

“Métricas de Calidad de los Sistemas de Información – aplicación en la Certificación de Calidad de un Sistema de un empresa del sector hidrocarburífero”

Autor:

Silvia Jazmín Cochea Tomalá

silvia_cochea@hotmail.com

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Guayaquil – Ecuador Año 2009

RESUMEN

La tesis que se resume a continuación, tiene como objetivo principal presentar un modelo de evaluación a la calidad de software, aplicado a una empresa de exploración, explotación y desarrollo de operaciones hidrocarburíferas. La organización decidió implementar métricas de calidad para establecer la posibilidad de obtener la certificación de calidad en el desarrollo de sus productos software a medida; y, porque actualmente está muy vigente la necesidad de conseguir la satisfacción del cliente, el valor agregado que la calidad representa y el incursionar en mercados más exigentes.

En el capítulo I, se dan a conocer varios antecedentes y conceptos sobre la calidad de los sistemas de información; desde su evolución hasta la aparición de la necesidad de medir la calidad de los sistemas. En el capítulo II se analizan modelos de ciclo de vida de la calidad software, ontologías, calidad en el uso de métricas, proceso de evaluación de software; además se analizan herramientas estadísticas que ayudan al proceso de medición de la calidad en el proceso de certificación de calidad de los S.I. En el capítulo III, se analizan las normas o estándares internacionales de tecnología de información como ISO/IEC, las cuales proporcionan directrices para evaluar la calidad interna, externa y en uso del producto software.

En el capítulo IV se encuentra la aplicación en la certificación de la calidad de un sistema en una empresa del sector hidrocarburífero, donde se determinaron las métricas o indicadores que permiten medir la calidad de un producto software, partiendo de la comparación de parámetros de calidad de un proyecto con estimaciones realizadas mediante el uso de estándares internacionales o datos que aporta la experiencia en otros proyectos, y de acuerdo a las necesidades de la empresa y a los parámetros establecidos por la norma ISO/IEC 9126.

Sistemas de Información, Calidad, Métricas

Abstract

The thesis that is summarized next, have as main objective to present an evaluation model to the software quality, applied to exploration, exploitations and development of operations hidrocarburíferas company. The organization decided to implement metrics of quality to establish the possibility to obtain the certification of quality in the development from its products software measure; and because at the moment it is very effective the necessity to get the client's satisfaction, the added value that quality represents and intruding in more demanding markets.

In the chapter I, is given to know several antecedents and concepts about the quality of systems information; from their evolution until the appearance the necessity of measuring the quality of systems. In the chapter II, models of cycle life quality software, ontologies, quality in the use of metric, process of software evaluation are analyzed; are also analyzed statistical tools that help to the measuring process of quality in the process of certification quality systems information. In the chapter III, are analyzed the standard international of technology information like ISO/IEC, which provide guidelines to evaluate the internal, external and in use quality of the products software.

In the chapter IV are the application in the certification of quality of a system in a company of sector hidrocarburífero, where the metrics were determined to measure the quality of a product software, leaving of the comparison of quality parameters of a project with estimates carried out by means of the use of international standard or data that it contributes the experience in other projects, and according to the necessities of the company and to the parameters settled down by the standard ISO/IEC 9126.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

Este capítulo trata sobre varias definiciones que varios autores como Andreu, Ricart y Valor determinaron a los sistemas de información.

1.1. DEFINICIONES

Se define a los sistemas de información como un método que transforma datos brutos en información organizada, significativa y útil para la toma de decisiones efectiva para los gerentes. A la calidad como el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos. A la gestión de la calidad como el conjunto de actividades y medios necesarios para definir e implementar un sistema de calidad, por una parte; y responsabilizarse de su control, aseguramiento y mejora continua, por otra.

1.2. CALIDAD DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Calidad del software es el conjunto de cualidades que lo caracterizan y que determinan su utilidad y existencia, la cual plantea un adecuado balanceo de eficiencia, confiabilidad, facilidad de mantenimiento, portabilidad, facilidad de uso, seguridad e integridad. En este sentido la calidad del software es [1] "la concordancia con los requerimientos 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" (Presuman, 1998).

1.3. CAUSAS QUE ORIGINAN EL FRACASO DE LOS S.I.

Las principales causas que originan el fracaso de los sistemas de información son:

1. Falta de acuerdo entre los sistemas de información y la estrategia empresarial.
2. Escaso apoyo de la administración.
3. Mala identificación de las necesidades de información.

4. Escasa participación o influencia del usuario final.
5. Nula formación del personal.

1.4. NECESIDAD DE MEDICIÓN DE LOS S.I.

Debido a la importancia que tiene la calidad en los sistemas de información se crea la necesidad de medición en la gestión y el aseguramiento de la calidad del software.

A continuación se da una lista de diferentes cosas que se necesitan medir para alcanzar diferentes objetivos. Se presentan desde el punto de vista de los gestores y los ingenieros.

Los gestores necesitan medir:

- El coste de los diferentes procesos de la producción software.
- La productividad de la plantilla para determinar los pagos.
- La calidad de los productos software para poder comprobar diferentes proyectos.
- Definir objetivos medibles para los proyectos. Por ejemplo, cómo de fiable debe ser el sistema final.
- Medir atributos de recursos y procesos con el fin de determinar los factores que afectan al coste y a la productividad.
- Evaluar la eficacia de diferentes métodos y herramientas para determinar si sería útil incorporarlos a la compañía.

Los gestores ingenieros necesitan medir:

- Monitorear la calidad de la evolución de los sistemas a través de la medición de los procesos. Esto incluye los cambios hechos durante el diseño, o los errores detectados durante las fases de prueba.
- Especificar requisitos de calidad y realización en términos medibles estrictamente. De forma que estos requisitos sean medibles.
- Atributos de proceso y producto para certificación.
- Atributos de productos existentes o procesos reales para hacer predicciones sobre futuros productos y procesos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. CALIDAD EN EL PROCESO DE DESARROLLO DE SOFTWARE

La calidad debe estar presente en todas las etapas del proceso de desarrollo:

- Calidad en el diseño
- Calidad en la implementación
- Calidad en la satisfacción

2.2. MODELO DEL CICLO DE VIDA DE LA CALIDAD

La calidad del producto software puede ser evaluada midiendo atributos internos (medidas típicamente estáticas de productos intermedios), o midiendo atributos externos (midiendo típicamente el comportamiento del código cuando es ejecutado), o midiendo los atributos de aplicación de calidad en uso.

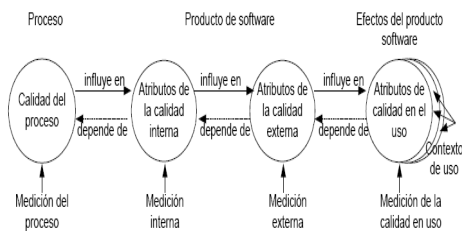


Figura 2.1 Ciclo de vida de la calidad

2.3. CALIDAD DEL PRODUCTO SOFTWARE Y EL CICLO DE VIDA

[5] Las **necesidades de calidad del usuario** son especificadas como requerimientos de calidad por las métricas de calidad en uso. La **calidad de uso** es la perspectiva del usuario desde un ambiente y contexto específico, esta mide la extensión en la cual los usuarios pueden conseguir sus metas en un ambiente particular.

Los **requerimientos de calidad externa** deben ser establecidos en la especificación de requerimientos de calidad usando métricas externas, se deben transformar en requerimientos de calidad interna y deben usarse como criterios cuando el producto es evaluado. La **calidad externa** es cuando el software es ejecutado, la cual es medida y evaluada en un ambiente simulado.

Los **requerimientos de calidad interna** son usados para especificar propiedades

internas del producto, pueden ser usados como objetivos para la validación en varias etapas de desarrollo. La **calidad interna** es medida y evaluada en base a los requerimientos internos de calidad (implementación, revisión y código fuente).

2.4. CONTROL DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE

El control de la calidad se logra mediante la ejecución de frecuentes inspecciones a las metodologías de trabajo y al uso de las herramientas, revisiones de prototipos y de las pruebas formales de los productos finales. Para controlar la calidad, los niveles directivos deben **establecer y monitorear conjunto de métricas**, que les proporcionen información suficiente para actuar en base a hechos.

2.5. MÉTRICAS DE CALIDAD DE S.I.

Las métricas son **escalas de unidades** sobre las cuales puede medirse un **atributo cuantificable**. En software se debe recopilar y analizar datos basándose en mediciones reales de software, así como a las escalas de medición. Los **atributos** son **características observables** del producto o del proceso de software. El término producto se utiliza para referirse a las especificaciones, a los diseños y a los listados del código.

Las métricas proporcionan una indicación de cómo se ajusta el software a los requisitos implícitos y explícitos del cliente. Es decir cómo voy a medir para que mi sistema se adapte a los requisitos que me pide el cliente.

Las métricas de calidad de sistemas de información se utilizan para evaluar y controlar el proceso de desarrollo del software, de forma que permitan:

- Indicar la calidad del producto.
- Evaluar la productividad de los desarrolladores
- Evaluar los beneficios en términos de productividad y calidad
- Establecer una línea base para la estimación.
- Ayudar a justificar el uso de nuevas herramientas o formación adicional.

2.6. ALCANCE DE LAS MÉTRICAS DE SOFTWARE

Las métricas del software es un término que se asigna a un amplio rango de actividades diversas, por ejemplo: (1) Medidas y modelos de estimación de coste y esfuerzo, (2) Modelos y medidas de productividad, (3) Medidas y modelos de calidad, (4) Aseguramiento y control de calidad, (5) Recogida de datos, (6) Modelos de fiabilidad, (7) Modelos de evaluación de ejecución, (8) Complejidad computacional o algorítmica, (9) Métricas estructurales o de complejidad.

En software hay tres clases de entidades cuyos atributos podemos querer medir.

Procesos.- Son actividades software que normalmente conllevan el factor tiempo. Atributos internos a medir son el tiempo, esfuerzo, número de incidentes de un tipo específico que se dan durante el proceso.

Productos.- Son entregables, artefactos o documentos generados en el ciclo de vida del software. Atributos externos a medir son la fiabilidad del código, la entendibilidad de un documento de especificación, la mantenibilidad del código fuente, etc. Atributos internos a medir son la longitud, la funcionalidad, modularidad o corrección sintáctica de los documentos de especificación, etc.

Recursos.- son todos aquellos elementos que hacen de entrada a la producción software. Atributos a medir son el personal, los materiales, herramientas y métodos, el costo, la productividad del recurso humano.

2.7. CALIDAD EN EL USO DE MÉTRICAS

La calidad en el uso de métricas mide la extensión de un producto que reúne las necesidades especificadas por los usuarios para lograr las metas propuestas, con la efectividad, productividad, seguridad y satisfacción en un contexto de uso específico. La evaluación de la calidad en uso valida la calidad del producto de software en los escenarios específicos de tareas de usuario.

2.8. OPCIÓN DE MÉTRICA Y CRITERIO DE MEDIDAS

La base en que las métricas son seleccionadas dependerá de las metas de la institución para el producto y las necesidades del evaluador. Estas necesidades se especifican por un criterio

de medidas. Por ejemplo; un usuario de la institución, podría evaluar la conveniencia de un producto software usando métricas de calidad en el uso; un responsable de mantenimiento, podría evaluar un producto de software usando métricas para mantenimiento; un desarrollador, podría evaluar un producto software contra criterios de valores usando medidas internas de cualquiera de las características de calidad.

2.9. MÉTRICAS USADAS PARA COMPARACIÓN

La métrica usada para las comparaciones debe ser válida y suficientemente exacta para permitir hacer comparaciones fiables. Esto significa que las medidas deben ser objetivas, empíricas, usando una escala válida, y reproducibles.

2.10. PROCESO DE EVALUACIÓN DE SOFTWARE

1. Establecer el propósito de la evaluación
2. Indicar el tipo de producto
3. Especificar el modelo de calidad
4. Seleccionar métricas
5. Establecer niveles, escalas para las métricas
6. Establecer criterios de valoración
7. Producir un plan de evaluación
8. Tomar medidas
9. Comparar con los criterios
10. Valorar resultados
11. Documentación

2.11. HERRAMIENTAS DE CONTROL DE LA CALIDAD DE LOS S.I.

Entre las herramientas que sirven para analizar el control de la calidad de los sistemas de información tenemos:

Herramientas básicas.- Gráfico de control, Diagrama causa – efecto.

Herramientas estadísticas.- Histogramas, Tablas de Varianza y Covarianza, Matriz de Correlación Lineal, Prueba de Hipótesis.

2.12. CERTIFICACIÓN DE CALIDAD DE LOS S.I.

La certificación de calidad es la acción realizada por una entidad reconocida como independiente, manifestando a través de un certificado que existe la confianza

suficiente de que un sistema de calidad, producto o servicio resulta ser conforme con algún modelo o estándar específico.

CAPITULO III

NORMAS Y ESTÁNDARES INTERNACIONALES

3.1. ESTÁNDAR IEEE/EIA 12207, INSTITUTO DE INGENIEROS DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA Y LA ALIANZA DE INDUSTRIA ELECTRÓNICA

Esta norma establece las directrices sobre aseguramiento de la calidad de software para asegurar al cliente que el software cumple con los requerimientos que el usuario define, requerimientos reglamentarios, técnicos y de la organización. Entre las directrices determina cuales son los objetivos de calidad, objetivos del proceso de aseguramiento de la calidad y cuales son esos procesos de aseguramiento de la calidad.

3.2. ESTÁNDAR ISO/IEC 9126 – MODELOS DE CALIDAD PARA SOFTWARE

Esta norma se orienta a dos áreas para la calidad del producto software, calidad interna - externa, y calidad en uso del producto software [6].

1. Modelo de Calidad Interna y Externa; este modelo determina características y sub características, que sirven para evaluar la calidad interna y la calidad externa de un producto software como sigue: (1) Funcionalidad, (2) Confiabilidad, (3) Usabilidad, (4) Eficiencia, (5) Mantenimiento, (6) Portabilidad.
2. Modelo de Calidad en Uso; este modelo propone métricas de calidad en uso categorizadas en las cuatro características siguientes: (1) Efectividad, (2) Productividad, (3) Seguridad Física, (4) Satisfacción.

3.3. ISO 90003 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

La norma ISO 90003 Diseño e implementación de sistemas de gestión de la calidad con una especialización en adquisición, suministro, desarrollo, instalación y mantenimiento de software y servicios de soporte; la cual se deriva de la norma ISO 9001: 2000 Sistemas de Gestión de Calidad. De esta norma se analizaron las siguientes secciones:

Sistemas de Gestión de Calidad
Realización del Producto
Medición, Análisis y Mejora

3.4. ESTÁNDAR ISO/IEC 15939 MODELOS DE MEDICIÓN DE SOFTWARE

Este modelo sirve para evaluar los procesos de medición de software y se subdivide en dos grupos:

Modelo de Procesos de Medición
Modelo de Información de Medición

CAPITULO IV

CASO PRÁCTICO: APLICACIÓN EN LA CERTIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE UN SISTEMA EN UNA EMPRESA DEL SECTOR HIDROCARBURÍFERO

4.1. INFORMACIÓN PRELIMINAR

Pacifpetrol, es una empresa industrial petrolera con personería jurídica, autonomía administrativa, con operaciones en exploración, perforación y explotación de hidrocarburos. Pacifpetrol por pertenecer a uno de los sectores industriales y comerciales más competentes en el mercado, tiene la necesidad de implantar un sistema de calidad para la gestión de sus proyectos software y obtener certificaciones de calidad en su organización.

4.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El Sistema de Gestión Petrolera surge de la necesidad de implantar un sistema de control de gestión de pozos petroleros del campo PACIFPETROL S.A.

Se desarrolló este sistema con interfaces gráficas sobre plataformas compatibles con la administración de sistemas implementados y que permitan la administración de la base de datos por

técnicos de sistemas. En este sentido se proyecta en el largo plazo el proporcionar de modo accesible a las condiciones de los departamentos, los medios técnicos computacionales y la capacidad técnica, para poder normalizar sus sistemas de información.

El SGP Sistema de Gestión Petrolera está enfocado a optimizar la carga de información, agilizando el proceso sin perder el control en los diferentes departamentos que alimentan el sistema, controlar la producción pozo por pozo y estandarizar el manejo sistemático de carga de información entre los distintos datos de entrada.

4.3. AMBIENTE DEL ENTORNO INFORMÁTICO – ARQUITECTURA INFORMÁTICA

La empresa cuenta con equipos de alta tecnología. El entorno en el departamento de sistemas está acorde a sus necesidades ya que cuenta con los recursos suficientes para realizar todas las actividades en el proceso de desarrollo de software. Cuenta con 3 equipos servidores, 38 terminales inteligentes en oficinas principales; y, 43 terminales en oficinas de campo talleres. La empresa cuenta con una red inalámbrica la cual conecta a todos los departamentos y empresas terciarias; también tiene puntos de acceso para los enlaces dedicados.

4.4. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

El SGP cuenta con varios módulos tales como: ABM (Altas, Bajas y Medias), Procesos, Controles y Consultas, los cuales permiten generar y reportar información confiable y verás de la producción de hidrocarburos.

Módulo ABM.- Son tablas maestras que permiten tener un solo tipo de información a los usuarios, lo cual facilita los reportes

Módulo de Procesos.- Cargar esta información ayuda a tener un dato diario de los trabajos realizados a los pozos y a generar el parte diario de información de forma automática así como la información de la DNH Dirección Nacional de Hidrocarburos.

Módulo de Controles.- Ayuda a tener el control de la información relacionada a los

tanques y los pozos asignados a ellos que se encuentran en el campo; permite obtener información histórica en cualquier momento.

El parte diario es un reporte de la producción de petróleo que se genera diariamente mediante el SGP; el cual consta de los siguientes procesos: Generar parte, Generar archivo plano diario, Generar archivo plano mensual.

Para generar el parte diario se requiere que los usuarios alimenten la siguiente información:

1. La información primaria que se requiere diariamente es: Inventario de tanques, Resumen de pozos, Pruebas de pozos, Informes de Swab y Herramienta Local y Transferencia Interna de Crudo.
2. La información primaria a relevar de manera eventual es: Producción Eventual, Actas de entrega y consumo de gas por campo.

Se analizó el incumplimiento de las características de calidad en los siguientes módulos:

- Mantenimiento de Pozos
- Manejo de archivos digitales
- Bombas
- Reproducir medidas
- Ensayos
- Producción eventual
- Punzados
- Reacondicionamiento
- Wireline (líneas de conexión)
- Mantenimiento de usuarios

Se analizó el cumplimiento de las características de Calidad en los siguientes módulos:

- Acopio
- Ingreso de Bombas
- Ingreso de Tanques
- Ingreso de Tipo de Tanques
- Elección de salidas
- Pistonéo
- Prueba de Pozos
- Transporte Interno de Crudo
- Niveles de Tanque
- Carga de Pérdidas
- Control de Gas

4.5. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE DE PRODUCCIÓN

Se analizó varias sub características de las principales características de calidad que establece la norma ISO 9126; y, se obtuvo los siguientes resultados que se muestran en las tablas; donde se establecen los pesos o niveles de cumplimiento estimados por el personal de sistemas y los niveles resultantes de la evaluación y verificación de ciertas sub-características de calidad que posee el software; a su derecha de cada una se presenta el C: Cumplimiento, NC: No cumplimiento y NR: No requerido por la empresa.

CUMPLIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD			C: cumplimiento		
			NC: no cumplimiento		
			NR: no requerido		
	V. ESTIMADO	V. CALCULADO	C	NC	NR
Funcionalidad (1)	SVC: 0.20	PAVG: 0.38	X		
Confiabilidad (2)	SVC: 0.10	PAVG: 0.38	X		
Facilidad de Uso (3)	SVC: 0.15	PAVG: 0.21	X		
Eficiencia (4)	SVC: 0.05	PAVG: 0.48	X		
Facilidad de Mantenimiento (5)	SVC: 0.10	PAVG: 0.30	X		
Portabilidad (6)	SVC: 0.03	PAVG: 0.33	X		
Efectividad (7)	SVC: 0.10	PAVG: 0.31	X		
Productividad (8)	SVC: 0.12	PAVG: 0.84	X		
Seguridad Física (9)	SVC: 0.05	PAVG: 0.26	X		
Satisfacción (10)	SVC: 0.10	PAVG: 0.30	X		

Tabla 1: Evaluación de Características de Calidad.

4.6. CONCLUSIONES

Por lo tanto, se concluye que existe un total de 29 sub-características de calidad interna y externa que se analizaron en el software, de las cuales se verificó su cumplimiento en 16 sub-características, no cumplimiento en 7 sub-características y no requerido su análisis en 6 sub-características.

CARACTERÍSTICA	SUB - CARACTERÍSTICA			TOTAL
	Cumple	No Cumple	No Requerida	
Funcionalidad	3	1	1	5
Confiabilidad	3	0	1	4
Facilidad de Uso	3	1	1	5
Eficiencia	2	3	1	6
Facilidad de Mantenimiento	3	1	1	5
Portabilidad	2	1	1	4
Total Sub-Características	16	7	6	29

Tabla 2: Cumplimiento de Características de Calidad

Se analizaron también 9 sub características de calidad de uso; de las cuales se determinó su cumplimiento en 5 sub características, y no fue requerido su análisis en 4 sub características.

CARACTERÍSTICA	SUB - CARACTERÍSTICA			TOTAL
	Cumple	No Cumple	No Requerida	
Efectividad	2	0	1	3
Productividad	1	0	1	2
Seguridad Física	1	0	1	2
Satisfacción	1	0	1	2
Total Sub-Características				9

Tabla 3: Cumplimiento de Características de Calidad de Uso

Se realizó también un análisis estadístico utilizando varias variables que en éste caso son las características principales de calidad de los sistemas de información; se trabajó con un N= 122 usuarios que utilizan el software en la empresa, los valores de los niveles o pesos estimados por el personal de sistemas y los valores que se verificaron de manera aleatoria con cierto grupo de usuarios para probar las estimaciones realizadas. Se analizó la relación que existe entre las métricas desarrolladas en cada sub característica mediante la matriz de varianza y covarianza donde se determina que las características de Facilidad de uso, Seguridad física y satisfacción tienen una distancia promedio con respecto a la media de 0,01 que es mínima. Se analizó también la correlación que existe entre las variables (características), donde se determina que existe siempre una correlación perfecta entre las variable comunes como (X2,X2) Confiabilidad, y que las correlaciones positivas mas altas que existen es entre las variables (X8,X9) Productividad Seguridad Física, (X8,X10) Productividad, Satisfacción, (X9,X10) Seguridad Física, Satisfacción; que existe una alta correlación en forma negativa entre las variables (X1,X4) Funcionalidad, Eficiencia, (X2,X4) Confiabilidad, Eficiencia (X4,X6) Eficiencia, Portabilidad, etc.

Se analizó también varias pruebas de hipótesis donde se prueba si es cierto los valores estimados en los pesos o proporciones de cada sub característica que se analizaron.

De un total de 29 sub-características de calidad interna y externa, existen 7 Sub-Características que deberían ser

consideradas nuevamente. Esto representa un 24% de incumplimiento y un 76% de cumplimiento. De esta forma, los Desarrolladores deberían revisar y/o mejorar las siguientes métricas asociadas a las sub-características mencionadas anteriormente.

CARACTERISTICA	METRICA
	NO CUMPLE
Eficiencia	4.2.1, 4.2.3, 4.2.4, 4.3.1, 4.4.1, 4.5.1
Funcionalidad	1.1.2, 1.1.4, 1.2.1, 1.4.2, 1.4.3, 1.4.4
Facilidad de Uso	3.1.4, 3.2.1, 3.2.2, 3.3.4, 3.4.2
Facilidad de Mantenimiento	5.3.1, 5.3.3
Portabilidad	6.1.3, 6.3.1, 6.3.2

Tabla 4: Evaluación del No Cumplimiento de las Características de ISO 9126-1

Por lo tanto se concluye que el Sistema de Información de Producción de Hidrocarburos en Pacifpetrol tiene una probabilidad de un 76% de ser Certificado por un organismo competente como un Sistema de Información de Calidad.

4.7. RECOMENDACIONES

- Que la dirección de la empresa determine la implantación del Sistema de Gestión de Calidad de sistemas de información, aplicando los lineamientos de la sección Sistema de gestión de calidad de la norma ISO 9000-3.
- Que se debe establecer el compromiso de todo el personal para que se cumplan los lineamientos de aplicabilidad de la sección Responsabilidad de la dirección de la norma ISO 9000-3.
- Que se establezcan las métricas más adecuadas para el desarrollo de sistemas de información y las implante; ya que está comprendido que su utilización es de mucha importancia a la hora de requerir la certificación de calidad por un organismo competente.
- Que una vez implantado el sistema de gestión de calidad con una aplicabilidad suficiente, se solicite su certificación cumpliendo con el proceso de certificación del sistema de aseguramiento de calidad que establece el manual "Guía para la Certificación de Sistemas de Calidad NMX-CC / ISO 9000" del IMNC Instituto Mexicano de

Normalización y Certificación A.C., 1996.

- Que los desarrolladores de software analicen las 22 métricas de calidad del software que no se dan cumplimiento en las próximas etapas de "Validación y Verificación".

4.8. REFERENCIAS

1. Presuman Roger, Ingeniería del Software: Un enfoque práctico, Editorial Mc Graw Hill 2002.
2. Cabrera Gregorio, Montoya Guillermo; Análisis y diseño detallado de aplicaciones informáticas de gestión, Editorial Mc Graw Hill, País, Páginas 394-402.
3. Dr. Castro Vladimir Estivill, Calidad total en informática, www.calidadtotaleninformatica.htm, www.calidaddesistemasdeinformacion.htm.
4. García F, Ruiz F, Bertoa M, Calero C, Género M, Quer L, Tondori N, Abrahao S, Vallecillo A, Piattini M, Una ontología de la medición del software, Informe Técnico UCLM DIAB-04-02-2, España y Argentina, Páginas 9-25.
5. Guía Técnica sobre Evaluación de Software para la Administración Pública – P01-PCM, Perú: http://www.ongei.gob.pe/Bancos/Banco_Normas/Archivos/Guia-evaluacion-sw.pdf, Páginas 6-10, 20-23.
6. Norma ISO/IEC 9126-1: 2001 – Software engineering – Product quality – Part 1: Quality model, June 2001; Part 2: External metrics; Part 3: Internal metrics.