo, recursos humanos y otros gastos) y riesgos (técnicos, de costo y cronograma).

Los criterios utilizados para seleccionar las soluciones finales debieran proveer un enfoque equilibrado de costos, beneficios y riesgos.

- SP 1.2 Seleccionar las soluciones de componentes de producto.

Práctica: “Seleccionar los componentes del producto que mejor satisfacen los criterios establecidos”.

Seleccionar soluciones para componentes del producto que mejor satisfagan los criterios establecidos. Requerimientos de más bajo nivel son generados a partir de la alternativa seleccionada y utilizados para desarrollar el diseño de los componentes de producto. Los requerimientos de interfaz entre componentes de producto son funcionalmente descritos al inicio. Las descripciones de interfaz física son incluidas en la documentación de interfaces hacia elementos y actividades externas al producto.

La descripción de soluciones y los fundamentos de la selección son documentadas. La documentación evoluciona a medida que las soluciones y los diseños son detallados, desarrollados e implementados. El mantenimiento de un registro de fundamentos es crítico para la toma de decisiones.

- **SG 2: Desarrollar el diseño**

Objetivo: *“Diseños del producto y componentes del producto son desarrolladas”*

Las prácticas específicas de este objetivo se describen a continuación:

- SP 2.1 Diseñar el producto o el componente de producto.

Práctica: “Desarrollar un diseño para el producto o componente del producto”.

El diseño del producto consiste en dos extensas fases que pueden superponerse en ejecución: diseño preliminar y diseño detallado. El diseño preliminar establece las capacidades y la arquitectura del producto, incluyendo divisiones del producto, identificación de los componentes del producto, estados de sistemas y modos, interfaces principales e interfaces externas del producto. El diseño detallado define completamente la estructura y las capacidades de los componentes del producto.

Los arquitectos postulan y desarrollan un modelo del producto, haciendo juicios sobre la asociación de requerimientos con los componentes del producto, incluyendo hardware y software. Múltiples arquitecturas que apoyan las soluciones alternativas pueden ser desarrolladas y analizadas para determinar las ventajas y desventajas en el contexto de los requerimientos de arquitectura.

- SP 2.2 Establecer un paquete de datos técnicos.

Práctica: “Establecer y mantener un paquete de datos técnicos”.

Un paquete de datos técnicos provee al desarrollador una descripción exhaustiva del producto o de sus componentes a medida que es desarrollado.

El diseño es registrado en un paquete de datos técnicos creado durante el diseño preliminar para documentar la definición de la arquitectura. Este paquete de datos técnicos es mantenido durante toda la vida del producto para registrar detalles esenciales del diseño del producto. El paquete de datos técnicos provee la descripción del producto y sus componentes que apoyan la estrategia de adquisición, o la implementación, producción, ingeniería y fases de soporte logístico del ciclo de vida del producto.

- SP 2.3 Diseñar las interfaces usando criterios.

Práctica: *“Diseñar interfaces de componentes del producto utilizando los criterios establecidos”.*

Estos diseños de interfaces incluyen lo siguiente:

- Orígenes.
- Destino.
- Estímulos y características de datos para el software
- Características eléctricas, mecánicas y funcionales para hardware
- Líneas de comunicación.

El criterio para interfaces frecuentemente refleja parámetros críticos que deben ser definidos, o al menos investigados, para asegurar su aplicabilidad.

- SP 2.4 Realizar los análisis sobre si hacer, comprar o reutilizar.

Práctica: *“Evaluar si los componentes del producto debieran ser desarrollados, comprados o reutilizados basándose en los criterios establecidos”.*

La determinación acerca de qué producto o componentes del producto serán adquiridos es frecuentemente referido análisis de hacer o comprar. Este análisis está basado en las necesidades del proyecto; comienza tempranamente durante la primera iteración de diseño, continúa durante el proceso de diseño y concluye con la decisión de desarrollar, adquirir o reutilizar el producto.

La decisión de hacer-o-comprar puede efectuarse aplicando un proceso formal de toma de decisiones. A medida que la tecnología evoluciona, también lo hacen las razones para elegir el desarrollo o compra de componentes de producto.

- **SG 3: Implementar el Diseño del Producto**

Objetivo: *“Componentes del producto, y su documentación de apoyo asociada, son implementados según sus diseños”.*

Las prácticas específicas de este objetivo se describen a continuación:

- SP 3.1 Implementar el diseño.

Práctica: *“Implementar los diseños de los componentes del producto”*.

Una vez que el diseño se ha completado, éste es implementado como un componente del producto. Las características de esa implementación dependen del tipo de componente.

La implementación del diseño en el primer nivel de la jerarquía del producto implica la especificación de cada uno de los componentes del producto en el siguiente nivel de la jerarquía. Esta actividad incluye la asignación, refinamiento y verificación de cada componente del producto. También incluye la coordinación de los trabajos de desarrollo del componente del producto.

- SP 3.2 Desarrollar la documentación de soporte de producto.

Práctica: *“Desarrollar y mantener la documentación de utilización final”*.

Esta práctica específica desarrolla y mantiene la documentación que será usada para instalar, operar y mantener el producto.

1.3.4. Integración de Productos (PI).

- **SG 1: Preparación para la Integración del producto**

Objetivo: “La preparación para la integración del producto es guiada”

Las prácticas específicas de este objetivo se describen a continuación:

- SP 1.1 Determinar la secuencia de integración.

Práctica: *“Determinar la secuencia de integración de componentes del producto”*.

Los componentes del producto son analizados para su integración. Se define un conjunto de secuencias posibles para integrar los componentes y se elige la mejor secuencia posible.

- SP 1.2 Establecer el entorno de integración de producto.

Práctica: "Establecer y mantener el ambiente necesario para apoyar la integración de los componentes del producto".

El ambiente para la integración de producto puede ser adquirido o desarrollado. Para establecer un ambiente, requerimientos para la compra o desarrollo de equipamientos, software u otros recursos necesitarán ser desarrollados. El ambiente requerido en cada paso del proceso de integración de producto puede incluir equipos para realizar pruebas, simuladores (tomando el lugar de componentes de productos no disponibles), piezas de equipos reales y dispositivos de almacenamiento.

- SP 1.3 Establecer los procedimientos y los criterios de integración de producto.

Práctica: "Establecer y mantener procedimientos y criterios para la Integración de los componentes del producto".

Los procedimientos para la integración de los componentes del producto pueden incluir cosas como el número de iteraciones incrementales que se realizan y detalles de las evaluaciones que serán llevadas a cabo en cada etapa.

Los criterios pueden indicar si el componente del producto está o no preparada para su integración o su grado de aceptación.

Los procedimientos y criterios para la integración del producto dirigen lo siguiente: Verificación de interfaces, Umbrales de desviación de ejecución, Parámetros del ambiente de prueba, Límites en los costos de prueba, Equilibrio calidad/costos para operaciones de integración, Tiempo de entrega desde el pedido hasta la entrega, etc.

Los criterios pueden ser definidos por cómo los componentes del producto están para ser verificados y las funciones que se espera que ellas tengan.

- **SG 2 Asegurar la compatibilidad de la interfaz**

Objetivo: *“Las interfaces de los componentes del producto, internas y externas, son compatibles”.*

Las prácticas específicas de este objetivo se describen a continuación:

- SP 2.1 Revisar la completitud de las descripciones de la interfaz.

Práctica: *“Revisar descripciones de interfaces para su cobertura y completitud”.*

Las interfaces deben incluir, además de las interfaces de los componentes del producto, todas las interfaces con el ambiente de integración del producto.

- SP 2.2 Gestionar las interfaces.

Práctica: *“Gestionar definiciones de interfaces internas y externas, diseños, y cambios en productos y componentes del producto”.*

Los requerimientos de interfaz manejan el desarrollo de las interfaces necesarias para integrar los componentes del producto. Gestionar interfaces del producto y componentes del producto comienza tempranamente en el desarrollo del producto. Las definiciones y el diseño para interfaces afecta, no solamente a los componentes de producto y sistemas externos, sino que también puede afectar la validación y verificación de ambientes.

La gestión de interfaces incluye la mantención de la consistencia de las interfaces durante todo el ciclo de vida del producto, resolución de conflictos, disconformidades, y cambios en temas.

- **SG 3 Ensamblar los componentes de producto y entregar el producto.**

Objetivo: *“Componentes verificados del producto son ensamblados y el producto integrado, verificado y validado es entregado”.*

Las prácticas específicas de este objetivo se describen a continuación:

- SP 3.1 Confirmar la disponibilidad de los componentes de producto para su integración.

Práctica: *“Confirmar, previo al ensamble, que cada componente del producto requerido para ensamblar el producto ha sido debidamente identificado, las funciones corresponden a su descripción y las interfaces de las componentes del producto cumplen con las descripciones de las interfaces”.*

El propósito de esta práctica específica es asegurar que los componentes del producto adecuadamente identificados que cumplen con su descripción puedan ser realmente ensamblados de acuerdo a la secuencia de integración del producto y procedimientos disponibles. También la consistencia entre los componentes de producto y descripciones de interface son chequeadas.

- SP 3.2 Ensamblar los componentes de producto.

Práctica: *“Ensamblar los componentes del producto de acuerdo a la secuencia de integración y procedimientos disponibles”.*

Las actividades de ensamblaje de esta práctica específica y las actividades de evaluación de la próxima son conducidas en forma iterativa, desde los componentes iniciales del producto, a través de los componentes ensamblados provisorios, hasta el producto como un todo.

- SP 3.3 Evaluar los componentes de producto ensamblados.

Práctica: *“Evaluar componentes de producto ensamblados para la compatibilidad de interfase”.*

Esta evaluación involucra examinar y probar los componentes del producto ensamblados para su realización, conveniencia o preparación usando los

procedimientos y ambiente disponibles. Esto es realizado para los diferentes pasos del ensamble según lo dispuesto por la secuencia de integración y procedimientos disponibles. La secuencia de integración del producto y procedimientos disponibles, el número de componentes, y la complejidad del producto podrían definir una secuencia de integración y evaluación más refinada.

- SP 3.4 Empaquetar y entregar el producto o el componente de producto.

Práctica: “Empaquetar el producto ensamblado o componente del producto y entregarlo al cliente apropiado”.

Los requerimientos de empaque para algunos productos pueden ser dirigidos según sus especificaciones y criterios de verificación. Esto es especialmente importante cuando los ítems son registrados y transportados por los clientes. En tales casos, pudiese haber condiciones de estrés y ambiente especificadas para el paquete. En otras circunstancias economía y requerimientos de transporte, responsabilidad, y facilidad y seguridad del desempaque son factores importantes.

1.3.5. Verificación (VER).

- **SG 1: Preparar la verificación**

Objetivo: *“La preparación de la verificación es guiada”.*

Las prácticas específicas de este objetivo se describen a continuación:

- SP 1.1 Seleccionar los productos o artefactos de trabajo a verificar

Práctica: “Seleccionar artefactos a ser verificados y métodos de verificación que serán usados para cada uno de ellos”.

Los artefactos son seleccionados basándose en su contribución para alcanzar los objetivos y requerimientos del proyecto, y para dirigir los riesgos del proyecto.

Los artefactos que serán verificados pueden incluir aquellos asociados con la mantenimiento, entrenamiento y servicios de apoyo. Los métodos de verificación dirigen el enfoque técnico de la verificación de artefactos y los procedimientos específicos que serán usados para verificar que los productos de trabajo específicos cumplan sus requerimientos.

La selección de los métodos de verificación comienza típicamente con la participación en la definición de los requerimientos del producto o componentes del producto para asegurar que estos requerimientos son verificables.

- SP 1.2 Establecer el entorno de verificación.

Práctica: “Establecer y mantener el ambiente necesario para apoyar la verificación”.

Un ambiente debe ser establecido para permitir que la verificación tome lugar. El ambiente de verificación puede ser adquirido, desarrollado, reutilizado, modificado, o una combinación de estos, dependiendo de las necesidades del proyecto.

Cada ambiente requerido va a depender de los artefactos seleccionados para su verificación y los métodos de verificación usados.

- SP 1.3 Establecer los procedimientos y los criterios de verificación.

Práctica: “Establecer y mantener procedimientos y criterios de verificación para los artefactos seleccionados”.

Los criterios de verificación son definidos para asegurar que los artefactos cumplan con sus requerimientos.

- **SG 2: Realizar Revisión de Pares**

Objetivo: “Revisiones de pares son desarrolladas sobre artefactos seleccionados”.

Las prácticas específicas de este objetivo se describen a continuación:

- SP 2.1 Preparar las revisiones entre pares.

Práctica: *“Preparar para la revisión de pares de artefactos seleccionados”*.

Actividades de preparación para la revisión de pares típicamente incluyen identificar el personal que será invitado a participar en la revisión de pares de cada artefacto; identificar los revisores claves que deben participar en la revisión de pares; preparar y actualizar cualquier material que será usado durante la revisión de pares.

- SP 2.2 Llevar a cabo las revisiones entre pares.

Práctica: *“Conducir la revisión de pares sobre artefactos seleccionados e identificar defectos resultantes de la revisión de pares”*.

Uno de los propósitos de conducir la revisión de pares es encontrar y remover tempranamente defectos. La revisión de pares es realizada incrementalmente tal como los artefactos estén siendo desarrollados. Estas revisiones son estructuradas y no son revisiones administrativas.

Debe haber la preparación suficiente, la conducción debe ser administrada y controlada, datos consistentes y suficientes deben ser registrados, y puntos de acción deben ser registrados.

- SP 2.3 Analizar los datos de la revisión entre pares.

Práctica: *“Analizar datos acerca de la preparación, conducción y resultados de la revisión de pares”*.

Analizar datos acerca de la preparación, conducción y resultados de la revisión de pares.

- **SG 3: Verificar Artefactos Seleccionados**

Objetivo: *“Los artefactos son verificados contra sus requerimientos específicos”*.

Las prácticas específicas de este objetivo se describen a continuación:

- SP 3.1 Realizar la verificación.

Práctica: “Realizar verificación de los artefactos seleccionados”.

Verificar incrementalmente productos y artefactos promueve la detección temprana de problemas y puede resultar en la remoción temprana de defectos. Los resultados de la verificación ahorran costos considerables de fallas aisladas y trabajo repetido asociado a la resolución de problemas.

- SP 3.2 Analizar los resultados de la verificación

Práctica: “Analizar los resultados de todas las actividades de verificación”.

Los resultados actuales deben ser comparados con los criterios de verificación establecidos para determinar la aceptabilidad.

Los resultados del análisis son registrados como evidencia de que la verificación fue realizada.

Para cada artefacto, todos los resultados de verificación son analizados incrementalmente para asegurar que los requerimientos hayan sido cumplidos. Dado que la revisión de pares es uno de varios métodos de verificación, los datos de revisión de pares deben ser incluidos en esta actividad de análisis para asegurar que los resultados de la verificación son suficientemente analizados.

1.3.6. Validación (VAL).

- **SG 1: Preparar la validación**

Objetivo: *“La preparación para la validación es guiada”.*

Las prácticas específicas de este objetivo se describen a continuación:

- SP 1.1 Seleccionar los productos de trabajo a validar.

Práctica: “Seleccionar productos y componentes de productos a ser validados y los métodos de validación que serán usados para cada uno”.

Productos y componentes de productos son seleccionados para validación sobre la base de sus relaciones con las necesidades del usuario. Para cada componente de producto, el alcance de la validación (comportamiento operacional, mantenimiento, entrenamiento e interfaces de usuario) debería ser determinado.

Los requerimientos y restricciones para realizar la validación son recopilados. Entonces, los métodos de validación son seleccionados basándose en su capacidad para demostrar que las necesidades de los usuarios están satisfechas. Los métodos de validación no sólo definen el enfoque técnico de la validación del producto, sino también dirige las necesidades para los equipos a utilizar y ambientes de validación. Requerimientos derivados, como requerimientos de interfaces para hacer pruebas y equipamientos, pueden ser generados.

- SP 1.2 Establecer el entorno de validación.

Práctica: “Establecer y mantener el ambiente necesario para apoyar la validación”.

Los requerimientos para el ambiente de validación son manejados por el producto o los componentes de productos seleccionados, por el tipo de artefacto y por los métodos de validación. Esto podría producir requerimientos para la compra o desarrollo de equipamiento, software u otros recursos. El entorno de validación puede incluir la reutilización de recursos existentes. En este caso, se deben hacer arreglos para el uso de estos recursos.

- SP 1.3 Establecer los procedimientos y los criterios de validación.

Práctica: “Establecer y mantener procedimientos y criterios de validación”

Procedimientos y criterios de validación son definidos para asegurar que el producto o los componentes del producto van a satisfacer su uso planificado cuando es ubicado en su ambiente planificado. La aceptación de casos de pruebas y procedimientos pueden satisfacer la necesidad de procedimientos de validación.

Los procedimientos y criterios de validación incluyen pruebas y evaluaciones de mantenimiento, entrenamiento y servicios de soporte.

- **SG 2 Validar el producto o los componentes de producto.**

Objetivo: *“El producto o los componentes del producto son validados para asegurar que son aptos para su uso en su ambiente operacional previsto”.*

Las prácticas específicas de este objetivo se describen a continuación:

- SP 2.1 Realizar la validación.

Práctica: *“Realizar la validación sobre los productos y los componentes del producto seleccionados”.*

Para que sea aceptable para los usuarios, un producto o componente del producto debe realizarse como es esperado en su ambiente operacional planificado.

Las actividades de validación son realizadas y los datos resultantes son recogidos de acuerdo a los métodos, procedimientos y criterios establecidos.

Los procedimientos de validación sobre la marcha deben ser documentados y las desviaciones que ocurran durante la ejecución deben ser atendidas, según sea apropiado.

- SP 2.2 Analizar los resultados de la validación.

Práctica: *“Analizar los resultados de las actividades de validación”.*

Los datos resultantes de las pruebas de validación, inspecciones, demostraciones o evaluaciones son analizados contra los criterios de validación definidos. Los informes de análisis indican si las necesidades fueron satisfechas; en el caso de las deficiencias, estos documentos informan el grado de éxito o fracaso y categorizan las probables causas de fracaso. Las pruebas recolectadas, inspecciones o resultados revisados son comparados con los criterios de evaluación establecidos para determinar si avanzar o enfocarse en los requerimientos que están bajo cuestión.

Analizar informes o documentación de validación sobre la marcha también puede indicar que los malos resultados de las pruebas son debido a problemas en los procedimientos de validación o un problema en el ambiente de validación.

- **Resumen**

El resumen del modelo que propone CMMI se describe en la **Tabla 9**:

OBJETIVOS	PRÁCTICAS
GESTION DE REQUERIMIENTOS (REQM)	
SG 1 Gestionar los requerimientos.	SP 1.1 Obtener una comprensión de los requerimientos.
	SP 1.2 Obtener el compromiso sobre los requerimientos.
	SP 1.3 Gestionar los cambios de los requerimientos.
	SP 1.4 Mantener la trazabilidad bidireccional de los requerimientos.
	SP 1.5 Identificar las inconsistencias entre el trabajo del proyecto y los requerimientos.
DESARROLLO DE REQUERIMIENTOS (RD)	
SG 1: Desarrollar Requerimientos del Cliente	SP 1.1 Obtener las necesidades.
	SP 1.2 Desarrollar los requerimientos de cliente.
SG 2 Desarrollar los requerimientos de producto.	SP 2.1 Establecer los requerimientos de producto y de componentes del producto.
	SP 2.2 Asignar los requerimientos de componentes del producto.
	SP 2.3 Identificar los requerimientos de interfaz.
SG 3 Analizar y validar los requerimientos.	SP 3.1 Establecer los conceptos operativos y los escenarios.
	SP 3.2 Establecer una definición de la funcionalidad requerida.
	SP 3.3 Analizar los requerimientos.
	SP 3.4 Analizar los requerimientos para alcanzar el equilibrio.
	SP 3.5 Validar los requerimientos.
SOLUCION TECNICA (ST)	
SG 1 Seleccionar las soluciones de componentes de producto.	SP 1.1 Desarrollar las soluciones alternativas y los criterios de selección.
	SP 1.2 Seleccionar las soluciones de componentes de producto.
SG 2 Desarrollar el diseño.	SP 2.1 Diseñar el producto o el componente de producto.
	SP 2.2 Establecer un paquete de datos técnicos.
	SP 2.3 Diseñar las interfaces usando criterios.
	SP 2.4 Realizar los análisis sobre si hacer, comprar o reutilizar.

SG 3 Implementar el diseño de producto.	SP 3.1 Implementar el diseño.
	SP 3.2 Desarrollar la documentación de soporte de producto.
INTEGRACIÓN DE PRODUCTOS (PI).	
SG 1 Preparar para la integración de producto.	SP 1.1 Determinar la secuencia de integración.
	SP 1.2 Establecer el entorno de integración de producto.
	SP 1.3 Establecer los procedimientos y los criterios de integración de producto.
SG 2 Asegurar la compatibilidad de la interfaz	SP 2.1 Revisar la completitud de las descripciones de la interfaz.
	SP 2.2 Gestionar las interfaces.
SG 3 Ensamblar los componentes de producto y entregar el producto.	SP 3.1 Confirmar la disponibilidad de los componentes de producto para su integración.
	SP 3.2 Ensamblar los componentes de producto.
	SP 3.3 Evaluar los componentes de producto ensamblados.
	SP 3.4 Empaquetar y entregar el producto o el componente de producto.
VERIFICACIÓN (VER).	
SG 1 Preparar la verificación	SP 1.1 Seleccionar los productos de trabajo a verificar.
	SP 1.2 Establecer el entorno de verificación.
	SP 1.3 Establecer los procedimientos y los criterios de verificación.
SG 2 Realizar revisiones entre pares.	SP 2.1 Preparar las revisiones entre pares.
	SP 2.2 Llevar a cabo las revisiones entre pares.
	SP 2.3 Analizar los datos de la revisión entre pares.
SG 3 Verificar los productos de trabajo seleccionados.	SP 3.1 Realizar la verificación.
	SP 3.2 Analizar los resultados de la verificación.
VALIDACION (VAL)	
SG1 Preparar la validación.	SP 1.1 Seleccionar los productos a validar.
	SP 1.2 Establecer el entorno de validación.
	SP 1.3 Establecer los procedimientos y los criterios de validación.
SG 2 Validar el producto o los componentes de producto.	SP 2.1 Realizar la validación.
	SP 2.2 Analizar los resultados de la validación.

Tabla 9: Tabla Resumen de Objetivos

CAPITULO 2

2. ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL DE LAS EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE

El presente capítulo tiene como objetivo determinar la situación actual de las empresas de desarrollo de software en cuanto al control de calidad que realizan en la elaboración del producto de software.

En la primera parte se selecciona una muestra en base al total de empresas dedicadas al desarrollo de software en el Ecuador, seguido se realizan dos cuestionarios de evaluación, el primero orientado a determinar si existe un sistema de gestión de Calidad y el segundo orientado netamente al área de calidad en caso de que exista, estos cuestionarios son aplicados a la muestra de empresas obtenidas, luego son tabuladas y finalmente se analizan los resultados.

2.1. Selección de la Muestra

2.1.1. Determinación de la población de las Empresas dedicadas al Desarrollo de Sistemas de Información en Ecuador.

Se investigó en la Superintendencia de Compañías el número de empresas dedicadas al desarrollo de sistemas de información. La categoría en la cual se encuentran este tipo de empresas es “**Actividades de Elaboración de Programas con Arreglo a las Instrucciones de los Usuarios: Formulación, Producción y Suministro de Programas Encargados**”.²⁷

En la **Tabla 10**, se describen las empresas dedicadas al desarrollo de Software en el Ecuador, por provincia y a su vez por cantones.

27 [18] SUPERINTENDENCIA DE COMPAÑÍAS . Empresas dedicadas al desarrollo de Sw
http://www.supercias.gov.ec/consultas/inicio/inicio_cias_x_provincia_y_actividad.html. Abril 2008

PROVINCIA	CANTÓN	EMPRESAS	PROVINCIA	CANTÓN	EMPRESAS
AZUAY	CAMILO PONCE	0	IMBABURA	ANTONIO ANTE	0
	CHORDELEC	0		COTACACHI	0
	CUENCA	23		IBARRA	1
	EL PAN	0		OTAVALO	0
	GIRÓN	1		PIMAMPIRO	0
	GUACHAPALA	0		SAN MIGUEL	0
	GUALACEO	0		CALVAS	0
	NABON	0		CATAMAYO	1
	OÑA	0		CELICA	0
	PAUTE	0		CHAGUARPAMBA	0
	PUCARÁ	0		ESPÍNDOLA	0
	S. FERNANDO	0		GONZANAMA	0
	S. ISABEL	0		LOJA	4
	SEVILLA DE ORO	0		MACARÁ	0
	SIGSIG	0		OLMEDO	0
BOLIVAR	CALUMA	0	LOJA	PALTAS	0
	CHILLANES	0		PINDAL	0
	CHIMBO	0		PUYANGO	0
	ECHEANDIA	0		QUILANGA	0
	GUARANDA	0		SARAGURO	0
	LAS NAVES	0		SOZORANGA	0
	SAN MIGUEL	0		ZAPOTILLO	0
CAÑAR	AZOGUES	0	LOS RIOS	BABA	0
	BIBLIAN	0		BABAHOYO	0
	CAÑAR	0		BUENA FE	0
	DELEG	0		MOCACHE	0
	EL TAMBO	0		MONTALVO	0
	LA TRONCAL	0		PALENQUE	0
	SUSCAL	0		PUEBLO VIEJO	0
CARCHI	BOLÍVAR	0	QUEVEDO	0	
	ESPEJO	0	QUINSALOMA	0	
	MIRÁ	0	URDANETA	0	
	MONTÚFAR	0	VALENCIA	0	
	S. P. DE HUACA	0	VENTANAS	0	
CHIMBORAZO	TULCAN	0	VINCES	0	
	ALAUŚÍ	0	40322	0	
	CHAMBO	0	BOLIVAR	0	
	CHUNCHI	0	CHONE	0	
	COLTA	0	EL CARMEN	0	
	CUMANDA	0	FLAVIO ALFARO	0	
	GUAMOTE	0	JAMA	0	
	GUANO	0	JARAMIJÓ	0	
	PALLATANGA	0	JIPIJAPA	0	
PENIPE	0	JUNIN	0		

	RIOBAMBA	0		MANTA	1	
COTOPAXI	LA MANÁ	0		MONTECRISTI	0	
	LATACUNGA	0		OLMEDO	0	
	PANGUA	0		PAJÁN	0	
	PUJILÍ	0		PEDERNALES	0	
	SALCEDO	0		PICHINCHA	0	
	SAQUISILÍ	0		PORTOVIEJO	1	
	SIGCHOS	0		PUERO LÓPEZ	0	
EL ORO	ARENILLAS	0		ROCAFUERTE	0	
	ATAHUALPA	0		SAN VICENTE	0	
	BALSAS	0	MORONA SANTIAGO	GUALAQUIZA	0	
	CHILLA	0		HUAMBOYA	0	
	EL GUABO	0		LIMON INDSNZA	0	
	HUAQUILLAS	0		LOGROÑO	0	
	LAS LAJAS	0		MORONA	0	
	MACHALA	5		PABLO VI	0	
	MARCABELI	0		PALORA	0	
	PASAJE	0		S. JUAN BOSCO	0	
	PIÑAS	0		SANTIAGO	0	
	PORTOVELO	0		SUCÚA	0	
	SANTA ROSA	0		TAHISHA	0	
	ZARUMA	0		TIWINTZA	0	
ESMERALDAS	ATACAMES	0		NAPO	ARCHIDONA	0
	ELOY ALFARO	0			C. J AROSEMENA	0
	ESMERALDAS	1	EL CHACO		0	
	LA CONCORDIA	0	QUIJOS		0	
	MUISNE	0	TENA		0	
	QUININDÉ	0	AGUARICO		0	
	RIOVERDE	0	J. SACHAS		0	
	SAN LORENZO	0	LORETO		0	
GUAYAS	ALFREDO BAQUERIZO	0	ORELLANA	ORELLANA	0	
	BALAO	0		ARAJUNO	0	
	BALZAR	0	PASTAZA	MERA	0	
	COLIMES	0		PASTAZA	0	
	C. MARCELINO	0		SANTA CLARA	0	
	DAULE	0		CAYAMBE	0	
	DURÁN	0		MEJIA	0	
	EL EMPALME	0		P. MONCAYO	0	
	EL TRIUNFO	0		P. V. MALDONADO	0	
	G. ELIZALDE	0		PUERTO QUITO	0	
	GUAYAQUIL	122		QUITO	144	
	I. AYORA	0		RUMIÑAHUI	0	
	L.	0		PICHINCHA	S.M. BANCOS	0

SARGENTILLO				
MILAGRO	0	GALÁPAGOS	ISABELA	0
NARANJAL	0		SAN CRISTOBAL	0
NARANJITO	0		SANTA CRUZ	0
NOBOL	0			
PALESTINA	0			
P. CARBO	0	TOTAL		304

Tabla 10: Empresas desarrolladoras de SW del Ecuador

El resultado de la suma de las empresas de desarrollo de software en Ecuador es de 304 entidades dedicadas a esta actividad.

2.1.2. Cálculo del tamaño de la Muestra

Con el objetivo de determinar a cuántas Empresas Desarrolladoras de Software se aplicarán los cuestionarios, se utilizará un modelo probabilístico basado en la función de distribución "Normal Estándar".

En el caso de poblaciones finitas el tamaño de la muestra se obtiene empleando la fórmula que se describe a continuación, cuya descripción se encuentra en la **Tabla 11**.

$$n = \frac{NZ^2P(1-P)}{(N-1)e^2 + Z^2P(1-P)}$$

Donde:

Parámetro	Descripción
N	Tamaño a calcular para la muestra.
N	Tamaño de la población.
P	Probabilidad a favor.
e	Error máximo permitido.
Z	Nivel de confianza escogido.

Tabla 11: Tabla de parámetros

Los valores con los cuales se procesa la fórmula son los siguientes constan en la **Tabla 12**.

Parámetro	Valor	Justificación
N	304	Se consideran las principales Empresas de Desarrollo de Software del Ecuador, registradas en la Superintendencia de Compañías
P	97 %	Se considera que de la población de principales Empresas de Desarrollo de Software, al menos un 3 % no va a contestar las encuestas por diferentes factores. Por lo tanto $P = 0.97$.
e	17 %	El error máximo esperado es del 17 % debido a que únicamente se requiere tener una visión global de la situación de Calidad de las principales Empresas de Desarrollo de Software. No nos interesa el detalle de cada Empresa desarrolladora, sino disponer de un conocimiento general.
Z	1.89	Este valor se calcula como función de P cuyo valor es de 0.97. Este valor es tomado de la tabla de distribución Normal ²⁸

Tabla 12: Valores para cálculo de la muestra

Una vez reemplazados los valores, se llega a un valor de

$$n = \frac{31.6}{8.9}$$

$$8.9$$

$$n = 3.57 \sim 4$$

Por tanto, con el valor de $n = 3.57$, el tamaño de la muestra es de 4 Empresas de Desarrollo de Software. La selección de esta muestra incorpora entidades de tamaño grande, mediano y pequeño y se ha efectuado de manera aleatoria considerando ciertas restricciones logísticas para el efecto de la aplicación de las encuestas.

²⁸ [36]FISTERRA Tabla de Distribución Normal http://www.fisterra.com/mbe/investiga/distr_normal/distr_normal2.pdf

2.2. Preparación de la Encuesta

En nuestro medio es muy frecuente la utilización de las encuestas de opinión aplicadas sobre diversas cuestiones de actualidad que gozan de una amplia difusión de sus resultados en los diferentes medios. El propósito, una vez definido el tamaño de la muestra mediante un método probabilístico de muestreo, es el de diseñar adecuadamente un conjunto de cuestionarios, para lo cual se parte de un diseño simple hasta integrar los distintos elementos que involucra evaluación del nivel de calidad actual en las empresas desarrolladoras de software.

Siguiendo este enfoque, se han construido 2 cuestionarios que se describen en la **Tabla 13**.

Cuestionario	Objetivo
Cuestionario del Sistema de Gestión de Calidad	Conocer el grado de control de calidad de los diferentes procesos contemplados por la 9001:2000
Cuestionario Genérico del área de Control de Calidad	Conocer el tamaño de la organización y de su área de calidad.

Tabla 13: Cuestionarios de Evaluación

2.2.1. Cuestionario de Sistema de Gestión de Calidad

Dentro del proceso de evaluación, se considera fundamental la recopilación de la información relacionada con la organización, de tal forma que la propuesta responda a la realidad de las Empresas desarrolladoras de software del Ecuador.

El cuestionario de evaluación de la organización tiene como propósito evaluar si se conocen los requisitos legales y reglamentarios aplicables al producto y al proceso que afecten a la conformidad del producto, además si existen pautas de un sistema de gestión de calidad implantado en la empresa. Este cuestionario evalúa 5 áreas que son:

- Requisitos de Documentación.
- Responsabilidad de la Dirección.
- Gestión de los Recursos.
- Realización del Producto.
- Medición, Análisis y Mejora.

2.2.1.1. Requisitos de Documentación.

El cuestionario de la **Tabla 14**, evalúa si existen los requisitos de documentación de un sistema de gestión de calidad en la empresa.

Nro.	1. REQUISITOS DE DOCUMENTACIÓN.	Empresa	
		SI	NO
	1.1 Existencia de Documentos		
1	¿Dispone la organización auditada de una política y objetivos de la calidad?		
2	¿Dispone de un Manual de Calidad y de procedimientos documentados en base a esta Norma?.		
3	¿Dispone de los documentos necesarios para la planificación, operación y control eficaz de los procesos?		
4	¿Dispone de los registros de calidad requeridos por la Norma ISO		
	1.2. Manual de la calidad.		
5	¿Dispone el Manual de Calidad de alcance, incluyendo cualquier tipo de exclusión?		
6	¿Están los procedimientos documentados o se hace una referencia a los mismos?		
7	¿Existe una descripción de las interacciones de los procesos del sistema de calidad?		
	1.3. Control de los documentos.		
8	¿Existe un procedimiento documentado de control de la documentación?		
9	¿Están los documentos del sistema de calidad controlados? (revisados, aprobados, paginados, con índice de revisiones, fechados e identificados los documentos de origen externo).		
	1.4. Control de registros.		
10	¿Existe un procedimiento documentado de control de los registros? (indicando su identificación, legibilidad, almacenamiento, protección, recuperación, tiempo de retención y disposición)		

Tabla 14: Cuestionario del Área de Requisitos de Documentación

2.2.1.2. Responsabilidad de la Dirección

El cuestionario de la **Tabla 15**, determina cuán involucrada está la Dirección en cuanto a la revisión y mejora del sistema de Gestión de Calidad.

	2. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN	Empresa	
		SI	NO
	2.1 Compromiso de la dirección		
11	¿Existe evidencia de la revisión y mejora del sistema de calidad por la alta dirección?.		
12	¿Asegura la alta dirección el establecimiento de objetivos de calidad?		
13	¿Establece la alta dirección la política de calidad y asegura la disponibilidad de los recursos?		
	2.2 Enfoque al cliente		
14	¿Existe evidencia de que la alta dirección hace cumplir los requisitos del cliente dentro de su organización?		

2.3. Política de la calidad		
15	¿Se adapta la política de calidad a la organización, incluyendo los requisitos de satisfacción del cliente y de mejora continua?	
16	¿Se comunica y entiende dentro de la organización? ¿Se revisa?	
2.4. Planificación		
2.4.1 Objetivos de la calidad		
17	¿La alta dirección establece las funciones y niveles en la organización para asegurar los objetivos de calidad?	
18	¿Se miden los objetivos indicados y se establecen acciones correctivas/preventivas para asegurar la mejora continua?	
19	¿Estos objetivos son coherentes con la política de calidad?	
2.5. Responsabilidad, autoridad y comunicación		
2.5.1. Responsabilidad y autoridad		
20	¿Están definidas y comunicadas las responsabilidades, autoridades y su interrelación?	
2.5.2. Representante de la dirección		
21	¿Existe un miembro de la alta dirección que actúe como representante de la misma?	
22	¿Tiene responsabilidad y autoridad para asegurar los procesos necesarios, informar a la alta dirección del desempeño del sistema de calidad o de cualquier necesidad de mejora?	

Tabla 15: Cuestionario del área Responsabilidad de la Dirección

2.2.1.3. Gestión de los Recursos.

El cuestionario de la **Tabla 16**, analiza cómo se usan los recursos tanto humanos como materiales para obtener los objetivos de calidad.

3. GESTIÓN DE LOS RECURSOS		Empresa	
3.1 Provisión de recursos		SI	NO
23	¿Proporciona la organización los recursos personales, materiales y financieros necesarios para implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión de calidad, así como aumentar la satisfacción del cliente?		
3.2 Recursos humanos			
3.2.1 Generalidades			
24	¿Es competente el personal con la educación, formación, habilidades y experiencia apropiadas?		
3.2.2 Competencia, toma de conciencia y formación			
25	¿Es consciente su personal de la importancia de estas actividades, y de cómo contribuyen al logro de los objetivos de calidad?		

Tabla 16 : Cuestionario del área Gestión de Recursos

2.2.1.4. Realización del Producto

El cuestionario de la **Tabla 17**, busca investigar la forma como se realiza el producto desde la planificación hasta la elaboración del mismo.

4. REALIZACIÓN DEL PRODUCTO		Empresa	
4.1. Planificación de la realización del producto		SI	NO
26	¿Se ha planificado y desarrollado los procesos necesarios para la realización del producto?		
27	¿Se han determinado los objetivos de calidad y los requisitos de producto?		
28	¿Se han determinado la necesidad de establecer procesos, documentos y proporcionar recursos específicos para el producto?		
29	¿Se han determinado las actividades requeridas de verificación, validación, seguimiento, inspección y ensayos específicos para el producto así como los criterios para la aceptación?		
4.2. Procesos relacionados con el cliente			
4.2.1. Identificación de los requisitos relacionados con el producto			
30	¿Se identifican los requisitos de producto especificados por el cliente?		
31	¿Y los no especificados por el cliente, así como los legales y reglamentarios?		
4.2.2. Revisión de los requisitos relacionados con el producto			
32	¿Revisa la organización los requisitos relacionados con el producto antes de la aceptación al cliente?		
4.3. Diseño y Desarrollo			
4.3.1. Planificación del diseño y desarrollo			
33	¿Se determinan y controlan las etapas del diseño y desarrollo?		
34	¿Se revisa, verifica y valida cada etapa del diseño y desarrollo?		
35	¿Se indican las responsabilidades y autoridades para el diseño y desarrollo?		
4.3.2. Entradas al diseño y/o desarrollo			
36	¿Se determinan los elementos de entrada relacionados con los requisitos del producto?		
37	¿Se mantienen registros de estos elementos?		
4.3.3. Resultados del diseño y desarrollo			
38	¿Los resultados del diseño y desarrollo cumplen los requisitos de los elementos de entrada?		
39	¿Los resultados del diseño y desarrollo proporcionan información apropiada para la compra, la producción y la prestación del servicio?		
40	¿Los resultados del diseño contienen o hacen referencia a los criterios de aceptación del producto?		
41	¿ Los resultados del diseño especifican las características del producto que son esenciales para el uso seguro y correcto?		
4.3.4. Revisión del diseño y desarrollo			
42	¿Se evalúa la capacidad de los resultados de diseño y desarrollo para cumplir los requisitos?		
43	¿Se identifican los problemas y se proponen acciones necesarias?		
44	¿En las revisiones se incluyen representantes de las funciones relacionadas con las etapas de diseño y desarrollo?		
45	¿Se mantienen registros de los resultados de las revisiones?		
4.3.5. Verificación del diseño y desarrollo			
46	¿Se realiza la verificación del diseño y desarrollo con lo planificado para asegurarse que los resultados cumplen con los elementos de entrada?		
47	¿Se mantienen registros de los resultados de la verificación y de cualquier acción que sea necesaria?		
4.3.6. Validación del diseño y desarrollo			
48	¿Se ha validado el diseño y desarrollo de acuerdo con lo planificado?		

	4.3.7. Control de cambios del diseño y desarrollo		
49	¿Se identifican y se registran los cambios del diseño?		
50	¿Se revisan, verifican y validan antes de su implantación?		

Tabla 17: Cuestionario del área Realización del Producto

2.2.1.5. Medición, Análisis y Mejora.

El cuestionario de la **Tabla 18**, indica si se implanta y planifica los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para demostrar la conformidad del producto.

5. MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA		Empresa	
5.1 Generalidades		SI	NO
51	¿Se implanta y planifica los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para demostrar la conformidad del producto/servicio y la del sistema de calidad?		
52	¿Usa técnicas estadísticas para cuantificar la mejora?		
5.2 Medición y seguimiento			
5.2.1 Satisfacción del cliente			
53	¿Existen métodos para informarse de la percepción del cliente, con respecto a los productos/servicios entregados?		
5.2.2 Auditoría interna			
54	¿Se realizan auditorías internas a intervalos planificados para asegurar el sistema de calidad?		
55	¿Se definen documentalmente los criterios de auditoría, el alcance, su frecuencia y la metodología, asegurando su objetividad e imparcialidad?		
56	¿Se toman acciones para eliminar las no conformidades detectadas y sus causas?		
5.2.3. Medición y seguimiento de los procesos			
57	¿El seguimiento de los procesos demuestra la capacidad de éstos para alcanzar los resultados planificados?		
5.2.4. Medición y seguimiento del producto			
58	¿Se mide y se hace un seguimiento del producto para verificar que cumple los requisitos? ¿Existen registros?		
5.3. Control del producto no conforme			
59	¿Está definido en un procedimiento escrito los controles, las responsabilidades y las autoridades relacionadas con el tratamiento del producto no conforme?		
60	¿Se mantienen registros de la naturaleza de las no conformidades y de las acciones correctivas y preventivas tomadas? ¿Se somete a una nueva verificación el producto/servicio?		
5.4. Análisis de datos			
61	¿Se determinan, recopilan y analizan los datos para demostrar la idoneidad y eficacia del sistema de calidad?.		
62	¿Proporciona el análisis de datos información sobre la satisfacción del cliente, conformidad con los requisitos del producto, proveedores, procesos y productos?.		
5.5. Mejora			
63	5.5.1 Mejora continua		

	¿Se mejora continuamente la eficacia del sistema de calidad mediante el uso de la política de calidad, objetivos, auditorías, análisis de datos, revisión por la dirección y acciones correctivas y preventivas?		
	5.5.2 Acción correctiva		
64	¿Las acciones correctivas son apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas?		
65	¿Existe un procedimiento documentado de no conformidades (incluyendo quejas de clientes)?		
	5.5.3. Acción preventiva		
66	¿Se establecen acciones preventivas para eliminar las causas de no conformidades potenciales?		
67	¿Existe un procedimiento documentado de acciones preventivas?		

Tabla 18: Cuestionario del área Medición, Análisis, Mejora

2.2.2. Cuestionario del área de Control de Calidad

El presente cuestionario tiene como propósito conocer el tamaño de la organización y de su área de control de calidad y las personas que se encuentran a cargo de la misma. Este cuestionario consta de 2 partes a evaluar .

2.2.2.1. Cuantitativo

Este cuestionario tiene como objetivo evaluar la importancia en cuanto a recursos que se le da al área de calidad en base al número de personas que trabajan en la empresa dedicadas a hacer el control de calidad de software, como lo muestra la

Tabla 19.

Cuantitativo	NÚMERO
Cuántas personas trabajan en la empresa a la cual pertenece	
Cuántas personas están dedicadas al control de calidad de Software	

Tabla 19 : Cuestionario Cuantitativo

2.2.2.2. Área de calidad

El cuestionario de la **Tabla 20** permite analizar cómo se maneja el área de calidad en una empresa de desarrollo de software en caso de que esta exista.

Control de Calidad de Software	SI	NO
¿Existe un departamento o área específica para el control de calidad de Software?		
¿Dispone de manuales de Políticas y Procedimientos de Calidad del Producto de Software?		
¿Se ha investigado al detalle lo que los clientes esperan de los productos de ¿Software que brinda la Empresa ?		
¿Se utiliza la información de los clientes para mejorar el producto de software?		
¿Existe un área dedicada al control de Versiones del producto de Software?		

¿Cuenta con recursos informáticos suficientes para realizar las pruebas de control de calidad?		
¿Dispone de programas de capacitación del personal dedicado al desarrollo de Productos de Software y de Control de calidad?		
¿Existen métricas que evalúen si el producto es aceptable antes de liberar la versión?		

Tabla 20: Cuestionario del área de Control de Calidad de Software

2.3. Ejecución de las Encuestas

Las encuestas se las realizó de acuerdo a la selección de la muestra que se la obtuvo en el capítulo anterior, es por esto que se tomaron 4 empresas de diferente tamaño como lo son: Cobiscorp, Bayteq, Frameworks y Logic Studio que son empresas que poseen similar mercado como es el desarrollo de productos de software.

2.3.1. Cuestionario de Sistema de Gestión de Calidad

A continuación se detalla cada área de evaluación y las respuestas de cada una de las 4 empresas desarrolladoras de software entrevistadas.

2.3.1.1. Requisitos de Documentación

En la **Tabla 21** se detalla la ejecución de la encuesta en el área de Requisitos de Documentación de las diferentes empresas dedicadas al Desarrollo de Software que fueron seleccionadas para este estudio.

1. Requisitos de documentación		FRAMEWORKS		BAYTEQ		COBIS		LOGIC STUDIO	
1.1 Requisitos de documentación		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	¿Dispone la organización auditada de una política y objetivos de la calidad?		1	1		1		1	
2	¿Dispone de un Manual de Calidad y de procedimientos documentados en base a esta Norma?		1		1	1		1	
3	¿Dispone de los documentos necesarios para la planificación, operación y control eficaz de los procesos?		1		1		1		1
4	¿Dispone de los registros de calidad requeridos por la Norma ISO?		1		1	1			1
1.2. Manual de la calidad.									
5	¿Dispone el Manual de Calidad de alcance, incluyendo cualquier tipo de exclusión?		1		1	1			1
6	¿Están los procedimientos documentados o se hace una referencia a los mismos?	1			1		1		1
7	¿Existe una descripción de las		1		1		1		1

	interacciones de los procesos del sistema de calidad?								
1.3. Control de los documentos.									
8	¿Existe un procedimiento documentado de control de la documentación?	1			1		1	1	
9	¿Están los documentos del sistema de calidad controlados? (revisados, aprobados, paginados, con índice de revisiones, fechados e identificados los documentos de origen externo).		1		1		1		1
1.4. Control de registros.									
10	¿Existe un procedimiento documentado de control de los registros? (indicando su identificación, legibilidad, almacenamiento, protección, recuperación, tiempo de retención y disposición)		1						
TOTAL		2	8	2	8	4	6	3	7
POCENTAJE		20%	80%	20%	80%	40%	60%	30%	70%

Tabla 21: Ejecución de Encuesta del área de Requisitos de Documentación

El promedio de respuestas afirmativas de la muestra de las empresas de desarrollo de software es de 28% en el área de Requisitos de Documentación como se puede apreciar en la **Figura 8**.

REQUISITOS DE DOCUMENTACIÓN

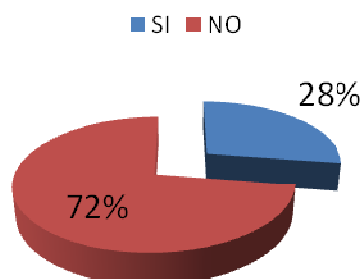


Figura 8: Porcentajes de encuesta del área de Requisitos de Documentación

2.3.1.2. Responsabilidad de la Dirección

En la **Tabla 22** se detalla la ejecución de la encuesta en el área de Responsabilidad de la Dirección de las diferentes empresas dedicadas al Desarrollo de Software que fueron seleccionadas para este estudio.

2. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN		FRAMEWORKS		BAYTEQ		COBIS		LOGIC STUDIO	
2.1 Compromiso de la dirección		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
11	¿Existe evidencia de la revisión y mejora del sistema de calidad por la alta dirección?		1		1		1		1
12	¿Asegura la alta dirección el establecimiento de objetivos de calidad?		1		1	1		1	
13	¿Establece la alta dirección la política de calidad y asegura la disponibilidad de los recursos?		1		1		1		1
2.2 Enfoque al cliente									
14	¿Existe evidencia de que la alta dirección hace cumplir los requisitos del cliente dentro de su organización?	1			1		1		1
2.3. Política de la calidad									
15	¿Se adapta la política de calidad a la organización, incluyendo los requisitos de satisfacción del cliente y de mejora continua?		1	1		1		1	
16	¿Se comunica y entiende dentro de la organización? ¿Se revisa?		1		1		1		1
2.4. Planificación									
2.4.1 Objetivos de la calidad									
17	¿La alta dirección establece las funciones y niveles en la organización para asegurar los objetivos de calidad?		1	1		1			1
18	¿Se miden los objetivos indicados y se establecen acciones correctivas/preventivas para asegurar la mejora continua?		1		1		1		1
19	¿Estos objetivos son coherentes con la política de calidad?		1		1		1		1
2.5. Responsabilidad, autoridad y comunicación									
2.5.1. Responsabilidad y autoridad									
20	¿Están definidas y comunicadas las responsabilidades, autoridades y su interrelación?	1		1		1		1	
2.5.2. Representante de la dirección									
21	¿Existe un miembro de la alta dirección que actúe como representante de la misma?	1		1		1			1
22	¿Tiene responsabilidad y autoridad para asegurar los procesos necesarios, informar a la alta dirección del desempeño del sistema de calidad o de cualquier necesidad de mejora?		1		1		1		1
TOTAL		3	9	4	8	5	7	3	9
POCENTAJE		25%	75%	33%	67%	42%	58%	25%	75%

Tabla 22 Ejecución de Encuesta del área Responsabilidad de la Dirección

El promedio de respuestas afirmativas de la muestra de las empresas de desarrollo de software es de 31% en el área de Responsabilidad de la Dirección como se muestra en la **Figura 9**.

RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN

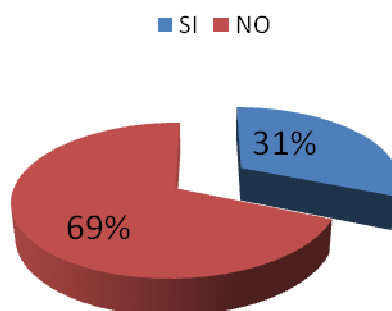


Figura 9: Porcentajes de encuesta del área de Responsabilidad de la Dirección

2.3.1.3. Gestión de los Recursos

En la **Tabla 23** se detalla la ejecución de la encuesta en el área de Gestión de los Recursos de las diferentes empresas dedicadas al Desarrollo de Software que fueron seleccionadas para este estudio.

3. GESTIÓN DE LOS RECURSOS		FRAMEWORKS		BAYTEQ		COBIS		LOGIC STUDIO	
3.1 Provisión de recursos		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
23	¿Proporciona la organización los recursos personales, materiales y financieros necesarios para implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión de calidad, así como aumentar la satisfacción del cliente?		1		1		1		1
3.2 Recursos humanos									
3.2.1 Generalidades									
24	¿Es competente el personal con la educación, formación, habilidades y experiencia apropiadas?	1		1		1		1	
3.2.2 Competencia, toma de conciencia y formación									
25	¿Es consciente su personal de la importancia de estas actividades, y de cómo contribuyen al logro de los objetivos de calidad?		1		1	1			1
TOTAL		1	2	1	2	2	1	1	2
POCENTAJE		33%	67%	33%	67%	67%	33%	33%	67%

Tabla 23: Ejecución de Encuesta del área Gestión de Recursos.

El promedio de respuestas afirmativas de la muestra de las empresas de desarrollo de software es de 42% en el área de Gestión de los Recursos como se puede ver en la **Figura 10**.

GESTIÓN DE LOS RECURSOS

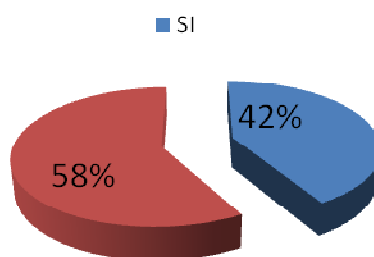


Figura 10: Porcentajes de encuesta del área de Gestión de los Recursos

2.3.1.4. Realización del Producto

En la **Tabla 24** se detalla la ejecución de la encuesta en el área de Realización del Producto de las diferentes empresas dedicadas al Desarrollo de Software que fueron seleccionadas para este estudio.

En el área evaluada de Realización del Producto se observa que los porcentajes de respuestas afirmativas no superan el 50%.

4. REALIZACIÓN DEL PRODUCTO		FRAMEWORKS		BAYTEQ		COBIS		LOGIC STUDIO	
4.1. Planificación de la realización del producto		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
26	¿Se ha planificado y desarrollado los procesos necesarios para la realización del producto?	1		1		1		1	
27	¿Se han determinado los objetivos de calidad y los requisitos de producto?		1		1		1		1
28	¿Se han determinado la necesidad de establecer procesos, documentos y proporcionar recursos específicos para el producto?		1		1		1		1
29	¿Se han determinado las actividades requeridas de verificación, validación, seguimiento, inspección y ensayos específicos para el producto así como los criterios para la aceptación?		1		1		1		1
4.2. Procesos relacionados con el cliente									
4.2.1. Identificación de los requisitos relacionados con el producto									
30	¿Se identifican los requisitos de producto especificados por el cliente?	1		1		1		1	
31	¿Y los no especificados por el cliente, así como los legales y reglamentarios?	1			1		1		1

4.2.2. Revisión de los requisitos relacionados con el producto								
32	¿Revisa la organización los requisitos relacionados con el producto antes de la aceptación al cliente?	1			1		1	1
4.3. Diseño y desarrollo								
4.3.1. Planificación del diseño y desarrollo								
33	¿Se determinan y controlan las etapas del diseño y desarrollo?	1		1		1		1
34	¿Se revisa, verifica y valida cada etapa del diseño y desarrollo?	1		1			1	1
35	¿Se indican las responsabilidades y autoridades para el diseño y desarrollo?		1		1		1	1
4.3.2. Entradas al diseño y/o desarrollo								
36	¿Se determinan los elementos de entrada relacionados con los requisitos del producto?	1		1		1		1
37	¿Se mantienen registros de estos elementos?		1		1		1	1
4.3.3. Resultados del diseño y desarrollo								
38	¿Los resultados del diseño y desarrollo cumplen los requisitos de los elementos de entrada?	1		1		1		1
39	¿Los resultados del diseño y desarrollo proporcionan información apropiada para la compra, la producción y la prestación del servicio?		1		1		1	1
40	¿Los resultados del diseño contienen o hacen referencia a los criterios de aceptación del producto?		1		1		1	1
41	¿ Los resultados del diseño especifican las características del producto que son esenciales para el uso seguro y correcto?		1		1		1	1
4.3.4. Revisión del diseño y desarrollo								
42	¿Se evalúa la capacidad de los resultados de diseño y desarrollo para cumplir los requisitos?		1		1		1	1
43	¿Se identifican los problemas y se proponen acciones necesarias?	1		1			1	1
44	¿En las revisiones se incluyen representantes de las funciones relacionadas con las etapas de diseño y desarrollo?	1			1	1		1
45	¿Se mantienen registros de los resultados de las revisiones?		1		1	1		1
4.3.5. Verificación del diseño y desarrollo								
46	¿Se realiza la verificación del diseño y desarrollo con lo planificado para asegurarse que los resultados cumplen con los elementos de entrada?	1		1			1	1
47	¿Se mantienen registros de los resultados de la verificación y de cualquier acción que sea necesaria?		1		1		1	1
4.3.6. Validación del diseño y desarrollo								
48	¿Se ha validado el diseño y desarrollo de acuerdo con lo planificado?		1		1	1		1

4.3.7. Control de cambios del diseño y desarrollo									
49	¿Se identifican y se registran los cambios del diseño?		1		1	1			1
50	¿Se revisan, verifican y validan antes de su implantación?		1		1		1		1
TOTAL		11	14	9	16	12	13	10	15
POCENTAJE		44%	56%	36%	64%	48%	52%	40%	60%

Tabla 24: Ejecución de Encuesta del área Realización del Producto

El promedio de respuestas afirmativas de la muestra de las empresas de desarrollo de software es de 42% en el área de Realización del Producto como se puede ver en la **Figura 11**.

REALIZACIÓN DEL PRODUCTO

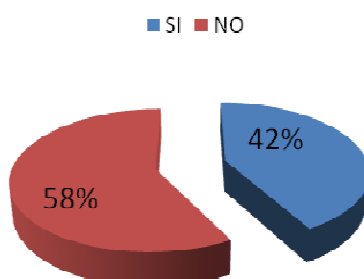


Figura 11: Porcentajes de encuesta del área Realización del Producto

2.3.1.5. Medición, Análisis y Mejora.

En la **Tabla 25** se detalla la ejecución de la encuesta en el área de Medición Análisis y Mejora de las diferentes empresas dedicadas al Desarrollo de Software que fueron seleccionadas para este estudio.

	5. MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA	FRAMEWORKS		BAYTEQ		COBIS		LOGIC STUDIO		
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
5.1 Generalidades										
51	¿Se implanta y planifica los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para demostrar la conformidad del producto/servicio y la del sistema de calidad?		1		1		1		1	
52	¿Usa técnicas estadísticas para cuantificar la mejora?		1		1		1		1	
5.2 Medición y seguimiento										
5.2.1 Satisfacción del cliente										
53	¿Existen métodos para informarse de la percepción del cliente, con respecto a los productos/servicios entregados?	1		1		1		1		
5.2.2 Auditoría interna										

54	¿Se realizan auditorías internas a intervalos planificados para asegurar el sistema de calidad?		1		1	1		1	
55	¿Se definen documentalmente los criterios de auditoría, el alcance, su frecuencia y la metodología, asegurando su objetividad e imparcialidad?		1		1	1		1	
56	¿Se toman acciones para eliminar las no conformidades detectadas y sus causas?		1		1		1		1
5.2.3. Medición y seguimiento de los procesos									
57	¿El seguimiento de los procesos demuestran la capacidad de éstos para alcanzar los resultados planificados?	1				1		1	
5.2.4. Medición y seguimiento del producto									
58	¿Se mide y se hace un seguimiento del producto para verificar que cumple los requisitos? ¿Existen registros?		1		1		1		1
5.3. Control del producto no conforme									
59	¿Está definido en un procedimiento escrito los controles, las responsabilidades y las autoridades relacionadas con el tratamiento del producto no conforme?		1		1		1		1
60	¿Se mantienen registros de la naturaleza de las no conformidades y de las acciones correctivas y preventivas tomadas? ¿Se somete a una nueva verificación el producto/servicio?		1		1		1		1
5.4. Análisis de datos									
61	¿Se determinan, recopilan y analizan los datos para demostrar la idoneidad y eficacia del sistema de calidad?.		1		1		1		1
62	¿Proporciona el análisis de datos información sobre la satisfacción del cliente, conformidad con los requisitos del producto, proveedores, procesos y productos?		1		1		1		1
5.5. Mejora									
5.5.1 Mejora continua									
63	¿Se mejora continuamente la eficacia del sistema de calidad mediante el uso de la política de calidad, objetivos, auditorías, análisis de datos, revisión por la dirección y acciones correctivas y preventivas?		1		1	1		1	
5.5.2 Acción correctiva									
64	¿Las acciones correctivas son apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas?		1		1		1		1
65	¿Existe un procedimiento documentado de no conformidades (incluyendo quejas de clientes)?		1		1	1		1	
5.5.3. Acción preventiva									
66	¿Se establecen acciones preventivas para eliminar las		1	1			1		1

	causas de no conformidades potenciales?								
67	¿Existe un procedimiento documentado de acciones preventivas?		1		1		1		1
	TOTAL	2	15	2	15	5	12	5	12
	POCENTAJE	12%	88%	12%	88%	29%	71%	29%	71%

Tabla 25: Ejecución de Encuesta del área Medición Análisis y Mejora

El promedio de respuestas afirmativas de la muestra de las empresas de desarrollo de software es de 21% en el área de medición análisis y mejora como se puede apreciar en la **Figura 12**.

MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA

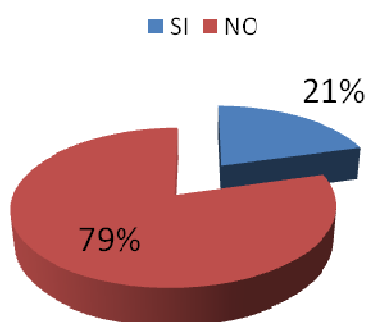


Figura 12: Porcentajes de encuesta del área Medición, Análisis y Mejora

2.3.2. Cuestionario del Área de Control de Calidad

2.3.2.1. Cuestionario Cuantitativo

En la **Tabla 26** se detalla la ejecución de la encuesta en el área de Control de Calidad en el ámbito de evaluación cuantitativo para conocer de forma numérica una idea de las personas que trabajan en las empresas dedicadas específicamente al control de calidad de software en las entidades seleccionadas para este estudio.

	AREA DE CALIDAD	FRAME WORKS	BAYTEQ	COBIS	LOGIC STUDIO	TOTAL	PORCENTAJE
	Cuantitativo						
1	¿Cuántas personas trabajan en la empresa a la cual pertenece?	10	25	500	100	635	100%
3	¿Cuántas personas están dedicadas al control de calidad de Software?	0	1	1	1	4	0.47%

Tabla 26: Ejecución de Encuesta del área Medición Análisis y Mejora

El porcentaje de personas dedicadas al control de calidad de las empresas de desarrollo de software seleccionadas es menor del 1%, esto se puede apreciar en la **Figura 13**.

Personas Dedicadas al control de Calidad de SW

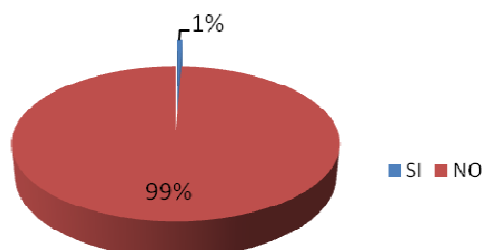


Figura 13: Porcentajes de Personas que se encuentran dedicadas al Control de Calidad de SW.

2.3.2.2. Área de Calidad

En la **Tabla 27** se detalla la ejecución del Cuestionario del área de Control de Calidad de las diferentes empresas dedicadas al Desarrollo de Software que fueron seleccionadas para este estudio.

	Control de Calidad	FRAMEWORK		BYTEC		COBIS		LOGIC STUDIO	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
3	¿Existe un departamento o área específica para el control de calidad de Software?		1	1		1		1	
4	¿Dispone de manuales de Políticas y Procedimientos de Calidad del Producto de Software?		1		1	1			1
5	¿Se ha investigado a detalle lo que los clientes esperan de los productos de Software que brinda la Empresa?		1		1		1		1
6	¿Se utiliza la información de los clientes para mejorar e producto de software?		1		1		1		1
7	¿Existe un área dedicada al control de Versiones del producto de Software?		1		1		1		1
8	¿Cuenta con recursos informáticos suficientes para realizar las pruebas de control de calidad?		1		1		1		1
9	¿Dispone de programas de capacitación del personal dedicado al desarrollo de Productos de Software y de Control de calidad?		1		1		1		1
10	¿Existen métricas que evalúen si el producto es aceptable antes de liberar la versión?		1		1		1		1
	TOTAL	0	8	1	7	2	6	1	7
	PORCENTAJE	0	100%	12.5%	87.5%	25%	75%	12.5%	87.5%

Tabla 27: Ejecución de Encuesta del área de Control de Calidad

El promedio de respuestas afirmativas de la muestra de las empresas de desarrollo de software es de 13% en el área Control de Calidad, esto se puede apreciar en la **Figura 14**.

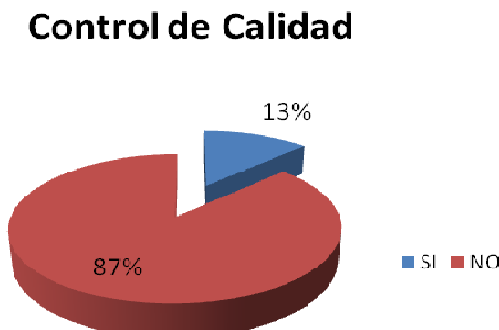


Figura 14: Porcentajes de encuesta del área de Control de Calidad

2.4. Análisis de Resultados

2.4.1. Cuestionario de Sistema de Gestión de Calidad

Con la encuesta de la ISO 9001 -2000 se pudo evaluar 5 puntos fundamentales en el área de calidad para las cuatro empresas desarrolladoras de software anteriormente mencionadas. A continuación en la **Tabla 28** se observa de manera global los resultados obtenidos.

	FRAMEWORKS	BAYTEQ	COBIS	LOGIC STUDIO	PROMEDIO SI	PROMEDIO NO
REQUISITOS DE DOCUMENTACIÓN	20	20	40	30	27.50 %	72.50 %
RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN	25	33	42	25	31.25 %	68.75 %
GESTIÓN DE LOS RECURSOS	33	33	67	33	41.50 %	58.50 %
REALIZACIÓN DEL PRODUCTO	44	36	48	40	42.00 %	58.00 %
MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA	12	12	29	29	20.50 %	79.50 %

Tabla 28: Análisis de Resultados por área de las Empresas encuestadas

En la encuesta que se realizó para determinar si se posee un sistema de Gestión de calidad de software se observa que ninguna área sobrepasa el 45 % de respuestas afirmativas, en algunas empresas se lo hace de manera rudimentaria pero básicamente no existe un sistema de gestión de calidad representativo

La **Figura 15**, es un gráfico de araña que nos permite observar de mejor forma la manera como se está cumpliendo con los puntos de cada área de la encuesta que plantea la ISO en las encuestas que fueron realizadas, se aprecia que la

distribución de los puntos no es homogéneo, esto nos indica que no existe un control de calidad adecuado en las empresas de desarrollo de software del Ecuador.

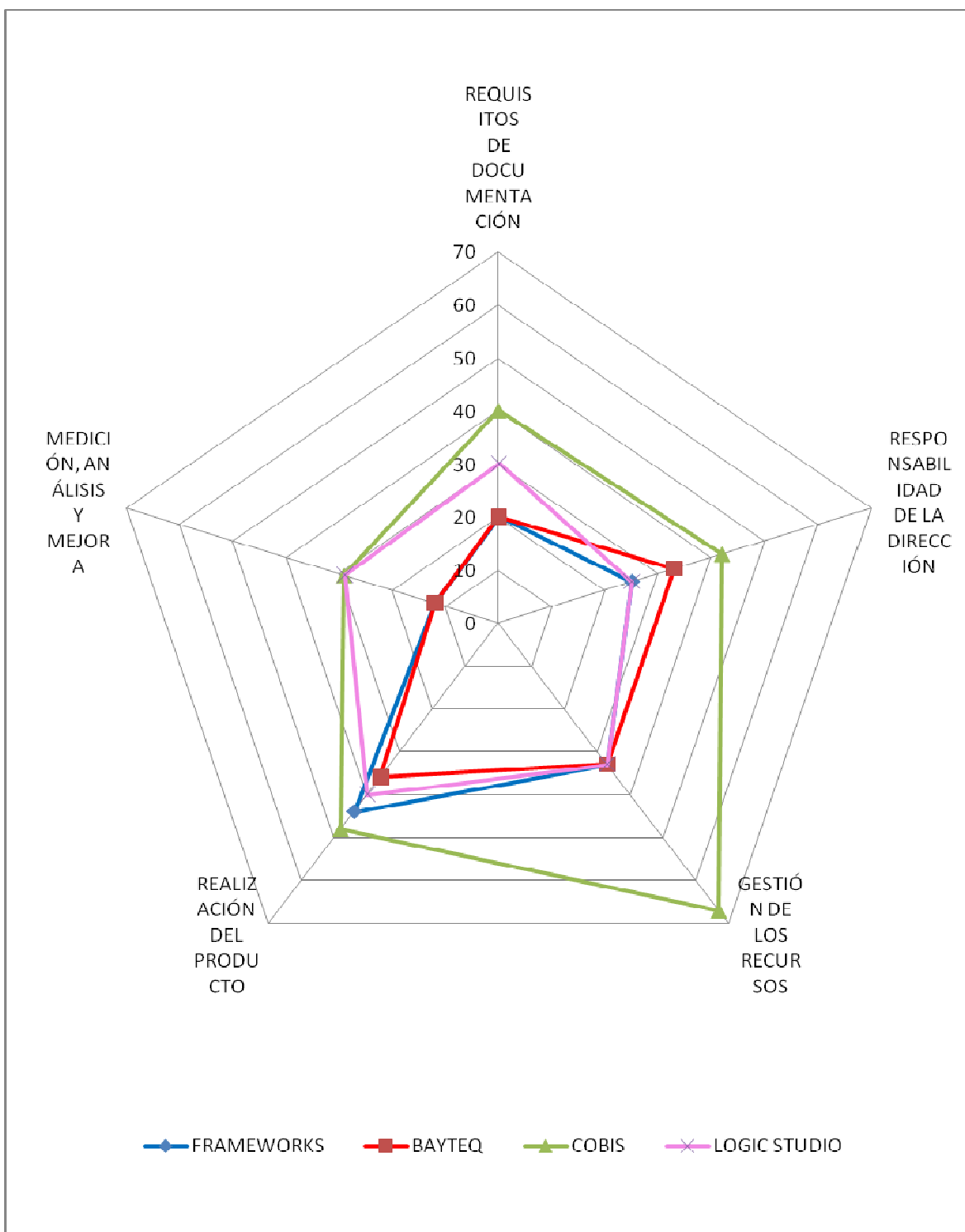


Figura 15: Gráfico de Araña de los Resultados de la Encuesta

2.4.2. Cuestionario del Área de Control de Calidad

El cuestionario de Control de Calidad busca analizar la importancia que las empresas desarrolladoras dan a los procesos que garanticen la calidad del producto desarrollado en todas sus etapas.

2.4.2.1. Cuestionario Cuantitativo

En cuanto al promedio de las personas dedicadas exclusivamente a actividades de control de calidad del software de las empresas seleccionadas para el estudio se observa que menos del 1% de todo el personal de las 4 empresas evaluadas se dedican a controlar la calidad del producto, esto deja entrever la poca importancia que actualmente se tiene para el aseguramiento de la calidad del software.

2.4.2.2. Área de Calidad

No todas las empresas tienen establecido un área de calidad por lo que el siguiente análisis se aplica a las empresas que al menos tienen una persona dentro de la mencionada área

El resultado del análisis obtiene el 13% de respuestas afirmativas, este es el porcentaje en el cual cumplen las empresas seleccionadas la evaluación correspondiente al área de Calidad, lo que nos muestra que es un porcentaje bajo de cumplimiento dado que si existe un área de calidad al menos debería cumplir con la mayor parte de respuestas afirmativas de la encuesta.

CAPITULO 3

3. PROPUESTA

Para el desarrollo de la “Propuesta de Políticas y Procedimientos para el Control de Calidad de Sistemas de Información en Empresas de Desarrollo de Software basado en CMMI” se tiene como objetivo fundamental hacer que dicha propuesta sea práctica y aplicable a la realidad de las empresas ecuatorianas. Por esta razón la terminología usada en el modelo CMMI es presentada de una manera comprensible, aplicando un criterio de simplificación mediante el uso de términos y conceptos conocidos.

Es importante recalcar las políticas y procedimientos contenidos en la propuesta se enmarcan en CMMI como modelo de referencia, pero se han complementado con la experiencia adquirida como parte del equipo de control de calidad de una de las empresas de desarrollo del país.

La **Tabla 29** tiene como propósito explicar cómo se incorporaron algunos de los elementos y términos de CMMI dentro de la propuesta.

CMMI	PROPUESTA	JUSTIFICACIÓN
<p>Áreas de Proceso: Un área de proceso es un grupo de prácticas relacionadas en un área que, cuando se implementan de forma conjunta, satisfacen un grupo de objetivos que son considerados importantes para la mejora en la mencionada área.</p>	<p>Procesos.-La propuesta se presenta como un conjunto de procesos. Cada proceso incluye un nombre del proceso, una referencia CMMI, un código de proceso, los objetivos, las entradas y salidas, un diagrama explicativo, la descripción de los procedimientos, los indicadores de gestión y los formularios y documentos relacionados. Es decir, se complementa lo planteado por CMMI con un conjunto de elementos de gestión que hacen mucho más aplicable el incorporar un área de proceso en una organización y gestionarla adecuadamente.</p>	<p>En este caso para el presente proyecto se toma cada área de proceso de la misma forma que lo define CMMI, como un conjunto de procedimientos dentro de un determinada área. A estos procedimientos se los agrupa en procesos con lo cual se tiene una unidad de implantación definida.</p> <p>Adicional a lo planteado por CMMI la propuesta incluye diagramas, indicadores, formularios y documentos relacionados, haciendo que sea mucho más fácil de implantar y gestionar.</p>
<p>Objetivo Genérico (GG): Es un enunciado que describe una característica que debe ser satisfecha por un conjunto de áreas de proceso según sea el caso. Los GG tienen el objetivo de institucionalizar los procesos que implementan una área de proceso y son comunes a un conjunto de áreas de proceso.</p>	<p>Políticas Generales.- Una política establece una normativa dentro de la organización que garantice el cumplimiento eficaz del proceso de gestión de calidad planteado. Las políticas generales tienden a garantizar que la adopción de los procesos de control de calidad sean exitosos y cubren aspectos generales como la provisión de los recursos, el compromiso de la dirección para el</p>	<p>CMMI persigue un conjunto de objetivos genéricos y presenta prácticas genéricas. En la propuesta estos elementos son presentados de una forma práctica como políticas generales. Por ejemplo el objetivo general de CMMI GG2 indica que se debe institucionalizar un proceso gestionado. En miras a cumplir dicho objetivo existen prácticas específicas GP como son: establecer una política,</p>

<p>Prácticas Genéricas (GP): Una práctica genérica es un enunciado que describe una actividad que es importante para alcanzar un objetivo genérico. Se denominan “genéricas” porque la misma práctica se aplica a múltiples áreas de proceso.</p>	<p>éxito del proceso, la planificación, los responsables de cada aspecto relacionado, etc. Estas políticas están planteadas en términos de cumplir con cada uno de los objetivos genéricos de CMMi, para lo cual incluyen las prácticas genéricas llevadas a un nivel más aplicable en la organización.</p> <p>Cada política general incluye un código, un nombre de la política, una descripción, un responsable y los aspectos que incluye.</p>	<p>planificar el proceso, proporcionar los recursos, asignar responsabilidades y formar el personal. La propuesta presenta estos mismos elementos organizados en políticas generales con una descripción de cada política, un responsable de hacer cumplir dicha política y los aspectos que la política incluye.</p> <p>En el ejemplo anterior, si CMMi dice que se deben proporcionar los recursos, la propuesta presentada toma esto como premisa y lo complementa señalando como política de la institución impulsar la implantación de los procesos de CMM, fijando un responsable de hacer los requerimientos de recursos y un responsable de entregar esos recursos, e inclusive se establece que aspectos debe incluir esa provisión de recursos.</p>
<p>Objetivo Específico (SG): Es un enunciado que describe la única característica que deber estar presente para satisfacer el área de proceso a la cual pertenece.</p>	<p>Objetivos de los Procesos.- Dentro de cada uno de los procesos contenidos en la propuesta se expone el objetivo del proceso. En este caso este objetivo tiene una correspondencia directa con el objetivo planteado por CMMi.</p>	<p>Se trata de lo mismo. Los objetivos específicos se refieren a cada área de proceso y como en la propuesta cada área de proceso está representada por un proceso, el objetivo de los procesos tiene un mapeo directo con los objetivos específicos (SG) de CMMi.</p> <p>Adicionalmente los objetivos específicos de CMMi han sido considerados al momento de escribir las políticas específicas que garantizan el cumplimiento de cada uno de los procesos.</p>
<p>Prácticas Específicas (SP): Una práctica específica es un enunciado que describe una actividad que es importante para alcanzar un objetivo específico de cierta área de proceso.</p>	<p>Procedimientos.- Los procedimientos planteados en la propuesta proceden de las prácticas específicas establecidas por CMMi. El conjunto de procedimientos conforma un proceso. El diagrama del proceso presenta el conjunto de procedimientos y la forma como estos se relacionan entre si.</p> <p>Para cada procedimiento se incluye un código, un nombre y una descripción.</p>	<p>Dado que lo que se pretende es presentar un conjunto práctico de políticas y procedimientos, la propuesta expone cada práctica específica como un procedimiento dentro de un proceso definido. Esto hace que sea muy sencillo comprender los elementos que conforman un proceso. El diagrama lo hace todavía mas fácil de entender y la descripción explica todo el detalle requerido.</p> <p>Es importante mencionar que cada práctica específica (SP) de CMMi también ha sido considerada al momento de escribir las políticas específicas que no son otra cosa que la normativa dentro de la organización que garantice el cumplimiento eficaz de cada uno de los procesos definidos.</p>

Tabla 29: Elementos y términos de CMMI dentro de la Propuesta

En la **Figura 16** se puede observar de forma clara el proceso utilizado para la presente propuesta.



Figura 16: Grafico de CMMI Vs Propuesta

3.1. Contenido de Propuesta

La “ Propuesta de Políticas y Procedimientos para el Control de Calidad de Sistemas de Información en Empresas de Desarrollo de Software basado en CMMI “ se limita a los procesos de control de calidad en el desarrollo de software, por lo que cualquier otro tipo de proceso no considerado en este marco quedará fuera del alcance.

Además, la propuesta contempla la simplificación y unión de tareas, con el fin de hacer factible su implementación con las limitaciones de personal y recursos que puede tener una empresa de desarrollo de software.

En la propuesta de implementación de cada proceso se definirá la información de entrada y salida a través de plantillas de documentos de Word y Excel por tratarse de las herramientas de uso más común y mayor facilidad, sin embargo cualquier automatización o manejo centralizado de dicha información queda a consideración de empresas desarrolladoras de acuerdo a sus recursos y posibilidades. La “Propuesta de Políticas y Procedimientos para el Control de

Calidad de Sistemas de Información en Empresas de Desarrollo de Software basado en CMMI “ se encuentra estructurada de la siguiente manera:

- **Definiciones Generales:** en esta sección se presentará a modo de glosario las definiciones de los conceptos de mayor relevancia para la interpretación del contenido presentado.
- **Políticas Generales:** contempla las políticas a nivel de toda el área de Control de Calidad de software de las empresas dedicadas al desarrollo de Sistemas de Información
- **Roles:** en esta sección se detallarán los roles necesarios para la implementación de la propuesta.
- **Gestión de Requerimientos.-** Se describen las políticas y procedimientos para la gestión de requerimientos.
- **Desarrollo de Requerimientos.-** Se describen las políticas y procedimientos para el desarrollo de requerimientos del producto de software.
- **Solución Técnica.-** Se describen las políticas y procedimientos para el correcto planteamiento de solución técnica del producto de software.
- **Integración de Productos.-** Se describen las políticas y procedimientos para la integración del producto de software.
- **Verificación.-** Se describen las políticas y procedimientos para la verificación del correcto funcionamiento del producto de software desarrollado.
- **Validación.-** Se describen las políticas y procedimientos para la validación de la funcionalidad del producto desarrollado.

3.1.1. Nomenclatura

3.1.1.1 Documentos

La nomenclatura de documentos se presenta en la **Tabla30**.

Elemento	Descripción de la Nomenclatura	Ejemplo
Proceso	Para la nomenclatura de los procesos se tiene la primera letra de la primera palabra y las primeras dos letras de la segunda palabra sin considerar los monosílabos.	Para: Gestión de Calidad el código sería GCA.
Formulario	Adicional al código del proceso se coloca FE o FS correspondientemente para formulario de entrada o salida y un guión intermedio junto a un número de tres dígitos secuencial.	El formulario de entrada y salida serían: GCAFE-001 y GCAFS-001
Diagrama de Flujo	Adicional al código del proceso se coloca DF.	GCADF
Procedimiento	Adicional al código del proceso se coloca PR más un guión intermedio y un secuencial de tres dígitos.	GCAPR-001
Política	Adicional al código del proceso se coloca PO más un guión intermedio y un secuencial de tres dígitos.	GCAPO-001
Indicador	Adicional al código del proceso se coloca IN más un guión intermedio y un secuencial de tres dígitos.	GCAIN-001

Tabla 30: Nomenclatura de Documentos

3.1.1.2 Diagramas

La nomenclatura de diagramas se presenta en la **Tabla31**.




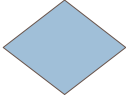



Símbolo	Nombre	Descripción
	Inicio del flujo	Indica que el flujo del proceso inicia en esta sección.
	Fin del flujo	Indica que el flujo ha sido completado y por ende ha terminado
	Actividad	Describe una actividad o proceso que se debe realizar
	Condicional	Permite tomar una decisión respecto a un criterio que se evalúa por ejemplo: el criterio Existe Solución, tendría dos posibles caminos SI o NO.
	Formulario	Indica que en esta sección se requiere o se genera determinado formulario.
	Acceso a repositorio de información	Indica que la actividad que se desarrolla tiene que ver con la búsqueda en un repositorio de información.
	Conectores	Permite enlazar todos los elementos anteriores y representa los eventos que permiten pasar de una actividad a otra.

Tabla 31 : Nomenclatura de Diagramas de Flujo

3.1.1. Definiciones Generales

Las definiciones generales para esta propuesta se describen en la **Tabla 32**.

Concepto	Definición
Política	Es la actividad definida por los directivos a ser seguida por todas las personas pertenecientes a la empresa
Procedimiento	Es la forma detallada de cómo va a desarrollarse la política
RUP	Rational Unified Process .
Responsable	Persona encargada de que la actividad que se le encomienda sea cumplida a cabalidad
Disponibilidad	Capacidad de un componente o servicio para realizar su funcionalidad requerida en un instante o sobre un período de tiempo determinado.
Cambio	El agregado, modificación o remoción de elementos aprobados,
Impacto	Medida de la criticidad sobre el negocio de un Incidente. A menudo igual al grado con que un Incidente distorsiona el nivel de servicio acordado o esperado.
Rol	Un conjunto de responsabilidades, actividades y autorizaciones.

Tabla 32: Definiciones Generales de la Propuesta

3.1.2. Lista de Roles

Los roles que se presentan dentro de la propuesta de Políticas y Procedimientos para el Control de Calidad de Sistemas de Información en Empresas de Desarrollo de Software se muestran en la **Tabla 33**.

No	Rol	Descripción	Tipo
1	Cliente	Parte responsable de aceptar el producto o de autorizar el pago de este. Es externo al proyecto pero no necesariamente externo a la organización. Los clientes son parte de los Stakeholders	Interno
2	Jefe de Proyecto	Es el responsable ante la gerencia del desarrollo y mantenimiento del proyecto.	Interno
3	Analista	Incluye a los analistas de requerimientos avocados en un proyecto	Interno
4	Arquitecto	Responsable de definir la arquitectura lógica y tecnológica que será usada para el desarrollo, soporte, mantenimiento y operación del Sistema.	Interno
5	Desarrollador	Corresponde a los programadores del Sistema.	Interno
6	Tester	Encargados de hacer las pruebas de los componentes del Sistema y del Sistema completo.	Interno
7	Integrador	Responsable de unir los componentes separados para formar el Sistema completo.	Interno
8	Stakeholders	Involucra a todas las personas u organizaciones que son afectados por el Sistema. Puede incluir a miembros del proyecto, proveedores, clientes, usuarios finales y otros.	Interno/Externo

9	Coordinador de Control de Calidad	Persona encargada de hacer los casos de prueba y supervisar el trabajo de los Testers	Interno
10	Diseñador	Responsable de llevar a cabo el diseño de los sistemas	Interno

Tabla 33: Lista de roles necesarios para la implementación de la propuesta

3.1.3. Herramientas para la implantación de CMMI

Para la implantación de CMMI se han investigado las siguientes herramientas que nos facilitarán el seguimiento del proceso.

3.1.4.1 CMM-Quest

Es una herramienta para verificar el seguimiento de CMMI. Dado que evalúa todas las áreas de CMMI, se usará solo para la disciplina Ingeniería de Software. La interfaz gráfica de esta herramienta se muestra en la **Figura 17**.

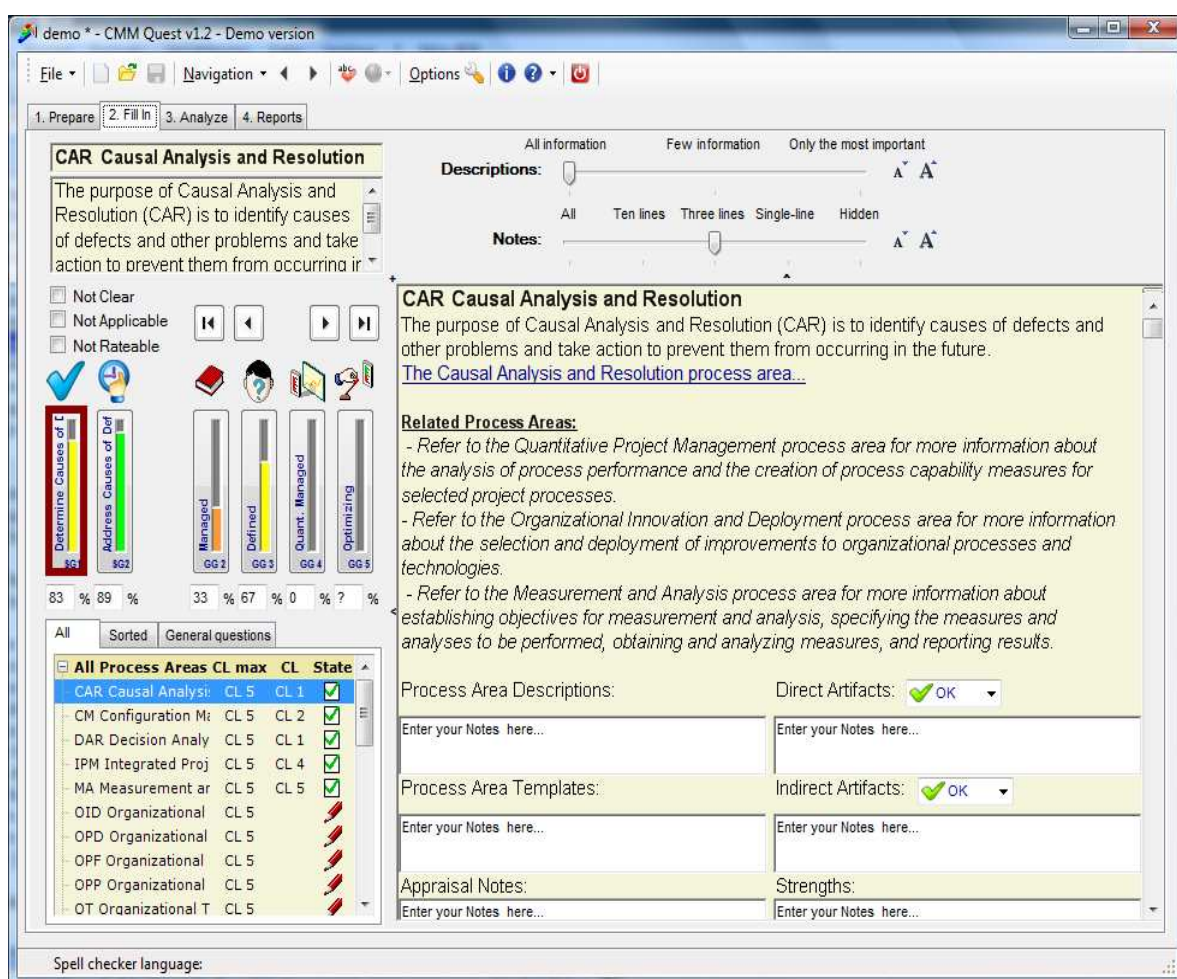


Figura 17: Herramienta CMMQuest

3.1.4.2 Excel de Evaluación de Procesos basada en el Modelo CMMI SE/SW/IPPD

El Management Information Systems (**MIS**) o Administrador de Sistemas de Información enfocado a IME: es un programa de Excel con macros con diferentes áreas de evaluación, esto permite dar seguimiento a la implementación de CMMI. Está basado en CMM-I-IPPD.

Interim Maturity Evaluation (**IME**) o Evaluación Intermedia de Madurez es una herramienta para el seguimiento del progreso en el Proceso de Mejoramiento, proporciona a la organización un medio para la auto-evaluación. Es un medio para educar a más personas de la organización en CMMI. Se valida con una puntuación de 0 a 10, interrogante si no se conoce “?” o simplemente “na” para los casos en los cuales no aplica. El puntaje ingresado en cada área es validado por cada nivel y permite de forma gráfica analizar el estado del proceso. Las preguntas se encuentran catalogadas para cada área de proceso de CMMI como se puede observar en la **Figura 18**.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	CMMI-2 - Requirements Development	#NA	#?	Score	P1										
2	SP 1.1 Elicit Needs														
3	SP 1.2 Develop Customer Requirements														
4	SP 2.1 Establish Product and Product Component Req.														
5	SP 2.2 Allocate Product Component Requirements														
6	SP 2.3 Identify Interface Requirements														
7	SP 3.1 Establish Operational Concepts and Scenarios														
8	SP 3.2 Establish a Definition of Required Functionality														
9	SP 3.3 Analyze Requirements to Achieve Balance														
10	SP 3.4 Evaluate Product Cost, Schedule and Risk														
11	SP 3.5 Validate Requirements with Comprehensive Methods														
12	GP 2.1 (CO 1) Establish an Organizational Policy														
13	GP 3.1 (AB 1) Establish a Defined Process														
14	GP 2.2 (AB 2) Plan the Process														
15	GP 2.3 (AB 3) Provide Resources														
16	GP 2.4 (AB 4) Assign Responsibility														
17	GP 2.5 (AB 5) Train People														
18	GP 2.6 (DI 1) Manage Configurations														
19	GP 2.7 (DI 2) Identify and Involve Relevant Stakeholders														
20	GP 2.8 (DI 3) Monitor and Control the Process														
21	GP 3.2 (DI 4) Collect Improvement Information														
22	GP 2.9 (VE 1) Objectively Evaluate Adherence														
23	GP 2.10 (VE 2) Review Status with Higher Level Management														
24		Total score													
25															
26															
27															
28															
29															
30															

Figura 18: Vista Excel de apoyo para la Evaluación MIS(Management Information Systems)-IME (Interim Maturity Evaluation)

La **Figura 19** muestra el gráfico que el Excel genera automáticamente después de haber ingresado los datos consistentemente, el resultado esperado es un gráfico que muestra simetría en cada uno de sus ejes con esto se valida que los procesos dentro del área están siendo seguidos correctamente.

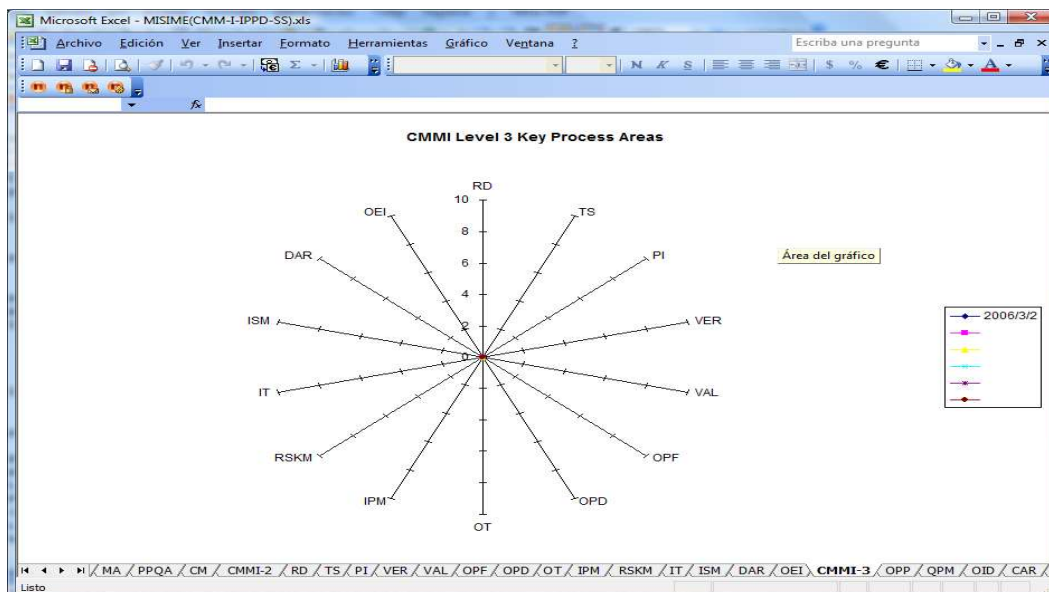


Figura 19: Vista Excel MIS(Management Information Systems)-IME (Interim Maturity Evaluation para el Análisis de Estado ²⁹

3.2. Definición de Políticas

La propuesta que se plantea a continuación corresponde a los Procesos de desarrollo basados en CMMI, para cada una de las áreas de proceso de la Categoría de Ingeniería para Desarrollo de Software como muestra la **Figura 20**.

Core Process Areas

	Process Management	Project Management	Support	Engineering
Level 5: Optimizing	<ul style="list-style-type: none"> Organizational Innovation & Deployment 		<ul style="list-style-type: none"> Causal Analysis & Resolution 	
Level 4: Quantitatively Managed	<ul style="list-style-type: none"> Organizational Process Performance 	<ul style="list-style-type: none"> Quantitative Project Management 		
Level 3: Defined	<ul style="list-style-type: none"> Organizational Process Focus Organizational Process Definition (+IPPD) Organizational Training 	<ul style="list-style-type: none"> Integrated Project Management (+IPPD) Risk Management 	<ul style="list-style-type: none"> Decision Analysis & Resolution 	<ul style="list-style-type: none"> Requirements Development Technical Solution Product Integration Verification Validation
Level 2: Managed		<ul style="list-style-type: none"> Project Planning Project Monitoring and Control Supplier Agreement Management 	<ul style="list-style-type: none"> Measurement and Analysis Configuration Management Process & Product Quality Assurance 	<ul style="list-style-type: none"> Requirements Management

Figura 20: Áreas de Proceso de CMMI ³⁰

²⁹ [37] Navega Polis: Herramientas para auto-asesoría CMMI <http://www.navegapolis.net/content/view/346/86/> Sep 2010.

³⁰ [23] PM CONSULTING GROUP: CMMi Clases http://www.pmbcg.com/cmimi_v4/clases. Sep 2010.

El proceso está apoyado en un modelo iterativo – incremental inspirado en el proceso de desarrollo unificado RUP (Rational Unified Process) desarrollado por Rational y perteneciente actualmente a IBM. Sin embargo, su aplicabilidad con otra metodología es posible porque se trata de temas generales al proceso de desarrollo. Dicha equivalencia se observa en la **Figura 21**.

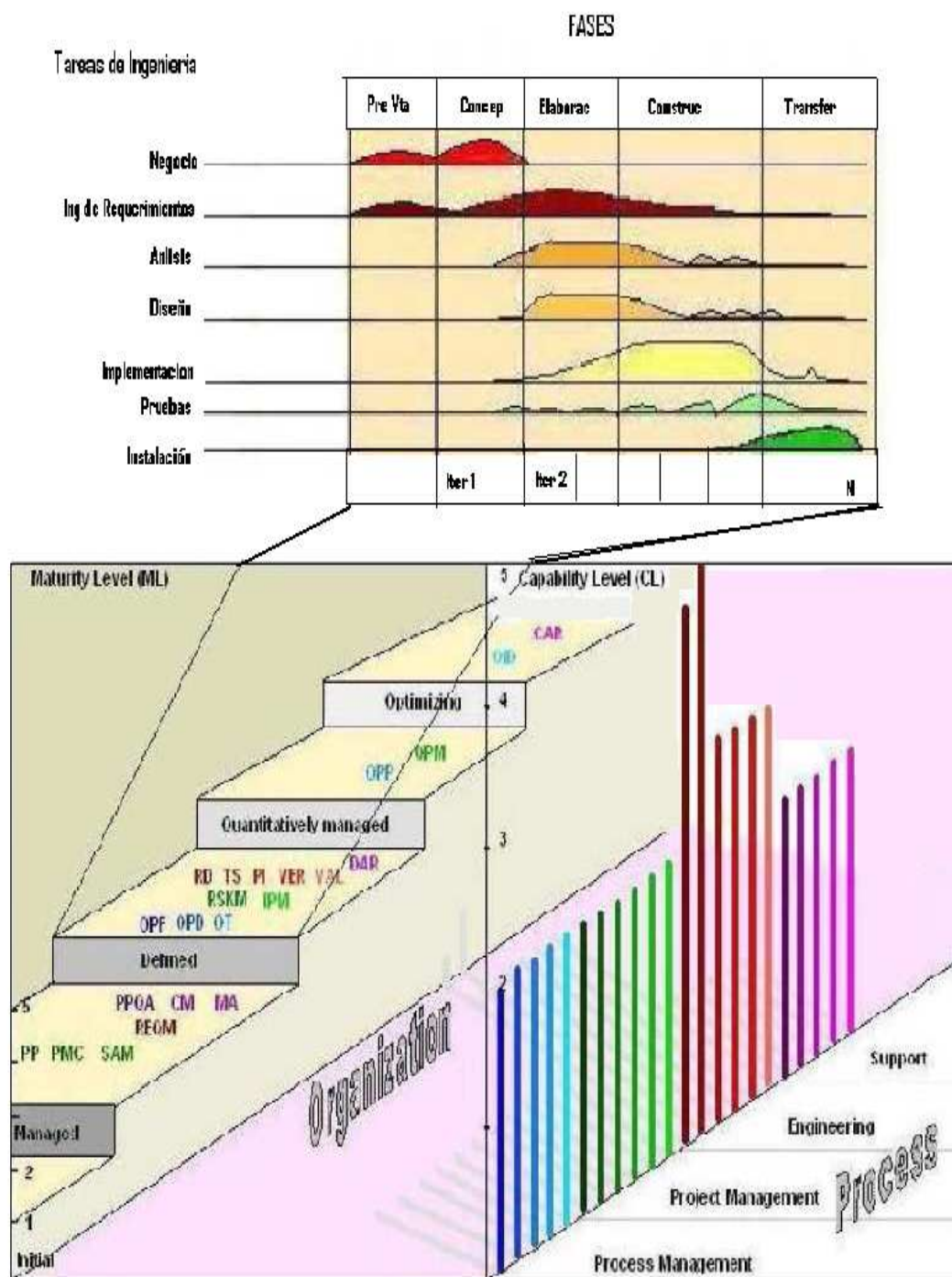


Figura 21: Rational Unified Process 31

³¹ [23] PM CONSULTING GROUP: CMMi Clases http://www.pmbcg.com/cmmi_v4/clases. Sep 2010.

3.2.1. Políticas Generales

Como se había mencionado anteriormente en el capítulo 1 las prácticas genéricas son componentes que son comunes a todas las áreas de proceso. A continuación en la **Tabla 34** se describen las políticas que permitirán la adopción de la propuesta en las empresas de desarrollo del país.

Código	Política	Descripción	Responsable	Incluye
POG-001	Planificación del Proceso de Control de Calidad	El plan será documentado con una descripción clara del proceso incluyendo su actualización para reflejar las acciones correctivas o cambios en los requerimientos o en los objetivos.	Jefe de Sistemas	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de monitoreo y control del proceso. • Actividades de evaluación objetiva del proceso. • Actividades de revisión de la gerencia para el proceso.
POG-002	Proporcionar los recursos para la realización del Proceso de Gestión de Calidad (PGC)	Es política de la institución impulsar la implantación de los procesos de CMM. El Jefe de Sistemas gestionará las actividades necesarias para que el Gerente Financiero entregue los recursos necesarios con prioridad para realizar el proceso y estos estén disponibles cuando se necesiten.	Jefe de Sistemas (Gestiona) / Gerente Financiero (Entrega)	<ul style="list-style-type: none"> • Financiación adecuada • Instalaciones físicas apropiadas • Personal calificado • Herramientas apropiadas.
POG-003	Asignar responsables del PGC	El Coordinador de Control de Calidad será designado como responsable para llevar a cabo todo el proceso.	Coordinador de Control de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Se detallará las responsabilidades del rol
POG-004	Formar al Personal para PGC	Capacitar al personal que va a realizar o dar soporte al proceso, este proceso estará a cargo del Coordinador de Control de Calidad / Jefe de Sistemas	Coordinador de Control de Calidad / Jefe de Sistemas	<ul style="list-style-type: none"> • Auto estudio • Tutoría • Cursos externos
POG-005	Monitorear y Controlar el PGC	El coordinador de Control de Calidad realizará el seguimiento y el control directo del proceso diariamente, frente al plan establecido inicialmente.	Coordinador de Control de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones correctivas • Número de causas raíz eliminadas • Mejora en la calidad o en el rendimiento del proceso • Calendario de las actividades para implementar una

				propuesta
POG-006	Revisar el estado con el nivel directivo	El Coordinador de Control de Calidad, Jefe de Sistemas, Jefe del Proyecto revisarán con los directivos la política y la guía global del proceso, el estado y los resultados del mismo, y resolverán los problemas al menos una vez al mes.	Coordinador de Control de Calidad / Jefe de Sistemas/ Jefe del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades para tomar decisiones sobre la planificación y la realización del Proceso.
POG-007	Establecer un proceso definido	El Coordinador de Control de Calidad y el Jefe del Proyecto establecerán y mantendrán una descripción del proceso adaptable al conjunto de procesos estándar de la empresa. Con esto se reduce la variabilidad en la forma que se realizan los procesos en la empresa.	Coordinador de Control de Calidad y Jefe del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Definir procesos estándar que cubran el área de proceso • Asegurar que los objetivos del proceso de la organización consten en el proceso definido. • Documentar el proceso definido y los registros de la adaptación
POG-008	Recoger información de mejora	Coordinador de Control de Calidad recolectará información relevante de productos de trabajo, medidas, resultados de medición e información de mejora de la planificación y realización del proceso para dar soporte al uso futuro. El coordinador de calidad y cada jefe de proyectos deberán calcular los indicadores que se indican en la sección de procedimientos de la presente propuesta con la periodicidad allí indicada y el coordinador de calidad entregará informes de estos indicadores de manera mensual.	Coordinador de Control de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenar la información en el repositorio de la organización • Enviar la documentación para su inclusión en la biblioteca • Documentar las lecciones aprendidas de los procesos para su inclusión en la biblioteca • Proponer mejoras a los procesos de la organización
POG-009	Establecer objetivos cuantitativos para el proceso	El Coordinador de Control de Calidad será el responsable de establecer objetivos cuantitativos de calidad y el rendimiento del proceso en base a las necesidades del cliente.	Coordinador de Control de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer los objetivos cuantitativos del proceso.
POG-010	Asegurar la mejora continua del PGC	El Coordinador de Control de Calidad seleccionará y publicará sistemáticamente mejoras de procesos y de tecnología	Coordinador de Control de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer y mantener objetivos cuantitativos de mejora de procesos • Definir estrategias y

				gestionar el despliegue de las mejoras de proceso
POG-011	Corregir las causas raíz de problemas	El Coordinador de Control de Calidad y el Jefe de Sistemas analizarán los defectos y problemas encontrados en el proceso gestionado cuantitativamente para corregir las causas raíz.	Coordinador de Control de Calidad / Jefe de Sistemas	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un documento de las soluciones que se aplicarán a los errores
POG-012	Difundir constantemente los resultados del proceso.	El Coordinador de Control de Calidad deberá proporcionar informes mensuales con los indicadores que demuestren la evolución del proceso y los resultados que van siendo obtenidos.	Coordinador de Control de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo de indicadores por proyecto. • Elaboración de informes mensuales. • Evaluaciones comparativas en el tiempo.
POG-013	Especializar al personal en sus roles.	La empresa de desarrollo velará por la especialización de las personas en sus respectivos roles promoviendo actividades de capacitación. Se evitará tener personas que cubren demasiados roles del proceso de desarrollo.	Jefe de Sistemas.	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de formación del personal.
POG-014	Política de Backups	Todo miembro considerado fundamental dentro del proceso será identificado y se incluirá un recurso alternativo, mismo que deberá ser capacitado. Si los recursos de la empresa no lo permiten, pueden generarse backups cruzados.	Jefe de Sistemas	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de recursos clave. • Evaluación periódica. • Organigrama y estructura con backups.
POG-015	Preparación de ambientes	Se conformará un área responsable de la generación de ambientes para todas las actividades involucradas en el proceso de desarrollo.	Jefe de Sistemas.	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de responsables. • Preparación de ambientes. • Documentación de ambientes.

Tabla 34: Políticas Generales

3.2.2. Políticas Específicas

Las áreas de proceso de Ingeniería cubren las actividades de desarrollo y de mantenimiento que se comparten entre las disciplinas de ingeniería. Las áreas como se describieron anteriormente son las que se muestran en la **Figura 22**.

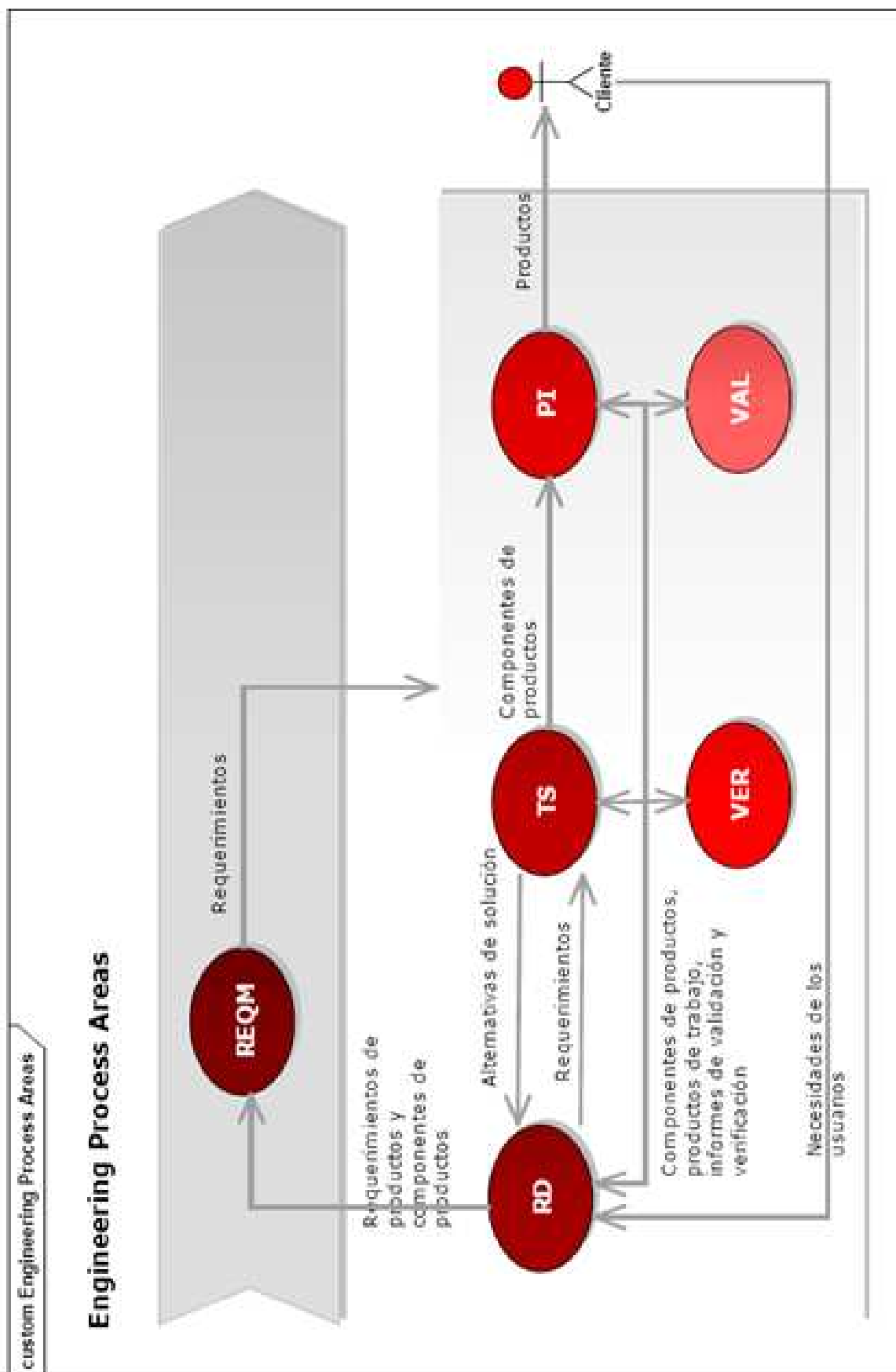


Figura 22: Áreas de Proceso de Ingeniería

- Gestión de Requerimientos (REQM).
- Desarrollo de Requerimientos (RD).
- Solución Técnica (TS).
- Integración de Productos (PI).
- Verificación (VER).
- Validación (VAL).

A continuación en la **Tabla 35** se describen las políticas específicas consideradas en cada una de las áreas:

Área	Código de la Política.	Nombre de la Política	Política	Responsable	Proceso
Gestión de Requerimientos (REQM).	POGRE-001	Política para Comprensión de los Requerimientos	Todo analista deberá completar su entendimiento cabal del proyecto que se pretende desarrollar y alertar sobre cualquier necesidad adicional que garantice el levantamiento adecuado de los requerimientos.	Analista	GREPR 001
	POGRE-002	Política para Obtener el Compromiso de los requerimientos	Los requerimientos en base de los cuales se va a realizar el desarrollo deben ser acordados y firmados entre las partes. Será responsabilidad del analista el disponer de un acuerdo debidamente firmado que recoja el conjunto de requerimientos.	Analista	GREPR 002
	POGRE-003	Política para Gestionar los cambios de los Requerimientos	Ningún cambio a los requerimientos será aceptado sin la debida documentación. Dicha documentación será sometida a evaluación y podrá implicar ajustes en los precios establecidos. El contrato debe incluir cláusulas en este sentido.	Jefe del Proyecto	GREPR 003
	POGRE-004	Política para Analizar las inconsistencias	Cualquier inconsistencia entre los requerimientos y los productos será documentada y analizada.	Jefe del Proyecto.	GREPR 005
Desarrollo de Requerimientos (RD).	PODRE-001	Política para Identificación de Necesidades	Todo requerimiento será formalmente escrito y con el suficiente nivel de detalle como para continuar con las etapas de desarrollo. La evaluación del analista incluirá su capacidad de documentar todos los requerimientos de los proyectos en	Analista	DREPR. 002

			los que intervenga.		
	PODRE-002	Formalizar Necesidades	El arquitecto del proyecto deberá apoyar cualquier necesidad técnica específica que merezca ser entendida, especialmente aquellos aspectos relacionados con la integración del producto.	Arquitecto.	DREPR.003
	PODRE-003	Política para Análisis de Requerimientos	Se elaborarán prototipos funcionales que permitan validar la captura de requerimientos realizada por el equipo de análisis del sistema.	Jefe del Proyecto y su equipo.	DREPR.009
Solución Técnica (TS).	POSTE-001	Política para Diseño de caso de Prueba	Los módulos deben ser debidamente probados por el programador (pruebas unitarias) antes de ser enviado a pruebas.	Programador	STEPR.008
	POSTE-002	Política para Análisis de Factibilidad de hacer, comprar o reutilizar	La decisión de comprar, reutilizar o desarrollar en casos complejos deberá estar sustentada en un documento que incluya los criterios de selección y los responsables.	Jefe del Proyecto.	STEPR.009
	POSTE-003	Política para Selección de Soluciones	Es responsabilidad del arquitecto del proyecto la correcta selección de alternativas tecnológicas y arquitectura de la solución.	Arquitecto.	STEPR.005
	POSTE-004	Política para Planificar el Diseño	El proceso de solución técnica se desarrollará en estricto apego a la metodología de desarrollo definida por la empresa.	Jefe de Sistemas.	STEPR.002
Integración de Productos (PI).	POIPO-001	Política para Elaborar un plan de integración	La integración de los productos será siempre planificada por el Jefe del Proyecto con especial cuidado en los componentes	Jefe del Proyecto.	IPOPR.001
	POIPO-002	Política para Preparación de los ambientes.	Todo ambiente requerido para la integración deberá ser gestionado por el jefe del proyecto y elaborado por el grupo de Manejo de la Configuración de la empresa.	Jefe del Proyecto.	IPOPR.004
	POIPO-003	Política para Establecer criterios de integración	El Arquitecto del Proyecto deberá participar en las actividades de integración de productos asegurando que la arquitectura cubra todas las necesidades.	Arquitecto	IPOPR.002
	POIPO-004	Política para Entregar el producto	La entrega de un producto se realizará de manera formal contando con la respectiva acta de entrega / recepción firmada por las partes interesadas.	Jefe del Proyecto.	IPOPR.011

Verificación (VER).	POVER-001	Política para Seleccionar Productos de Trabajo a Verificar.	Los productos de trabajo serán seleccionados teniendo en cuenta su contribución para cumplir los objetivos y los requerimientos del proyecto, y para tratar los riesgos del proyecto	Coordinador de Control de Calidad	VERPR. 001
	POVER-002	Política para Establecer el entorno de la verificación	Se establece una herramienta para solución y seguimiento de incidentes (Mantis Bug Tracker). En dicha herramienta se recogerán todos los incidentes y se procesarán las métricas debidas.	Coordinador de Control de Calidad	VERPR. 002
	POVER-003	Política para el Plan de corrección / Ajustes	No se atenderán casos de soporte ni correctivos fuera de la herramienta de seguimiento de incidentes.	Coordinador de Control de Calidad	VERPR. 011
	POVER-004	Política para la Ejecución de correctivos	Todo el personal de desarrollo revisará a diario a la herramienta Mantis en busca de casos asignados al desarrollador, se dará prioridad a los incidentes catalogados como urgentes. No deben existir casos sin solución definida.	Coordinador de Control de Calidad.	VER.PR 012
	POVER-005	Política para Analizar los resultados.	Se establecerán métricas de los errores a cada programador y Tester.	Coordinador de Control de Calidad.	VERPR. 010
Validación (VAL)	POVAL-001	Política para Planificar la validación	El plan incluirá las tareas para llevar a cabo la validación y debe establecer los responsables de cumplir cada tarea.	Gerente del Proyecto	VALPR. 001
	POVAL-002	Política para Seleccionar Productos a Validar.	Se seleccionará los productos y los componentes de producto para ser validados en base a su relación con las necesidades del usuario.	Gerente del proyecto /Coordinador de Control de Calidad	VALPR. 002
	POVAL-003	Política para Definir criterios de aceptación.	Se definirán métricas de rendimiento de los productos para que estos puedan ser certificados si cumplen o están dentro del rango permitido	Coordinador de Control de Calidad.	VALPR. 003
	POVAL-004	Política para Crear los Ambientes para la Validación.	Los ambientes serán creados desde cero para realizar las pruebas, no se permitirán ambientes preexistentes o de desarrollo.	Coordinador de Control de Calidad.	VERPR. 005
	POVAL-006	Política para Establecer los	Se definirán los casos de prueba funcionales de los productos	Coordinador de Control de	VERPR. 006

		procedimientos y criterios para la validación.	seleccionados, además se describirá a detalle el procedimiento de cada caso de prueba que se va a ejecutar y los resultados esperados	Calidad/ Desarrollador	
	POVAL-007	Política para Ejecutar plan de pruebas funcionales	Los planes de pruebas serán ejecutados por el Tester y serán validados recogiendo los datos resultantes de acuerdo a los métodos, procedimientos y criterios establecidos	Coordinador de Control de Calidad / Tester	VERPR. 008
	POVAL-008	Política para Analizar los resultados.	Los resultados serán analizados frente a los criterios de verificación definidos para determinar si se continúa o si se tratan los problemas de requerimientos	Coordinador de Control de Calidad	VERPR. 010
	POVAL-009	Política para Ejecutar ajustes/correcciones	El desarrollador deberá revisar de manera diaria los incidentes que tienen asignado y dependiendo de su criticidad atenderlos	Desarrolladores	VERPR. 012

Tabla 35: Políticas Específicas

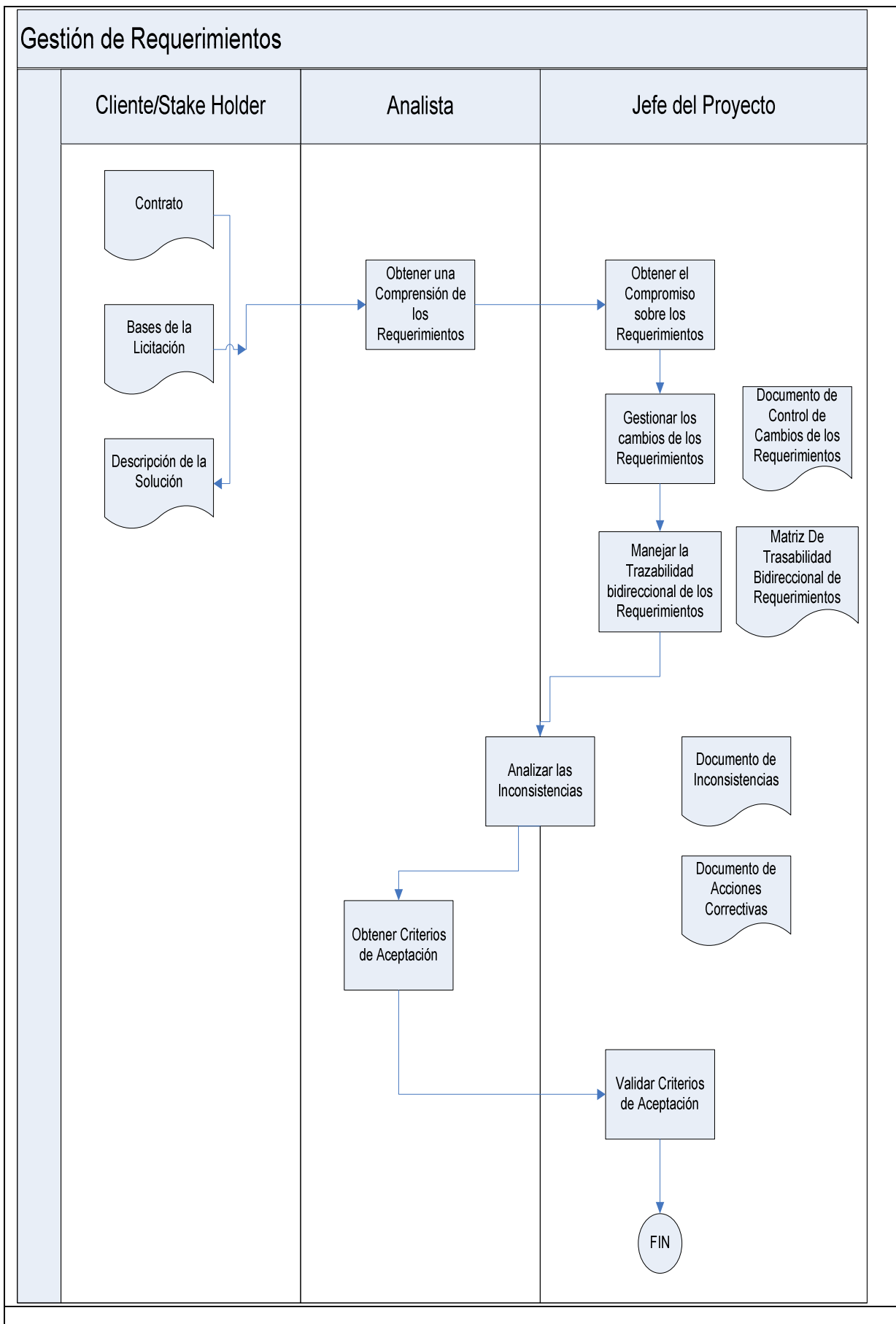
3.3. Definición de Procedimientos

3.3.1 Gestión de Requerimientos

- **Procedimientos**

En la **Tabla 36** se describirá a detalle el procedimiento Gestión de Requerimientos.

Definición del Proceso	
Nombre de Proceso:	GESTION DE REQUERIMIENTOS
Referencia CMMI:	GESTION DE REQUERIMIENTOS
Código	GRE
Objetivo del Proceso:	
El propósito de la Gestión de requerimientos (REQM) es gestionar los requerimientos de los productos y de los componentes del producto del proyecto, e identificar inconsistencias entre esos requerimientos y los planes y productos de trabajo del proyecto.	
Entradas del Proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidades de clientes • Requerimientos de cambio a las necesidades
Salidas del Proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Documento de inconsistencias • Acciones correctivas por proyecto • Matriz de trazabilidad bidireccional de requerimientos. • Control de Cambios de Requerimientos
Diagrama de Procesos:	



Código	Nombre	Descripción
GREPR.001	Obtener una comprensión de los requerimientos.	<p>Dentro de la empresa de desarrollo, constituye una labor del analista del proyecto el llevar adelante este procedimiento, cuyo propósito es el de desarrollar una comprensión del significado de los requerimientos con los proveedores de los mismos.</p> <p>A medida que el proyecto madura y se derivan los requerimientos, todas las actividades o disciplinas recibirán requerimientos. Para evitar el flujo continuo de requerimientos, se establecen criterios para designar los canales apropiados, o las fuentes oficiales, de las cuales recibir requerimientos. Las actividades de recepción conducen al análisis de los requerimientos con el proveedor de los requerimientos para asegurar que se alcanza una comprensión compatible y compartida del significado de los requerimientos. El resultado de este análisis y diálogo es un conjunto acordado de requerimientos.</p> <p>Constituyen productos de trabajo típicos dentro de este procedimiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Listas de criterios para distinguir a los proveedores apropiados de requerimientos. 2. Criterios para la evaluación y la aceptación de requerimientos. 3. Resultados de análisis frente a criterios. 4. Un conjunto acordado de requerimientos. <p>Constituyen tareas a considerar en este procedimiento las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer los criterios para distinguir a los proveedores apropiados de requerimientos. 2. Establecer los criterios objetivos para la evaluación y la aceptación de los requerimientos. La falta de criterios de evaluación y de aceptación da lugar a menudo a una inadecuada verificación, re trabajo costoso o al rechazo del cliente. 3. Analizar los requerimientos para asegurar que se cumplen los criterios establecidos. 4. Alcanzar una comprensión de los requerimientos con el proveedor de requerimientos para que los participantes del proyecto puedan comprometerse con ellos.
GREPR.002	Obtener el compromiso sobre los requerimientos	<p>Obtener el compromiso de los participantes de proyecto sobre los requerimientos.</p> <p>Cuando se crean equipos integrados, los participantes del proyecto son los equipos integrados y sus miembros. El compromiso sobre los requerimientos para interactuar con otros equipos integrados es tan importante para cada equipo integrado como sus compromisos con el producto y con otros requerimientos del proyecto.</p> <p>Este procedimiento se ocupa de los acuerdos y compromisos entre aquellos que tienen que llevar a cabo las actividades necesarias para implementar los requerimientos. Los requerimientos evolucionan a través del proyecto, especialmente según lo descrito por las prácticas específicas del área de proceso de Desarrollo de requerimientos y del área de proceso de Solución Técnica.</p> <p>A medida que los requerimientos evolucionan, esta práctica específica asegura que los participantes del proyecto se comprometen con los requerimientos actuales y aprobados, y con los cambios resultantes en los planes, actividades y productos de trabajo del proyecto.</p>

		<p>Constituyen productos de trabajo típicos los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluaciones del impacto de los requerimientos. 2. Compromisos documentados de los requerimientos y sus cambios. <p>Son tareas a considerar dentro de este procedimiento las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar el impacto de los requerimientos sobre los compromisos existentes. El impacto sobre los participantes del proyecto debería evaluarse cuando cambian los requerimientos o al principio de un nuevo requerimiento. 2. Negociar y registrar los compromisos. Los cambios a los compromisos existentes deberían negociarse antes de que los participantes del proyecto se comprometan con el requerimiento o con el cambio del requerimiento.
GREPR.003	Gestionar los cambios de los requerimientos	<p>Gestionar los cambios a los requerimientos a medida que evolucionan durante el proyecto.</p> <p>Durante el proyecto, los requerimientos cambian por una variedad de razones. A medida que las necesidades cambian y el trabajo avanza, se derivan requerimientos adicionales y es posible que se tengan que hacer cambios a los requerimientos existentes. Es esencial gestionar estas adiciones y cambios, eficiente y eficazmente. Para analizar con eficacia el impacto de los cambios, es necesario que se conozca la fuente de cada requerimiento y que la razón para cualquier cambio esté documentada. Sin embargo, el jefe de proyecto puede querer seguir medidas apropiadas de volatilidad de los requerimientos para juzgar si son necesarios controles nuevos o corregidos.</p> <p>Constituyen productos de trabajo típicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estado de los requerimientos. 2. Base de datos de los requerimientos. 3. Base de datos de decisión de los requerimientos. <p>Son tareas a considerar dentro del procedimiento las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Documentar todos los requerimientos y los cambios a los requerimientos que son dados a o generados por el proyecto. 2. Mantener la historia de cambios de requerimientos con la razón del cambio. 3. Mantener la historia de cambios ayuda al seguimiento de la volatilidad de los requerimientos. 4. Evaluar el impacto de los cambios de requerimientos desde el punto de vista de las partes interesadas relevantes. 5. Poner los requerimientos y los datos de los cambios disponibles para el proyecto.
GREPR.004	Manejar la trazabilidad bidireccional de los requerimientos	<p>Mantener la trazabilidad bidireccional entre los requerimientos y los productos de trabajo.</p> <p>La intención de esta práctica específica es mantener la trazabilidad bidireccional de los requerimientos para cada nivel de descomposición del producto. Cuando los requerimientos se gestionan bien, la trazabilidad puede establecerse desde el requerimiento fuente hasta sus requerimientos de más bajo nivel y desde los requerimientos de más bajo nivel de vuelta hasta su fuente. Esta trazabilidad bidireccional ayuda a determinar que todos los requerimientos fuente se han tratado totalmente y que todos los requerimientos de nivel más bajo pueden trazarse hacia una fuente válida.</p> <p>La trazabilidad de los requerimientos también puede cubrir las relaciones a otras entidades, tales como productos de trabajo intermedios y finales, cambios en la documentación de diseño y planes de pruebas. La trazabilidad puede cubrir relaciones horizontales, tales como entre interfaces, así como relaciones verticales. La</p>

		<p>trazabilidad se necesita particularmente cuando se lleva a cabo la evaluación del impacto de los cambios de los requerimientos sobre las actividades y los productos de trabajo del proyecto.</p> <p>Constituyen productos de trabajo típicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Matriz de trazabilidad de los requerimientos. 2. Sistema de seguimiento de los requerimientos. <p>Tareas dentro del procedimiento son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mantener la trazabilidad de los requerimientos para asegurar que la fuente de requerimientos de nivel más bajo (derivados) está documentada. 2. Mantener la trazabilidad de los requerimientos desde un requerimiento a sus requerimientos derivados y la asignación a las funciones, a las interfaces, a los objetos, a la gente, a los procesos y a los productos de trabajo. 3. Generar la matriz de trazabilidad de los requerimientos.
GREPR.005	Analizar las inconsistencias	<p>Identificar las inconsistencias entre los planes del proyecto, los productos de trabajo y los requerimientos.</p> <p>Se debe especificar las inconsistencias entre los requerimientos, los planes del proyecto y los productos de trabajo e iniciar la acción correctiva para corregirlas.</p> <p>Constituyen productos de trabajo típicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Documentación de inconsistencias incluyendo fuentes, condiciones y razón. 2. Acciones correctivas. <p>Constituyen tareas dentro de este procedimiento los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar los planes, las actividades y los productos de trabajo del proyecto en cuanto a la consistencia con los requerimientos y los cambios realizados a ellos. 2. Identificar la fuente de la inconsistencia y la razón. 3. Identificar los cambios que necesitan realizarse a los planes y a los productos de trabajo resultantes de los cambios a la línea base de los requerimientos. 4. Iniciar las acciones correctivas.
GREPR.006	Obtener criterios de aceptación.	<p>El analista de la empresa de desarrollo debe estar en capacidad de obtener los criterios de aceptación. Algunos ejemplos de criterios de evaluación y de aceptación son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Claramente y correctamente establecidos. • Completos. • Consistentes unos con otros. • Identificados de forma única. • Apropriados para implementar. • Verificables (que se pueden probar). • Trazables.
GREPR.007	Validar criterios de aceptación.	<p>Dentro de la empresa de desarrollo constituye una actividad importante que debe ser completada por el stakeholder o el cliente el validar los criterios bajo los cuales un requerimiento va a ser o no aceptado. Esta actividad debe ser realizada con la ayuda del analista y el jefe del proyecto y busca formalizar un conjunto de criterios que permitan de la manera más objetiva posible determinar la aceptación de un requerimiento.</p>

Tabla 36: Procedimiento Gestión de Requerimientos

- **Indicadores**

En la **Tabla 37** se describirán los indicadores de Gestión de Requerimientos.

Código	Indicador	Detalle	
DREIN.001	Porcentaje de cambios a los requerimientos.	Descripción	Indica un porcentaje de requerimientos cambiados sobre el total de requerimientos aceptados.
		Formula	$\frac{NRC}{NRT} * 100\%$ <p>NRC: Número de Requerimientos con cambios NRT: Número total de Requerimientos</p>
		Periodicidad	Al finalizar el proyecto para obtener la métrica para el proyecto puntual o mensualmente considerando todos los proyectos.
		Interpretación	Lo deseable para una empresa de desarrollo es tener un valor que tienda al 0 % en una empresa de desarrollo lo cual indica que los requerimientos están siendo bien levantados y entendidos desde un inicio.
		Obligatorio	SI
DREIN.002	Desviación en el cumplimiento de planes de proyecto.	Descripción	Indica un porcentaje respecto al valor planificado de avance en la construcción de los requerimientos contra el valor real.
		Formula	$\frac{TRP}{TPP} * 100\%$ <p>TRP = Tiempo Real de proyecto TPP= Tiempo Planificado para el Proyecto</p>
		Periodicidad	Mensual
		Interpretación	Es deseable que este valor muestre un porcentaje bajo o incluso negativo lo cual indicaría que el proyecto está cumplido y a tiempo.
		Obligatorio	SI
DREIN.003	Acciones correctivas por proyecto	Descripción	Indica un valor para conocer cuantitativamente cuantas acciones correctivas se dieron.
		Formula	N = Número de acciones correctivas generadas por proyecto.
		Periodicidad	Mensual
		Interpretación	Es deseable que este valor sea lo más bajo posible, mientras más grande sea el valor reflejará una mala gestión a nivel de requerimientos. Comparativamente en varias mediciones este valor tiene que tender a disminuir.
		Obligatorio	SI
DREIN.004	Número de inconsistencias encontradas en requerimientos	Descripción	Indica un valor para conocer cuantitativamente cuantas inconsistencias existen relacionadas con requerimientos.
		Formula	N = Número de inconsistencias generadas por proyecto.
		Periodicidad	Mensual
		Interpretación	Es deseable que este valor sea lo más bajo posible, mientras más grande sea el valor reflejará una mala gestión a nivel de requerimientos. Comparativamente en varias mediciones este valor tiene que tender a disminuir.
		Obligatorio	SI

Tabla 37: Indicadores Gestión de Requerimientos

- **Formularios y Documentos Gestión de Requerimientos**

En la **Tabla 38** se describirán los Formularios y documentos de Gestión de Requerimientos.

Documento	Descripción
Documento de inconsistencias	Este documento debe incluir un registro completo que incluya, por cada inconsistencia encontrada: <ul style="list-style-type: none"> • Fecha • Responsable • Fuentes • Condición • Razón
Acciones correctivas por proyecto	Este documento constituye un mecanismo para seguimiento e inventario de las acciones correctivas por proyecto. Debe incluir por cada uno de los proyectos un registro completo que incluya: <ul style="list-style-type: none"> • Fecha • Proyecto • Acción Correctiva • Efecto Deseado • Efecto Obtenido
Matriz de trazabilidad bidireccional de requerimientos.	Esta matriz por proyecto permitirá determinar para cada requerimiento: <ul style="list-style-type: none"> • Responsable del requerimiento • Implementado por • Módulo o función • Pruebas al requerimiento • Aceptación por el usuario
Control de Cambios de Requerimientos	Un control de cambios deberá ser consensuado y firmado por las partes incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> • Solicitado por • Aceptado por • Descripción del cambio. • Módulos afectados • Seguimiento y control.

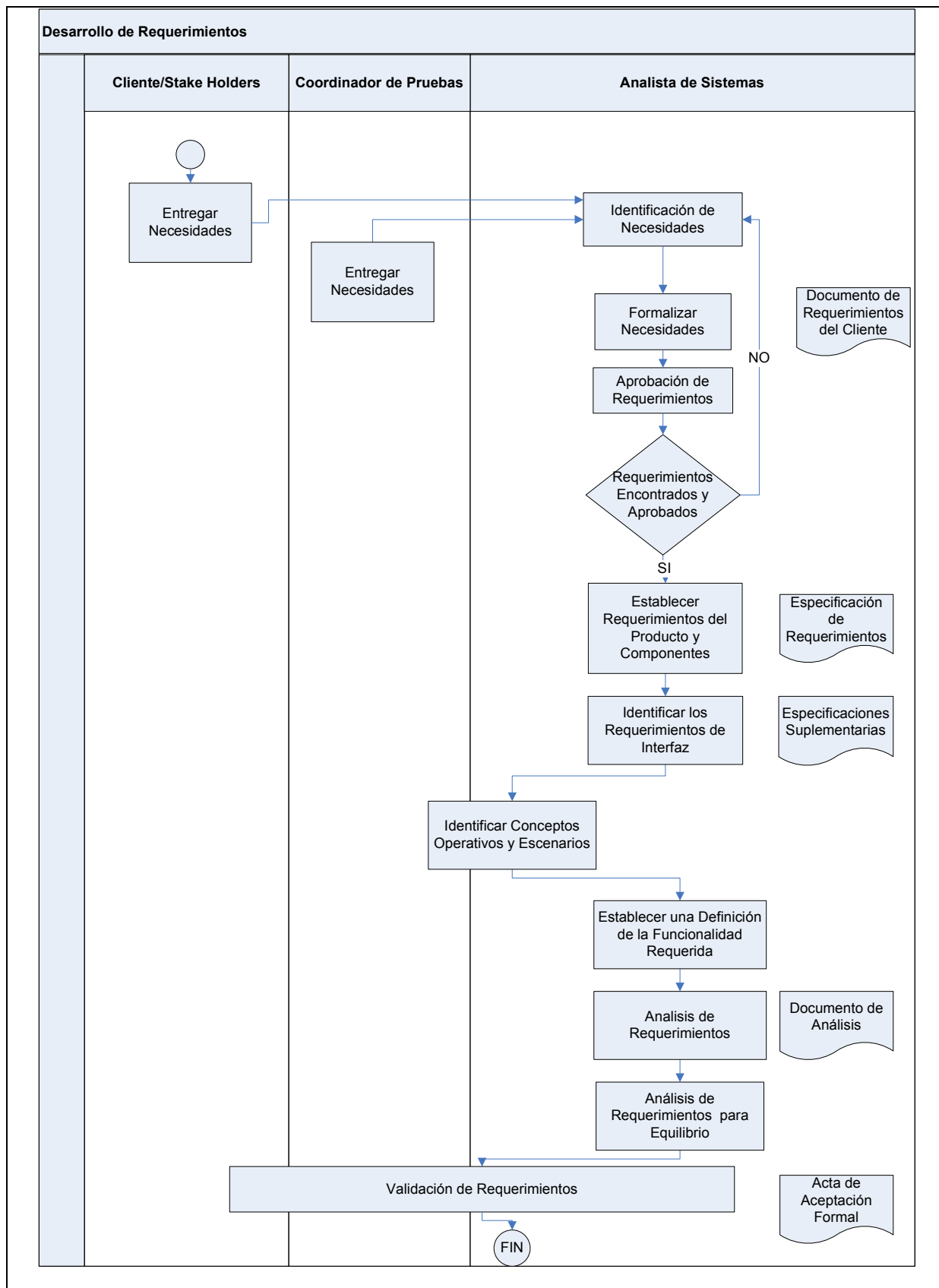
Tabla 38: Formularios y Documentos Gestión de Requerimientos

3.3.2 Desarrollo de Requerimientos

- **Procedimiento**

En la **Tabla 39** se describirá el procedimiento de Desarrollo de Requerimientos

Definición del Proceso	
Nombre de Proceso:	DESARROLLO DE REQUERIMIENTOS
Referencia CMMI:	DESARROLLO DE REQUERIMIENTOS
Código	DRE
Objetivo del Proceso:	
El propósito del Desarrollo de requerimientos (RD) es producir y analizar los requerimientos de cliente, de producto y de cualquier componente del producto.	
Entradas del Proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidades de stake holders.
Salidas del Proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Documento de requerimientos del cliente • Especificación de requerimientos • Especificaciones suplementarias • Documento de análisis • Acta de Aceptación Formal.
Diagrama de Procesos:	



Código	Nombre	Descripción
DREPR.001	Entregar las necesidades	Consiste en entregar las necesidades por parte del cliente/stake Holder y /o Coordinador de Pruebas de la empresa de desarrollo. La obtención de las

		<p>necesidades es una etapa que va más allá de la recolección de requerimientos, pues tanto la parte que entrega la información, como la parte que la recibe deben procurar la identificación proactiva de requerimientos adicionales no explícitamente proporcionados por los clientes. Los requerimientos adicionales deberían tratar las distintas actividades del ciclo de vida y sus impactos en el producto. En esta etapa el demandante del requerimiento entrega la mayor cantidad de información que permita formalizar dicho requerimiento, mientras que el analista recibe el requerimiento. Las empresas de desarrollo deben tener especial cuidado en esta etapa por cuanto de ella depende el construir o no un software con las características adecuadas. Se debe complementar cualquier tipo de información proporcionada por los interesados hasta que sea lo suficientemente completa para especificar bien el producto que se va a construir.</p>
DREPR.002	Identificación de Necesidades	<p>Las necesidades son identificadas en base a un análisis de las necesidades recogidas y entregadas por el cliente/ stakeHolder y /o Coordinador de pruebas. Esta etapa está a cargo del analista del proyecto de la empresa de desarrollo.</p> <p>Las necesidades de las partes interesadas (p. ej., clientes, usuarios finales, proveedores, constructores, personal de pruebas, fabricantes y personal de soporte logístico) son la base para determinar los requerimientos de cliente. Las necesidades, las expectativas, las restricciones, las interfaces, los conceptos operativos y los conceptos de producto de las partes interesadas se analizan, unifican, refinan y elaboran para la traducción a un conjunto de requerimientos de cliente.</p>
DREPR.003	Formalizar necesidades	<p>Las necesidades se formalizan con la limitación de su alcance y restricciones. Este proceso de formalización de necesidades utiliza un artefacto como un documento de visión del sistema o bien una especificación de requerimientos de software dependiendo de la metodología empleada. La empresa de desarrollo dispondrá de un analista responsable de llevar adelante este procedimiento.</p> <p>Se deben consolidar las distintas entradas provenientes de las partes interesadas relevantes, se debe obtener la información perdida y se deben resolver los conflictos al documentar el conjunto reconocido de requerimientos de cliente. Los requerimientos de cliente pueden incluir las necesidades, las expectativas y las restricciones con respecto a la verificación y a la validación.</p> <p>En algunas situaciones, el cliente proporciona un conjunto de requerimientos al proyecto, o los requerimientos existen como una salida de las actividades de un proyecto anterior. En estas situaciones, los requerimientos de cliente podrían estar en conflicto con las necesidades, expectativas, restricciones e interfaces de las partes interesadas relevantes y necesitarán transformarse en un conjunto reconocido de requerimientos de cliente después de la resolución apropiada de los conflictos.</p> <p>Las partes interesadas relevantes que representan a todas las fases del ciclo de vida del producto deberían incluir las funciones del negocio así como las técnicas. De esta manera, los conceptos para todos los procesos del ciclo de vida relativos al producto se consideran concurrentemente con los conceptos para los productos. Los requerimientos de cliente resultan de decisiones informadas sobre el negocio, así como sobre los efectos técnicos de sus requerimientos.</p> <p>Constituyen productos de trabajo típicos los requerimientos de cliente, las restricciones de cliente para llevar a cabo la verificación y las restricciones de cliente para llevar a cabo la validación.</p>
DREPR.004	Aprobación de	<p>Tras una evaluación de las necesidades del cliente se aprueban los requerimientos</p>

	requerimientos	que se van a desarrollar en el sistema de software. Una vez terminado el análisis del sistema y determinados los requerimientos, es importante que tanto la parte proveedora de los requerimientos como el analista revisen la formalización de los requerimientos y lleguen a un acuerdo que inclusive debería estar firmado por ambas partes.
DREPR.005	Establecer los requerimientos del producto y Componentes	<p>Seguido de la aprobación, se establecen los requerimientos del producto y adicionalmente los componentes que van a conformar el mismo.</p> <p>El hecho es que los requerimientos de cliente pueden expresarse en los términos del cliente y pueden ser descripciones no técnicas. Los requerimientos del producto son la expresión de estos requerimientos en términos técnicos que pueden utilizarse para las decisiones de diseño.</p> <p>En esta etapa se determinarán los objetivos del proyecto y sus atributos asociados tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eficacia • Capacidad • Rendimiento <p>En los casos donde un requerimiento de nivel más alto especifique el rendimiento que será responsabilidad de dos o más componentes del producto, el rendimiento debe dividirse para la asignación única a cada componente del producto como un requerimiento derivado.</p> <p>Constituyen productos de trabajo típicos en este procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hojas de asignación de requerimientos. • Asignaciones provisionales de requerimientos • Restricciones de diseño • Requerimientos derivados. • Relaciones entre requerimientos derivados.
DREPR.006	Identificar los Requerimientos de Interfaz	<p>Las empresas de desarrollo a través del analista del proyecto deben ser capaces de identificar las interfaces entre las funciones (o entre los objetos).</p> <p>Se definen los requerimientos de la interfaz entre los productos o los componentes del producto identificados en la arquitectura del producto.</p> <p>Son controlados como parte de la integración del producto y de los componentes del producto, y son una parte integral de la definición de la arquitectura.</p> <p>Se constituye un producto de trabajo típico dentro de este procedimiento el documento de Requerimientos de la interfaz.</p> <p>A medida que progresa el diseño, la arquitectura del producto será cambiada por los procesos de la solución técnica, creando nuevas interfaces entre los componentes del producto y los componentes externos al producto.</p> <p>Las interfaces con los procesos del ciclo de vida relacionados con el producto deberían también identificarse.</p> <p>Los requerimientos para las interfaces se definen en términos tales como el origen, el destino, el estímulo, las características de los datos para el software, y las características eléctricas y mecánicas para el hardware.</p>
DREPR.007	Identificar Conceptos Operativos	En la empresa de desarrollo es importante la participación del analista de sistemas en conjunto con el coordinador de pruebas para poder identificar conceptos operativos y

	<p>Escenarios</p>	<p>escenarios. Un escenario es normalmente una secuencia de eventos que podrían ocurrir en el uso del producto, se emplea para hacer explícitas algunas de las necesidades de las partes interesadas. Como contraste, un concepto operativo para un producto depende generalmente tanto de la solución de diseño como del escenario. En este procedimiento se debe refinar los conceptos operativos a medida que se toman las decisiones de la solución y se desarrollan los requerimientos detallados de nivel más bajo.</p> <p>De la misma manera que una decisión de diseño para un producto puede llegar a ser un requerimiento para los componentes del producto, el concepto operativo puede llegar a ser un escenario (requerimiento) para los componentes del producto. Los conceptos operativos y los escenarios evolucionan para facilitar la selección de soluciones del componente del producto que, cuando se implementan, satisface el uso previsto del producto. Los conceptos operativos y los escenarios documentan la interacción de los componentes del producto con el entorno, con los usuarios y con otros componentes del producto, independientemente de la disciplina de ingeniería.</p> <p>Dentro de este procedimiento constituyen pasos a seguir:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar los conceptos operativos y los escenarios que incluyan funcionalidad, rendimiento, mantenimiento, soporte y retirada según sea apropiado. 2. Identificar y desarrollar los escenarios, consistentes con el nivel de detalle en las necesidades, las expectativas y las restricciones de las partes interesadas en las cuales se espera funcione el producto o los componentes del producto propuestos. 3. Definir el entorno en el cual funcionarán el producto o los componentes del producto, incluyendo los límites y las restricciones. 4. Revisar los conceptos operativos y los escenarios para refinar y descubrir los requerimientos. 5. Desarrollar un concepto operativo detallado, a medida que se seleccionan los productos y los componentes del producto, que defina la interacción del producto, del usuario final y del entorno, y que satisfaga las necesidades operativas, de mantenimiento, de soporte y de retirada.
DREPR.008	<p>Establecer una definición de la Funcionalidad requerida</p>	<p>La definición de la funcionalidad, también referida como “análisis funcional”, es la descripción de lo que se pretende que haga el producto. Las empresas de desarrollo, por medio del analista del producto deben ser capaces de complementar la definición de la funcionalidad, misma que puede incluir acciones, secuencia, entradas, salidas u otra información que comunique la manera en la cual el producto será usado.</p> <p>Constituyen productos de trabajo típicos en esta etapa: la arquitectura funcional, los diagramas de actividad y casos de uso y el análisis orientado a objetos con los servicios o métodos identificados.</p> <p>Dentro de este procedimiento son tareas a seguir:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar y cuantificar la funcionalidad requerida por los usuarios finales. 2. Analizar los requerimientos para identificar las particiones lógicas o funcionales (p. ej., subfunciones). 3. Dividir los requerimientos en grupos, en base a los criterios establecidos (p.

		<p>ej., funcionalidad similar, rendimiento o acoplamiento), para facilitar y para enfocar el análisis de requerimientos.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Considerar la secuenciación de las funciones críticas en el tiempo tanto inicialmente como posteriormente durante el desarrollo de componentes del producto. 5. Asignar los requerimientos de cliente a las particiones funcionales, objetos, personal o elementos de soporte para dar soporte a la síntesis de las soluciones. 6. Asignar los requerimientos funcionales y de rendimiento a las funciones y a las subfunciones.
DREPR.009	Análisis de requerimientos	<p>Este procedimiento consiste en analizar los requerimientos para asegurarse de que son necesarios y suficientes y es responsabilidad directa del analista o los analistas del proyecto.</p> <p>Los requerimientos para el nivel uno de la jerarquía del producto se analizan para determinar si son necesarios y suficientes para cumplir con los objetivos de niveles más altos de la jerarquía del producto. Los requerimientos analizados entonces proporcionan la base para requerimientos más detallados y precisos para los niveles más bajos de la jerarquía del producto.</p> <p>A medida que se definen los requerimientos, su relación con requerimientos de más alto nivel y la funcionalidad definida a más alto nivel deben comprenderse. Una de las acciones es la determinación de qué requerimientos clave serán usados para seguir el progreso.</p> <p>Son productos de trabajo típicos dentro de este procedimiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Informes de defectos de los requerimientos. 2. Cambios propuestos a los requerimientos para resolver defectos. 3. Requerimientos claves. 4. Medidas técnicas de rendimiento. <p>Tareas a seguir dentro de este procedimiento son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar las necesidades, las expectativas, las restricciones y las interfaces externas de las partes interesadas para eliminar conflictos y para organizarlos en temas relacionados. 2. Analizar los requerimientos para determinar si satisfacen los objetivos de los requerimientos de nivel más alto. 3. Analizar los requerimientos para asegurarse de que son completos, factibles, realizables y verificables. Mientras que el diseño determina la viabilidad de una solución particular, esta subpráctica trata el conocimiento de qué requerimientos afectan a la viabilidad. 4. Identificar los requerimientos claves que tienen una fuerte influencia en el coste, calendario, funcionalidad, riesgos o rendimiento. 5. Identificar las medidas de rendimiento técnico que serán seguidas durante el esfuerzo de desarrollo. 6. Analizar los conceptos operativos y los escenarios para refinar las necesidades, las restricciones y las interfaces del cliente, y para descubrir nuevos requerimientos.

		Este análisis puede dar lugar a conceptos operativos y a escenarios más detallados, así como el soporte de la derivación de nuevos requerimientos.
DREPR.010	Análisis de requerimientos para Equilibrio	<p>Este procedimiento consiste en analizar los requerimientos para equilibrar las necesidades y las restricciones de las partes interesadas. La empresa de desarrollo cumplirá con este procedimiento a cargo del analista de sistemas.</p> <p>Las necesidades y las restricciones de las partes interesadas pueden tratar costo, calendario, rendimiento, funcionalidad, componentes reutilizables, capacidad de mantenimiento o riesgos.</p> <p>Es un producto de trabajo típico dentro de este procedimiento la evaluación de los riesgos relacionados con los requerimientos.</p> <p>Tareas importantes dentro de este procedimiento son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Usar modelos, simulaciones y prototipos probados para analizar el equilibrio entre las necesidades y las restricciones de las partes interesadas. Los resultados de los análisis pueden usarse para reducir el coste del producto y el riesgo del desarrollo del producto. 2. Ejecutar una evaluación de riesgos sobre los requerimientos y la arquitectura funcional. 3. Examinar los conceptos del ciclo de vida del producto en cuanto a los impactos de los requerimientos en los riesgos.
DREPR.011	Validación de Requerimientos	<p>En este procedimiento, el propósito es el de validar los requerimientos para asegurar que el producto resultante se ejecutará según lo previsto en el entorno del usuario. La validación de los requerimientos se ejecuta pronto en el esfuerzo de desarrollo con los usuarios finales para ganar confianza en que los requerimientos son capaces de guiar un desarrollo que dé como resultado el éxito de la validación final. Esta actividad debería integrarse con las actividades de gestión de riesgos. Las organizaciones maduras normalmente ejecutarán la validación de los requerimientos de una manera más sofisticada, usando múltiples técnicas y ampliarán la base de la validación para incluir otras necesidades y expectativas de las partes interesadas. Dependiendo del tamaño de la empresa de desarrollo deberá evaluarse la posibilidad de utilizar estas técnicas.</p> <p>Se tiene como producto de trabajo típico el registro de los métodos y de los resultados del análisis.</p> <p>Constituyen tareas dentro de este proceso:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar los requerimientos para determinar el riesgo de que el producto resultante no se ejecutará apropiadamente en su entorno de uso previsto. Algunos ejemplos de las técnicas usadas para la validación de los requerimientos son: <ul style="list-style-type: none"> • Análisis. • Simulaciones. • Prototipos. • Demostraciones. 2. Explorar la adecuación y la completitud de los requerimientos desarrollando las representaciones del producto (p. ej., prototipos, simulaciones, modelos, escenarios y guías gráficas) y obteniendo realimentación sobre ellos de las

		partes interesadas relevantes. 3. Evaluar el diseño a medida que madura en el contexto del entorno de validación de los requerimientos para identificar los problemas de validación y para exponer necesidades y requerimientos de cliente sin especificar.
--	--	--

Tabla 39: Procedimiento de Desarrollo de Requerimientos

- **Indicadores**

En la **Tabla 40** se describirá a detalle los indicadores de Desarrollo de Requerimientos.

Código	Indicador	Detalle	
DREIN.001	Porcentaje de Requerimientos cumplidos.	Descripción	Indica un porcentaje de cumplimiento sobre el total de requerimientos aceptados.
		Formula	$\frac{NRA}{NRT} * 100\%$ NRA: Número de Requerimientos aceptados por el usuario NRT: Número total de Requerimientos
		Periodicidad	Al finalizar el proyecto para obtener la métrica para el proyecto puntual, o mensualmente considerando todos los proyectos.
		Interpretación	Lo deseable para una empresa de desarrollo es tener un valor que tienda al 100 % en una empresa de desarrollo lo cual indica que los requerimientos están siendo bien levantados y canalizados en software.
		Obligatorio	SI
DREIN.002	Número de reclamos por parte del cliente por requerimientos insatisfechos.	Descripción	Indica un valor con el número de reclamos impuTablas a requerimientos que no fueron bien levantados o entendidos.
		Formula	N = Número de Reclamos por requerimientos insatisfechos.
		Periodicidad	Mensual
		Interpretación	Lo deseable es que este valor tienda a cero y que comparando varios períodos de medición el valor tienda a decrecer.
		Obligatorio	SI

Tabla 40: Indicadores de Desarrollo de Requerimientos

- **Formularios y Documentos Desarrollo de Requerimientos**

En la **Tabla 41** se describirá a detalle los Formularios y Documentos de Desarrollo de Requerimientos.

Documento	Descripción
Documento de requerimientos del cliente	Constituye las bases de la licitación, el levantamiento de necesidades por parte del cliente o su equivalente en el formato que lo tuviere.
Especificación de requerimientos	Documento formal que debe adaptarse de acuerdo a la metodología utilizada. Puede ser un artefacto RUP, un estándar IEEE o su equivalente.
Especificaciones suplementarias	Documento formal que debe adaptarse de acuerdo a la metodología utilizada.

	Puede ser un artefacto RUP, un estándar IEEE o su equivalente.
Documento de análisis	Documento formal que debe adaptarse de acuerdo a la metodología utilizada. Puede ser un artefacto RUP, un estándar IEEE o su equivalente.
Acta de Aceptación Formal.	Es un documento de mutuo entendimiento que contendrá: La fecha de celebración del acta. La descripción de lo que se está aceptando (con referencia a los documentos involucrados). Las firmas de ambas partes (empresa de desarrollo y cliente).

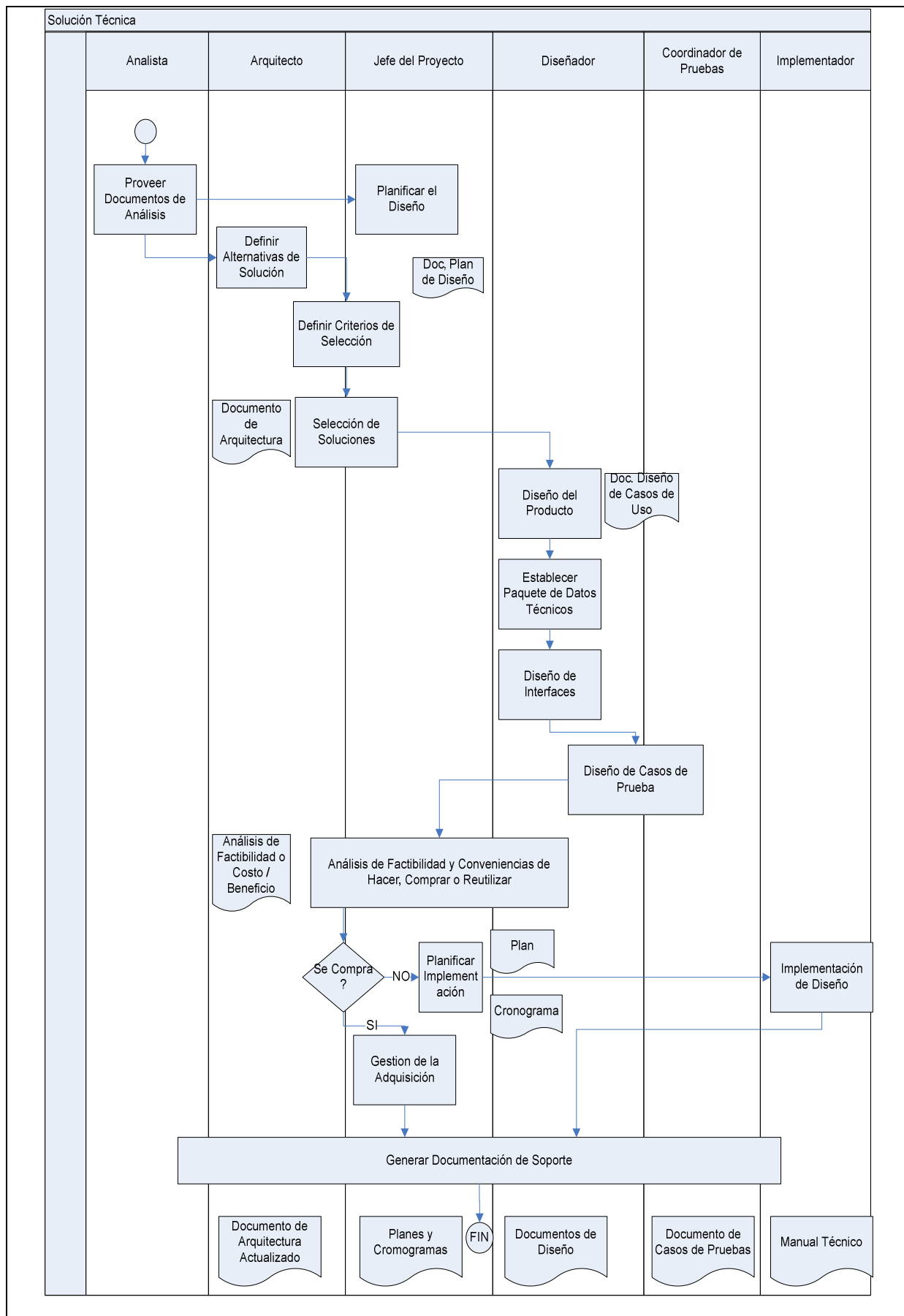
Tabla 41: Formularios y Documentos de Desarrollo de Requerimientos

3.3.3 Solución Técnica

- **Procedimientos**

En la **Tabla 42** se describirá a detalle el procedimiento de Solución Técnica.

Definición del Proceso	
Nombre de Proceso:	SOLUCION TECNICA
Referencia CMMI:	SOLUCION TECNICA
Código	STE
Objetivo del Proceso:	
El propósito de la Solución técnica (TS) consiste en diseñar, desarrollar e implementar soluciones para los requerimientos. Las soluciones, los diseños y las implementaciones engloban productos, componentes de producto y procesos del ciclo de vida asociados al producto, individualmente o en combinación, según sea apropiado.	
Entradas del Proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Documento de Análisis
Salidas del Proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Documento de Arquitectura • Análisis de Factibilidad Costo/Beneficio para adquisiciones • Documento de Plan de Diseño • Plan de Implementación • Documento de Diseño de los Casos de Uso • Cronograma • Documento de Arquitectura Actualizado • Documento de Casos de Prueba • Manual Técnico
Diagrama de Procesos:	



Código	Nombre	Descripción
STEPR.001	Proveer los documentos de Análisis.	El Analista será el encargado de proveer los documentos de Análisis los que servirán como parte fundamental para el inicio del flujo. Estos documentos deben estar revisados y contienen la especificación del sistema. Es decir, a través de ellos se ha definido qué es lo que el sistema va a hacer.
STEPR.002	Planificar el Diseño	<p>El Jefe del Proyecto será el encargado de planificar el Diseño del proyecto que consiste en establecer tiempos, responsables y determinar el alcance del mismo en base a las necesidades del cliente.</p> <p>Además el Jefe de proyecto es el encargado de documentar este proceso y de entregar el mismo. Son tareas a lo largo de la planificación del proyecto el realizar reuniones periódicas (al menos semanales) de seguimiento para ajustar el cronograma, entregar los indicadores del proyecto como porcentaje de avance, porcentaje de desviación, porcentaje de tareas cumplidas a tiempo.</p> <p>Otro aspecto fundamental dentro de la planificación es la gestión de los riesgos asociados al desarrollo. Con esta finalidad el jefe de proyectos construirá una matriz de riesgos que incluya su estrategia de mitigación, su impacto y su nivel de exposición.</p>
STEPR.003	Definir Alternativas de Solución	<p>El Arquitecto del proyecto será el encargado de definir las soluciones alternativas más viables, involucrando a las partes del negocio y de las funciones técnicas. Además se deberá identificar las tecnologías actualmente en uso y las nuevas tecnologías de producto en miras a asegurar una ventaja competitiva.</p> <p>Finalmente se obtendrá una asignación completa de los requerimientos para cada alternativa.</p> <p>Necesitan identificarse y analizarse soluciones alternativas, para permitir la selección de una solución balanceada a través de la vida de producto en términos de costo, de calendario y de rendimiento. Estas soluciones se basan en las arquitecturas propuestas de producto que tratan las cualidades críticas de producto y se extienden en un espacio de diseño de soluciones factibles.</p> <p>Desarrollar el diseño proporciona más información sobre el desarrollo de arquitecturas potenciales de producto que pueden incorporarse en soluciones alternativas del mismo.</p>
STEPR.004	Definir Criterios de Selección	<p>Una vez identificadas las posibles soluciones, el Jefe de proyecto y el Arquitecto en conjunto con las personas involucradas en el proyecto tanto del negocio y técnicas deben establecer un conjunto de criterios de selección, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coste de desarrollo, fabricación, aprovisionamiento, mantenimiento y soporte • Rendimiento. • Complejidad del componente de producto y de los procesos del ciclo de vida asociados al producto. • Robustez de funcionamiento de producto y de las condiciones de uso, modos de funcionamiento, entornos y variaciones en los procesos del ciclo de vida del producto. • Expansión y crecimiento de producto. • Limitaciones tecnológicas. • Sensibilidad de los métodos y de los materiales de construcción. • Riesgo.

		<ul style="list-style-type: none"> • Evolución de los requerimientos y de la tecnología. • Retirada. • Capacidades y limitaciones de los usuarios y operadores finales. <p>Deberían incluirse los criterios que tratan los aspectos de diseño de la vida del producto, tales como las disposiciones para introducir más fácilmente nuevas tecnologías o la capacidad para mejorar la explotación de los productos comerciales.</p>
STEPR.005	Selección de Soluciones	<p>Luego de analizar cada alternativa, se procede a seleccionar la mejor solución para lo cual la empresa de desarrollo pondrá a cargo de esta tarea al Jefe del Proyecto conjuntamente con el arquitecto y con la participación de las partes interesadas si fuera del caso. La solución debe ser balanceada a través de la vida del producto en términos de costos, calendario y rendimiento, es decir las soluciones de componentes de producto que mejor satisfacen los criterios establecidos. Esto se lo realiza con el Documento de Arquitectura.</p> <p>Constituyen tareas dentro de este procedimiento las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar cada solución/conjunto de soluciones alternativas frente a los criterios de selección 2. En base a la evaluación de alternativas, evaluar la adecuación de los criterios de selección y actualizar estos criterios según sea necesario 3. Identificar y resolver problemas con las soluciones alternativas y con los requerimientos. 4. Seleccionar el mejor conjunto de soluciones alternativas que satisfagan los criterios de selección establecidos 5. Establecer los requerimientos asociados con el conjunto seleccionado de alternativas 6. Establecer y mantener la documentación de las soluciones, de las evaluaciones y de los fundamentos. <p>Se consideran productos de trabajo dentro de este procedimiento los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Decisiones y razonamiento de la selección de componentes de producto. 2. Relaciones documentadas entre los requerimientos y los componentes de producto. 3. Soluciones, evaluaciones y razonamiento documentados.
STEPR.006	Diseño del Producto	<p>Dentro de la empresa de desarrollo, la persona que tenga el rol de diseñador, será la responsable de llevar a cabo el diseño de producto que consiste en dos fases: diseño preliminar y diseño detallado. El diseño preliminar establece las capacidades de producto y la arquitectura de producto, incluyendo particiones de producto, identificaciones de los componentes de producto, estados y modalidades del sistema, interfaces principales entre componentes, e interfaces externas de producto. El diseño detallado define completamente la estructura y las capacidades de los componentes de producto.</p> <p>La definición de la arquitectura es guiada desde un conjunto de requerimientos arquitectónicos detallados durante los procesos de desarrollo de requerimientos y liderada en la empresa de desarrollo por la persona que dentro del proyecto cubra el rol de arquitecto. Estos requerimientos expresan las cualidades y las características de rendimiento que son críticas para el éxito de producto. La arquitectura define los</p>

		<p>elementos estructurales y los mecanismos de coordinación que bien satisfacen directamente los requerimientos o bien dan soporte al logro de los requerimientos cuando se establecen los detalles de diseño de producto. Las arquitecturas pueden incluir estándares y reglas de diseño que gobiernan el desarrollo de los componentes de producto y de sus interfaces, así como las guías para ayudar a los desarrolladores de producto.</p> <p>Constituyen productos de trabajo típicos dentro de este procedimiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Arquitectura de producto. 2. Diseños de componentes de producto. <p>Tareas importantes dentro de este procedimiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer y mantener los criterios frente a los cuales puede evaluarse el diseño 2. Identificar, desarrollar o adquirir los métodos de diseño apropiados para el producto. 3. Asegurar que el diseño se adhiere a los estándares y a los criterios de diseño aplicables. 4. Asegurar que el diseño se adhiere a los requerimientos asignados. 5. Documentar el diseño.
STEPR.006	Establecer paquete de datos técnicos.	<p>Este procedimiento está a cargo del diseñador de la solución dentro de la empresa de desarrollo. Un paquete de datos técnico proporciona al desarrollador una descripción completa de producto o del componente de producto a medida que se desarrolla. Incluye todos los datos técnicos aplicables, tales como esquemas, listas asociadas, especificaciones, descripciones de diseño, bases de datos de diseño, estándares, requerimientos de funcionamiento, disposiciones de aseguramiento de calidad y detalles de empaquetado. El paquete de datos técnicos incluye una descripción de la solución alternativa seleccionada que fue elegida para implementar. Generalmente incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción de la arquitectura de producto. • Requerimientos asignados. • Descripciones de los componentes de producto. • Descripciones de los procesos del ciclo de vida asociados al producto, si no se describe como componente separado de producto. • Características clave de producto. • Características físicas requeridas y restricciones. • Requerimientos de la interfaz. • Criterios de verificación usados para asegurar que se han alcanzado los requerimientos. • Condiciones de uso (entornos) y escenario de operación/uso, modalidades y estados de las operaciones, soporte, formación, fabricación, retirada, y las verificaciones a lo largo de la vida de producto. • Razonamiento de las decisiones y de las características (requerimientos, asignaciones de requerimientos y opciones de diseño). <p>Constituyen tareas típicas dentro de este proceso:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar el número de niveles de diseño y el nivel apropiado de documentación para cada nivel de diseño. 2. Determinar el número de niveles de componentes de producto entre

		<p>documentación y requerimientos, es importante para gestionar los costos de la documentación y para dar soporte a los planes de integración y de verificación.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Basar las descripciones de diseño detallado en los requerimientos asignados de los componentes de producto, en la arquitectura y en los diseños de alto nivel. 4. Documentar el diseño en el paquete de datos técnicos. 5. Documentar los fundamentos de las decisiones claves (es decir, efecto significativo sobre costo, calendario o funcionamiento técnico) hechas o definidas. 6. Corregir el paquete de datos técnicos según sea necesario
STEPR.007	Diseño de interfaces	<p>Este procedimiento estará a cargo del diseñador del proyecto.</p> <p>Algunos diseños de interfaz son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Origen. • Destino. • Características de datos y de estímulo para el software. • Características eléctricas, mecánicas y funcionales para el hardware. • Líneas de servicio de comunicación. <p>Constituyen productos de trabajo típicos los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Especificaciones del diseño de la interfaz. 2. Documentos de control de la interfaz. 3. Criterios de la especificación de la interfaz. 4. Fundamentos del diseño seleccionado de la interfaz. <p>Constituyen tareas importantes dentro de este proceso las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Definir los criterios de la interfaz. 2. Identificar las interfaces asociadas con otros componentes de producto. 3. Identificar las interfaces asociadas con los elementos externos. 4. Identificar las interfaces entre los componentes de producto y los procesos de ciclo de vida asociados al producto. 5. Aplicar los criterios para las alternativas de diseño de la interfaz. 6. Documentar los diseños de la interfaz seleccionados y los fundamentos de la selección.
STEPR.008	Diseño de casos de prueba.	<p>En la empresa de desarrollo es importante considerar que esta actividad no se desarrolla al final y sobre el software construido. Se considera una tarea importante y conjunta tanto del diseñador como del coordinador de pruebas el diseño de los casos de prueba.</p>
STEPR.009	Análisis de factibilidad o de conveniencias de hacer, comprar o reutilizar.	<p>Una tarea importante del jefe de proyectos es la de determinar la conveniencia de que la implementación del proyecto se haga, se compre o se reutilicen desarrollos previos. Inclusive la solución puede ser una mezcla. Por ejemplo la empresa de desarrollo puede ser experta en un determinado tipo de sistemas informáticos, sin embargo existe un módulo solicitado por su cliente que sería demasiado difícil desarrollarlo, entonces surge la posibilidad de comprar una licencia de un producto externo y fusionarlo a la solución. Así mismo, componentes de infraestructura como herramientas para hacer reportes pueden ser adquiridas y utilizadas dentro del proyecto en lugar de hacerlas desde cero.</p> <p>Algunos factores que afectan la decisión de hacer-o-comprar son:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • Funciones que los productos proporcionarán y cómo estas funciones se adecuarán en el proyecto. • Recursos y habilidades disponibles del proyecto. • Costes de adquisición frente a costes de desarrollo interno. • Fechas críticas de integración y de entrega. • Alianzas de negocio estratégicas, incluyendo requerimientos de negocio de alto nivel. • Investigación de mercado de productos disponibles, incluyendo productos COTS. • Funcionalidad y calidad de productos disponibles. • Habilidades y capacidades de proveedores potenciales. • Impactos en las competencias básicas de negocio. • Licencias, garantías, responsabilidades y limitaciones asociadas con los productos que están siendo adquiridos. • Disponibilidad de producto. • Aspectos de propiedad. • Reducción del riesgo. <p>Constituyen tareas dentro de este procedimiento las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar los criterios para la reutilización de los diseños de los componentes de producto. 2. Analizar los diseños para determinar si deberían desarrollarse, reutilizarse o comprarse los componentes de producto. 3. Analizar las implicaciones para el mantenimiento cuando se consideran los elementos comprados o no desarrollados (p. ej., COTS, productos comerciales gubernamentales y de reutilización).
STEPR.010	Planificar implementación	El jefe de proyectos de la empresa de desarrollo, dentro de su planificación, incorporará todas las actividades relacionadas con la implementación siguiendo, para el efecto la metodología de desarrollo definida. Este plan incluirá los desarrolladores (programadores) necesarios y los tiempos involucrados en esta actividad.
STEPR.011	Implementación del diseño	El diseño debe traducirse a código en el lenguaje de programación seleccionado para que la empresa cuente con un producto. A lo largo de este procedimiento: <ul style="list-style-type: none"> • Se codifica el software. • Se documentan los datos. • Se documentan los servicios. • Se documentan los procesos. • Se construyen las instalaciones. <p>Constituye un producto de trabajo típico el diseño implementado.</p> <p>Constituyen tareas dentro de este procedimiento las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Usar métodos eficaces para implementar los componentes de producto. 2. Adherirse a los estándares y a los criterios aplicables. 3. Llevar a cabo revisiones entre pares de los componentes seleccionados de producto. 4. Realizar pruebas unitarias del componente de producto según sea apropiado.

			5. Corregir el componente de producto según sea necesario.
STEPR.012	Gestionar la adquisición.	la	La empresa de desarrollo, en caso de considerar que un conjunto de requerimientos pueden ser satisfechos mediante la adquisición de software a un proveedor, delegará esta responsabilidad al Jefe de Proyecto. Esta actividad involucra la determinación de criterios de selección, la evaluación de alternativas y todas las gestiones que tienen que ver con la adquisición, en un marco que asegure el adecuado funcionamiento y respuesta oportuna del proveedor en caso de existir problemas. Si el tamaño lo amerita existirán contratos que los puede gestionar el área legal de la compañía. Este aspecto no es contradictorio en empresas de desarrollo porque su objetivo fundamental será proveer al cliente de una solución adecuada al menor costo y a tiempo. En este escenario, por ejemplo una solución de reportes o de inteligencia de negocios para una empresa cuyo giro está muy lejos de estas categorías de productos puede hacer que se decida adquirir un producto e integrarlo con la solución al cliente, o bien presentar una solución conjunta con otra compañía experta en el tema complementando la solución pero compartiendo utilidades.
STEPR.013	Generar documentación de soporte.	la de	<p>Esta actividad a pesar de que se la ha diagramado al final del procedimiento debe realizarse en todo momento y es responsabilidad de prácticamente todos los roles. Básicamente debe generarse la documentación de planificación del proyecto, de análisis, diseño, implementación y de producto (manuales).</p> <p>Adicionalmente, debe considerarse como un artefacto de revisión cualquier documento generado, especialmente aquellos que son entregados al usuario del sistema.</p> <p>Constituyen productos de trabajo dentro de este procedimiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Materiales de formación del usuario final. 2. Manual de usuario. 3. Manual del operador. 4. Manual de mantenimiento. 5. Ayuda en línea. <p>Constituyen tareas dentro de este procedimiento las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar los requerimientos, el diseño, el producto y los resultados de pruebas para asegurar que se identifican y resuelven los problemas que afectan a la documentación de instalación, de operación y de mantenimiento. 2. Utilizar métodos eficaces para desarrollar la documentación de instalación, de operación y de mantenimiento. 3. Adherirse a los estándares aplicables de documentación. 4. Desarrollar las versiones preliminares de la documentación de instalación, de operación y de mantenimiento en fases tempranas del ciclo de vida del proyecto para la revisión por las partes interesadas relevantes. 5. Llevar a cabo revisiones entre pares de la documentación de instalación, de operación y de mantenimiento. 6. Corregir la documentación de instalación, de operación y de mantenimiento según sea necesario.

Tabla 42: Procedimiento de Solución Técnica

- **Indicadores**

En la **Tabla 43** se describirá a detalle los indicadores de Solución Técnica

Código	Indicador	Detalle	
STEIN.001	Porcentaje de Requerimientos implementados.	Descripción	Indica el porcentaje de requerimientos que fueron implementados y sometidos a pruebas unitarias, frente el número de requerimientos que fueron diseñados.
		Formula	$\frac{NRI}{NRD} * 100\%$ <p>NRI: Número de Requerimientos implementados. NRD: Número de requerimientos diseñados.</p>
		Periodicidad	Al finalizar la solución técnica del proyecto.
		Interpretación	Este valor siempre debería arrojar un valor del 100 %. Cualquier valor diferente indicaría o que el proyecto está incompleto o que se construyeron requerimientos no diseñados.
		Obligatorio	NO
STEIN.002	Tiempo invertido en la solución Técnica.	Descripción	Indica un valor en días calendario que tomó el completar el proyecto de solución técnica.
		Formula	T = Tiempo en días que tomó completar el proyecto de solución técnica.
		Periodicidad	Al finalizar el proyecto.
		Interpretación	El valor por si solo no aporta significativamente, pero sirve como base para estimaciones futuras y para comparar mejoras con proyectos similares.
		Obligatorio	SI
STEIN.003	Líneas de código del proyecto de solución técnica	Descripción	Esta métrica permite dimensionar de manera cuantitativa el tamaño del proyecto en base al número de líneas de código implementadas.
		Formula	N = Número de líneas de código totales en el proyecto de solución técnica.
		Periodicidad	Al finalizar el proyecto.
		Interpretación	El valor por si mismo no aporta mayormente, su utilidad se dará al momento de establecer comparaciones por tamaño de proyectos.
		Obligatorio	NO
STEIN.004	Porcentaje de desviación del plan de implementación	Descripción	Este valor indica el porcentaje de desviación que el proyecto lleva en tiempo contrastando el tiempo real vs. el tiempo planificado.
		Formula	$\left(\frac{TRP}{TPP} - 1 \right) * 100\%$ <p>TRP.- Tiempo real del Proyecto. TPP.- Tiempo planificado para el proyecto.</p>
		Periodicidad	Semanal
		Interpretación	Lo deseable es que este valor sea menor o igual al 0%. Un valor del 0% indica que las cosas avanzan conforme a lo previsto. Es decir no existe desviación
		Obligatorio	SI

STEIN.005	Número de reprogramaciones	Descripción	Indica un valor con el número de reprogramaciones que se dieron al cronograma del proyecto.
		Formula	$N =$ Número de reprogramaciones al cronograma del proyecto.
		Periodicidad	Mensual
		Interpretación	Lo deseable es que este valor tienda a cero. Un valor creciente en reprogramaciones puede alertar sobre una mala gestión en el proyecto.
		Obligatorio	NO
STEIN.006	Esfuerzo invertido en la solución técnica.	Descripción	Indica un valor en días hombre requeridos para la implementación del proyecto.
		Formula	$DH =$ Número de días hombre requeridos en la implementación de la propuesta.
		Periodicidad	Al finalizar la solución técnica del proyecto.
		Interpretación	El valor de manera aislada no aporta sino para conocer el esfuerzo requerido en la solución técnica del proyecto. Su principal aporte se dará al momento de dimensionar proyectos de similares características.
		Obligatorio	SI

Tabla 43: Indicadores de Solución Técnica

- **Formularios y Documentos Solución Técnica**

En la **Tabla 44** se describirán los formularios y documentos de Solución Técnica.

Documento	Descripción
Documento de Arquitectura	<p>El documento de arquitectura del proyecto contendrá secciones como las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción <ul style="list-style-type: none"> ○ Propósito ○ Alcance ○ Definiciones, acrónimos y abreviaturas ○ Referencias • Representaciones de la Arquitectura • Metas y Restricciones de la Arquitectura • Mecanismos de la Arquitectura • Vista Lógica • Vista de Deployment • Tamaño y Rendimiento • Calidad <p>Cabe mencionar que esta documentación podría variar dependiendo de la metodología de trabajo seleccionada.</p>
Análisis de Factibilidad Costo/Beneficio para adquisiciones	En caso de que se requiera decidir sobre hacer o adquirir una solución, una herramienta práctica es un análisis costo / beneficio de las alternativas presentadas. En general dicho documento deberá contener las siguientes

	<p>secciones como referencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cronograma y planificación de recursos. • Identificación de costos • Proyección de costos durante la vida útil del proyecto. • Identificación de beneficios. • Cuantificación de beneficios. • Proyección de beneficios durante la vida útil del proyecto. • Determinación de flujo de caja y cálculo de las variables financieras <ul style="list-style-type: none"> ○ VAN ○ TIR ○ PRI • Conclusiones y recomendaciones.
Plan de Diseño	<p>Todo plan en general contendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivos del plan • Entregables resultantes de la ejecución del plan con sus respectivas fechas • Puntos de control • Cronogramas • Identificación de Riesgos • Gestión de Riesgos.
Plan de Implementación	<p>Todo plan en general contendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivos del plan • Entregables resultantes de la ejecución del plan con sus respectivas fechas • Puntos de control • Cronogramas • Identificación de Riesgos • Gestión de Riesgos.
Cronogramas	<p>Los cronogramas forman parte de los planes y se podría manejar un solo cronograma para el proyecto. Se recomienda el uso de una herramienta para la construcción y seguimiento de cronogramas como MSProject. En empresas grandes donde el seguimiento sea complicado por la cantidad de proyectos debería evaluarse la posibilidad de utilizar MSProject Server.</p>
Documento de Diseño de los Casos de Uso	<p>En general dependiendo de la metodología, deberá utilizarse la plantilla de trabajo para los distintos artefactos propuestos por la metodología para la fase de diseño.</p>
Documento de Casos de Prueba	<p>El documento de casos de prueba deberá contener como referencia los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Propósito • Justificación del documento • Descripción de los ambientes de pruebas • Casos de Prueba <ul style="list-style-type: none"> ○ Identificador ○ Descripción ○ Datos ○ Resultado Esperado ○ Resultado Obtenido ○ Aprobación

Manuales	Los manuales deberán ser lo más descriptivos posibles y deberán respetar los estándares tanto de formato como de contenido que deberían ser definidos por la empresa de desarrollo. Especial cuidado deberá guardarse para aquellos manuales que serán entregados a los usuarios finales tratando de ser intuitivo, claro y preciso que incluya descripciones detalladas del proceso.
-----------------	---

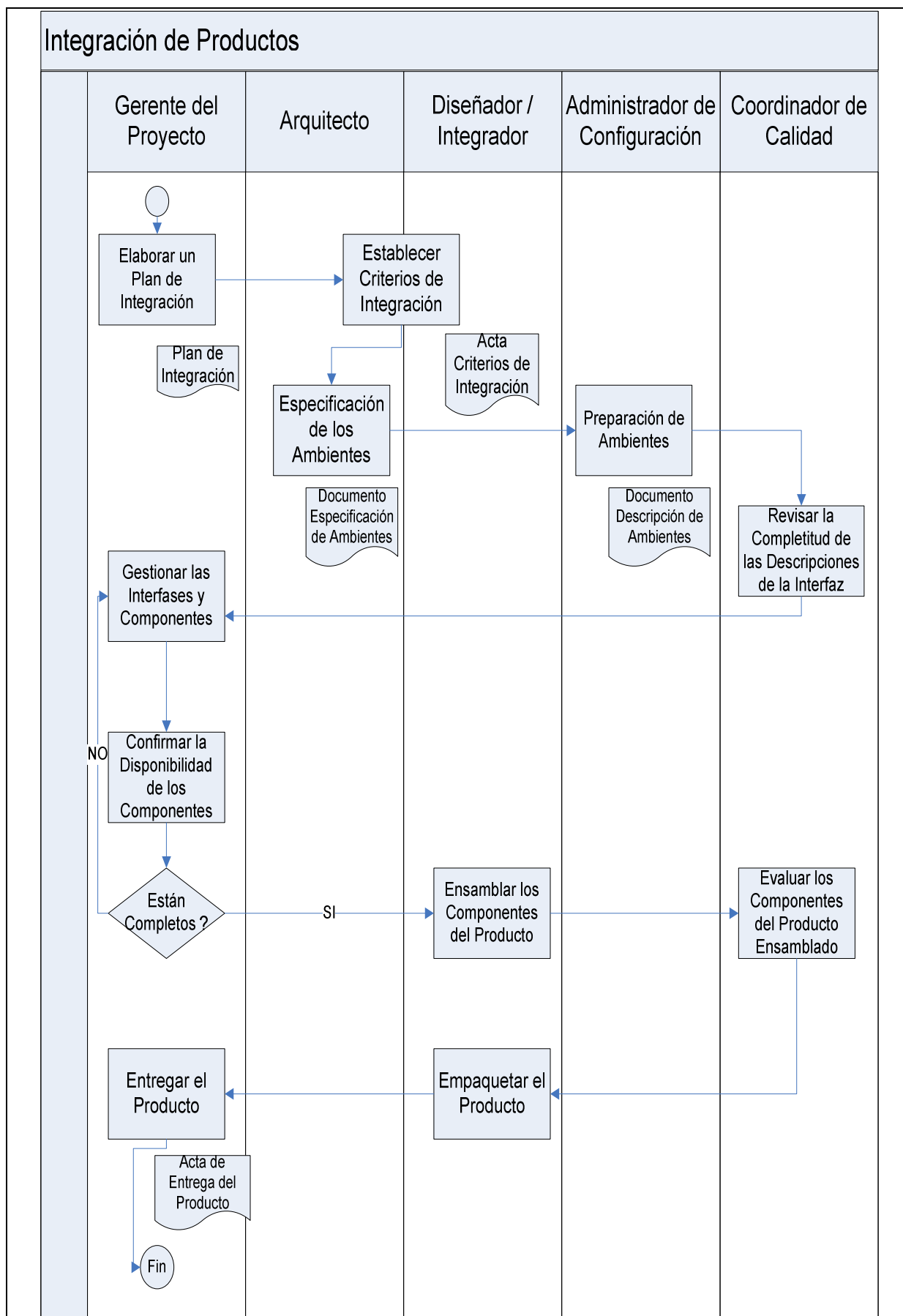
Tabla 44: Formularios y Documentos de Solución Técnica

3.3.4 Integración de Productos

- **Procedimiento**

En la **Tabla 45** se describirá a detalle el procedimiento de Integración de Producto.

Definición del Proceso	
Nombre de Proceso:	INTEGRACION DE PRODUCTOS
Referencia CMMI:	INTEGRACION DE PRODUCTOS
Código	IPO
Objetivo del Proceso:	
El propósito de Integración de producto (PI) es ensamblar el producto a partir de sus componentes, asegurar que el producto, una vez integrado, funciona correctamente, y entregar el producto.	
Entradas del Proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Integración
Salidas del Proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Integración. • Especificación de ambientes • Acta de Criterios de Integración. • Acta de Entrega del Producto. • Documento de descripción de ambientes.
Diagrama de Procesos:	



Código	Nombre	Descripción
IPOPR.001	Elaborar un plan de integración	<p>La preparación para la integración en las empresas de desarrollo debería estar determinada por un plan en el cual se especifiquen los componentes del producto que van a integrarse. Con esta finalidad, se debe establecer y mantener una secuencia de integración, la misma que debería mantener consistencia con la selección de soluciones y el diseño de producto y de componentes de producto en el área de proceso de Solución técnica.</p> <p>Como parte de esta etapa se deben considerar las tareas siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar los componentes de producto a integrar. 2. Identificar las verificaciones a realizar durante la integración de los componentes de producto. 3. Identificar las secuencias de integración alternativas de componentes de producto. Esto puede incluir la definición de herramientas específicas y de equipamiento de pruebas para dar soporte a la integración de producto. 4. Seleccionar la mejor secuencia de integración 5. Revisar periódicamente la secuencia de integración de producto y corregir según sea necesario. 6. Evaluar la secuencia de integración de producto, para asegurar que las variaciones en los calendarios de producción y de entrega no han tenido un impacto negativo sobre la secuencia ni han comprometido los factores sobre los cuales fueron tomadas las decisiones anteriores. 7. Registrar el razonamiento de las decisiones tomadas o aplazadas. 8. Formalizar el plan en un documento y contar con un cronograma con los responsables y los tiempos establecidos.
IPOPR.002	Establecer criterios de integración	<p>Resulta necesario establecer los criterios que para la empresa de desarrollo hacen que la integración sea exitosa. Con estos criterios definidos se puede saber si una u otra secuencia de integración es mejor y de esta manera resulta más objetiva la selección de una secuencia de integración.</p> <p>Los criterios pueden indicar la disponibilidad de un componente de producto para su integración o su aceptación.</p> <p>Los procedimientos y los criterios para la integración de producto tratan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de prueba para desarrollo de componentes. • Verificación de interfaces. • Umbrales de desviación del rendimiento. • Requerimientos derivados para el ensamblaje y sus interfaces externas. • Sustituciones permitidas de componentes. • Parámetros del entorno de pruebas. • Límite en el coste de las pruebas. • Equilibrar la calidad/coste de las operaciones de integración. • Probabilidad de funcionamiento apropiado. • Tasa de entrega y su variación. • Tiempo de espera desde el pedido hasta su entrega. • Disponibilidad del personal. • Disponibilidad de instalación/línea/entorno de integración. <p>Los criterios pueden definirse para cómo los componentes de producto se van a</p>

		<p>verificar y qué funciones se espera que tengan. Los criterios pueden definirse para cómo los componentes de producto ensamblado y el producto final integrado serán validados y entregados.</p> <p>Los criterios también pueden limitar el grado de simulación permitido para que un componente de producto pase una prueba, o pueden limitar el entorno a usar para la prueba de integración.</p>
IPOPR.003	Especificación de los ambientes requeridos.	<p>Una especificación consiste en una descripción detallada, en este caso de los ambientes incluyendo hardware y software que resultan necesarios para la integración del producto. Generalmente dicha especificación permitirá en aquellas empresas de desarrollo que cuentan con una unidad de tecnología interna, gestión de configuración, o su equivalente, deleguen el montaje de los ambientes a dicha unidad o en su defecto, su adquisición a un proveedor externo. Se debe tomar en cuenta que el entorno requerido en cada etapa del proceso de integración de producto puede incluir equipamiento de pruebas, simuladores (tomando el lugar de los componentes de producto no disponibles), piezas del equipamiento real y dispositivos de registro.</p> <p>El entregable de este proceso es un Documento de Especificación de los Ambientes.</p>
IPOPR.004	Preparación de los ambientes.	<p>Aquellas empresas que disponen de una unidad de tecnología interna, gestión de la configuración o su equivalente pueden delegar la preparación de los ambientes a dicha unidad. De todas formas, será esta unidad o bien el personal de administración de la configuración delegado para el efecto, los responsables de adquirir o desarrollar los ambientes, pudiendo ser necesario desarrollar los requerimientos de compra o desarrollo de equipamiento, de software o de otros recursos.</p> <p>Para proyectos complejos sin precedentes, el entorno de integración de producto puede ser un importante desarrollo. Como tal, implicaría la planificación del proyecto, el desarrollo de requerimientos, las soluciones técnicas, la verificación, la validación y la gestión de riesgos.</p> <p>Un tema importante a considerar pensando en la optimización es que el entorno de integración de producto puede incluir la reutilización de recursos existentes en la organización.</p> <p>Una tarea que no debe descuidarse aún cuando el entorno de integración esté disponible es el mantenimiento que deberá darse a lo largo de todo el proyecto.</p> <p>Resulta práctico contar con un documento de descripción de los ambientes que resuma todos estos temas.</p>
IPOPR.005	Revisar la completitud de las descripciones de la interfaz.	<p>Dado que muchos de los problemas de la integración de productos surgen de aspectos desconocidos o incontrolados, tanto de las interfaces internas como de las externas, la gestión eficaz de los requerimientos, especificaciones y diseños de interfaz del componente de producto apoyan a asegurar que las interfaces implementadas serán completas y compatibles.</p> <p>Será una prioridad para cualquier empresa de desarrollo el revisar minuciosamente las descripciones de interfaces internas y externas.</p> <p>Las interfaces deberían incluir, además de las interfaces de los componentes de producto, todas las interfaces con el entorno de integración de producto.</p> <p>En este sentido puede ser práctico contar con un listado de interfaces por categoría y también con una matriz de correspondencia de las interfaces con los componentes de producto y con el entorno de integración de producto.</p> <p>Tareas dentro de este procedimiento son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar la completitud de los datos de la interfaz y asegurar la cobertura completa de todas las interfaces. <p>Considerar todos los componentes de producto y preparar una tabla de</p>

		<p>relación. Las interfaces se clasifican usualmente en tres clases principales: ambientales, físicas y funcionales. Las categorías típicas para estas clases son: mecánica, fluido, sonido, eléctrica, climática, electromagnética, térmica, mensaje, y hombre-máquina o interfaz humana.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Asegurar que los componentes de producto y las interfaces se marcan para asegurar una conexión fácil y correcta para la unión del componente de producto. 3. Revisar periódicamente la adecuación de las descripciones de la interfaz.
IPOPR.006	Gestionar las Interfaces y Componentes.	<p>Los requerimientos de la interfaz guían el desarrollo de las interfaces necesarias para integrar los componentes de producto. La gestión de las interfaces de producto y de los componentes de producto debería ser una prioridad en las empresas de desarrollo y debe comenzar muy temprano en el desarrollo de producto. Las definiciones y diseños para las interfaces no solo afectan a los componentes de producto y a los sistemas externos, sino que también pueden afectar a los entornos de verificación y validación.</p> <p>La gestión de las interfaces incluye el mantenimiento de la consistencia de las interfaces, durante toda de la vida de producto, la resolución de conflictos, los incumplimientos y los problemas de cambio. La gestión de las interfaces entre los productos adquiridos de los proveedores y otros productos o componentes de producto es crítica para el éxito del proyecto.</p> <p>Las interfaces deberían incluir, además de las interfaces de los componentes de producto, todas las interfaces con el entorno, así como con otros entornos para la verificación, validación, operaciones y soporte.</p> <p>Los cambios de interfaz están documentados, mantenidos y fácilmente accesibles.</p> <p>Se considera importante utilizar algunos de estos productos de trabajo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tabla de relaciones entre los diferentes componentes de producto. 2. Lista de acuerdos para las interfaces definidas para cada par de componentes de producto, cuando sea aplicable. 3. Informes de las reuniones del grupo de trabajo de control de la interfaz. 4. Elementos de acción para la actualización de las interfaces. <p>Constituyen tareas dentro de este procedimiento las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Asegurar la compatibilidad de las interfaces a lo largo de la vida de producto. 2. Resolver los conflictos y las no conformidades y los problemas de cambio. 3. Mantener un repositorio para los datos de la interfaz accesible a los participantes del proyecto. <p>Un repositorio común accesible para los datos de la interfaz proporciona un mecanismo para asegurar que todos conocen dónde residen los datos actuales de la interfaz y pueden acceder a ellos para su uso.</p>
IPOPR.007	Confirmar la disponibilidad de los componentes.	<p>Como un paso previo al ensamblaje de los componentes, las empresas de desarrollo deben confirmar que cada componente de producto requerido para ensamblar el producto ha sido identificado correctamente, funciona de acuerdo a su descripción y que las interfaces de componente de producto cumplen con las descripciones de la</p>

		<p>interfaz. Este trabajo lo puede desarrollar el coordinador de la calidad. Este procedimiento tiene como objetivo asegurar que el componente de producto identificado apropiadamente que cumple con su descripción, puede realmente ser ensamblado de acuerdo a la secuencia de integración de producto y a los procedimientos disponibles. Los componentes de producto se comprueban en cuanto a cantidad, daños obvios y consistencia entre el componente de producto y las descripciones de la interfaz.</p> <p>Aquellos que llevan a cabo la integración de producto son finalmente los responsables de la comprobación, para asegurar que todo está correcto respecto a los componentes de producto antes del ensamblaje.</p> <p>Son productos de trabajo típicos en esta etapa: documentos de aceptación de los componentes de producto recibidos, recibo de entrega, lista de paquetes verificados, informes de excepciones y exenciones.</p> <p>Constituyen tareas dentro de este procedimiento las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Seguir el estado de todos los componentes de producto tan pronto como estén disponibles para la integración. 2. Asegurar que los componentes de producto se entregan al entorno de integración de producto, de acuerdo con la secuencia de integración de producto y los procedimientos disponibles. 3. Confirmar la recepción de cada componente de producto identificado apropiadamente. 4. Asegurar que cada componente de producto recibido cumple su descripción. 5. Comprobar el estado de la configuración frente a la configuración esperada. 6. Realizar una pre-comprobación (p. ej., mediante una inspección visual y el uso de medidas básicas) de todas las interfaces físicas antes de conectar los componentes de producto.
IPOPR.008	Ensamblar los Componentes del Producto.	<p>Las actividades de ensamblaje dentro de una empresa de desarrollo son responsabilidad del Integrador quien conoce el diseño y la forma como los diferentes componentes se deben integrar. Estas actividades se llevan a cabo iterativamente desde los componentes de producto inicial, a través de ensamblajes intermedios de los componentes de producto, hasta la totalidad de producto.</p> <p>Son tareas dentro de este procedimiento las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Asegurar la disponibilidad del entorno de integración de producto. 2. Asegurar que la secuencia de ensamblaje se realiza correctamente. 3. Registrar toda la información apropiada (p. ej., estado de la configuración, número de serie de los componentes de producto, etc.) 4. Corregir la secuencia de integración de producto y los procedimientos disponibles, según sea apropiado.
IPOPR.009	Evaluar componentes del Producto Ensamblado.	<p>Una vez que el integrador ha terminado su trabajo, el coordinador de la calidad debe proceder con una evaluación de los componentes del producto ensamblado. Esta evaluación implica examinar y probar el rendimiento, la adecuación, la disponibilidad o la preparación de los componentes de producto ensamblados usando los procedimientos y entorno disponibles. Es realizada, según sea apropiado, para las diferentes etapas de ensamblaje de los componentes de producto, como están identificadas, en la secuencia de integración de producto y en los procedimientos</p>

		<p>disponibles.</p> <p>Son productos de trabajo típicos: informes de excepción, informes de evaluación de interfaz e informes resumen de la integración de producto.</p> <p>Tareas dentro de este procedimiento son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Llevar a cabo la evaluación de los componentes de producto ensamblados siguiendo la secuencia de integración de producto y los procedimientos disponibles. 2. Registrar los resultados de la evaluación.
IPOPR.010	Empaquetar el producto.	<p>El empaquetamiento es responsabilidad del diseñador o integrador (si la empresa de desarrollo cuenta con este rol específico). Sin embargo, se sugiere la participación del personal de marketing encargado de la elaboración de las cajas, etiquetado de medios, etc... para garantizar un entregable de alta calidad. Los requerimientos de empaquetado para algunos productos pueden tratarse en sus especificaciones y criterios de verificación.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar los requerimientos, el diseño, el producto, los resultados de la verificación y la documentación para asegurar que los problemas que afectan al empaquetado y a la entrega de producto se identifican y resuelven. 2. Usar métodos eficaces para empaquetar y entregar el producto ensamblado: CDs, DVDs, cintas magnéticas, discos compactos, copias impresas de documentos, manuales, etc... u otras distribuciones electrónicas como Internet. La imagen corporativa está en juego el momento que se generan estas distribuciones por lo cual se sugiere la participación del área de marketing o su equivalente en la empresa de desarrollo. 3. Satisfacer los requerimientos y los estándares aplicables para el empaquetado y la entrega de producto. 4. Preparar el sitio operacional para la instalación de producto. 5. La preparación del sitio operacional puede ser responsabilidad del cliente o de los usuarios finales.
IPOPR.011	Entregar el producto.	<p>Una vez que todo el proceso se ha cumplido, se debe tomar en cuenta el procedimiento de entrega del producto, donde básicamente deberá establecerse un Acta de entrega del producto que incluirá un anexo con la descripción de todos los entregables. Esta acta será firmada por ambas partes y su responsabilidad está a cargo del Gerente del Proyecto.</p>

Tabla 45: Procedimiento de Integración del Producto

- **Indicadores**

En la **Tabla 46** se describirá a detalle los indicadores de Integración del Producto.

Código	Indicador	Detalle	
		Descripción	
IPOIN.001	Porcentaje de criterios de integración cumplidos.	Descripción	Indica un porcentaje de cumplimiento sobre los criterios de integración que fueron establecidos inicialmente.
		Formula	$\frac{CIC}{CIT} * 100\%$ CIC: Criterios de integración cumplidos CIT: Criterios de integración totales
		Periodicidad	Al finalizar el proyecto para obtener la métrica para el proyecto puntual o mensualmente considerando todos los proyectos.
		Interpretación	Lo deseable para una empresa de desarrollo es tener un valor del 100 %, cualquier otro valor indicará que no se está entregando un proyecto que cumple con todos los criterios de integración.
		Obligatorio	SI
IPOIN.002	Porcentaje de interfaces verificadas en el producto final.	Descripción	Indica un valor entre 0 y 100 correspondiente al porcentaje de interfaces verificadas en el producto final. Es decir, aquel conjunto de interfaces que pasaron satisfactoriamente la verificación previa la entrega al cliente.
		Formula	$\frac{IVS}{IT} * 100\%$ IVS Interfaces Verificadas Satisfactoriamente IT Interfaces Totales.
		Periodicidad	Previa la entrega de un producto al cliente.
		Interpretación	Lo deseable es que este valor sea del 100 %. Cualquier otro valor indicará que el producto no tiene la calidad adecuada a nivel de sus interfaces.
		Obligatorio	NO

Tabla 46: Indicadores de Integración del Producto

- **Formularios y Documentos Integración del Producto**

En la **Tabla 47** se describirá a detalle los Formularios y documentos de Integración del Producto.

Documento	Descripción
Plan de Integración	Este plan establece las tareas necesarias incluyendo los responsables de llevar adelante cada tarea y los tiempos asociados para la integración del producto.
Acta de Criterios de Integración	En esta acta se determinará el conjunto de criterios de integración que se van a considerar con sus respectivas descripciones.
Documento de Especificación de Ambientes	Este documento construye un inventario detallado de los ambientes requeridos para la integración. Básicamente deben incluirse: <ul style="list-style-type: none"> - Código del ambiente - Descripción del ambiente - Hardware - Software requerido - Otros requerimientos del ambiente.
Documento de Descripción de	Una vez gestionados los ambientes, se podrá disponer de ellos y con este efecto

Ambientes	<p>se pondrá a disposición del equipo este documento que resume aspectos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Código del ambiente - Descripción del ambiente - Hardware - Software instalado. - Dirección IP asignada - Datos de acceso al ambiente (login y contraseña) - Otros datos para el ambiente.
Acta de Entrega del Producto	<p>El acta de entrega del producto constituye una constancia de que el proceso de integración ha concluido con éxito y el producto ha sido recibido en las condiciones adecuadas. Dicha acta debe incluir al menos la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fecha de suscripción del acta. - Descripción detallada del o de los sistemas motivo de la entrega. - Constancia escrita de las condiciones en que se recibe el producto. - Firma de las partes.

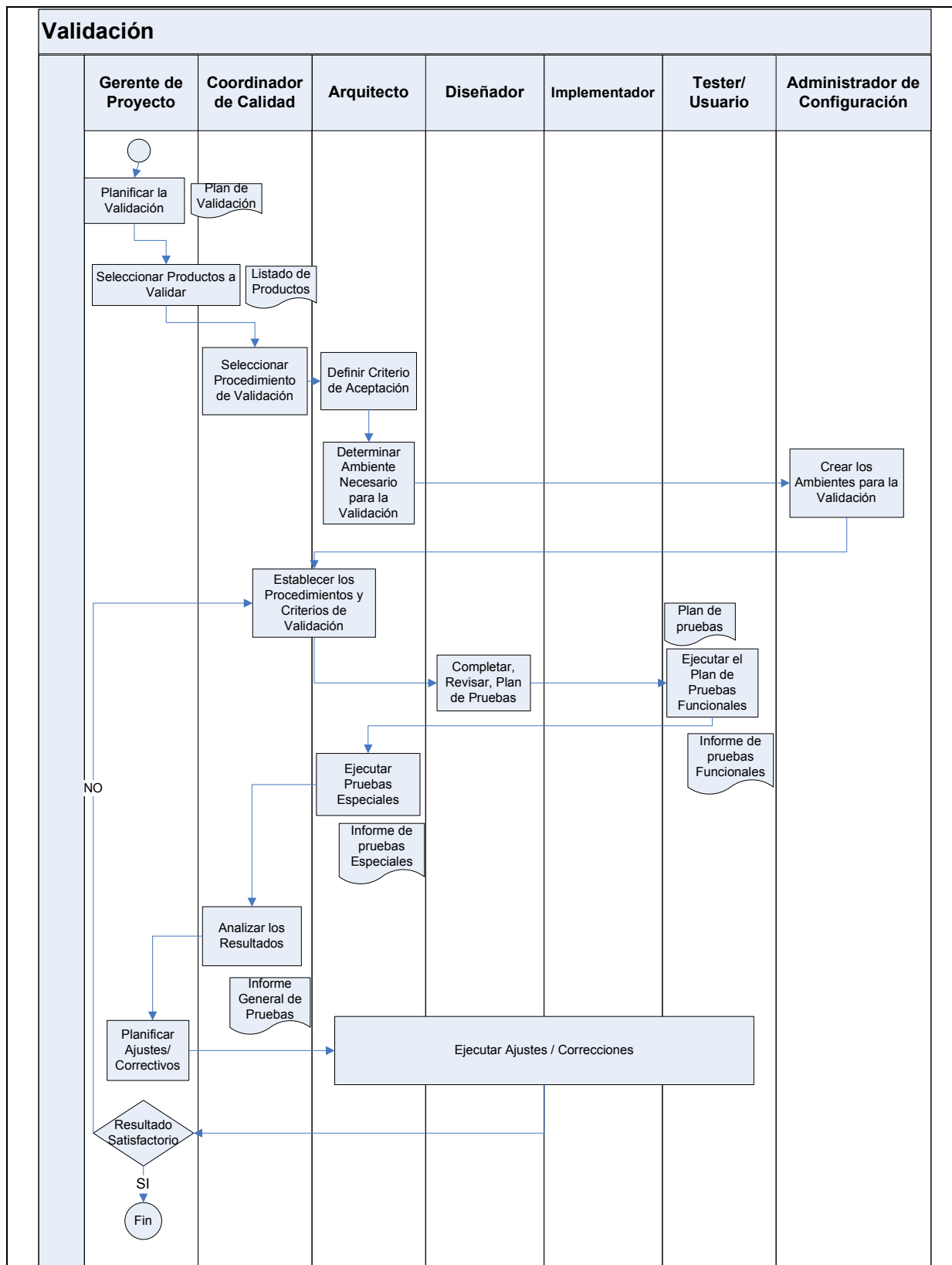
Tabla 47: Formularios y Documentos de Integración del Producto

3.3.5 Verificación

- **Procedimiento**

En la **Tabla 48** se describirá a detalle el procedimiento de Verificación.

Definición del Proceso	
Nombre de Proceso:	VERIFICACION
Referencia CMMI:	VERIFICACION
Código	VER
Objetivo del Proceso:	
El propósito de la Verificación (VER) es asegurar que los productos de trabajo seleccionados cumplen sus requerimientos especificados.	
Entradas del Proceso	Productos de trabajo a verificar
Salidas del Proceso	Plan de Verificación Informe de revisión entre pares Informe de verificación Plan de corrección y ajustes
Diagrama de Procesos:	



Código	Nombre	Descripción
VERPR.001	Seleccionar Productos de Trabajo a Verificar.	Una empresa de desarrollo debe hacer que el gerente del proyecto en cuestión trabaje de manera conjunta con el coordinador de la calidad en miras a seleccionar los productos de trabajo que se van a verificar.

		<p>Los productos de trabajo se seleccionan teniendo en cuenta su contribución para cumplir los objetivos y los requerimientos del proyecto, y para tratar los riesgos del proyecto.</p> <p>Los productos de trabajo a verificar pueden incluir aquellos asociados con servicios de mantenimiento, de formación y de soporte.</p> <p>Los requerimientos del producto de trabajo para la verificación se incluyen con los métodos de verificación. Los métodos de verificación tratan el enfoque para la verificación del producto de trabajo y los enfoques específicos que se usarán para verificar que los productos de trabajo específicos cumplen sus requerimientos.</p> <p>Un factor muy importante es que los métodos de verificación deberían desarrollarse concurrente e iterativamente con los diseños del producto y del componente de producto.</p> <p>El resultado de este procedimiento será contar con una lista de productos de trabajo seleccionados para la verificación, así como también de los métodos de verificación para cada producto de trabajo seleccionado.</p> <p>Constituyen tareas dentro de este procedimiento las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar los productos de trabajo a verificar. 2. Identificar los requerimientos a satisfacer por cada producto de trabajo seleccionado. 3. Identificar los métodos de verificación que están disponibles para usar. 4. Definir los métodos de verificación a usar para cada producto de trabajo seleccionado. 5. Enviar la identificación de los productos de trabajo a verificar, los requerimientos a satisfacer y los métodos a usar para su integración con el plan del proyecto. 6. Para más información sobre la coordinación con la planificación del proyecto, consúltese el área de proceso de Planificación de proyecto.
VERPR.002	Establecer el entorno de la verificación	<p>Este procedimiento estará a cargo del coordinador de la calidad de la empresa de desarrollo y tendrá por objetivo conocer cuáles son los ambientes de trabajo (hardware y software) requeridos para la verificación.</p> <p>Se debe establecer un entorno para permitir que la verificación tenga lugar. El entorno de verificación puede adquirirse, desarrollarse, reutilizarse, modificarse o ser una combinación de éstos, dependiendo de las necesidades del proyecto.</p> <p>Resulta muy útil y se recomienda que las empresas de desarrollo utilicen una herramienta para seguimiento a incidentes o casos encontrados en el software. Véase ANEXO 2: Uso de Mantis Bug Tracker como herramienta para seguimiento a casos.</p> <p>El tipo de entorno requerido dependerá de los productos de trabajo seleccionados para la verificación y de los métodos de verificación usados. Una revisión entre pares puede requerir poco más que un paquete de materiales, revisores y una sala. Una prueba de producto puede requerir simuladores, emuladores, generadores de</p>

		<p>escenarios, herramientas de reducción de datos, controles ambientales e interfaces con otros sistemas.</p> <p>Constituyen tareas dentro de este procedimiento las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar los requerimientos del entorno de verificación. 2. Identificar los recursos de verificación que están disponibles para su reutilización y modificación. 3. Identificar el equipamiento y las herramientas de verificación.
VERPR.003	Crear Ambientes para Verificar	<p>La unidad de tecnología interna, centro de cómputo o su equivalente en cada empresa de desarrollo tendrá un responsable denominado "administrador de la configuración " el cual será el responsable de la creación de los ambientes sobre los cuales se va a ejecutar la verificación de los productos.</p> <p>Dentro de esta tarea deberá determinarse si se van a crear, alquilar o adquirir los ambientes para la verificación, tales como equipamiento y software de prueba.</p> <p>Inclúyase siempre en los ambientes aquel que servirá para ingreso de casos encontrados (Bug Tracker).</p>
VERPR.004	Establecer procesos y Criterios de Verificación	<p>El coordinador de la calidad en base a su experiencia con otros proyectos y contando con el apoyo del Gerente del Proyecto, deberá establecer los procesos y criterios de verificación. Los procedimientos y los criterios de verificación deberían desarrollarse concurrente e iterativamente con los diseños del producto y del componente de producto.</p> <p>Algunos ejemplos de fuentes para los criterios de verificación son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Requerimientos de producto y de componente de producto. • Estándares. • Políticas de la organización. • Tipo de prueba. • Parámetros de prueba. • Parámetros de compromiso entre la calidad y el coste de las pruebas. • Tipo de productos de trabajo. • Proveedores. • Propuestas y acuerdos. <p>Constituyen tareas dentro de este procedimiento las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Generar el conjunto completo e integrado de procedimientos de verificación para productos de trabajo y para cualquier producto COTS, según sea necesario. 2. Desarrollar y refinar los criterios de verificación cuando sea necesario. 3. Identificar los resultados esperados, cualquier tolerancia permitida en la observación, y otros criterios para satisfacer los requerimientos. 4. Identificar cualquier equipamiento y componentes ambientales necesarios para dar soporte a la verificación.
VERPR.005	Coordinar Revisiones Pares.	<p>El coordinador de la calidad de la empresa de desarrollo coordinará las revisiones entre pares tendiente a encontrar posibles puntos de falla.</p> <p>Esta coordinación incluye identificar al personal que se invitará a participar en la revisión entre pares de cada uno de los productos de trabajo; identificar los revisores claves que deben participar en la revisión entre pares; preparar y actualizar cualquier</p>

		<p>material que será usado durante las revisiones entre pares, como listas de comprobación y criterios de revisión, y el calendario de las revisiones entre pares.</p> <p>En esta etapa se generarán insumos como los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Calendario de la revisión entre pares. 2. Listas de comprobación de la revisión entre pares. 3. Criterios de entrada y de salida para los productos de trabajo. 4. Criterios para solicitar otra revisión entre pares. 5. Material de formación de la revisión entre pares. 6. Productos de trabajo seleccionados para revisar. <p>Constituyen tareas típicas las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar qué tipo de revisión entre pares será llevada a cabo, por ejemplo inspecciones, reuniones de revisión (walkthroughs) estructuradas o revisiones activas. 2. Definir los requerimientos para recoger datos durante la revisión entre pares.
VERPR.006	Planificar la verificación.	<p>Una vez establecidos los procedimientos anteriores, será responsabilidad del Gerente de Proyecto de la empresa de desarrollo la Planificación de la Verificación lo cual debe determinar un plan debidamente asentado en un cronograma en el cual se pueda apreciar los responsables y los tiempos establecidos para cada una de las tareas dentro del proceso de verificación.</p>
VERPR.007	Ejecutar revisiones entre pares.	<p>La ejecución de revisiones entre pares debe ocurrir en la empresa de desarrollo como parte de la ejecución del plan de verificación, para lo cual se establecerá un trabajo conjunto entre analistas, diseñadores e implementadores, los cuales intercambiarán la experiencia de verificación por pares.</p> <p>Las revisiones entre pares son realizadas sobre los productos de trabajo seleccionados.</p> <p>El propósito de una revisión entre pares es encontrar y eliminar defectos rápidamente. Las revisiones entre pares se realizan incrementalmente a medida que los productos de trabajo van siendo desarrollados. Estas revisiones son estructuradas y no son revisiones de gestión.</p> <p>Estas revisiones pueden realizarse sobre los productos de trabajo claves de las actividades de especificación, de diseño, de prueba y de implementación, y sobre los productos de trabajo específicos de planificación.</p> <p>El enfoque de la revisión entre pares debería ser sobre el producto de trabajo en revisión, no sobre la persona que lo produjo.</p> <p>Las revisiones entre pares deberían seguir las siguientes guías: debe existir suficiente preparación, debe gestionarse y controlarse su realización, deben registrarse datos consistentes y suficientes y deben registrarse los elementos de acción.</p> <p>Constituyen prácticas típicas dentro de este procedimiento las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Llevar a cabo los roles asignados en la revisión entre pares. 2. Identificar y documentar los defectos y otros problemas en el producto de trabajo. 3. Registrar los resultados de la revisión entre pares, incluyendo los elementos de acción. 4. Recoger los datos de la revisión entre pares. 5. Identificar los elementos de acción y comunicar los problemas a las partes interesadas relevantes. 6. Llevar a cabo una revisión entre pares adicional si el criterio definido indica

		<p>esta necesidad.</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Asegurar que se satisfacen los criterios de salida para la revisión entre pares.
VERPR.008	Analizar datos de la revisión entre pares	<p>En la empresa de desarrollo, esta es una responsabilidad del coordinador de la calidad. Básicamente consiste en un análisis de los datos obtenidos en función de la revisión efectuada entre los pares.</p> <p>Constituyen tareas típicas de este procedimiento las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Registrar los datos relativos a la preparación, realización y resultados de la revisión entre pares. Los datos típicos son el nombre del producto, el tamaño del producto, la composición del equipo de la revisión entre pares, el tipo de revisión entre pares, el tiempo de preparación por revisor, la duración de la reunión de revisión, el número de defectos encontrados, el tipo y el origen del defecto, y así sucesivamente. 2. Puede recogerse información adicional sobre el producto de trabajo que está siendo revisado, tal como tamaño, etapa de desarrollo, modos operativos examinados y requerimientos que están siendo evaluados. 3. Almacenar los datos para futura referencia y análisis. 4. Proteger los datos para asegurar que los datos de la revisión entre pares no se usan de forma inapropiada. 5. Analizar los datos de la revisión entre pares.
VERPR.009	Verificar artefactos seleccionados	<p>La verificación de los artefactos seleccionados constituye una tarea bajo la responsabilidad del coordinador de la calidad y su equipo. La empresa de desarrollo deberá ejecutar esta tarea en miras a descubrir posibles errores o distorsiones frente a lo esperado por el cliente. Cabe mencionar que una verificación no únicamente se hace sobre un producto de software. Un manual de usuario o técnico, un taller u otro artefacto también son elementos susceptibles de verificación.</p> <p>El producto de este trabajo es un informe de verificación donde se podrán encontrar listados los errores o distorsiones encontradas para su ajuste y revisión.</p> <p>Verificar incrementalmente los productos y los productos de trabajo fomentan la detección temprana de problemas y puede dar como resultado la eliminación pronta de defectos. Los resultados de la verificación ahorran coste considerable de aislamiento de fallos y de re trabajo asociado con la resolución de problemas.</p> <p>Constituyen productos de trabajo típicos: resultados de la verificación, informes de la verificación, demostraciones, registro de los procedimientos tal como se ejecutan.</p> <p>Constituyen tareas dentro de este procedimiento las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar la verificación de los productos de trabajo seleccionados frente a sus requerimientos. 2. Registrar los resultados de las actividades de verificación. 3. Identificar los elementos de acción resultantes de la verificación de los productos de trabajo. 4. Documentar el método de verificación "tal como se ejecuta" y las desviaciones de los métodos y de los procedimientos disponibles descubiertas durante su realización.
VERPR.010	Analizar los resultados.	<p>El análisis de resultados es responsabilidad del Gerente del Proyecto, puesto que una vez encontrados los puntos de falla y/o mejora debe proceder a planificar los ajustes y las correcciones respectivas. Los resultados reales deben compararse con los criterios de verificación establecidos para determinar su aceptabilidad.</p> <p>Los resultados del análisis se registran como evidencia de que se ha llevado a cabo la</p>

		<p>verificación.</p> <p>Para cada producto de trabajo, se analizan incrementalmente todos los resultados disponibles de verificación, para asegurar que se han cumplido los requerimientos. Ya que una revisión entre pares es uno de los diferentes métodos de verificación, los datos de la revisión entre pares deberían incluirse en esta actividad de análisis para asegurar que se analizan suficientemente los resultados de la verificación.</p> <p>Los informes de análisis o la documentación del método de “tal como se ejecutó” también puede indicar que los resultados malos de verificación se deben a problemas del método, problemas de criterios, o a un problema del entorno de verificación.</p> <p>Constituyen tareas dentro de este procedimiento las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Comparar los resultados reales con los resultados esperados. 2. En base a los criterios de verificación establecidos, identificar los productos que no han cumplido sus requerimientos o identificar problemas con los métodos, con los procedimientos, con los criterios y con el entorno de verificación. 3. Analizar los datos de verificación sobre defectos. 4. Registrar todos los resultados del análisis en un informe. 5. Usar los resultados de verificación para comparar las mediciones y el rendimiento reales con los parámetros técnicos de rendimiento. 6. Proporcionar información sobre cómo pueden resolverse los defectos (incluyendo los métodos de verificación, los criterios y el entorno de verificación) e iniciar las acciones correctivas.
VERPR.011	Plan de corrección / Ajustes	<p>El plan de corrección y/o ajustes es responsabilidad del Gerente de Proyecto. Una vez conocido el inventario de posibles errores en el sistema, será su responsabilidad el repartir el trabajo de corrección y/o ajustes entre los miembros del equipo dedicados a la construcción del producto.</p> <p>Si se utiliza una herramienta de seguimiento de BUGs como por ejemplo Mantis (opción Open Source), se tiene como ventaja el que dicha herramienta apoya en gran medida al proceso de planificación puesto que permite por un lado la asignación de los bugs para su corrección y el seguimiento de las incidencias encontradas hasta su solución. El establecimiento de una política es fundamental en este proceso para que la herramienta apoye y estandarice los procesos a seguir por los desarrolladores.</p>
VER.PR012	Ejecución de correctivos	<p>Una vez que los elementos que deben ser corregidos se encuentren debidamente planificados y asignados a los analistas, diseñadores o implementadores responsables de dichas labores, se debe ejecutar dichas correcciones. Es fundamental que el proceso incluya un cambio a los casos de prueba tendiente a localizar dicho problema en un futuro.</p>

Tabla 48: Procedimiento de Verificación

- **Indicadores**

En la **Tabla 49** se describirá a detalle los indicadores de Verificación

Código	Indicador	Detalle	
VERIN.001	Número de incidencias y/o fallas por desarrollador	Descripción	Este valor es fundamental para llevar un control de la calidad de trabajo efectuado por los desarrolladores y establece un valor numérico con la cantidad de fallas encontradas en el proceso de verificación asociadas con cada desarrollador.
		Formula	NIFPD: Número de incidencias o fallas por desarrollador.
		Periodicidad	Al finalizar el proyecto para obtener la métrica para el proyecto puntual o mensualmente considerando todos los proyectos.
		Interpretación	Lo deseable sería que este valor tienda a cero, sin embargo en el software van a existir problemas, errores, mejoras por realizar, etc. por lo cual este valor no necesariamente será cero.
		Obligatorio	SI
VERIN.002	Número de incidencias o fallas por desarrollador y por líneas de código.	Descripción	Este indicador puede resultar más completo que el anterior, dado que permitirá establecer las fallas cometidas por un desarrollador pero contrastadas contra sus líneas de código efectivamente escritas. Mediante este mecanismo se puede contar con una evaluación de la calidad del trabajo de un desarrollador.
		Formula	$\frac{NEV}{NL}$ <p>NEV: Número de errores encontrados en la validación por desarrollador. Cabe mencionar que este valor debe ser contado cuidadosamente no asociando al desarrollador temas que no son parte de su código o que constituyen mejoras que no fueron especificadas previamente.</p> <p>NL: Número de líneas escritas por el desarrollador. No se deben incluir líneas de interfaces de programación, sino las líneas efectivamente escritas.</p>
		Periodicidad	Al finalizar el desarrollo de un producto.
		Interpretación	Lo deseable es que este valor sea bajo y tienda a cero, sin embargo lo más importante será lograr en evaluaciones sucesivas y para diferentes proyectos un decremento de este valor en el tiempo, lo cual estará indicando que cada desarrollador arroja menos errores resultado de su trabajo.
		Obligatorio	SI
VERIN.003	Número de incidentes reportados por proyecto.	Descripción	Este indicador permitirá conocer el número de incidentes que fueron reportados en el proceso de verificación por cada uno de los proyectos.
		Formula	NIP: El contador que indica el número de incidentes que fueron encontrados en cada proyecto.
		Periodicidad	Al finalizar el desarrollo de un determinado proyecto.
		Interpretación	Este valor es importante para conocer comparativamente cuantos incidentes fueron encontrados en un proyecto respecto a otros proyectos similares. Lo deseable es hacer que en el tiempo este valor tienda a decrecer en los distintos proyectos, sin embargo dependerá mucho del tamaño y complejidad de cada proyecto.
		Obligatorio	SI

Tabla 49: Indicadores de Verificación

- **Formularios y Documentos Verificación**

En la **Tabla 50** se describirán detalle los Formularios y documentos de Verificación.

Documento	Descripción
Plan de Verificación	El plan de verificación deberá contener la asignación de tareas con sus respectivos tiempos y responsables a cada una de las etapas asociadas con el proceso de verificación del software.
Informe de revisión entre pares	Este informe contendrá un listado de los incidentes encontrados en el proceso de revisión entre pares.
Informe de verificación	Un informe de verificación contendrá: <ul style="list-style-type: none"> - Los casos de prueba ejecutados. - Las incidencias encontradas con sus respectivas soluciones - Los indicadores calculados para esta verificación.
Plan de corrección y ajustes	Se plantea la necesidad de generar un plan de correcciones y ajustes alineado a los casos encontrados dentro del proceso de verificación. Si se utiliza la herramienta de seguimiento de casos resulta sencillo asignar dichos casos a un responsable de su solución y registrarlo por aparte en el cronograma de planificación respectivo.
Reportes de Incidentes	Una herramienta como Mantis Bug Tracker permitirá de forma automatizada la visualización de varios tipos de reportes como por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> - Número de incidentes reportados, solucionados y cerrados. - Incidentes por desarrollador. - Incidentes por proyecto. Adicionalmente, la herramienta permite la personalización de reportes en base a la necesidad.

Tabla 50: Formularios y Documentos de Verificación

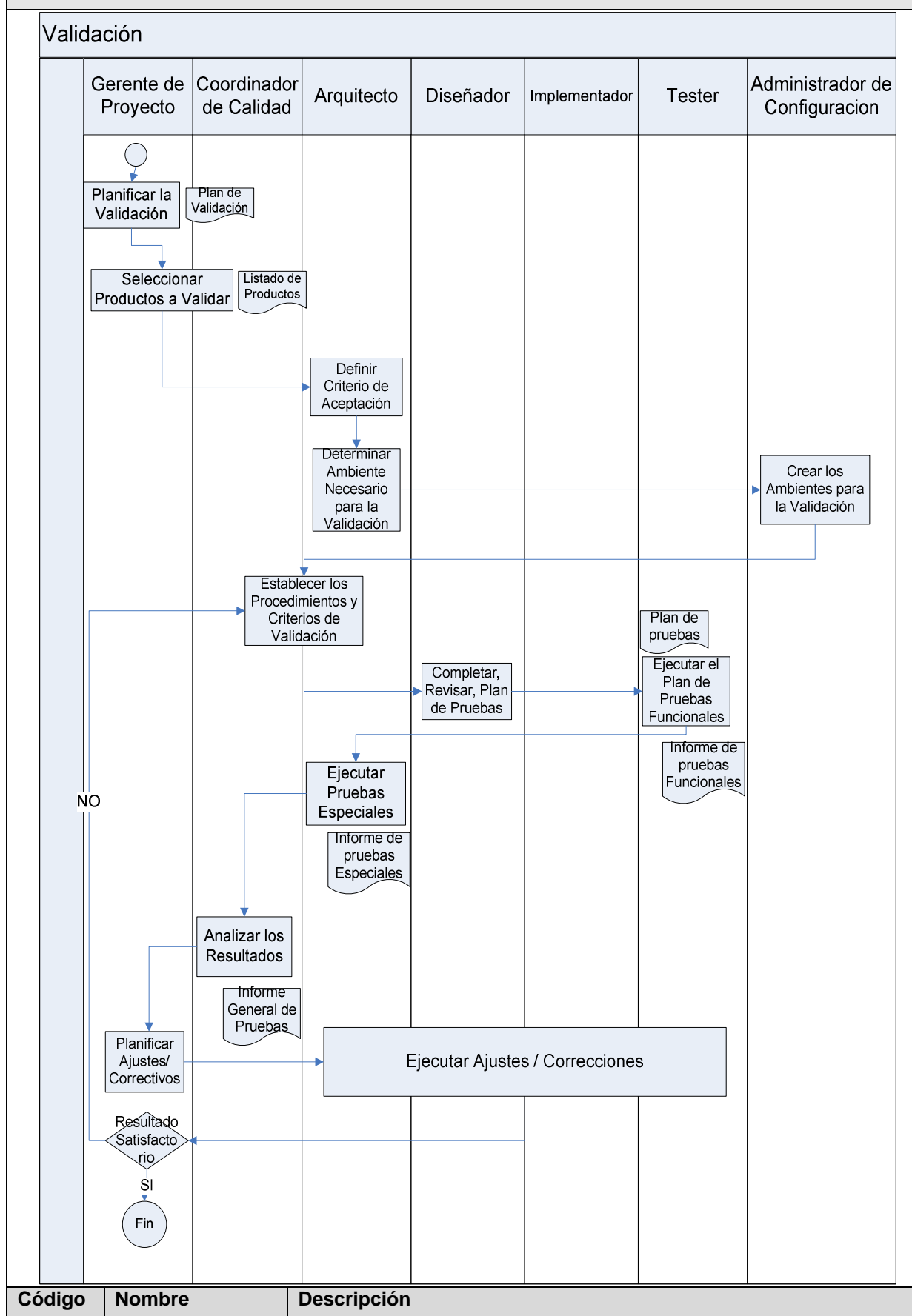
3.3.6 Validación

- **Procedimiento**

En la **Tabla 51** se describirá a detalle el procedimiento de Validación

Definición del Proceso	
Nombre de Proceso:	VALIDACION
Referencia CMMI:	VALIDACION
Código	VAL
Objetivo del Proceso:	<p>El propósito de Validación (VAL) es demostrar que un producto o componente de producto se ajusta a su uso previsto cuando se sitúa en su entorno previsto.</p> <p>La validación demuestra que el producto, tal como se proporciona, satisfará su uso previsto; mientras que la verificación comprueba si el producto de trabajo refleja apropiadamente los requerimientos especificados.</p> <p>En otras palabras, la verificación asegura que "se construye correctamente"; mientras que, la validación asegura que "se construye la cosa correcta".</p>
Entradas del Proceso	Productos de trabajo a validar
Salidas del Proceso	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Validación Listado de Productos Plan de Pruebas Informe de Pruebas Funcionales Informe de Pruebas Especiales Informe General de Pruebas

Diagrama de Procesos:



VALPR.001	Planificar la validación	<p>El Gerente del Proyecto de la empresa de desarrollo es el responsable de incorporar en el plan general del proyecto un plan de validación. Este plan debe incluir las tareas necesarias para llevar a cabo la validación y debe establecer las personas responsables de cumplir cada tarea, así como también los tiempos estimados. Como en todo proyecto conviene establecer una mínima matriz de riesgos a controlar así como el presupuesto establecido para el proceso de validación que debería ser consecuencia de la planificación. Herramientas como MSProject apoyan en gran medida en esta labor.</p>
VALPR.002	Seleccionar Productos a Validar.	<p>En la empresa de desarrollo se debe juntar al gerente del proyecto con el coordinador de la calidad en miras a seleccionar de manera conjunta los productos de trabajo que se van a validar.</p> <p>Los productos y los componentes de producto se seleccionan para ser validados en base a su relación con las necesidades del usuario.</p> <p>Algunos ejemplos de productos y componentes de producto que pueden ser validados son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Requerimientos y diseños de producto y de componente de producto. - Producto y componentes de producto (p. ej., sistema, unidades de hardware, software y documentación de servicios). - Interfaces de usuario. - Manuales de usuario. - Materiales de formación. - Documentación del proceso. <p>El propósito fundamental en este procedimiento es el de recoger los requerimientos y las restricciones para realizar la validación. Seguidamente, se seleccionan los métodos de validación en base a su capacidad para demostrar que las necesidades del usuario son satisfechas. Los métodos de validación no sólo definen el enfoque para la validación del producto, sino que también conducen las necesidades de instalaciones, equipamiento y entornos. Esto puede dar como resultado la generación de requerimientos de bajo nivel de componente de producto que se manejan por los procesos de desarrollo de requerimientos. Se pueden generar requerimientos derivados, tales como requerimientos de interfaz para juegos de pruebas y equipamiento de pruebas. Estos requerimientos también se pasan a los procesos de desarrollo de requerimientos para asegurar que el producto o los componentes de producto pueden validarse en un entorno que soporta los métodos.</p> <p>Los métodos de validación deberían seleccionarse pronto en la vida del proyecto para que sean claramente comprendidos y acordados por las partes interesadas relevantes. Los métodos de validación tratan el desarrollo, mantenimiento, soporte y formación para el producto o el componente de producto según sea apropiado.</p> <p>Ejemplos de métodos de validación son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Discusiones con los usuarios, tal vez en el contexto de una revisión formal. - Demostraciones de prototipos. - Demostraciones funcionales (p. ej., sistema, unidades de hardware, software, documentación de servicio e interfaces de usuario). - Pruebas de productos y de componentes de producto por los usuarios finales y por otras partes interesadas relevantes. - Análisis de producto y de componentes de producto (p. ej., simulaciones, modelado y análisis de usuario).

VALPR.003	Definir criterios de aceptación.	Constituye una tarea importante para las empresas de desarrollo la definición de los criterios mediante los cuales la aplicación es considerada válida. Con este fin, el arquitecto de la solución puede apoyar proporcionando, de ser necesario en comunicación con el analista del proyecto el conjunto de criterios que se consideran suficientes para que la aplicación sea considerada válida.
VALPR.004	Determinar el ambiente necesario para la validación.	<p>Este procedimiento estará a cargo del arquitecto y tendrá por objetivo conocer cuáles son los ambientes de trabajo (hardware y software) requeridos para la validación.</p> <p>Se debe establecer un entorno para permitir que la verificación tenga lugar. El entorno de validación puede adquirirse, desarrollarse, reutilizarse, modificarse o ser una combinación de éstos, dependiendo de las necesidades del proyecto.</p> <p>Al igual que en la verificación, resulta muy útil y altamente recomendable que las empresas de desarrollo utilicen una herramienta para seguimiento a incidentes o casos encontrados en el software. Véase ANEXO A: Uso de Mantis Bug Tracker como herramienta para seguimiento a casos.</p>
VALPR.005	Crear los Ambientes para la Validación.	<p>La unidad de tecnología interna, centro de cómputo o su equivalente en cada empresa de desarrollo tendrá un responsable denominado administrador de la configuración el cual será el responsable de la creación de los ambientes sobre los cuales se va a ejecutar la verificación de los productos.</p> <p>Dentro de esta tarea deberá determinarse si se van a crear, alquilar o adquirir los ambientes para la verificación, tales como equipamiento y software de prueba.</p> <p>Inclúyase siempre en los ambientes aquel que servirá para ingreso de casos encontrados (Bug Tracker).</p>
VALPR.006	Establecer los procedimientos y criterios para la validación.	<p>El coordinador de la calidad en base a su experiencia con otros proyectos y contando con el apoyo del Gerente del Proyecto, deberá establecer los procesos y criterios de validación. Los procedimientos y los criterios de validación deberían desarrollarse concurrente e iterativamente con los diseños del producto y del componente de producto. Algunas fuentes para criterios de validación son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Requerimientos de producto o de componente de producto. - Estándares. - Criterios de aceptación del cliente. - Umbrales de desviación del rendimiento.
VALPR.007	Completar, revisar el plan de pruebas.	<p>El plan de pruebas debe ser desarrollado desde la etapa de diseño del sistema. Constituye una labor del diseñador revisar que el plan de pruebas incluya todos los casos que permitan determinar si el producto es válido. De no ser así deberá ajustarse el plan completando aquellos casos de prueba faltantes. La empresa de desarrollo debe pensar siempre en la generación del material de pruebas de manera paralela a los demás entregables del proyecto. Adicionalmente, si la naturaleza del proyecto lo amerita es importante pensar en un esquema de automatización de pruebas funcionales y construcción de pruebas de regresión que no son otra cosa que elementos de software que permiten probar a lo largo del desarrollo el funcionamiento del producto.</p>
VALPR.008	Ejecutar plan de pruebas funcionales.	<p>Dentro de la empresa de desarrollo se designará el rol de ingeniero de pruebas o simplemente tester a aquellas personas encargadas de ejecutar los planes de pruebas. Para que sea aceptable para los usuarios, un producto o componente de producto debe funcionar como se espera en su entorno operacional previsto.</p> <p>Se realizan las actividades de validación y se recogen los datos resultantes de acuerdo a los métodos, procedimientos y criterios establecidos.</p>

		<p>Los procedimientos de validación, tal como se ejecutaron, deberían documentarse, y las desviaciones que ocurren durante la ejecución deberían ser anotadas, según sea apropiado.</p> <p>Dentro de este procedimiento, las empresas de desarrollo generarán productos de trabajo como los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Informes de validación. 2. Resultados de validación. 3. Matriz de referencias cruzadas de validación. 4. Registro de procedimientos tal como se ejecutaron. 5. Demostraciones operacionales.
VALPR.009	Ejecutar plan de pruebas especiales.	<p>Si el producto lo amerita podrían existir un conjunto de pruebas especiales que incluyen carga, volumen, determinación de umbrales de performance. Esas pruebas a menudo requieren la participación del arquitecto del proyecto por su complejidad. Su preparación involucra construir los escenarios apropiados incluyendo datos, los mismos que deben simular la realidad operacional del ambiente final de ejecución del producto. Una vez ejecutadas estas pruebas se emitirá un informe que revele los resultados.</p> <p>En esta etapa constituyen herramientas de trabajo estresadores como MSProfiler o JMeter (opción open source).</p>
VALPR.010	Analizar los resultados.	<p>Es responsabilidad del coordinador de la calidad el análisis de los resultados de las pruebas. Los datos resultantes de las pruebas de validación, inspecciones, demostraciones o evaluaciones de validación, se analizan frente a los criterios de validación definidos. Los resultados recogidos de las pruebas, inspecciones o revisiones se comparan con los criterios de evaluación establecidos para determinar si se continúa o si se tratan los problemas de requerimientos y de diseño en los procesos de desarrollo de requerimientos o de solución técnica.</p> <p>Los informes de análisis o documentación de validación tal como se ejecutó también pueden indicar que los malos resultados de las pruebas se deben a un problema del procedimiento de validación o a un problema del entorno de validación.</p> <p>Productos resultantes de este proceso son: informes de deficiencias en la validación, problemas de validación o petición de cambio de procedimiento.</p>
VALPR.011	Planificar Ajustes/Correctivos	<p>En función de los errores que van siendo descubiertos existe la necesidad de planificar las correcciones, especialmente cuando estas involucran cierto nivel de complejidad. Si se utiliza la herramienta de Bug Tracking, resulta sencillo asignar los casos de corrección de problemas a los desarrolladores, sin embargo cuando dichas correcciones son complejas o involucran varios días de trabajo conviene que el Gerente de Proyecto realice una planificación más detallada de las actividades de corrección utilizando una hoja de seguimiento (MSProject o su equivalente) y donde registre las tareas, los tiempos y los responsables en la ejecución de estas correcciones. Estos elementos formarán parte de la planificación general del proyecto y a futuro permitirán estimar de mejor forma el tiempo invertido en pruebas y estabilización del producto.</p>
VALPR.012	Ejecutar ajustes / correcciones.	<p>El equipo de desarrolladores de la empresa deberá respetar la política que se refiere a manejo de correcciones en el software. Esto implica revisar de manera diaria los incidentes que tienen asignados y dependiendo de su criticidad atenderlos. Cabe mencionar que una corrección puede involucrar trabajo no únicamente de los programadores, sino también de los diseñadores o de los analistas cuando se</p>

		<p>descubre que un requerimiento no fue adecuadamente entendido a nivel del diseño. Otro aspecto importante a señalar es que la corrección de un error no termina con el arreglo del código fuente que lo hizo evidente, sino que si dicho error involucra afectar otros artefactos como manuales o cualquier tipo de documento, deben ejecutarse las respectivas correcciones. Adicionalmente conviene contar con un caso de prueba actualizado que incluya un escenario bajo el cual se produciría el error de no haber sido corregido. Esto permite nutrir la base de casos de prueba y en caso de cambios ejecutar las pruebas de manera completa.</p>
--	--	--

Tabla 51: Procedimiento de Validación

- **Indicadores**

En la **Tabla 52** se describirá a detalle los indicadores de Validación.

Código	Indicador	Detalle	
VALIN.001	Porcentaje de requerimientos validados exitosamente.	Descripción	Este valor representa un porcentaje de los requerimientos que fueron planteados en las etapas iniciales del proyecto y que pudieron ser validados con éxito. De acuerdo a este valor es posible establecer si lo que planteó en un inicio fue adecuadamente implementado.
		Formula	$VALIN.001 = \frac{RVE}{RT} \times 100\%$ <p>VALIN.001.- Porcentaje de Requerimientos validados exitosamente. RVE.- Requerimientos validados exitosamente. RT.- Requerimientos totales.</p>
		Periodicidad	Al finalizar el proyecto para obtener la métrica para el proyecto puntual o mensualmente considerando todos los proyectos.
		Interpretación	Lo ideal sería contar con un valor lo más cercano al 100 %. Valores alejados de esta meta reflejarán un mal entendimiento de los requerimientos o una seria falla en la metodología que se lleva a cabo dentro de la empresa de desarrollo.
		Obligatorio	SI
VALIN.002	Número de fallas detectadas en la validación por desarrollador y por líneas de código.	Descripción	Este indicador permitirá establecer las fallas cometidas por un desarrollador pero contrastadas contra sus líneas de código efectivamente escritas. Cabe mencionar que los casos de corrección deberán ser catalogados como BUGs para ser contados como errores del desarrollador. Una falla puede ocurrir por aspectos de análisis o diseño, en cuyo caso no deberían ser contadas como errores del programador. Mediante este mecanismo se puede contar con una evaluación de la calidad del trabajo de un desarrollador.

		Formula	$VALIN.002 = \frac{NEV}{NL}$ <p>NEV: Número de errores encontrados en la validación por desarrollador. Cabe mencionar que este valor debe ser contado cuidadosamente no asociando al desarrollador temas que no son parte de su código o que constituyen mejoras que no fueron especificadas previamente. Tampoco deben considerarse errores aducibles a un mal levantamiento de requerimientos.</p> <p>NL: Número de líneas escritas por el desarrollador. No se deben incluir líneas de interfaces de programación, sino las líneas efectivamente escritas.</p>
		Periodicidad	Al finalizar el desarrollo de un producto o mensualmente considerando todos los proyectos.
		Interpretación	Lo deseable es que este valor sea bajo y tienda a cero, sin embargo lo más importante será lograr en evaluaciones sucesivas y para diferentes proyectos un decremento de este valor en el tiempo, lo cual estará indicando que cada desarrollador arroja menos errores en su trabajo.
		Obligatorio	SI
VALIN.003	Número de incidentes de validación reportados por proyecto.	Descripción	Este indicador permitirá conocer el número de incidentes de validación que fueron reportados en el proceso de validación por cada uno de los proyectos.
		Formula	VALIN.003 = Un contador de los incidentes reportados por proyecto.
		Periodicidad	Al finalizar el desarrollo de un producto.
		Interpretación	Lo deseable es que este valor sea bajo y tienda a cero, sin embargo lo más importante será lograr en evaluaciones sucesivas y para diferentes proyectos un decremento de este valor en el tiempo, lo cual estará indicando que cada desarrollador arroja menos errores en su trabajo.
		Obligatorio	SI

Tabla 52: Indicadores de Validación

- **Formularios y Documentos de Validación**

En la **Tabla 53** se describirá a detalle los Formularios y documentos de Validación.

Documento	Descripción
Plan de Validación	El plan de validación deberá contener la asignación de tareas con sus respectivos tiempos y responsables a cada una de las etapas asociadas con el proceso de verificación del software. Se trata de un cronograma normalmente desarrollado en MSProject.
Listado de productos	Este listado contendrá el detalle de los productos que van a ser sometidos al proceso de validación. Básicamente contiene: <ul style="list-style-type: none"> - Nombre del Producto - Descripción

	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de Producto - Tecnologías usadas en su implementación.
Plan de Pruebas	<p>Es un documento que permite planificar las pruebas para su posterior ejecución. Contiene los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Justificación - Descripción del componente que se va a probar. - Escenarios de pruebas <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema Operativo o ambiente para la prueba. ▪ Tipo de prueba a realizarse - Descripción del ambiente.
Informe de pruebas funcionales	<p>El informe contendrá un resumen de los casos de prueba validados y una descripción de los errores, así mismo se incluirá la forma como dichos errores fueron solucionados. El informe contendrá estadísticas generales como :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Total de pruebas realizadas. - Total de errores encontrados (general, por desarrollador). - Errores por mal análisis y diseño. - Errores por mala implementación.
Informe de pruebas especiales	<p>El informe de pruebas especiales contendrá un resumen de las pruebas ejecutadas y los resultados de cada una de las pruebas con sus respectivos indicadores (transacciones procesadas por segundo, tiempo promedio en la ejecución de transacciones). El informe podrá contener varios escenarios si las pruebas fueron planificadas de esa manera.</p>
Reportes de Incidentes	<p>Una herramienta como Mantis Bug Tracker permitirá de forma automatizada la visualización de varios tipos de reportes como por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Número de incidentes reportados, solucionados y cerrados. - Incidentes por desarrollador. - Incidentes por proyecto. <p>Adicionalmente, la herramienta permite la personalización de reportes en base a la necesidad.</p>

Tabla 53: Formularios y Documentos de Validación

CAPITULO 4

4. VALIDACIÓN DE LA APLICABILIDAD DE LA PROPUESTA.

El capítulo 3 presenta una propuesta de un conjunto de Políticas Procedimientos basado en CMMI, debidamente documentado y adaptado a la realidad de las empresas de Desarrollo de Software del Ecuador. El presente capítulo tiene como objetivo fundamental validar la aplicabilidad de dicha propuesta tomando para ello un caso de estudio representativo y aplicando una metodología de validación.

El objetivo de esta validación es verificar si es factible aplicar la propuesta a nivel económico, técnico, operativo y organizacional, en una empresa de desarrollo de sistemas de Información tomada como caso de estudio.

Con esta referencia, se procede a conocer la realidad de la empresa de desarrollo de sistemas de información.

Finalmente se analizan los resultados obtenidos y se emiten las conclusiones encontradas.

4.1. Selección y descripción de la Empresa.

La empresa que se seleccionó para la aplicabilidad de la presente tesis fue Cobiscorp que es una empresa dedicada al desarrollo de software bancario. Empezó su trayectoria en 1953 vendiendo cajas registradoras electromecánicas y máquinas de contabilidad. Hoy tras 57 años de trayectoria, ha sido parte de la evolución tecnológica de las empresas ecuatorianas.

En la actualidad, Cobiscorp es uno de los principales productores de software bancario, que cuenta con 57 años de experiencia, ofrece sus productos a instituciones del sector financiero global y actualmente cuenta con más de 70 clientes en 13 países de Latinoamérica. La mayor parte del personal de Cobiscorp son ingenieros ecuatorianos.

Cobiscorp cerró el año 2008 superando sus proyecciones de ventas por USD 2 millones al alcanzar los USD 16 millones, de los cuales el 39% corresponde a ventas en Ecuador. ³²

Según Richard Moss, Presidente de Cobiscorp, se proyecta facturar 20 millones de dólares hasta el año 2011. Actualmente, la compañía tiene ventas por cerca de 25 millones de dólares en todo el mundo y su casa matriz se encuentra ubicada en Delaware, Estados Unidos. ³³

4.1.1. Misión

Somos socios estratégicos de nuestros clientes, aportando soluciones informáticas que agregan valor y competitividad a su negocio, retribuyendo adecuadamente a nuestros inversores y colaboradores, y a nuestra comunidad.

4.1.2. Visión

Ser una empresa de clase mundial, líder en la provisión de soluciones informáticas innovadoras para negocios financieros.

4.1.3. Valores

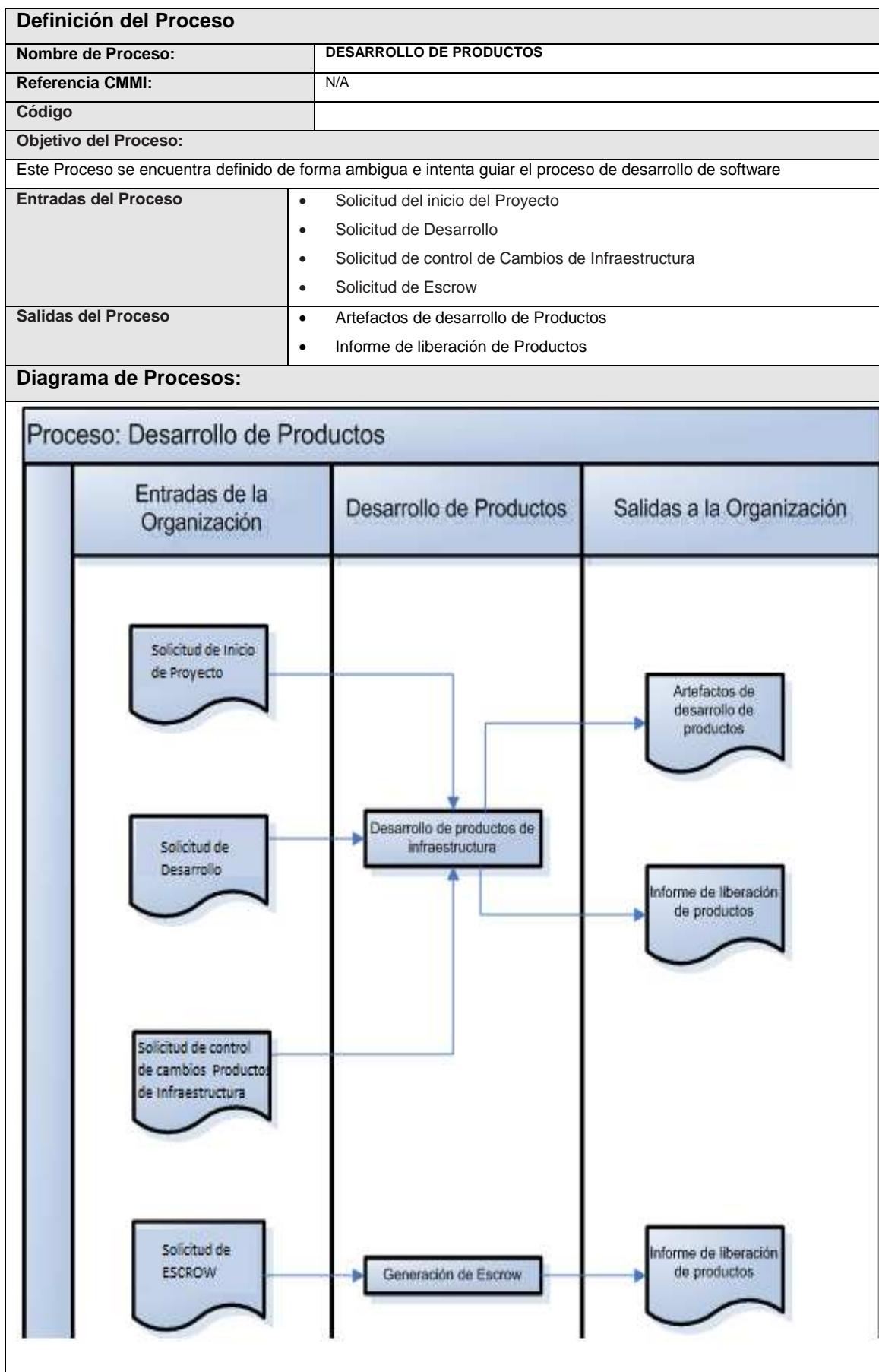
- Profesionalismo
- Integridad
- Innovación
- Excelencia
- Compromiso personal con la satisfacción del cliente

4.2. Descripción de los Procedimientos de Desarrollo Actuales.

El proceso de desarrollo en Cobiscorp actualmente se lo realiza como se detalla en la **Tabla 54**.

³² [19]AESOFT. Cobiscorp la mejor empresa del año http://www.aesoft.com.ec/index.php?option=com_content&task=view&id=136&Itemid=59

³³ [22] La República.com Cobiscorp en Colombia http://rse.larepublica.com.co/archivos/FINANZAS/2009-09-29/cobiscorproyecta-ventas-por-us20-millones-en-colombia_84223.php. Abril 2010



Código	Nombre	Descripción
N/A	Desarrollo de Productos de Infraestructura	Este proceso abarca el desarrollo de todos los productos de infraestructura de forma macro. Que tiene como entradas : <ul style="list-style-type: none"> Solicitud del inicio del Proyecto Solicitud de Desarrollo Solicitud de control de Cambios de Infraestructura Las salidas son: <ul style="list-style-type: none"> Artefactos de desarrollo de Productos Informe de liberación de Productos
N/A	Generación de Escrow	Este proceso contiene la generación del Escrow y tiene como entrada: <ul style="list-style-type: none"> Solicitud de Escrow Salidas <ul style="list-style-type: none"> Artefactos de desarrollo de Productos

Table 54: Proceso de Desarrollo Cobis

Como se puede apreciar en la **Tabla 54** no existen políticas y procedimientos definidos para el desarrollo de productos de software.

4.3. Análisis Costo Beneficio de la Propuesta

Con el objetivo de realizar el análisis de los beneficios que brinda la propuesta versus el costo de su implantación, en primer lugar se va a determinar el esfuerzo que involucra llevar adelante la implementación de la propuesta. Dicho esfuerzo será analizado tomando en cuenta:

- El tiempo requerido por cada uno de los procesos que constan en la propuesta.
- El personal requerido y el porcentaje de dedicación a las tareas que involucra la implementación de las políticas y procedimientos.
- Los recursos tecnológicos que se requieren, principalmente software.
- Los recursos materiales requeridos.

4.3.1. Cronograma y Planificación de recursos referencial

Con la herramienta Microsoft Project se ingresan los datos de tareas y los tiempos estimados para la misma en función a los recursos que se describieron en el Capítulo 3, esto se observa en la **Figura 23**.

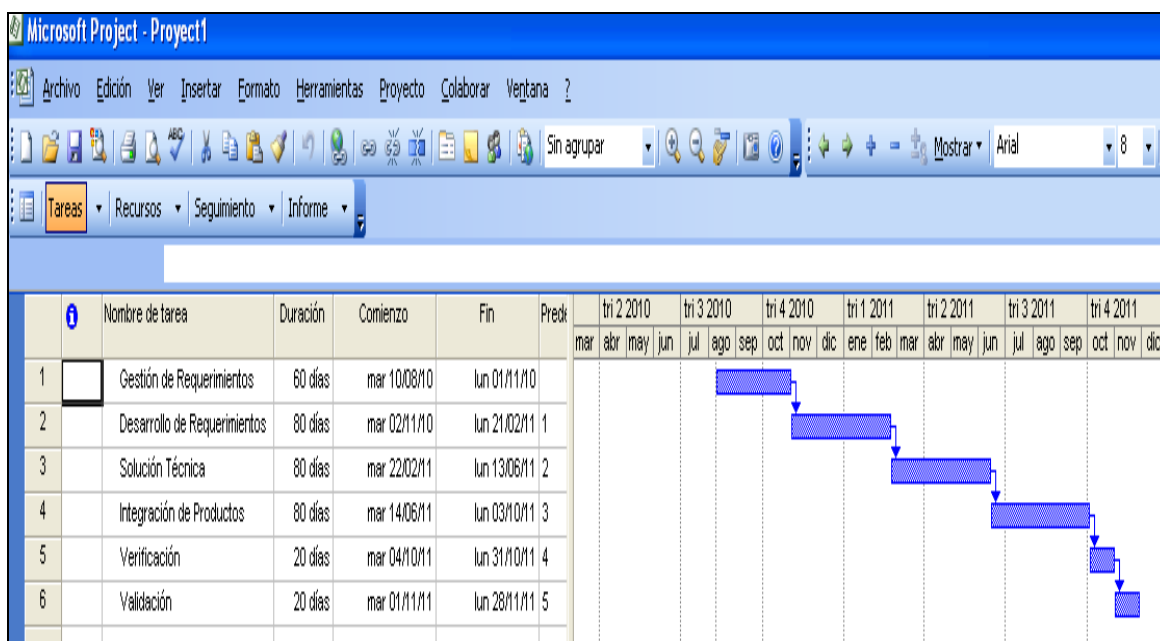


Figura 23: Cronograma referencial para la Implementación de la Propuesta

4.3.2. Identificación de Costos

Para definir los costos de la implementación de la propuesta se tomarán en cuenta los costos directos e indirectos que permitirán entender de forma clara lo que el proyecto involucra.

4.3.2.1. Costos de Personal

El siguiente análisis se lo realizará para Cobiscorp que posee aproximadamente 400 empleados en Ecuador hasta la presente fecha, de los cuales en el área de Investigación y Desarrollo se encuentran 35 personas dedicadas netamente al desarrollo de soluciones bancarias ya que son el núcleo tecnológico de la empresa, es a esta área a la que se aplicará la propuesta.

El número de proyectos que esta empresa maneja dentro del área de Investigación y Desarrollo en el año en promedio son 8.

A continuación en la **Tabla 55** se va a detallar los recursos humanos mínimos necesarios que estarán directamente involucrados en la implementación de la propuesta.

No. Recursos Requeridos	Rol	Tiempo en promedio durante el Proyecto	Costo / Hora / Recurso USD.	Horas Requeridas / mes	Total mensual USD.
1	Coordinador de Calidad	1 [T]	\$ 12,50	160	\$ 2.000,00
2	Tester	1[T]	\$ 5,00	160	\$ 1.600,00
1	Gerente de Proyecto	1[M]	\$ 12,50	20	\$ 250,00
Costo Total de personal al mes:					\$ 3.850,00

Tabla 55: Costos de Personal

Referencia

[T] Total, dedicación exclusiva al proyecto (8 horas diarias)

[P] Parcial, dedicación semi exclusiva al proyecto (4 horas diarias)

[S] Simple, dedicación colaborativa al proyecto (8 horas semanales)

[M] Mínima, dedicación informativa al proyecto (1 de hora diaria en promedio)

Se necesitará una persona para la Coordinación de Calidad a tiempo completo, cuyo sueldo es de 2000 dólares al mes

Adicionalmente se requiere de 2 testers a tiempo completo para realizar las tareas operativas del control de calidad con un costo mensual de 800 dólares por cada uno.

El Gerente de Proyecto solo trabajaría 20 horas mensuales a un costo de 12,5 USD. / hora, lo cual da un total de 250 dólares mensuales.

El costo total mensual del personal considerando los rubros anteriores es de \$3.850 USD.

4.3.2.2. Costos de Infraestructura

La infraestructura necesaria para usar las herramientas que plantea la propuesta se describe en la **Tabla 56**.

Requerimientos de Infraestructura	Costo (USD.)
Servidor Linux	\$ 1.500,00
Licencias	\$ 0,00
Costo Total de Infraestructura	\$ 1.500,00

Tabla 56: Costos de Infraestructura

En caso de que no se posea ningún servidor disponible se optará por adquirir uno a un costo aproximado de 1500 USD. Dicha inversión se efectúa una sola vez durante la vida útil del equipo.

Además no se incluirá costos de licencias ya que la herramienta propuesta para el control de incidencias es Mantis, un producto Open Source gratuito y aplicable a cualquier sistema operativo, ya que funciona sobre un servidor de web Apache, la base de datos MySQL y la herramienta está desarrollada en PHP.

4.3.2.3. Costos de Capacitación

Se capacitará en primera instancia a los Gerentes del área y a los Arquitectos en la forma como se trabajará con la propuesta, esta capacitación durará 1 hora diaria por un mes, los mismos que serán los voceros de la inducción a sus subordinados, esto se puede apreciar de mejor forma en la **Tabla 57**.

No. de Recursos Requerido	Rol	Costo Referencial /Hora USD.	Costo de Capacitación (20h) USD.
2	Gerente de Proyecto	\$ 12,50	\$ 250,00
1	Gerente de Productos	\$ 18,75	\$ 375,00
2	Arquitecto	\$ 11,25	\$ 225,00
Total de Costos de Capacitación			\$ 1.325,00

Tabla 57: Costos de Capacitación

4.3.2.4. Costos del Primer Año

Se realizará una sumatoria de todos los costos directos en los cuales se va a incurrir para esta implementación, estos costos fueron calculados en los puntos anteriores y la suma se describe en la **Tabla 58**.

Por tanto los costos directos son calculados como la suma del costo de personal, costo de infraestructura y costo de capacitación.

Tipo de Costo	Valor calculado USD.	Periodicidad	Valor Total Anual USD.
Costo del Personal	\$ 3.850,00	Mensual	\$ 46.200,00
Costo de Infraestructura	\$ 1.500,00	1 sola vez	\$ 1.500,00
Costo de Capacitación	\$ 1.325,00	1 sola vez	\$ 1.325,00
Costo Total Primer Año			\$ 49.025,00

Tabla 58: Costos Directos del Primer Año

El costo anual de la ejecución del proyecto es la suma de los costos directos durante el primer año, lo que da un valor de \$ 49.025 USD.

4.3.3. Proyección de Costos durante los 5 primeros años

Para este punto se analizará el costo de los 5 primeros años de la implementación de las políticas y los procedimientos propuestos. En la **Tabla 59** se describen a detalle los gastos. El análisis se lo realiza por cada año, el valor mensual de Costo de Personal es de \$ 3.850 dólares como se calculó en puntos anteriores, este monto se multiplica por 12 meses del año obteniendo como total \$ 46.200 dólares anuales. El costo de infraestructura solo se tendrá en el primer año ya que esta será usada de la misma forma en los siguientes años. El costo de capacitación del Personal se tendrá al menos en los dos primeros años.

Año	Costo de Personal USD.	Costo de Infraestructura USD.	Costo de Capacitación USD.	Costos Totales USD.
0	\$ 46.200,00	\$ 1.500,00	\$ 1.325,00	\$ 49.025,00
1	\$ 46.200,00	\$ 0,00	\$ 1.325,00	\$ 47.525,00
2	\$ 46.200,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 46.200,00
3	\$ 46.200,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 46.200,00
4	\$ 46.200,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 46.200,00
5	\$ 46.200,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 46.200,00
Total Costos Ejecución				\$ 281.350,00

Tabla 59: Costos estimados de la ejecución en los primeros 5 años

La **Figura 24** presenta la diferencia en costos por uso o no de CMMI.

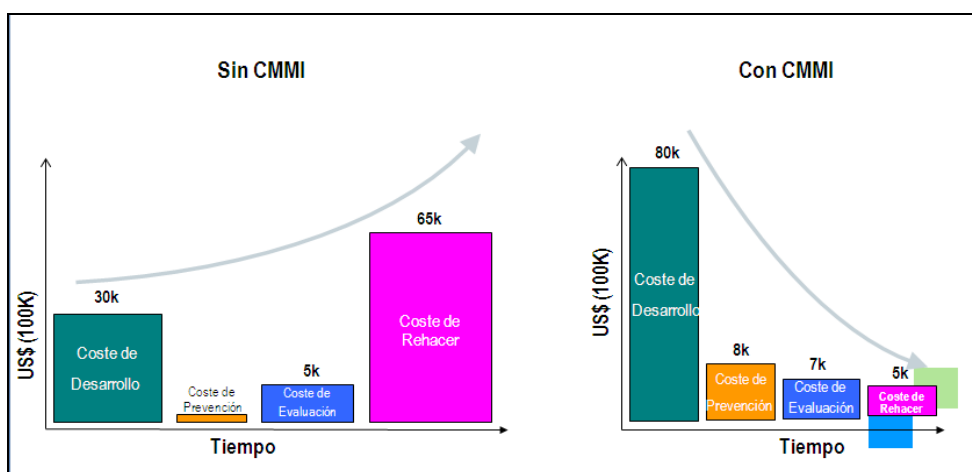


Figura 24: Proyección de los Costos con o sin CMMI Fuente: Crosby, 1995 ³⁴

³⁴ [23] PM CONSUKTING GROUP: CMMi Clases http://www.pmbcg.com/cmimi_v4/clases. Sep 2010.

4.3.4. Costo de bug o incidente

4.3.4.1. Costo de solucionar un bug

Para determinar el valor real de un bug o incidente y lo que esto representa para la empresa se tomará en cuenta al CEN (Cobis Explorer Net), uno de los 8 proyectos que actualmente maneja Cobiscorp. El CEN es un framework de desarrollo y a la vez permite la ejecución de aplicaciones.

Este proyecto reporta mensualmente 200 bugs o incidentes en la herramienta Mantis dado que se liberó la versión final recientemente.

Se realizó una encuesta a las personas que resuelven la mayor cantidad de incidencias preguntándoles el tiempo promedio de solución de un bug y se obtuvieron los resultados que se muestran en la **Tabla 60**.

Cargos de las personas encargadas de brindar soporte	Tiempo promedio en horas
Especialista 1	2.00 h
Ingeniero. Desarrollo 2	2.50 h
Ingeniero. Desarrollo1	3.00 h
Especialista 2	2.00 h
Total Promedio	2.38 h

Tabla 60: Tiempo Promedio de resolución de un bug

El salario promedio de las personas involucradas en las correcciones es de \$1600 dólares mensuales. Se trata de personal que cuenta con el conocimiento y experiencia en el producto, estas personas son desarrolladores estrella cuya principal función es la de participar en diferentes proyectos de innovación, pero estas actividades se ven afectadas por el soporte a los errores, lo que impide en muchos casos hacer una planificación certera de su asignación de tiempo a los proyectos, pues el área de investigación y desarrollo no posee personal dedicado netamente al soporte de aplicaciones.

Si al sueldo promedio de \$ 1600 dólares se lo divide para el número de horas de trabajo al mes que es 160 horas se obtiene como resultado el costo promedio por hora de soporte igual a 10 dólares.

Costo promedio hora de soporte = \$1.600 USD. / 160 horas = \$10 USD./hora

Como el tiempo de demora de resolución de un bug es de 2.4 horas, multiplicando este valor por el costo promedio hora de soporte de \$10 USD, se obtiene el costo de resolución de un bug que es de \$ 24 dólares.

Costo promedio de resolución de bug = costo promedio de hora x número promedio de horas.

Este cálculo se muestra en la **Tabla 61**.

Costo Hora de Soporte USD.	Tiempo de Resolución de Bug (horas)	Costo Promedio de Resolución de Bug USD.
\$ 10,00	2.40 h	\$ 24,00

Tabla 61: Costo Promedio de Resolución de un bug

4.3.4.2. Costo mensual de soporte a bugs

Si se analiza el promedio de bugs reportados en el mes del producto de Software CEN (Cobis Explorer COM) se tiene como resultado 200 incidentes, como se detalla en la **Tabla 62**.

Número de Bugs al mes	Costo de resolver un Bug (USD.)	Costo Mensual de resolución de Bug (USD.)
200	\$ 24,00	\$ 4.800,00

Tabla 62: Costo mensual CEN en Soporte

Este valor es solo el costo de dar soporte a un proyecto del área de tecnología, sin tomar en cuenta el deterioro de la imagen del producto y de la empresa ante el cliente, la paralización de recursos que no pueden continuar con sus actividades hasta que el bug sea solucionado, además el retraso en cronogramas de los programadores que por tareas de soporte no logran cumplir con lo establecido para el desarrollo

4.3.4.3. Costo de Down Time

Para este punto se procederá a analizar el mismo proyecto CEN, con este objetivo se establece una conversación con una de las personas que tiene a cargo un proyecto que trabaja sobre este producto.

Asumiendo un costo promedio de la hora de trabajo de \$10 dólares y conforme lo expuesto anteriormente un tiempo promedio de solución de un bug de 2.4 horas, se tiene un costo por cada persona paralizada de \$24 dólares. Analizando un proyecto particular, se tienen 10 personas que dejan de usar el sistema, lo cual da un resultado de \$240 dólares por cada bug. Este cálculo solo considera un proyecto que está usando el producto y el costo de tener paralizado a 10 personas hasta que se solucione el incidente, asumiendo que la atención al problema sea inmediata.

Los cálculos relacionados con el costo de down time se resumen en la **Tabla 63**.

Personas paralizadas por bug	Costo por persona paralizada por bugs (USD.)	Costo down time de 1 proyecto (USD.)
10	\$ 24,00	\$ 240,00

Tabla 63: Costo de down time de un solo proyecto Interno que usa CEN

Tomando en cuenta que existen unos 8 proyectos en diferentes clientes ejecutándose en paralelo y que dichos proyectos tienen realidades similares, asumiendo que todos tengan 10 personas, se tiene un total de 80 personas paralizadas, lo cual representa un costo de \$1920 dólares por bug por paralización de recursos.

Tomando en cuenta que en un mes se reportan 200 bugs, de los cuales un 10% son catalogados como bloqueantes, es decir corresponden a incidentes que paralizan a los recursos, se tiene un total de 20 bugs mensuales que detienen el trabajo de las personas involucradas en el uso del producto. Si el costo de paralizar el equipo es de \$1920 dólares multiplicado por los 20 bugs bloqueantes por mes, se obtiene un total de \$38.400 dólares mensuales por down time conforme se observa en la **Tabla 64**.

Costo downtime de 1 proyecto (USD.)	Bugs bloqueantes reportados al mes	Número Proyectos Ejecución	de en	Costo mensual de dow time en total bugs
\$ 240,00	20		8	\$ 38.400,00

Tabla 64: Costo de Down time Mensual de Bugs

4.3.4.4. Costo de Pérdida de Imagen de la Empresa

Un producto entregado con mala calidad inmediatamente repercute en una pérdida de imagen con el cliente. Sin duda, esta pérdida de imagen implica una reducción en los negocios futuros, por lo cual sería correcto asumir que por esta causa se presente una reducción de al menos un 5% de las ventas que la empresa dejaría de percibir. Dicha consideración se hace con el único objetivo de cuantificar de una manera aproximada el impacto negativo de generar productos que no tienen una calidad adecuada.

Si las ventas anuales en Cobiscorp, como se había detallado en la parte inicial de este capítulo, son de 25 millones de dólares en todo el mundo, se tiene el resultado detallado en la **Tabla 65**.

Ventas anuales (USD.)	Perdida de Ventas (%)	Pérdida a Anual (USD.)	Perdida Mensual (USD.)
25.000.000,00	5%	1'250.000,00	104.166,67

Tabla 65: Costo Mensual de Pérdida de Imagen de la Empresa

El costo por el deterioro de la imagen de la empresa es de \$ 1'250.000 dólares al año, dividido para 12 meses el costo es de \$ 104.167 dólares al mes.

4.3.4.5. Total Costo de Bugs al Mes

El costo total de los bugs por mes se calculará como la suma del costo mensual de soporte a bugs mas el costo de down time mas el costo de pérdida de imagen, que son los ítems más importantes y visibles para realizar esta evaluación conforme se detalla en la **Tabla 66**.

Costos	Valor mensual (USD.)
Costo mensual de soporte a bugs	\$ 4.800,00
Costo de Down Time	\$ 38.400,00
Costo de Pérdida de Imagen	\$ 104.167,00
Total mensual:	\$ 147.367,00

Tabla 66: Total Costo bugs mensual

4.3.5. Identificación de Beneficios

Luego de que se hayan implementado las políticas y procedimientos se empezará a notar las mejoras que trae consigo esta propuesta:

- Optimización del uso de los recursos.
- Disminución del costo de mantenimiento, ya que se generan aplicaciones más seguras y estables.
- Mejora en el cumplimiento de los requerimientos, tanto los funcionales como los de calidad.
- Promueve el seguimiento de los estándares definidos.
- Provee información sobre la calidad del proyecto a los stakeholders con menor conocimiento técnico.
- Los desarrollos se vuelven más predecibles, facilitando las estimaciones.
- La mejor calidad del producto traducida en minimizar al máximo los errores.
- Mejora en la satisfacción del cliente ya que no gastará demasiado tiempo en el reporte y solución de errores.
- Mejorar el tiempo del ciclo de vida.
- Mejorar la productividad.
- Incrementar el retorno de inversión
- Los roles y responsabilidades de grupos y miembros del proyecto están claramente definidos, permitiendo un seguimiento y control del proyecto que asegura el logro de los objetivos.

4.3.5.1. Beneficios Directos

Se analizarán los principales beneficios que traerá la propuesta de manera cuantitativa para la empresa tomando como base las estadísticas de la **Tabla 67** que muestran el resumen del resultado del rendimiento de la adopción de CMMI reportado por el Software Engineering Institute SEI.

Categoría de Rendimiento	Mejora Promedio	Tamaño de la Muestra	Mejora Pesimista	Mejora Optimista
Reducción de Costos	34%	29	3%	87%
Reducción en Calendario	50%	22	2%	95%
Mejora en Productividad	61%	20	11%	329%
Mejora Calidad	48%	34	2%	132%
Satisfacción al Cliente	14%	7	4%	55%

Tabla 67: CMMI Performance Results Summary³⁵

Una serie de resultados de rendimiento no fueron incluidos en la tabla por que no pueden ser expresadas en función de métricas cuantificables.

- **Reducción de Costos**

Para ampliar este punto se tomará en cuenta el número de proyectos que se manejan en el área de Investigación y Desarrollo que son 8 en promedio anual, por tanto si se asume la mejora pesimista de las estadísticas de CMMI se tendría:

El presupuesto anual que maneja el Área de Tecnología y Desarrollo es de \$800.000 si la mejora promedio de la métricas establecidas por el SEI es del 3% se ahorraría 24.000 dólares anuales, sin tomar en cuenta las mejoras más altas que algunas empresa han obtenido con la implementación de CMMI; esto se encuentra representado en la **Tabla 68**.

Presupuesto anual del área (USD.)	Mejora Pesimista CMMI (USD.)	Total anual (USD.)
\$ 800.000,00	3%	24.000,00

Tabla 68: Reducción de Costos Mejora Pesimista anual

Si se analiza la mejora promedio que plantea CMMI en las estadísticas con un valor del 34%, se obtienen \$272.000 dólares en reducción de costos como se indica en la **Tabla 69**.

Presupuesto anual del área (USD.)	Mejora Promedio CMMI (USD.)	Total anual (USD.)
\$ 800.000,00	34%	\$ 272.000,00

Tabla 69 : Reducción de Costos Mejora Promedio anual

³⁵ [25] SEI Software Engineering Institute: Summary of the performance results <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/results /results -by-category.html>. Sep 2010.

- **Calendario**

Analizando 1 año de trabajo del Área de Investigación y Desarrollo y considerando la métrica promedio de reducción que establece SEI para una mejora pesimista del 2%, se obtiene una reducción de 8 días en el tiempo de desarrollo y por tanto de todos los costos involucrados.

Tomando en cuenta que el área maneja un presupuesto de \$800.000 dólares al año, si se divide esta cantidad para 365 días del año, se obtiene que cada día tiene un costo aproximado de \$2.191,78 dólares, multiplicando este valor por 8 días de mejora en el escenario pesimista se obtiene el valor total de **\$17.534,24** dólares de ahorro por reducción en el calendario. Esto se detalla en la **Tabla 70**.

Tiempo en días	Mejora Pesimista CMMI	Tiempo ahorrado en días	Costo por día (USD.)	Total Anual (USD.)
365	2%	8	\$ 2.191,78	\$ 17.534,24

Tabla 70: Mejora Pesimista en Calendario

Si se analiza la mejora promedio que plantea CMMI en las estadísticas con un valor del 50%, se obtiene que el tiempo de desarrollo se reduce a 6 meses. Esto se detalla en la **Tabla 71**.

Tiempo en días	Mejora Pesimista CMMI	Tiempo ahorrado en días	Costo por día (USD.)	Total Anual (USD.)
365	50%	182.5	\$ 2.191,78	\$ 400.000,00

Tabla 71: Mejora Promedio en Calendario

Por lo tanto, si en la mejora promedio se tienen 8 proyectos anuales con un presupuesto total de \$800.000 dólares y el tiempo de desarrollo se reduce 6 meses, se tiene una ganancia de 400.000 dólares anuales.

- **Productividad**

La productividad de las 40 personas que posee el Área de Investigación y Desarrollo de Cobiscorp tendría una mejora pesimista de un 11% de acuerdo a las estadísticas de SEI, por lo tanto se tendrá una mayor productividad del personal involucrado ya que no se perderá tiempo en rehacer el trabajo pues los procesos están claramente definidos.

El salario promedio aproximado mensual de 1 persona del área de Investigación y Desarrollo es de \$1.600 dólares, esto multiplicado por 40 personas da un total de \$768.000 dólares al año en salarios del área, con la mejora pesimista del 11% propuesta por CMMI se obtiene una mejora de \$84.480 dólares anuales. El resultado se muestra en detalle en la **Tabla 72**.

Personal del Área de I&D	Costo Promedio de sueldo (USD.)	Costo anual Salarios (USD.)	Mejora Pesimista CMMI	Total Anual (USD.)
40	\$ 1.600,00	\$ 768.000,00	11%	\$ 84.480,00

Tabla 72: Mejora Pesimista en la Productividad anual

SEI en su estadísticas promedio estima que habrá una mejorara en un 61% en la productividad de los recursos, por tanto existirá una mejora de **\$468.480** dólares anuales en este supuesto escenario como se muestra en la **Tabla 73**.

Personal del Área de I&D	Costo Promedio de sueldo (USD.)	Costo anual Salarios (USD.)	Mejora Promedio CMMI	Total Anual (USD.)
40	\$ 1.600,00	\$ 768.000,00	61%	\$ 468.480,00

Tabla 73: Mejora Promedio en la Productividad anual

- **Calidad**

El beneficio fundamental que se verá reflejado al seguir las políticas y procedimientos que plantea el presente proyecto de tesis, es la mejora de calidad del producto de software desarrollado, ésta según SEI se verá incrementada en promedio en un 2%.

Al mejorar la calidad del producto de software se tendrán menos incidentes de errores en producción por lo tanto menos costos en soporte, el costo mensual del soporte que fue calculado en la sección 4.3.4.5 relacionada con incidentes es de **\$147.367** dólares, de este valor en la mejora pesimista, se reduciría el 2% de incidentes, esto representa aproximadamente \$2.947 dólares de ahorro mensual. Esto se presenta en la **Tabla 74**.

Costo mensual de soporte bugs USD.	Mejora Pesimista CMMI	Total mensual USD.	Total anual USD.
\$ 147.367,00	2%	\$ 2.947,00	\$ 35.364,00

Tabla 74: Mejora pesimista en la calidad

Si se analiza la mejora promedio que es del 48% que propone CMMI, en reducción de incidentes se ahorraría \$ **70.736,16** dólares mensuales como se detalla en la **Tabla 75**.

Costo mensual de soporte bugs USD.	Mejora Promedio CMMI	Total mensual USD.	Total anual USD.
\$ 147.367,00	48%	\$ 70.736,16	\$ 848.833,92

Tabla 75: Mejora promedio en la calidad mensual

- **Satisfacción al Cliente**

Como consecuencia de la mejora de la calidad, la satisfacción del cliente en la mejora pesimista se incrementa un 4% según el SEI. Con el objetivo de cuantificar este valor asumimos que esto atraerá un 1% de incremento en las ventas anuales de Cobiscorp. Dado que Cobiscorp tiene ingresos promedio por ventas de \$25'000.000 dólares por año, el 1 % de incremento en las ventas representaría \$250.000 dólares de ingresos adicionales para la empresa. Esto se indica en la **Tabla 76**.

Ventas Anuales Promedio (USD.)	Porcentaje Pesimista de Incremento en Ventas	Total anual
\$ 25'000.000,00	1%	\$ 250.000,00

Tabla 76: Mejora pesimista satisfacción al cliente anual

La mejora promedio de las estadísticas de CMMI para la satisfacción al cliente se establece en un 14%. Con el objetivo de cuantificar este beneficio se asume un incremento de un 4% de ventas, obteniendo una ganancia de \$1'000.000 de dólares aproximadamente, esto se puede ver en la **Tabla 77**.

Ventas Anuales Promedio (USD.)	Porcentaje promedio de Incremento en Ventas	Total anual
\$ 25'000.000,00	4%	\$ 1'000.000,00

Tabla 77: Mejora promedio de satisfacción al cliente anual

4.3.5.2. Cuantificación de Beneficios

En la **Tabla 78** se tiene la suma de todos los beneficios en base a las estimaciones obtenidas anteriormente, la cual indica un total de beneficios anuales que traerá consigo la propuesta de políticas y procedimientos tomando los datos proporcionados por el SEI, en el escenario pesimista, pero se podría

incluso llegar a mayores beneficios si se considera la mejora promedio o la mejora más alta.

Categoría de Beneficio	Beneficio Anual Estimado (USD.)
Reducción de Costos	\$ 24.000,00
Reducción en Calendario	\$ 17.534,00
Mejora en Productividad	\$ 84.480,00
Mejora Calidad	\$ 35.364,00
Satisfacción al Cliente	\$ 250.000,00
Total Anual	\$ 411.378,00

Tabla 78: Descripción de beneficios anuales³⁶

De las estimaciones efectuadas, se puede determinar un beneficio estimado total anual de \$411.378 dólares.

4.3.5.3. Proyección de beneficios durante los 5 primeros años

En base a los cálculos se esperarían beneficios de acuerdo a lo indicado en la **Tabla 79** estimados a lo largo de 5 años posteriores a la implementación de la propuesta de políticas y procedimientos. Con el propósito de efectuar esta cuantificación de una manera lo más real posible, se considera un porcentaje variable de cumplimiento de los beneficios que inicia con apenas el 5 % dado que a lo largo del año de implementación ya se contarán con algunos procesos implementados y operando. Este porcentaje crece a partir del año 1 y 2 en un 10% cada año, luego para los años 3 y 4 se asume un crecimiento del 25% hasta llegar al 100% en el año 5, ya que los beneficios serán más palpables en este tiempo.

Año	Beneficios Esperados (USD.)	Porcentaje alcanzado	Beneficios Reales Obtenidos (USD.)
0	\$ 411.378,00	5%	\$ 20.568,90
1	\$ 411.378,00	15%	\$ 61.706,70
2	\$ 411.378,00	25%	\$ 102.844,50
3	\$ 411.378,00	50%	\$ 205.689,00
4	\$ 411.378,00	75%	\$ 308.533,50
5	\$ 411.378,00	100%	\$ 411.378,00
Total de Beneficios:			\$ 1'110.720,60

Tabla 79: Beneficios estimados del proyecto en los primeros 5 años

³⁶ [24] SEI Software Engineering Institute: Reportes Estadísticos <http://www.sei.cmu.edu/reports/06tr004.pdf> . Sep 2010.

4.3.6. Determinación del flujo de caja y cálculo de las variables financieras (VAN, TIR, PRI).

En la **Figura 25** se presenta un esquema que permite visualizar la relación de los costos y beneficios en los 5 primeros años del proyecto, tomando los datos del punto anterior.

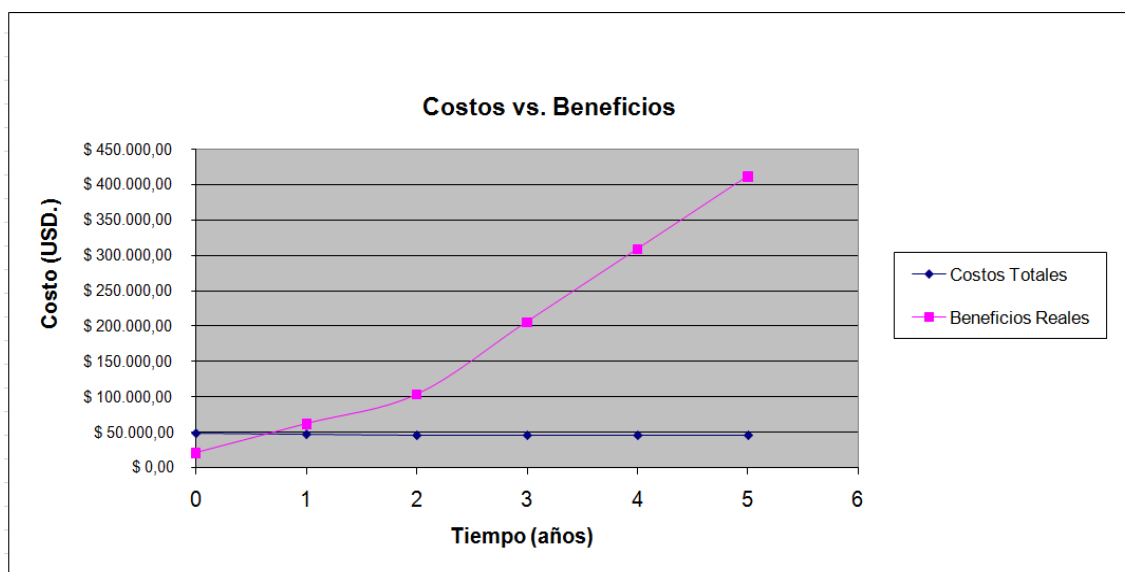


Figura 25: Gráfico de la relación Costo vs. Beneficios del Proyecto

A continuación, en la **Tabla 80** se presenta el flujo de caja y la sumatoria correspondiente para luego efectuar los cálculos de los indicadores financieros que permitirán concluir respecto a la factibilidad financiera de la aplicación de políticas y procedimientos para el Control de Calidad de las Empresas Desarrolladoras de Software motivo de éste análisis:

Años	Costos Totales (USD.)	Beneficios Reales (USD.)	Flujo Neto de Caja (FNC)	Sumatoria FNC (SFNC)
0	\$ 49.025,00	\$ 20.568,90	-28.456,10	-28.456,10
1	\$ 47.525,00	\$ 61.706,70	14.181,70	-14.274,40
2	\$ 46.200,00	\$ 102.844,50	56.644,50	42.370,10
3	\$ 46.200,00	\$ 205.689,00	159.489,00	201.859,10
4	\$ 46.200,00	\$ 308.533,50	262.333,50	464.192,60
5	\$ 46.200,00	\$ 411.378,00	365.178,00	829.370,60

Tabla 80: Distribución de costos y Beneficios del Proyecto

Utilizando estos datos y la columna FNC con ayuda de Microsoft Excel se calculan los valores indicados en la **Tabla 81**

TASA INTERNA DE RETORNO	171%
VAN AL FINAL DEL PRIMER PERIODO	\$ 506.364,14

Tabla 81: Indicadores VAN y TIR

Se considera para el cálculo una tasa de descuento del 10 % estándar para inversiones en dólares.

El período de recuperación de la inversión se calcula de la siguiente manera:

$$PRI = t1 + |SFNC1| * (t2 - t1) / (|SFNC1| + |SFNC2|)$$

Donde t1 y t2 corresponden a los años en los que se produce el cambio de signo de la columna SFNC de la **Tabla 80**.

$$PRI = 1 + 14.274,4 * 1 / (14.274,4 + 42.370,1)$$

$$PRI = 1.25 \text{ años}$$

La **Figura 26** grafica los resultados del periodo de recuperación de la inversión realizada:

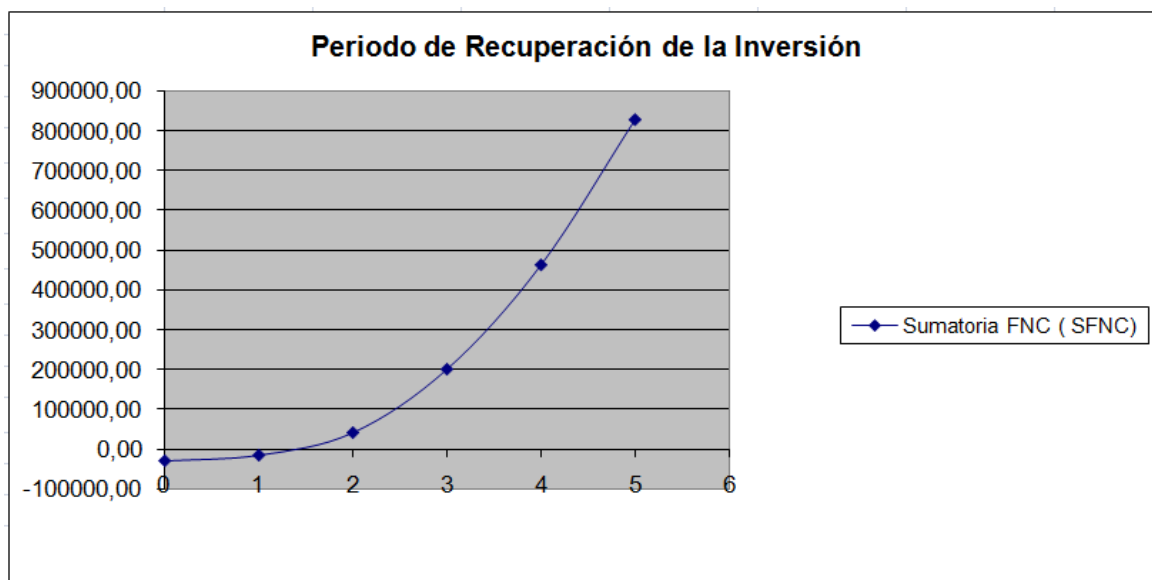


Figura 26: Gráfico del período de recuperación de la inversión

4.3.6.1. Análisis de la Factibilidad Económica

El cálculo del valor actual neto VAN resulta en un valor de \$506.364,14 dólares, que a más de ser un valor mayor que cero para considerar el proyecto como factible, indica un fuerte predominio de los beneficios frente a los costos.

De este valor se concluye que el proyecto es altamente recomendable y que de no hacerlo, se está dejando de percibir un valor económico importante.

La tasa interna de retorno es del 171% que supera de forma considerable la tasa mínima recomendada para inversiones en dólares, por lo cual el proyecto desde la perspectiva de este indicador financiero es muy recomendable.

El cálculo del PRI demuestra que en 1.25 años la inversión está recuperada, es decir, prácticamente un año y cuarto luego de la implementación del proyecto se ha recuperado la inversión.

En conclusión, los indicadores demuestran que el proyecto es altamente beneficioso y que Cobiscorp debería ejecutarlo. Se debe considerar que para la estimación de beneficios se utilizó una perspectiva bastante pesimista. Una eficiente implementación de las políticas y procedimientos podría conducir a beneficios muchos mayores a los mencionados en este análisis.

4.4. Validación de la Propuesta

La validación consiste en el análisis de las necesidades de la empresa de desarrollo de software para determinar:

- Si el proyecto es factible en las áreas: Económica, Técnica, Operativa y Organizativa.
- Si el proyecto propuesto será útil o no, y en cuales condiciones se debe desarrollar para que sea exitoso.
- Si el proyecto propuesto contribuye con la mejora en la calidad de los sistemas de información como producto entregable de la empresa desarrolladora de software.

4.4.1. Análisis de factibilidad

Para este punto se realizará un análisis de factibilidad que nos mostrará las posibilidades que tiene el proyecto de llevarse a cabo dentro de la organización.

Las decisiones de los diferentes inconvenientes que puedan suscitarse con el proyecto en marcha, sólo pueden ser tomadas sobre la base de evidencias y cálculos correctos, de manera que se tenga mucha seguridad de que el proyecto se desempeñará correctamente y que producirá los beneficios esperados. Para tal efecto se utilizarán los siguientes tipos de factibilidad:

- **Factibilidad Económica:** Como se describió en el punto 4.3 del presente documento con el Análisis Costo Beneficio el proyecto es económicamente factible para la empresa.
- **Factibilidad Técnica:** Evalúa si los medios técnicos existentes son los apropiados para la implementación de la propuesta.
- **Factibilidad Operativa:** Si la propuesta va a ser usada en la empresa desarrolladora de software, determina si el personal está capacitado para utilizarla y seguir los procedimientos.
- **Factibilidad Organizativa:** Interpreta el clima y la cultura organizacional del área de Investigación y Desarrollo de la empresa Cobiscorp.

4.4.1.1. Factibilidad Técnica:

Para demostrar si el proyecto es factible desde el punto de vista técnico se elaborará un cuestionario estructurado con respuestas de si o no, que englobará cada área de proceso y se aplicará al Gerente de Desarrollo de Cobiscorp.

- **Cuestionario**

Este cuestionario de la **Tabla 82** se encuentra dividido por cada una de las áreas de proceso de la categoría de Ingeniería para el desarrollo de Software que propone CMMI y busca identificar si el Departamento de Desarrollo dispone de herramientas técnicas para aplicar la propuesta.

Gestión de Requerimientos	SI	NO	CONSECUENCIA
1. ¿El Área de Desarrollo dispone de herramientas técnicas que cumplan los requerimientos del proceso?			Sí..... es factible técnicamente. No..... continúe el siguiente punto.
2. ¿Se podría utilizar en el proceso la Herramienta Cmm-quest descrito en el Capítulo 3?			Sí..... es factible técnicamente. No..... continúe el

			siguiente punto.
3. ¿Se podría utilizar en el proceso los formularios Excel descritos en el Anexo 1?			
Desarrollo de Requerimientos	SI	NO	CONSECUENCIA
4. ¿El Área de Desarrollo dispone de herramientas técnicas que cumplan los requerimientos del proceso?			Sí..... es factible técnicamente. No..... continúe el siguiente punto.
5. ¿Se podría utilizar en el proceso la Herramienta Cmm-quest descrito en el Capítulo 3?			Sí..... es factible técnicamente. No..... continúe el siguiente punto.
6. ¿Se podría utilizar en el proceso los formularios Excel descritos en el Anexo 1?			Sí..... es factible técnicamente. No..... continúe el siguiente punto.
Solución Técnica	SI	NO	CONSECUENCIA
7. ¿El Área de Desarrollo dispone de herramientas técnicas que cumplan los requerimientos del proceso?			Sí..... es factible técnicamente. No..... continúe el siguiente punto.
8. ¿Se podría utilizar en el proceso la Herramienta Cmm-quest descrito en el Capítulo 3?			Sí..... es factible técnicamente. No..... continúe el siguiente punto.
9. ¿Se podría utilizar en el proceso los formularios Excel descrito en el Capítulo 3?			Sí..... es factible técnicamente. No..... continúe el siguiente punto.
Integración de Productos	SI	NO	CONSECUENCIA
10. ¿El Área de Desarrollo dispone de herramientas técnicas que cumplan los requerimientos del proceso?			Sí..... es factible técnicamente. No..... continúe el siguiente punto.
11. ¿Se podría utilizar en el proceso la Herramienta Cmm-quest descrito en el Capítulo 3?			Sí..... es factible técnicamente. No..... continúe el siguiente punto.
12. ¿Se podría utilizar en el proceso los formularios Excel descritos en el Anexo 1?			Sí..... es factible técnicamente. No..... continúe el siguiente punto.
Verificación	SI	NO	CONSECUENCIA
13. ¿El Área de Desarrollo dispone de herramientas técnicas que cumplan los requerimientos del proceso?			Sí..... es factible técnicamente. No..... continúe el siguiente punto.
14. ¿Se podría utilizar en el proceso la Herramienta Cmm-quest descrito en el Capítulo 3?			Sí..... es factible técnicamente. No..... continúe el siguiente punto.
15. ¿Se podría utilizar en el proceso los formularios Excel descritos en el Anexo 1?			Sí..... es factible técnicamente. No..... continúe el siguiente punto.
Validación	SI	NO	CONSECUENCIA
16. ¿El Área de Desarrollo dispone de herramientas técnicas que cumplan los			Sí..... es factible técnicamente.

requerimientos del proceso?			No..... continúe el siguiente punto.
17. ¿Se podría utilizar en el proceso la Herramienta Cmm-quest descrito en el Capítulo 3?			Sí..... es factible técnicamente. No..... continúe el siguiente punto.
18. ¿Se podría utilizar en el proceso los formularios Excel descritos en el Anexo 1?			Sí..... es factible técnicamente. No..... continúe el siguiente punto.

Tabla 82: Cuestionario de Análisis de Factibilidad Técnica

- **Aplicación del cuestionario**

El cuestionario fue aplicado de acuerdo al detalle que presenta la **Tabla 83**.

- Contacto: Gerente de Desarrollo
- Fecha: 20 de Agosto 2010
- Hora: 16h30
- Lugar: Departamento de Investigación y Desarrollo.

Gestión de Requerimientos	SI	NO
1. ¿El Área de Desarrollo dispone de herramientas técnicas que cumplan los requerimientos del proceso?		X
2. ¿Se podría utilizar en el proceso la Herramienta Cmm-quest descrito en el Capítulo 3?	X	
3. ¿Se podría utilizar en el proceso los formularios Excel descritos en el Anexo 1?	X	
Desarrollo de Requerimientos	SI	NO
4. ¿El Área de Desarrollo dispone de herramientas técnicas que cumplan los requerimientos del proceso?		X
5. ¿Se podría utilizar en el proceso la Herramienta Cmm-quest descrito en el Capítulo 3?	X	
6. ¿Se podría utilizar en el proceso los formularios Excel descritos en el Anexo 1?	X	
Solución Técnica	SI	NO
7. ¿El Área de Desarrollo dispone de herramientas técnicas que cumplan los requerimientos del proceso?	X	
8. ¿Se podría utilizar en el proceso la Herramienta Cmm-quest descrito en el Capítulo 3?	X	
9. ¿Se podría utilizar en el proceso los formularios Excel descrito en el Capítulo 3?	X	
Integración de Productos	SI	NO
10. ¿El Área de Desarrollo dispone de herramientas técnicas que cumplan los requerimientos del proceso?		X
11. ¿Se podría utilizar en el proceso la Herramienta Cmm-quest descrito en el Capítulo 3?	X	
12. ¿Se podría utilizar en el proceso los formularios Excel descritos en el Anexo 1?	X	
Verificación	SI	NO
13. ¿El Área de Desarrollo dispone de herramientas técnicas que cumplan los requerimientos del proceso?		X

14. ¿Se podría utilizar en el proceso la Herramienta Cmm-quest descrito en el Capitulo 3?	X	
15. ¿Se podría utilizar en el proceso los formularios Excel descritos en el Anexo 1?	X	
Validación	SI	NO
16. ¿El Área de Desarrollo dispone de herramientas técnicas que cumplan los requerimientos del proceso?		X
17. ¿Se podría utilizar en el proceso la Herramienta Cmm-quest descrito en el Capitulo 3?	X	
18. ¿Se podría utilizar en el proceso los formularios Excel descritos en el Anexo 1?	X	
TOTAL	13	5

Tabla 83: Aplicación del Cuestionario de Análisis de Factibilidad Técnica

El resultado del cuestionario se muestra en la **Tabla 84**, donde se puede apreciar que las respuestas afirmativas obtienen el 72 %.

RESPUESTA	TOTAL	Percentage %
SI	13	72.2
NO	5	27.8

Tabla 84: Resultado Cuestionario de análisis de Factibilidad Técnica

4.4.1.2. Factibilidad Operativa

Para realizar el análisis de factibilidad operativa del proyecto, se utilizará el cuestionario estructurado de la **Tabla 85** con preguntas cerradas de Si o No, el cual se aplicará al Gerente de Desarrollo de la Empresa Cobiscorp.

- **Cuestionario**

ANÁLISIS	SI	NO
1. ¿Existe apoyo suficiente por parte de los Directivos de Cobiscorp para implementar la propuesta de Políticas y Procedimientos para el control de calidad de sistemas de información basados en CMMI		
2. ¿El entorno administrativo de Cobiscorp soportará los cambios originados por la propuesta?		
3. ¿Se podrá adaptar el entorno administrativo a los cambios sustanciales que se originarán por la implantación del proyecto, sin que esto perjudique la consecución de los objetivos de otras áreas o entidades que no se relacionan con la operación del área de Desarrollo?		
4. ¿La propuesta es práctica para la realidad de área de Desarrollo de Cobiscorp, es de fácil uso y entendimiento?		
5. ¿Piensa que el recurso humano del área de Desarrollo de Software que la propuesta traerá beneficios para el desarrollo de sus actividades?		
6. ¿El recurso humano del área de Desarrollo tiene las habilidades suficientes para hacer uso la propuesta?		
7. ¿El recurso humano del área de Desarrollo puede adquirir habilidades suficientes para hacer uso de la propuesta?		

Tabla 85: Cuestionario de Análisis de Factibilidad Operativa

- **Aplicación del cuestionario**

El cuestionario fue aplicado de acuerdo al siguiente detalle de la **Tabla 86**:

- Contacto: Gerente de Desarrollo
- Fecha: 20 de Agosto 2010
- Hora: 16h30
- Lugar: Departamento de Investigación y Desarrollo.

ANÁLISIS	SI	NO
1. ¿Existe apoyo suficiente por parte de los Directivos de Cobiscorp para implementar la propuesta de Políticas y Procedimientos para el control de calidad de sistemas de información basados en CMMI	X	
2. ¿El entorno administrativo de Cobiscorp soportará los cambios originados por la propuesta?	X	
3. ¿Se podrá adaptar el entorno administrativo a los cambios sustanciales que se originarán por la implantación del proyecto, sin que esto perjudique la consecución de los objetivos de otras áreas o entidades que no se relacionan con la operación del área de Desarrollo?	X	
4. ¿La propuesta es práctica para la realidad de área de Desarrollo de Cobiscorp, es de fácil uso y entendimiento?	X	
5. ¿Piensa que el recurso humano del área de Desarrollo de Software que la propuesta traerá beneficios para el desarrollo de sus actividades?	X	
6. ¿El recurso humano del área de Desarrollo tiene las habilidades suficientes para hacer uso la propuesta?	X	
7. ¿El recurso humano del área de Desarrollo puede adquirir habilidades suficientes para hacer uso de la propuesta?	X	
TOTAL	7	0

Tabla 86: Aplicación del Cuestionario de análisis de Factibilidad Operativa

El resultado del cuestionario se muestra en la **Tabla 87**, donde se puede apreciar que las respuestas afirmativas obtienen el 100 %.

RESPUESTA	TOTAL	%
SI	7	100.0
NO	0	0.0

Tabla 87: Resultado Cuestionario de Análisis de Factibilidad Operativa

4.4.1.1 Factibilidad Organizativa:

Para el análisis organizacional se utilizó la información que se encuentra en el sitio web de Cobiscorp que es la biblioteca virtual, en la cual se identificó las causas y características más importantes del comportamiento y estructura organizativa de la empresa.

El trabajo consiste en hacer un mapeo de los roles de Cobis con los roles de la propuesta realizada, seguido se analizará si estos son compatibles, a su vez se verificará que las responsabilidades de cada rol sean cubiertas en su totalidad y de esta forma visualizar si es factible Organizacionalmente la aplicación de la propuesta. El organigrama de la empresa Cobiscorp se lo visualiza en la **Figura 27**, en donde se pueden apreciar áreas como:

- Soluciones Bancarias
- R&D
- Financiera
- Control de Versiones
- Marketing
- Métodos
- Recursos Humanos

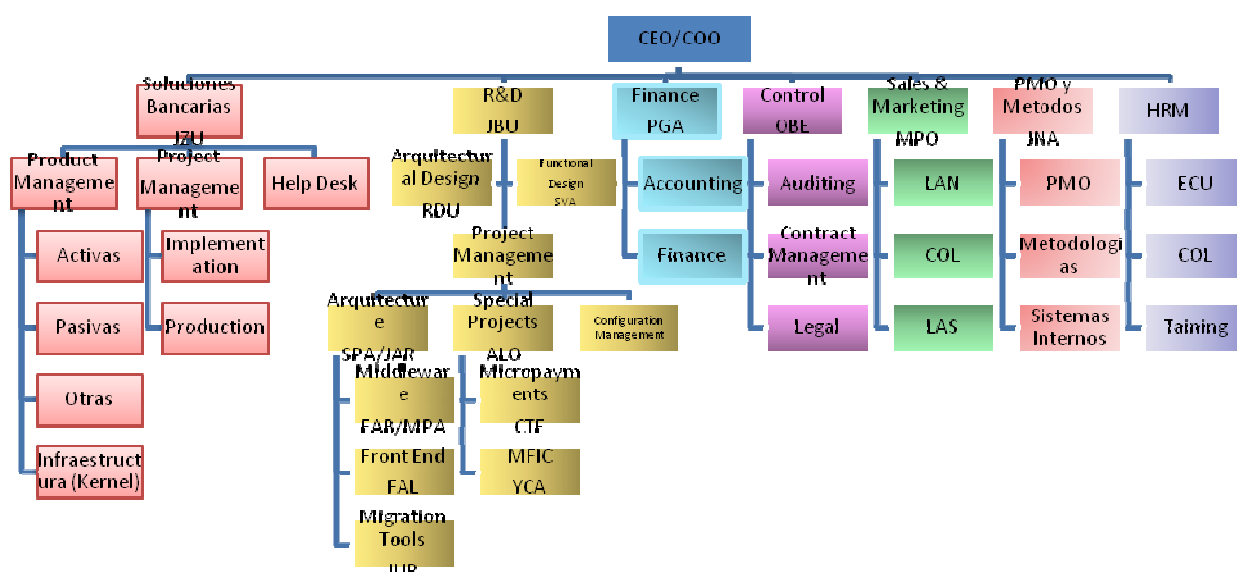


Figura 27: Organigrama Cobiscorp

Dentro del área de Investigación y Desarrollo, que es donde se va a implementar la propuesta se manejan los siguientes roles representados en la **Tabla 88**.

NUMERO ROL COBIS	Cargo	Rol	Cantidad
1	Vicepresidente de Tecnología	<ul style="list-style-type: none"> • Responsable de toda el área y su buen desempeño • Visionario de Tendencias y Proyectos 	1

2	Gerente de Producto	<ul style="list-style-type: none"> • Responsable Financiero • Responsable de Control y Seguimiento de Proyectos 	1
3	Gerentes De Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • Responsable de Control de Proyectos • Responsable de la parte funcional del producto 	2
4	Arquitectos	<ul style="list-style-type: none"> • Responsable de la Arquitectura del producto 	4
5	Desarrolladores	<ul style="list-style-type: none"> • Responsables del desarrollo de las aplicaciones 	20
6	Tester	<ul style="list-style-type: none"> • Responsable de verificar el funcionamiento correcto de los productos 	1
7	Pasantes	<ul style="list-style-type: none"> • Participan en el desarrollo de aplicaciones y tareas afines a tiempo parcial. 	6

Tabla 88: Roles área de Investigación y Desarrollo

Los roles planteados en la propuesta de Políticas y Procedimientos para el Control de Calidad de Sistemas de Información en Empresas de Desarrollo de Software basado en CMMI son los siguientes que se muestran en la **Tabla 89**.

Rol	Descripción
Jefe de Proyecto	Es el responsable ante la gerencia del desarrollo y mantenimiento del proyecto.
Analista	Incluye a los analistas de requerimientos avocados en un proyecto
Arquitecto	Responsable de definir la arquitectura lógica y tecnológica que será usada para el desarrollo, soporte, mantenimiento y operación del Sistema.
Desarrollador	Corresponde a los programadores del Sistema.
Tester	Encargados de hacer las pruebas de los componentes del Sistema y del Sistema completo.
Integrador	Responsable de unir los componentes separados para formar el Sistema completo.
Stakeholders	Involucra a todas las personas u organizaciones que son afectados por el Sistema. Puede incluir a miembros del proyecto, proveedores, clientes, usuarios finales y otros.
Coordinador de Control de Calidad	Persona encargada de hacer los casos de prueba y supervisar el trabajo de los Testers
Diseñador	Responsable de llevar a cabo el diseño de los sistemas

Tabla 89: Distribución de Roles de la Propuesta Planteada

Como se puede ver los roles del área de Investigación y Desarrollo son similares a los roles de la Propuesta, la equivalencia más detallada se realizará en el análisis de Factibilidad Operativa en el siguiente punto.

4.5. Análisis de Resultados

4.5.1. Análisis de la Factibilidad Técnica

A nivel macro se evalúan las respuestas y se tiene un 72 % de contestaciones afirmativas lo cual indica que llevar a cabo el proyecto en Cobiscorp es factible. La representación de éste análisis se observa en la **Figura 28**.

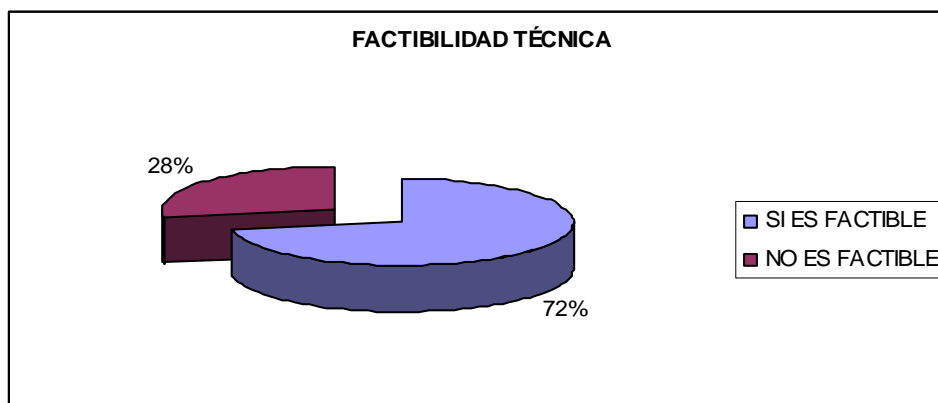


Figura 28: Análisis de Factibilidad Técnica

A nivel específico se puede detallar el estado actual del Área de Investigación y Desarrollo con cada área de proceso que describe CMMI. El análisis del Estado del Área de Investigación y Desarrollo se detalla en la **Tabla 90**.

Área de Proceso	Descripción
Gestión de Requerimientos	Actualmente el área de desarrollo no dispone de herramientas que cumplan el proceso de gestión de requerimientos de forma organizada pero se puede apoyar con la herramienta CMM-Quest y el programa con macros Excel descritos en el capítulo 3 para tener una idea clara del seguimiento del mismo
Desarrollo de Requerimientos	El área no cuenta con las herramientas necesarias para una correcta estimación del proceso de desarrollo, además se podrían utilizar las herramientas propuestas para hacer el seguimiento del mismo
Solución Técnica	El área de Desarrollo si dispone de herramientas para la implementación técnica de las soluciones y para el control de este proceso se apoyarán en las herramientas propuestas
Integración de Productos	Para la integración de productos se usa Visual Source Safe como controlador de versiones, de tal forma que permite la integración de cada módulo en el producto a entregar
Verificación	El proceso de Verificación se maneja con pruebas unitarias sin ambientes reales, por lo que no se está realizando una adecuada verificación del producto y no se cuenta con herramientas.
Validación	La validación de la funcionalidad se la está realizando con una sola persona que realiza pruebas funcionales de algunos productos por lo que tampoco se realiza el proceso correctamente y no se tiene herramientas de automatización de

	pruebas funcionales.
--	----------------------

Tabla 90: Estado Actual del Área de Investigación y Desarrollo

4.5.2. Análisis Factibilidad Operativa

Las respuestas obtenidas en base a la evaluación del cuestionario muestran una factibilidad del 100%, como se puede observar en la **Figura 29**.

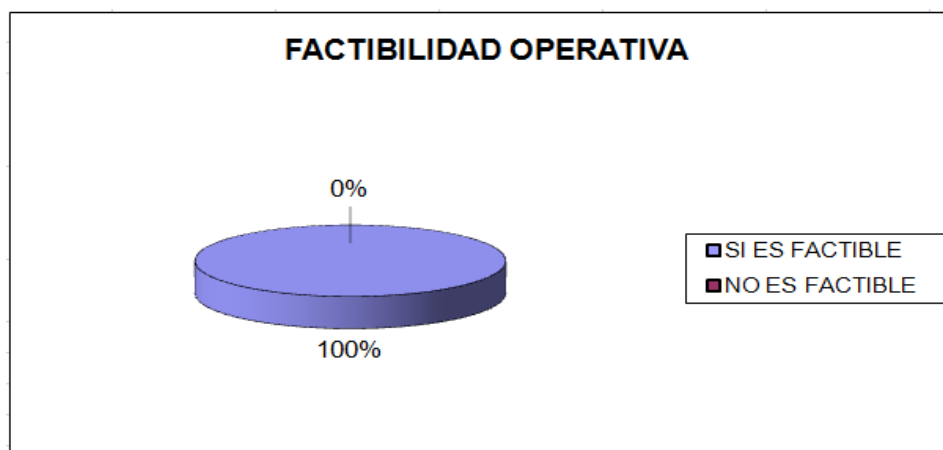


Figura 29: Resultados del cuestionario de Factibilidad Operativa

Para detallar las respuestas del cuestionario y analizar el estado actual de la empresa seleccionada se hace el siguiente análisis.

Existe apoyo de la gerencia de la empresa para la implementación de esta propuesta en el área de tecnología ya que por disposición de los principales Directivos el objetivo de la empresa es fortalecer la calidad de los productos de software desarrollados de tal forma de llegar a ser una "Empresa de Calidad".

El Gerente de Desarrollo concluye que la propuesta es fácil de entender y aplicable a la realidad de la Empresa ya que con esto se reducirían los errores en los productos y paralelamente aumentaría la calidad de los mismos. El Gerente de Desarrollo piensa que la solución planteada ayudará al personal a realizar mejor su trabajo dado que los procesos estarán claramente definidos.

El personal de la empresa es un personal altamente capacitado, pero es necesario darles a conocer la propuesta y la forma como será llevado a cabo la misma, esto se lo haría con una capacitación al personal.

4.5.3. Análisis de la Factibilidad Organizativa

En este punto se detalla la equivalencia entre los roles del Área de Investigación y Desarrollo de Cobiscorp y los roles que se plantearon en la Propuesta de Políticas y Procedimientos para el Control de Calidad de Software que contempla la presente Tesis.

La **Tabla 91**, en la primera columna indica los roles Cobiscorp descritos anteriormente y a continuación como estos encajarían con los roles de la propuesta planteada ya que contienen las mismas actividades.

ROL COBIS	Rol de la Propuesta	Descripción
Gerentes De Proyectos	Jefe de Proyecto	Es el responsable ante la gerencia del desarrollo y mantenimiento del proyecto.
Gerentes De Proyectos	Analista	Incluye a los analistas de requerimientos avocados en un proyecto
Arquitectos	Arquitecto	Responsable de definir la arquitectura lógica y tecnológica que será usada para el desarrollo, soporte, mantenimiento y operación del Sistema.
Desarrolladores	Desarrollador	Corresponde a los programadores del Sistema.
Tester	Tester	Encargados de hacer las pruebas de los componentes del Sistema y del Sistema completo.
Arquitectos	Integrador	Responsable de unir los componentes separados para formar el Sistema completo.
Clientes Externos e Internos	Stakeholders	Involucra a todas las personas u organizaciones que son afectados por el Sistema. Puede incluir a miembros del proyecto, proveedores, clientes, usuarios finales y otros.
Tester	Coordinador de Control de Calidad	Persona encargada de hacer los casos de prueba y supervisar el trabajo de los Testers
Arquitectos	Diseñador	Responsable de llevar a cabo el diseño de los sistemas

Tabla 91: Mapeo de Roles Cobis y Roles de la Propuesta para Análisis de Factibilidad Organizativa

Por lo tanto, en la factibilidad Organizativa queda en evidencia que los roles de Cobis y de la Propuesta son compatibles en base a las actividades que realizan como se pudo apreciar en el presente análisis.

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los objetivos planteados con este proyecto de titulación fueron cubiertos en su totalidad, llegando a generar un documento que recoge de manera simplificada una propuesta de Gestión de Calidad de software mediante un conjunto de procesos, políticas y procedimientos prácticos que las Empresas de desarrollo de Software pueden poner en marcha para mejorar la calidad de los productos de software que brindan.
- Esta propuesta ayudará a establecer objetivos y prioridades en mejoras de procesos para el desarrollo de productos informáticos mejorando de forma directa la calidad en los productos
- Además puede ser usada como guía para mejorar los procesos a nivel de proyecto y de organización.
- Se debe tomar en cuenta que los responsables de la calidad en el producto de desarrollo no son solamente las personas involucradas en la calidad y el mejoramiento continuo, sino todas las personas que activamente participan en el proceso de desarrollo de software, es decir todos son partícipes en la construcción de un producto de calidad.
- Lo que se busca es crear un ambiente de trabajo donde hacer las cosas bien desde la primera vez sea el objetivo, donde la calidad sea diseñada e integrada a cada actividad en lugar de ser inspeccionada después de realizado.

5.2. Recomendaciones

- Si bien las realidades de cada Empresa de Desarrollo de Software son distintas, se recomienda utilizar los principios de la calidad al arrancar un proyecto de implementación de una propuesta de Gestión de Calidad como la presentada en esta Tesis, pues de esta manera se generaría una economía de escala que aumentaría la factibilidad económica, técnica y operativa para conseguir los resultados y los beneficios esperados.
- Si determinada empresa decide implementar la propuesta planteada, se recomienda no solo difundir las políticas y procedimientos contenidos en dicha propuesta; sino también monitorear constantemente su cumplimiento y adecuada utilización.
- Se recomienda tomar la propuesta de Políticas y Procedimientos para el Control de Calidad en Sistemas de Información de las empresas Desarrolladoras de Software que presenta esta Tesis como referencia para la implementación de procesos de mejora de la calidad en el desarrollo de sus productos de software, para lo cual es importante comenzar esta mejora capacitando al personal interno, dicha propuesta no representa un gasto, sino una inversión que puede ser recuperada al corto plazo tal como se pudo constatar en la cuantificación de beneficios presentados en el capítulo 4.
- Se recomienda adicionalmente que todo Directivo de la empresa tome en cuenta la verdadera importancia que la calidad de un producto representa tanto para la organización como para el cliente final, todo esto sobre una base sólida de políticas y procedimientos como los propuestos en el presente proyecto de Tesis.
- Se recomienda tomar como base los formularios sugeridos y detallados en cada uno de los procesos de la propuesta de Políticas y Procedimientos para el Control de Calidad en Sistemas de Información en las empresas desarrolladoras de Software, dado que los datos de los formularios nos permitirán tener un documento que respalde el seguimiento de la política y el procedimiento y a la vez será una constancia de la mejora continua del proceso.

Bibliografía

- [1] **MGAR**. Introducción Conceptos Calidad <http://www.mgar.net/soc/isointro.htm>
Abril 2010.
- [2] **GRUPO GIDIS**. Calidad del Software http://gidis.ing.unlpam.edu.ar/downloads/pdfs/Calidad_software.PDF Abril 2010.
- [3] **SEI**. CMMI [www.sei.cmu.edu/library/assets/\[sei\]06tr008.pdf](http://www.sei.cmu.edu/library/assets/[sei]06tr008.pdf) , Abril 2010.
- [4] **BVS**. Un enfoque actual sobre la calidad del software
http://www.bvs.sld.cu/revistas/aci/vol3_3_95/aci05395.htm Abril 2010.
- [5] **IIN**. Congreso Nacional de Software Libre, CONSOL-México (2004) Zavala Ruiz, J. http://negro.iing.mx/uabc.mx/~bflores/gc/paperISO10006_others.pdf
Abril 2010.
- [6] **SEI** Carnegie Mellon Software Engineering Institute: CMMI <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/> Abril 2010.
- [7] **Modelos de Gestión de Calidad**: Calidad del Software http://modelosdegestiondelacalidad.blogspot.com/2008/01/modelos-gestion-de-calidad-delsoftware_12.html Abril 2010.
- [8] **ISO**: ISO 9001:2000 http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=21823 Abril 2010.
- [9] **CONSEJO SUPERIOR DE ADMINISTRACIÓN ELECTRONICA**: Métrica Versión 3: <http://www.csi.map.es/csi/metrica3/introduccion.pdf> Abril 2010.
- [10] **MICROSOFT**: Six Sigma <http://microsoft.com/download/6/5/0/6505f237-7942-4211-a8ba-9384e32f344a/sixsigma.doc> . Abril 2010.
- [11] **SIX SIGMA**: Etapas <http://www.sixsigmaonline.org/index.html> Abril 2010.

- [12] **ISO**. 2005. ISO/IEC 25000 Software and system engineering – Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) –Guide to SQuaRE. International Organization for Standardization. Ginebra, Suiza. 2005
- [13] **Chrissis MB**, Konrad M, Shrum S.. CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement. 2nd Edition ed: Addison-Wesley. 2006
- [14] **ISO**.. Software Product Evaluation–Quality Characteristics and Guidelines for their Use.ISO/IEC Standard 9126. International Organization for Standardization. 2001
- [15] **Roger Bate**, Dorothy Kuhn, Curt Wells, James Armitage, Gloria Clark, Kerinia Cusick, Suzanne Garcia, Mark Hanna, Robert Jones, Peter Malpass, Ilene Minnich, Hal Pierson, Tim Powell, Al Reichner: “A Systems Engineering Capability Maturity Model, Version 1.1”, 1995.
- [16] **Mary Beth Chrissis**, Mike Konrad, Sandy Shrum; “CMMI® for Development, v1.2” 2006. <http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/95.reports/pdf/mm003.95.pdf>
Abril 2010
- [17] **NIST**. 2002. Planning Report 02-3.The Economic Impacts of Inadequate Infrastructure for Software Testing. National Institute of Standards &Technology. Program Office Strategic Planning and Economic Analysis Group.
- [18] **SUPERINTENDENCIA DE COMPAÑIAS** . Empresas dedicadas al desarrollo de Sw http://www.supercias.gov.ec/consultas/inicio/inicio_cias_x_provincia_y_actividad.html. Abril 2010
- [19] **AESOFT**. Empresas Asociadas 2002. http://www.aesoft.com.ec/index.php?option=com_dsocios&task=searchdet§or=%25&tipo=%25&keyword=&x=11&y=6 , Abril 2010
- [20] **ISO 15504**. Niveles de Madurez <http://www.iso15504.es/index.php/los-niveles-de-madurez.html> , Abril 2010

[19] **AESOFT**. Cobiscorp la mejor empresa del año http://www.aesoft.com.ec/index.php?option=com_content&task=view&id=136&Itemid=59, Abril 2010

[20] Gryna, Frank .1988. Costos de Calidad. Manual de Control de Calidad de Juran.USA: Editorial McGraw – Hill.

[21] Crosby, Philip.1984. Calidad Sin Lágrimas. USA: Editorial McGraw-Hill.

[22] **La República.com** Cobiscorp en Colombia http://rse.larepublica.com.co/archivos/FINANZAS/2009-09-29/cobiscorp-royecta-ventas-por-us20-millones-en-colombia_84223.php. Sep 2010

[23] **PM CONSULTING GROUP**: CMMi Clases http://www.pmbcg.com/cmmi_v4/clases. Sep 2010.

[24] **SEI** Software Engineering Institute: Reportes Estadísticos <http://www.sei.cmu.edu/reports/06tr004.pdf> . Sep 2010.

[25] **SEI** Software Engineering Institute: Summary of the performance results http://www.sei.cmu.edu/cmmi/results/results_by-category.html. Sep 2010.

[26] **ROBERT A. BURGELMAN**, MODESTO A. MAIDIQUE, STEVEN C. WHEELWRIGHT HARDCOVER. Strategic Management of Technology and Innovation. McGraw-Hill Higher Education. July 2000.

[27]**AHEM, Dennis**. CMMI® Distilled: A Practical Introduction to Integrated Process Improvement, Tercera Edición. May 2008.

[28]**DUNAWAY**, Donna; CMMI Assessments. Motivating Positive Change, Ed. Addison Wesley 2005.

[29]**Hernández R, Fernández C, Baptista P**. Metodología de la Investigación 2da. Ed. Mc Graw Hill, Colombia,1998

[30]**RAKITIN**, Steven., Software Verification and Validation: A Practitioner's Guide (Artech Computer Science Library) (Hardcover) 1988.

[31] **GRADY, Robert B.**, Practical Software Metrics for Project Management and Process Improvement. 2000

[32] **KAN, Stephen**, Metrics and Models in Software Quality Engineering, 1998.

[33] **JONES**, Applied Software Measurement Assuring Productivity and Quality, 2001.

[34] **IEEE** :Standards for a Software Quality Metrics. <http://standards.ieee.org>
Abril 2010

[35] **IEEE**: Estándares para Documentación de Pruebas de Software. IEEE 829 - 1998.

[36]**FISTERRA**: Tabla de Distribución Normal http://www.fisterra.com/mbe/investiga/distr_normal/distr_normal2.pdf Sep 2010.

[37] **Navega Polis**: Herramientas para auto-asesoría CMMI <http://www.navegapolis.net/content/view/346/86/> Sep 2010.