

**UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS
FACULTAD #6**



**Título
Procedimiento para el análisis de los resultados
de las evaluaciones de software en la UCI**

**Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias
Informáticas**

Autores

Maibel Farrat Cardo
Tecky Wong Leyva

Tutores

Ing. Maikel Muñoz Roja
Ing. Linet Lores Sánchez

Co-Tutor

Ing. Martha Nieves Borrero

Ciudad de La Habana

Cuba

Junio 2010



*"Nosotros tenemos que encontrar el punto ideal en la calidad,
(...) producir no solamente más, sino mejor (...)"*

Ernesto Che Guevara

Declaración de Autoría

Declaramos ser autores de la presente tesis y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Tecky Wong Leyva

Maibel Farrat Cardo

Maikel Muñoz Roja

Linnet Lores Sánchez

Martha Nieves Borrero

Autoras:

Maibel Farrat Cardo
Universidad de las Ciencias Informáticas, Habana, Cuba
Email: mfarrat@estudiantes.uci.cu

Tecky Wong Leyva
Universidad de las Ciencias Informáticas, Habana, Cuba
Email: twong@estudiantes.uci.cu

Tutores:

Ing. Maikel Muñoz Roja
Universidad de las Ciencias Informáticas, Habana, Cuba
Email: mroja@uci.cu

Ing. Linet Lores Sánchez
Universidad de las Ciencias Informáticas, Habana, Cuba
Email: lloress@uci.cu

Ing. Martha Nieves Borrero
Universidad de las Ciencias Informáticas, Habana, Cuba
Email: mnieves@uci.cu

Agradezco a mami y papi por todo el cariño, el amor y el apoyo que me han brindado durante todos mis años de estudiante. Por su entrega y confianza en los momentos buenos y malos, gracias por soportar mis ñoñerías y hacer de mí la persona más feliz del mundo.

A mi hermana y mi sobrino por ser mi vida y por influenciar en mí los deseos de triunfar. Gracias por existir y compartir hoy junto a mí el fruto de todos estos años de estudio.

A mi papito Rogel que lo amo mucho, por todo el apoyo que siempre me ha brindado soportándome mis malcriadeces y por ser la persona más especial del mundo. ¡Te amo, mi papito!

A mi familia por apoyarme siempre, especialmente mis abuelitos, tías y tíos.

A mis tutores por el apoyo incondicional, por su ayuda constante y dedicación en el desarrollo de este trabajo.

A mi dúo de tesis por haber triunfado junto a mí, por su amistad y todos aquellos momentos de felicidad, estudio y trabajo que compartimos.

A mis amigos, especialmente a Taimí, Yemma, Katia, Lili y todos aquellos que de una forma u otra han estado involucrados en mi vida de estudiante.

A todos ustedes muchas gracias.

Maibel

Agradecer a mi mamá por ser mi guía en esta vida, por darme su amor, comprensión y cariño. A mi abuela por ser quien me ha dado ánimos para seguir adelante, a mi papá por quererme y apoyarme tanto y a mi hermanito por existir y hacerme la vida más feliz.

A mi tío por creer en mí y siempre darme su apoyo incondicional, a mi tía y prima por apoyarme y siempre darme ánimo.

A mis tutores Maiquel, Martha y Linet por ser más que guías, por ser amigos, por brindarnos sus conocimientos, por ser pacientes con nosotras, por enseñarnos a ser cada día mejores, por darnos su tiempo y compartir nuestras alegrías y ayudarnos a corregir nuestros errores.

A mis amigos, los viejos y los nuevos, gracias por su amistad, su apoyo, por hacerme pasar unos inolvidables cinco años, gracias por las alegrías y sin sabores, pero sobre todo gracias por ser mis amigos.

A Martica por soportar mi malcriadeces, por enseñarme, por estar siempre en los momentos difíciles y por ser mi amiga. A Maibel y Yemma por hacerme reír, por compartir momentos felices y momentos no felices, por acompañarme en estos cinco años.

A todos Gracias.

Tecky

Dedico el resultado de este trabajo a mami, papi, mi hermana y Miguelito. Reciban hoy este regalo, fruto de mi esfuerzo y dedicación de mi vida de estudiante. Siéntanse orgullosos de mí, seguros de que esta niña ñoña y malcriada nunca los defraudará.

Los amo mucho y los adoro con todo mi corazón...

Maibel

Dedico este trabajo:

A Ricardo por siempre haber creído en mí.

A mi mami por ser mi héroe en esta vida.

A mi abuela por ser quien me ha impulsado a seguir adelante.

A mi papi por ser mi padre y quererme tanto.

Tecky

En el presente trabajo de diploma se realiza el diseño de un procedimiento para transformar los resultados de las evaluaciones de calidad de los proyectos productivos de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), en información útil para la Alta Gerencia de la actividad productiva.

El documento contiene los resultados de todo el trabajo investigativo realizado para el diseño y la aplicación de un procedimiento. Se analizan los métodos existentes para el análisis estadístico y se diagnostica el estado de la gestión de la información que se crea con los resultados de las evaluaciones de software.

La investigación está asociada a la realización de un análisis de los resultados de las auditorías y revisiones de software, realizadas por el grupo de Auditoría y Revisiones del Centro de Calidad para Soluciones Tecnológicas (CALISOFT), que favorezca la retroalimentación y apoye la toma de decisiones estratégicas por parte de la Alta Gerencia de la actividad productiva. Por tanto el resultado será un procedimiento que permita realizar estudios de causas, así como brindar análisis que apoyen y constituyan evidencias objetivas a la toma de decisiones estratégicas.

Palabras claves: Análisis estadístico, auditoría, inteligencia de negocio, medias móviles, procedimiento, revisión.

Introducción	1
Capítulo 1: Fundamentación Teórica	5
1.1 Introducción al capítulo.....	5
1.2 La calidad de software en el entorno actual de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs)	5
1.3 Estado Actual	5
1.4 Aseguramiento de la Calidad de Software.....	6
1.5 Auditorías y Revisiones de Calidad de Software	7
1.6 Estadística.....	8
1.6.1 Métodos existentes de estadística predictiva	9
1.6.2 Análisis de la tendencia	13
1.7 Métodos existentes de análisis de causas.....	14
1.8 Método GQM para la definición de indicadores	19
1.8.1 Definición de los indicadores	21
1.9 Técnicas de documentación de procesos.....	22
1.10 Conclusiones del capítulo.....	26
Capítulo 2: Propuesta del Procedimiento	27
2.1 Introducción al capítulo.....	27
2.2 Descripción del procedimiento.....	27
2.2.1 Objetivo	27
2.2.2 Alcance.....	27
2.2.3 Recursos para ejecutar el procedimiento	27
2.2.4 Asignación de roles y responsabilidades	27
2.2.5 Involucrados relevantes	28
2.2.6 Descripción gráfica del proceso	28
2.2.7 Descripción textual del procedimiento.....	30
2.2.8 Guías del procedimiento	32
2.3 Conclusiones del capítulo.....	32
Capítulo 3: Validación de la Propuesta	33
3.1 Introducción del capítulo	33
3.2 Programa de Mejora de procesos en la UCI.....	33
3.3 Aplicación del procedimiento al Programa de Mejora de la UCI	34
3.3.1 Elaboración del Parte Semanal.....	34
3.3.2 Análisis de Tendencia de las no conformidades.....	35
3.3.3 Análisis de causas	36
3.3.4 Definición de otros indicadores	38

3.3.5 Estimaciones para el próximo año	41
3.4 Conclusiones de los resultados de la aplicación del procedimiento propuesto	41
3.5 Conclusiones del capítulo	42
Conclusiones	43
Recomendaciones	44
Referencias Bibliográficas	45
Bibliografía	46
Anexos.....	48
Anexo 1	48
Anexo 2	49
Anexo 3	50
Anexo 4	51
Anexo 5	51
Anexo 6	52
Anexo 7	58
Anexo 8	61
Anexo 9	62
Anexo 10	63
Anexo 11	66
Anexo 12	67
Anexo 13	67
Glosario de Términos	68

Tabla 1. Media de las no conformidades por trimestres durante 3 años.....	11
Tabla 2. Cálculo de promedios móviles e índices estacionales.	11
Tabla 3. Índices estacionales por trimestres.	12
Tabla 4. Promedio de las no conformidades proyectadas para el 2010.	13
Tabla 5. Datos seleccionados para la elaboración del diagrama de Pareto.....	18
Tabla 7. Asignación de roles y responsabilidades.....	28
Tabla 8. Descripción textual del proceso.....	32
Tabla 9. Parte Semanal 15/02/2010 – 19/02/2010	35
Plantilla de Parte Semanal	52
Tabla 1. Parte Semanal	52
Plantilla de recolección de medidas.....	52
Tabla 1. Análisis de tendencia	53
Tabla 2. Análisis de causas	53
Tabla 3. Estimaciones para el próximo año.....	54
Tabla 4. Adherencia a los procesos y productos de trabajo	55
Tabla 5. Utilidad de los procesos y productos de trabajo	56
Tabla 6. Seguimiento a las No conformidades	57
Tabla 7. Estado del plan de evaluaciones.....	58
Plantilla de Reporte de Estado de la Calidad	58
Tabla 1. Análisis de tendencia	59
Tabla 3. Adherencia a los procesos y productos de trabajo	59
Tabla 4. Utilidad de los procesos y productos de trabajo	60
Tabla 5. Seguimiento a las No conformidades	60
Tabla 6. Estado del plan de evaluaciones	60
Tabla 7. Estimaciones para el próximo año.....	61
Plantilla de Minuta de Reunión	61
Tabla 1. Datos generales de la reunión.....	62
Tabla 2. Actividades de la reunión	62
Tabla 3. Acuerdos tomados en la reunión	62
Tabla 10. Consultas realizadas para obtener los datos de cada uno de los indicadores	66
Tabla 11. Parte Semanal 22/02/2010 – 26/02/2010	67
Tabla 12. Parte Semanal 08/03/2010 – 12/03/2010	67
Tabla 13. Parte Semanal 29/03/2010 – 02/04/2010	67

Figura 1. Diagrama de Ishikawa.....	15
Figura 2. Diagrama de Flujo.....	16
Figura 4. Diagrama de Pareto.....	18
Figura 5. Esquema del método GQM.....	20
Figura 7. Diagrama de Flujo.....	23
Figura 8. Carriles de Natación.....	23
Figura 9. Técnica SADT/IDEF.....	24
Figura 10. Técnica EVTX.....	25
Figura 11. Representación textual.....	25
Figura 12. Representación Gráfica.....	26
Figura 13. Descripción gráfica del proceso.....	29
Figura 14. Análisis de tendencia de las no conformidades.....	35
Figura 15. Análisis de Causa (Diagrama de Pareto).....	37
Figura 16. Adherencia a procesos y productos de trabajo.....	38
Figura 17. Utilidad de los procesos y productos de trabajo.....	39
Figura 18. Seguimiento a las no conformidades.....	40
Figura 19. Estado del Plan de Evaluaciones.....	41
Figura 20. Adherencia a los procesos y productos de trabajo.....	48
Figura 21. Utilidad de los procesos y productos de trabajo.....	49
Figura 22. Seguimiento a las no conformidades.....	50
Figura 23. Estado del plan de evaluaciones.....	51
Figura 24. Modelo Físico de la base de datos.....	63

Introducción

La calidad en el desarrollo y mantenimiento de las aplicaciones informáticas se ha convertido, actualmente, en uno de los principales objetivos estratégicos de las entidades que se dedican a la producción de software debido a que cada vez más, los procesos principales de dichas empresas dependen de los sistemas informáticos para su buen funcionamiento.

Para lograr un buen aseguramiento de la calidad se realizan auditorías y revisiones de software, estas tienen gran importancia ya que permiten a las organizaciones mejorar su desempeño de forma continua. Según la norma internacional ISO 9000:2000, una auditoría se puede definir como un "...proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoría y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de auditoría". [1] Asimismo Pressman define las revisiones de software como un "...filtro' para el proceso de ingeniería del software. Estas se aplican en varios momentos del desarrollo del software y sirven para detectar errores y defectos que puedan así ser eliminados. Las revisiones del software sirven para 'purificar' las actividades de ingeniería del software que suceden como resultado del análisis, el diseño y la codificación". [2].

Entre los objetivos fundamentales de las auditorías y las revisiones de software, se encuentran determinar e informar sobre el grado de correspondencia existente entre la información cuantificable y los criterios de evaluación establecidos. Además indicar la necesidad de mejoras en un producto, así como el descubrimiento de los defectos e inconsistencias en el sistema y evaluar conformidad con estándares y especificaciones técnicas. Asimismo es una alta aspiración de toda auditoría que sus resultados contribuyan a la retroalimentación de los clientes de la auditoría, de los auditados y de los propios auditores.

En abril del 2001 se crea en Cuba el Ministerio de Auditorías y Control (MAC), con el fin de regular, dirigir y controlar metodológicamente el sistema nacional de auditorías. Sin embargo, en diciembre del 2008, se planteó la necesidad de crear un organismo jerárquicamente superior a los organismos de la administración central del Estado, que estaría subordinado directamente al Consejo de Estado. Desde el inicio se concibió que este órgano asumiera las funciones del actual MAC, a las que se agregan otras facultades.

Así se aprueba el 1ro de agosto del 2009 la Ley de la Contraloría General de la República de Cuba, creada con el propósito de fortalecer la disciplina económica y los mecanismos de control e incrementar los niveles de auditorías y supervisión en Cuba.

Actualmente en Cuba existen centros con el objetivo de producir software para comercializarlos en el mercado nacional e internacional, entre ellos se encuentra la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) creada en el año 2002. Esta fue creada con el fin de formar profesionales altamente calificados y comprometidos con la Revolución, así como producir software y servicios informáticos, a partir de la vinculación estudio-trabajo como modelo de formación.

En el 2004 se creó en la UCI la Infraestructura Productiva y la Dirección de Calidad de Software y en el siguiente año se fundó el Grupo Central de Calidad y el Laboratorio de Pruebas. En este mismo año se realizó el primer Diagnóstico a la Producción y se elaboraron los Lineamientos Mínimos de Calidad.

La Dirección de Calidad desaparece en el año 2007 y comienza a funcionar como Centro de Calidad para Soluciones Tecnológicas (CALISOFT), y dentro de este el Grupo de Auditorías y Revisiones de Software, con el objetivo de realizar el aseguramiento de la calidad de los proyectos productivos existentes en la UCI.

El grupo de Auditorías y Revisiones de Calidad de Software mantiene numerosos registros, los cuales se actualizan totalmente una vez cada año cuando se realiza el proceso de diagnóstico a los proyectos productivos, e incluye el tipo de proyecto, su estructura organizativa, medios materiales, recursos humanos y demás datos que caracterizan al proyecto. Asimismo el grupo mantiene registros de los resultados de las evaluaciones que se realizan a los proyectos. Estos resultados incluyen notificaciones, minutas de reuniones, reportes de no conformidades, acciones correctivas, permisos, escalamientos, lecciones aprendidas, solicitudes de mejora, entre otros.

En la actualidad estos datos no se someten a un análisis estadístico riguroso que permita producir conocimiento que retroalimente tanto a las organizaciones auditadas como a los auditores, y que apoye la toma de decisiones estratégicas por parte de la Alta Gerencia de la actividad productiva.

La situación descrita está produciendo una subutilización de la información que todos estos datos contienen. De revertirse este estado se podría alcanzar una suficiente madurez y capacidad para crear

conocimiento y utilizarlo estratégicamente para adaptarse a las circunstancias actuales del mercado mundial de software, que en la actualidad es cada día más exigente con la calidad de los productos.

Teniendo en cuenta lo expuesto previamente se plantea como **problema científico** de la investigación: ¿Cómo analizar los resultados de las evaluaciones de software realizadas a los proyectos productivos de la UCI?

Por lo que el **objeto de estudio** comprende los procesos de evaluaciones de software. El **campo de acción** está determinado por los resultados de las evaluaciones de software a los proyectos productivos en la UCI.

El presente trabajo tiene como **objetivo general** desarrollar un procedimiento para el análisis de los resultados de las evaluaciones de software a los proyectos productivos de la UCI.

En correspondencia con ello, se plantean los siguientes **objetivos específicos**:

1. Diseñar un procedimiento de análisis estadístico para procesar los resultados de las evaluaciones de software.
2. Aplicar el procedimiento diseñado a una muestra de las evaluaciones realizadas en la UCI.
3. Validar el procedimiento diseñado.

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados se trazan las siguientes **tareas investigativas**:

1. Estudio de la bibliografía y el estado del arte sobre los métodos existentes de estadística descriptiva e inferencial.
2. Definición de la posición del investigador respecto al uso de los métodos estudiados.
3. Realización del levantamiento del estado de la gestión de la información.
4. Digitalización de toda la información disponible de las evaluaciones en una base de datos digital.
5. Definición de métricas e indicadores.
6. Descripción del procedimiento.
7. Aplicación del procedimiento a los datos disponibles.
8. Análisis de los resultados obtenidos con la aplicación del procedimiento.

El documento está estructurado de la siguiente manera: resumen, introducción, tres capítulos que constituyen el cuerpo fundamental del documento, conclusiones generales, bibliografía y referencias bibliográficas. Los capítulos son:

Capítulo 1: Fundamentación Teórica. En el capítulo se presenta una descripción de los principales conceptos asociados a la investigación realizada. Además se realiza la selección y justificación de los métodos para documentar procesos y se describen los métodos estadísticos existentes para el análisis de los datos.

Capítulo 2: Propuesta del Procedimiento. En el capítulo se expone el diseño del procedimiento para el análisis de los resultados de las evaluaciones de software en la UCI, así como la definición de artefactos.

Capítulo 3: Validación de la Propuesta. En el capítulo se explica brevemente los aspectos esenciales que se tuvieron en cuenta para la aplicación del procedimiento diseñado. Además se ilustran y analizan los resultados de la investigación.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

1.1 Introducción al capítulo

En el capítulo se presenta una descripción de los principales conceptos asociados a la investigación realizada. Igualmente se describen los métodos estadísticos existentes para el análisis de los datos, así como la selección y justificación de los métodos para documentar procesos.

1.2 La calidad de software en el entorno actual de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs)

En la actualidad, las TICs se han difundido de manera vertiginosa. Dentro de estas tecnologías la informática juega un papel fundamental en el desarrollo de nuevas aplicaciones automáticas. Con este avance tan acelerado los clientes desean un software económico, fiable y que funcione eficientemente. Los desarrolladores de software necesitan que alguien evalúe los procesos de desarrollo y los productos terminados para tener una garantía de que el software tiene alta calidad. Por ese motivo surgen modelos, técnicas, patrones y normas de calidad que establecen cómo hacer un software con calidad desde los procesos que lo inician hasta el producto terminado.

Actualmente en Cuba existen empresas con el objetivo de producir software para comercializarlos en el mercado internacional y nacional, además con la tarea de informatizar la sociedad. Con estos nuevos retos que han surgido en nuestro país, las empresas y organizaciones se han visto en la necesidad de brindar una respuesta rápida a los clientes que cada vez se vuelven más exigentes, no solo con el costo, sino con la confiabilidad, funcionalidad, integridad, portabilidad y eficiencia del producto. En consecuencia a todas estas exigencias, las empresas se ven en la obligación de garantizar la calidad del producto para satisfacer las expectativas del cliente.

1.3 Estado Actual

En la actualidad, en el centro CALISOFT, sólo dos actividades contemplan el manejo de datos, y no precisamente se someten a un análisis estadístico, simplemente se trata del resumen y presentación de información utilizando diagramas de barras de frecuencias y diagramas de pastel muy elementales en su mayoría.

La primera de estas actividades es un reporte que se emite semanalmente al Vicerrector de Producción y al Director de Producción sobre el estado de las evaluaciones de la semana. En este reporte se especifica el estado de las evaluaciones (Ejecutada, abortada, aplazada), revisores, proyectos revisados, áreas, entre otros datos. Este reporte no se encuentra documentado en un procedimiento, además no cuenta con una plantilla definida para el mismo y se realiza de forma manual por un especialista del grupo de Auditorías y Revisiones de Software del centro CALISOFT cada semana.

La otra actividad es el proceso de diagnóstico, que aunque no constituye objeto de la presente investigación, se consideran necesario hacer referencia al mismo, para enmarcar al lector en la situación actual del Grupo de Auditorías y revisiones de Software del centro CALISOFT.

El proceso de diagnóstico se realiza al finalizar cada año y tiene como principales objetivos caracterizar las organizaciones productivas en cuanto al ambiente técnico, aplicación de métricas, utilización del expediente de proyecto, proceso de pruebas implementado, entre otros indicadores que puedan resultar de interés para la Alta Gerencia y pueden ser cambiantes de un año a otro. Cada diagnóstico arriba a su punto culminante con la publicación del libro del diagnóstico que es un documento donde se resumen todos los datos recopilados.

Este proceso cuenta además con la fortaleza de estar documentado en un procedimiento, estar aprobado al más alto nivel de la Dirección de Producción y tener numerosos recursos humanos asignados durante todo el año. Se puede contar como una dificultad la insuficiente aplicación de técnicas estadísticas a la información que se levanta durante el mismo y el nulo análisis de tendencias de indicadores de un año a otro, por lo que resulta en una clara subutilización de la información que se está recogiendo.

1.4 Aseguramiento de la Calidad de Software

La calidad según la norma Internacional ISO 9000:2000 se define como “grado en que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”. [1].

Asimismo Pressman definió que la calidad de software es la “concordancia del software producido con los requerimientos explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo prefijados y con los requerimientos implícitos no establecidos formalmente, que desea el usuario”. [2].

Otros estudios realizados por la IEEE, Std. 610-1990, clasificó que “la calidad de software es el grado con el que un componente o proceso cumple los requerimientos específicos y las necesidades o expectativas del cliente o usuario”. [3].

En resumen la calidad de software se pudiera definir como la “capacidad que tiene un software para adherirse a un conjunto de requisitos, especificaciones, estándares, normas o procedimientos que deben cumplirse durante el proceso de desarrollo, y que permitan verificar que el producto cumple con los requisitos explícitos establecidos y las expectativas del cliente”.

El aseguramiento de la calidad es la etapa de desarrollo de la calidad donde el objetivo principal es la coordinación de los procesos de desarrollo que se realizan para fabricar un producto; es decir, que si se coordinan los procesos de desarrollo y fabricación de un producto, puede, en cierta manera, garantizarse su calidad.

“El aseguramiento de la calidad consiste en tener y seguir un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas, implantadas dentro del sistema de calidad de la empresa. Estas acciones deben ser demostrables para proporcionar la confianza adecuada (tanto a la propia empresa como a los clientes) de que se cumplen los requisitos del Sistema de la Calidad”. [4]

Para asegurar la calidad de los productos de software se deberá realizar un conjunto de actividades que sirvan para:

- Reducir, eliminar y prevenir las deficiencias de calidad de los productos a obtener.
- Alcanzar una razonable confianza en que las prestaciones y servicios esperados por el cliente o el usuario queden satisfechas.

Se resume, que el aseguramiento de la calidad son todas aquellas acciones que se realizan de forma planificadas, con el fin de proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio puede cumplir con los requerimientos y expectativas del cliente.

1.5 Auditorías y Revisiones de Calidad de Software

Una auditoría, según la norma internacional ISO 9000:2000, se puede definir como un proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoría y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de auditoría. [1].

Además la IEEE, define a la auditoría como “un examen independiente de un producto de software, proceso del software, o sistema de procesos del software para determinar conformidad con especificaciones, estándares, acuerdos contractuales, u otros criterios”. [5].

Por su parte las revisiones de software según Pressman se definen como un “filtro” para el proceso de ingeniería del software. Se aplican en varios momentos del desarrollo del software y sirven para detectar errores y defectos que puedan así ser eliminados. [2].

Asimismo la IEEE define a las revisiones como “un proceso o reunión durante la que un producto de software se presenta a personal del proyecto, administradores, usuarios, clientes u otras partes interesadas para comentario o aprobación”. [5].

Analizados los conceptos anteriores, se concuerda con ellos y se resume que las auditorías y revisiones de software son actividades periódicas, independientes y documentadas, que forman parte del aseguramiento de la calidad de los procesos y productos de los proyectos de desarrollo de software.

Entre los objetivos de las auditorías y las revisiones de software se pueden mencionar los siguientes:

- Determinar e informar sobre el grado de correspondencia existente entre la información cuantificable y los criterios de evaluación establecidos.
- Descubrimiento de defectos e inconsistencias en el sistema.
- Indicar la necesidad de mejoras en un producto.
- Indicar las partes que no es necesario mejorar.
- Evaluar conformidad con estándares y especificaciones técnicas.

1.6 Estadística

La estadística es la rama de la matemática que utiliza grandes conjuntos de datos numéricos para obtener inferencias basadas en el cálculo de probabilidades. [6].

La estadística se ocupa de los métodos y procedimientos para recoger, clasificar, resumir, hallar regularidades y analizar los datos, siempre y cuando la variabilidad e incertidumbre sea una causa intrínseca de los mismos; así como de realizar inferencias a partir de ellos, con la finalidad de ayudar a la toma de decisiones y en su caso formular predicciones.

La estadística se puede clasificar en: descriptiva o deductiva cuando los resultados del análisis no pretenden ir más allá del conjunto de datos; e inferencial o inductiva cuando el objetivo del estudio es derivar las conclusiones obtenidas a un conjunto de datos más amplio.

La estadística descriptiva describe, analiza y representa un grupo de datos utilizando métodos numéricos y gráficos que resumen y presentan la información contenida en ellos.

La estadística inferencial, apoyándose en el cálculo de probabilidades y a partir de datos muestrales, efectúa estimaciones, decisiones, predicciones u otras generalizaciones sobre un conjunto mayor de datos. Este tipo de estadística se dedica a la generación de los modelos, inferencias y predicciones asociadas a los fenómenos en cuestión teniendo en cuenta la aleatoriedad de las observaciones y procura mostrar relaciones de causas-efectos o pruebas de hipótesis.

1.6.1 Métodos existentes de estadística predictiva

Existen métodos de análisis estadístico-predictivo que utilizan las series temporales, también llamadas series cronológicas o históricas. Estas series pueden definirse como un conjunto de datos, correspondientes a un fenómeno económico, organizados en el tiempo. Las mismas también se definen como una sucesión de observaciones de una variable en distintos momentos de tiempo.

Las series temporales son el resultado de la integración de los siguientes componentes: tendencia, variaciones cíclicas, variaciones estacionales y variaciones accidentales o irregulares. La tendencia (T) es una componente de la serie temporal que refleja su evolución a largo plazo. [7].

Las variaciones cíclicas (C) son una componente de la serie que recoge oscilaciones periódicas de amplitud superior a un año. Estas oscilaciones periódicas no son regulares y se presentan en los fenómenos económicos cuando se dan de forma alternativa etapas de prosperidad o de depresión. [7].

Las variaciones estacionales (E) son una componente de la serie que recoge oscilaciones que se producen alrededor de la tendencia, de forma repetitiva y en períodos iguales o inferiores a un año. Las variaciones accidentales (A) son una componente de la serie que recoge movimientos provocados por factores imprevisibles (un pedido inesperado a nuestra empresa, una huelga, una ola de calor, etc.). También reciben el nombre de variaciones irregulares, residuales o erráticas. [7].

Para el análisis predictivo de las series temporales existen técnicas, entre ellas se puede mencionar la técnica de los promedios móviles o medias móviles, la técnica de suavización exponencial y el análisis de regresión lineal.

A continuación se explica detalladamente la técnica de medias móviles:

Técnica de Medias Móviles

Una media móvil no es más que el valor medio de un conjunto de valores adyacentes de una serie temporal, existiendo dos tipos genéricos: medias móviles simétricas o centradas y medias móviles asimétricas. Las medias móviles simétricas son aquellas que contienen términos anteriores y términos posteriores y las medias móviles asimétricas no son más que las que no cuentan con un conjunto simétrico de valores en concreto.

La técnica de medias móviles permite suavizar las fluctuaciones accidentales de una serie temporal y descubrir con mayor facilidad, de este modo, su tendencia central o de fondo. Consiste en tomar un número fijo de términos consecutivos de la serie y calcular sucesivas medias aritméticas, tantas como términos de la serie queden fuera de ese primer grupo de observaciones, sobre la base de sustituir en cada una de las sucesivas medias la última observación de la media precedente por la siguiente de la serie. El valor de cada media se hace corresponder con la fecha o punto central del intervalo temporal al que corresponde y se obtiene así una segunda serie, más suavizada o alisada que la originaria.

La técnica de medias móviles utiliza información estadística pasada y construye una nueva serie a partir de la media de un número determinado de datos, en la que se va añadiendo sucesivamente un dato nuevo y quitando, al mismo tiempo, el más antiguo de los datos incluidos en la media anterior.

A continuación se muestra un ejemplo de la técnica de medias móviles aplicada al promedio de las no conformidades encontradas en los años 2007, 2008 y 2009:

Períodos	2007	2008	2009
T1	4,95	5,4	4,5

Períodos	2007	2008	2009
T2	6,8	6,5	7,1
T3	3,8	3,2	4,4
T4	7,05	7,5	6,6

Tabla 1. Media de las no conformidades por trimestres durante 3 años

Año	Período	NC	Promedio Móvil	Índices Estacionales
2007	T1	4,95		
	T2	6,8	5,18	1,31
	T3	3,8	5,88	0,65
	T4	7,05	5,42	1,30
2008	T1	5,4	6,32	0,85
	T2	6,5	5,03	1,29
	T3	3,2	5,73	0,56
	T4	7,5	5,07	1,48
2009	T1	4,5	6,37	0,71
	T2	7,1	5,33	1,33
	T3	4,4	6,03	0,73
	T4	6,6		

Tabla 2. Cálculo de promedios móviles e índices estacionales

En la tabla 2 se muestran los promedios móviles y los índices estacionales calculados para cada trimestre. Los promedios móviles se calculan tomando un número de observaciones anteriores y posteriores fijado de antemano, en este caso se toman 3 observaciones; y los índices estacionales son el resultado de la división de las no conformidades entre los promedios móviles anteriormente calculados.

Ejemplo 1.

$$Pm = \frac{n1 + n2 + n3}{3} = \frac{4.95 + 6.8 + 3.8}{3} = 5.18$$

donde Pm es el promedio móvil.

$$Pm = \frac{n2 + n3 + n4}{3} = \frac{6.8 + 3.8 + 7.05}{3} = 5.88$$

Ejemplo 2.

$$Ie = \frac{nc}{Pm} = \frac{6.8}{5.18} = 1.31$$

donde nc es la media de las no conformidades y Ie es el índice estacional.

$$Ie = \frac{nc}{Pm} = \frac{3.8}{5.88} = 0.65$$

Períodos	Suma	Promedio
T1	1,56	0,78
T2	3,93	1,31
T3	1,94	0,65
T4	2,78	1,39
Total		4.13

Tabla 3. Índices estacionales por trimestres

En la tabla anterior se observa la suma de todos los índices estacionales para cada trimestre y el promedio de los mismos. Posteriormente se halla la suma de los promedios de los índices estacionales y si esta no es igual a 4.00 hay que ajustar o normalizar los índices.

Proceso de Normalización

Ejemplo 3.

$$N = \frac{P*4}{T} = \frac{0.78*4}{4.13} = 0.76$$

donde **N** son los índices estacionales normalizados, **P** es el promedio de los índices y **T** es el total de los promedio de los índices estacionales.

En la siguiente tabla(tabla 4), se muestra el resultado de la multiplicación de los últimos promedios móviles de cada período por los índices estacionales normalizados, el cual es el promedio de las no conformidades proyectadas para el 2010.

Ejemplo 4. $T1 = 6.37 * 0.76 = 4.84$

$T2 = 5.33 * 1.27 = 6.77$

$T3 = 6.03 * 0.63 = 3.80$

$T4 = 5.03 * 1.35 = 6.84$

Período	Promedio de las no conformidades
T1	4.84
T2	6.77
T3	3.80
T4	6.84

Tabla 4. Promedio de las no conformidades proyectadas para el 2010

Dados los datos recopilados de los años 2007, 2008 y 2009(ver tabla 1) se obtiene la información necesaria para el cálculo de los promedios móviles y los índices estacionales(ver tabla 2 y 3), los cuales son útiles para arribar al resultado final del método. Con el resultado del mismo se pudo estimar el promedio de las no conformidades proyectadas por trimestres para el 2010(ver tabla 4), permitiendo a la Alta Gerencia trazar los objetivos estratégicos para ese año.

1.6.2 Análisis de la tendencia

La tendencia representa el crecimiento o declinación a largo plazo de una serie temporal y puede ser de naturaleza estacionaria o constante, de naturaleza lineal, parabólica, exponencial, entre otras. (Ver en el

epígrafe 1.7.1 el indicador Tendencia de las no conformidades, que analiza la tendencia del crecimiento de las no conformidades)

Entre los métodos que se utilizan para determinar la tendencia se encuentra el método gráfico. Este método muestra la apariencia gráfica ascendente o descendente, de acuerdo con el período considerado de la tendencia. Los pasos para la aplicación de este método son:

1. Se efectúa la representación gráfica de la serie ordenada.
2. Se unen mediante segmentos rectilíneos todos los puntos altos de la serie, obteniéndose un nuevo segmento con la unión de estos puntos.
3. Se realiza lo mismo con los puntos bajos.
4. Se trazan perpendiculares al eje de abscisas por los puntos altos y bajos.
5. La tendencia viene dada por el segmento que une los puntos medios de las perpendiculares.

1.7 Métodos existentes de análisis de causas

Los métodos más conocidos de análisis de causas clásicamente se distinguen como las Siete Herramientas Básicas de la Calidad, las cuales son:

1. Diagrama de Causa-efecto (Diagrama de Ishikawa).
2. Diagrama de Flujo.
3. Histograma.
4. Diagrama de Pareto (Principio de pocos vitales, muchos triviales).
5. Diagrama de Dispersión.
6. Diagrama de Tendencias.
7. Gráficos de Control.

A continuación se explican detalladamente algunos de estos métodos:

Diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa (o Espina de Pescado) es una técnica gráfica ampliamente utilizada, que permite apreciar con claridad las relaciones entre un tema o problema y las posibles causas que pueden estar contribuyendo para que él ocurra.

La aplicación del método de Ishikawa consiste en establecer las características (propiedades, cualidades y variables) que posee el objeto de investigación, precisar sus relaciones determinando cuáles de ellas son causas y cuáles efectos.

El diagrama ayuda a graficar las causas del problema que se estudia y analizarlas. Es llamado "Espina de Pescado" por la forma en que se van colocando cada una de las causas o razones que a entender originan el problema. Tiene la ventaja que permite visualizar de una manera muy rápida y clara, la relación que tiene cada una de las causas con las demás razones que inciden en el origen del problema.

El diagrama de Ishikawa se utiliza para visualizar las causas principales y secundarias de un problema, ampliar la visión de las posibles causas de un problema, enriqueciendo su análisis y la identificación de soluciones, y analizar procesos en búsqueda de mejoras. Este diagrama también conduce a modificar procedimientos, métodos, costumbres, actitudes o hábitos, con soluciones muchas veces sencillas y baratas. Además muestra el nivel de conocimientos técnicos que existe en la organización sobre un determinado problema y prevé las dificultades y ayuda a controlarlas, no sólo al final, sino durante cada etapa del proceso.

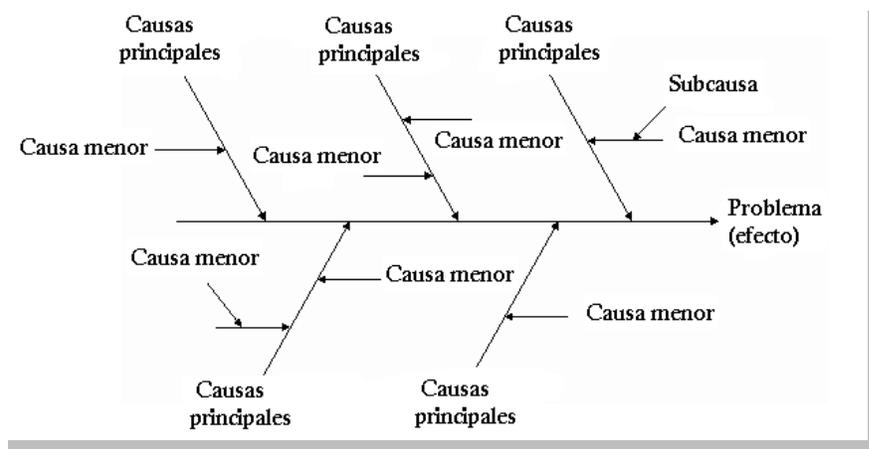


Figura 1. Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa además de presentar numerosos beneficios también posee limitaciones, tal es el caso que este diagrama no es particularmente útil para atender los problemas extremadamente complejos, donde se correlacionan muchas causas y muchos problemas.

Diagrama de Flujo

Un diagrama de flujo es la representación gráfica de un algoritmo o de una secuencia de pasos de un proceso para dar solución a un problema. Este diagrama se basa en la utilización de diferentes símbolos con significados especiales para representar operaciones específicas.

Se denomina diagrama de flujo por los símbolos utilizados que se conectan por medio de flechas para indicar la secuencia de la operación. Se utiliza principalmente en programación, economía y procesos industriales.

El diagrama permite la concatenación de operaciones, aumentar la velocidad de generación de un servicio y considerar la acción correctora sobre los puntos de fallo. Este diagrama debe contar con los siguientes componentes: operaciones realizadas, símbolos que las representan y líneas que constituyen las interconexiones y el sentido del flujo.

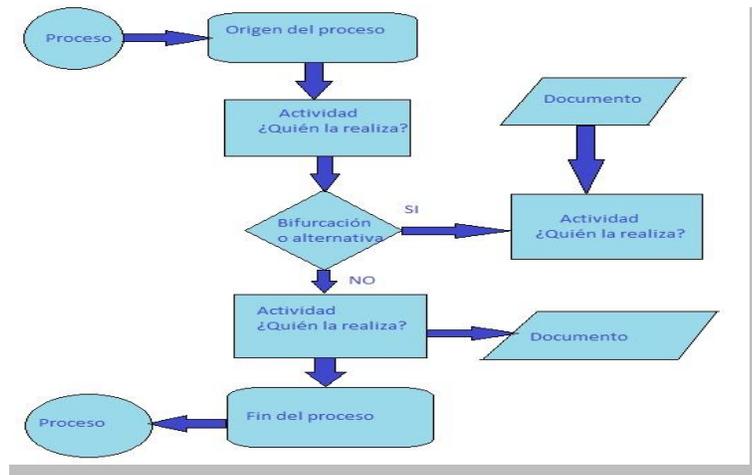


Figura 2. Diagrama de Flujo

Los diagramas de flujo poseen ventajas, entre las que se pueden citar: rápida comprensión de las relaciones, análisis efectivo de las diferentes secciones del programa y pueden usarse como modelos de trabajo en el diseño de nuevos programas o sistemas. Estos diagramas además tienen limitaciones entre las que se encuentran: diagramas complejos y detallados, suelen ser complicados en su planteamiento y

diseño, no existen normas fijas para la elaboración de los diagramas de flujo que permitan incluir todos los detalles que el usuario desee introducir.

Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una “gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades” [8].

Mediante el diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia por razón de la aplicación del principio de Pareto, que es conocido también como el de “pocos vitales y muchos triviales”. Este plantea que existen muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves, ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos. En la gráfica se colocan los "pocos vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.

El diagrama de Pareto se puede elaborar de la siguiente manera:

1. Identificar las causas a investigar.
2. Definir la **frecuencia simple de clase** para cada elemento y hallar el total de la frecuencia.
3. Reordenar los elementos descendientemente.
4. Calcular la **frecuencia relativa simple** para cada elemento.
5. Calcular la **frecuencia acumulada** para cada elemento.
6. Construir el diagrama de barras representando la frecuencia relativa simple y trazar un gráfico lineal representando la frecuencia acumulada.

Frecuencia simple de clase: Al construir una distribución de frecuencias, se tienen diferentes intervalos de valores que se denominan clases. Se define frecuencia simple de clase al número de veces que se repite cada clase.

Frecuencia relativa simple: El total de la frecuencia simple de clase es la suma de todas las frecuencias simples de clases. La frecuencia relativa simple es el resultado de la división de cada frecuencia simple de clase entre el total de las frecuencias simples de clases.

Frecuencia acumulada: La suma de la frecuencia simple de clase es denominada como frecuencia acumulada.

A continuación se presenta la elaboración del diagrama de Pareto, tomando como ejemplo la determinación de las no conformidades más significativas y los orígenes que más frecuencia simple de clase obtuvieron:

Origen de la no conformidad (proceso o producto)	Frecuencia Simple	Frecuencia Relativa Simple	Frecuencia Acumulada
Monitoreo y Control de Proyecto	2,4	0,45	0,45
Compromiso al Plan	1,2	0,23	0,68
Traceo	1	0,19	0,87
Administración de la Configuración	0,4	0,07	0,94
Auditorías a la Configuración	0,4	0,07	1,01

Tabla 5. Datos seleccionados para la elaboración del diagrama de Pareto

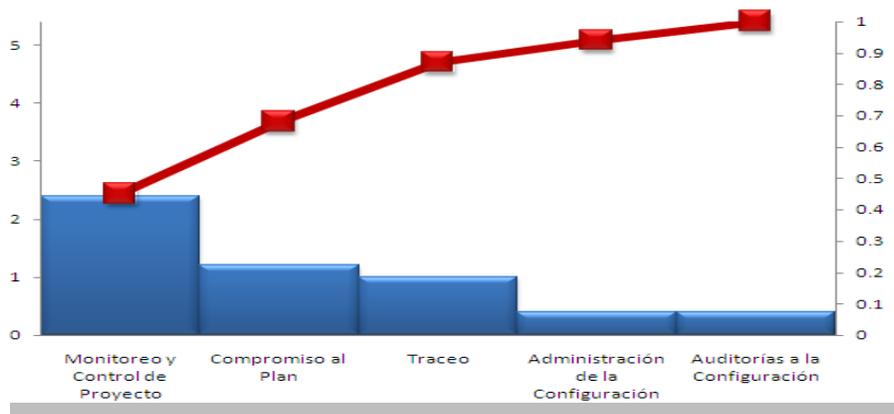


Figura 4. Diagrama de Pareto

En el diagrama se evidencian las no conformidades más frecuentes. Por el Principio de Pareto se concluye que la mayor parte de las no conformidades encontradas corresponden al proceso 'Monitoreo y

Control de Proyecto', de manera que si se eliminan las causas que lo provocan desaparecerían la mayor parte de las no conformidades, por tanto la dirección debería dirigir sus esfuerzos hacia el ataque de dichas causas.

Después de valorar los métodos existentes para el análisis de causas se concluye que se utilizará en la investigación el Principio de Pareto, ya que este permite de una forma muy sencilla visualizar los problemas más relevantes y así tomar acciones para mitigar las causas que los provocan.

1.8 Método GQM para la definición de indicadores

El método GQM (Goal-Question-Metric) fue definido por Brasili y Weiss en 1984 y extendido posteriormente por Rombobach en 1990. Este método proporciona un modo útil para definir mediciones tanto del proceso como de los resultados de un proyecto. También considera que un programa de medición puede ser más satisfactorio si es diseñado teniendo en mente las metas (objetivo perseguido). Las preguntas ayudan a medir si se está alcanzando en forma exitosa la meta definida, por lo tanto se consideraran preguntas que son potencialmente medibles. [9].

GQM define un objetivo, refina este objetivo en preguntas y define métricas que intentan dar información para responder a estas preguntas. También este método se puede aplicar a todo el ciclo de vida del producto, procesos y recursos. El método se puede alinear fácilmente con el ambiente organizacional. GQM es utilizado por los miembros de un proyecto para enfocar su trabajo y para determinar su progreso hacia la realización de sus metas específicas.

GQM es un proceso que se puede describir en términos de seis pasos, donde los tres primeros pasos se basan en usar las metas de negocio para conducir a la identificación de las verdaderas métricas, mientras que los tres últimos pasos se basan en recopilar información de las medidas y la fabricación del uso eficaz de las métricas para mejorar la toma de decisiones. [9].

A continuación se muestran los seis pasos del proceso:

1. Establecer las metas.

- Desarrollar un conjunto de metas del proyecto de negocio que estén asociadas a medidas de productividad y calidad.

2. Generación de preguntas.

- Generar las preguntas que definen objetivos de la manera más completa y cuantificable posible.
- 3. Especificación de medidas.**
 - Especificar las medidas necesarias para contestar las preguntas y seguir la evolución del proceso y producto con respecto a las metas.
 - 4. Preparar recolección de datos.**
 - Desarrollar mecanismos para la recolección de datos.
 - 5. Recolectar, validar y analizar los datos para la toma de decisiones.**
 - Recolectar, validar y analizar los datos para la toma de decisiones para proporcionar la realimentación de proyectos en una acción correctiva.
 - 6. Analizar los datos para el logro de los objetivos y el aprendizaje.**
 - Analizar los datos para el logro de los objetivos y el aprendizaje para determinar el grado de conformidad y hacer las recomendaciones para mejoras futuras.

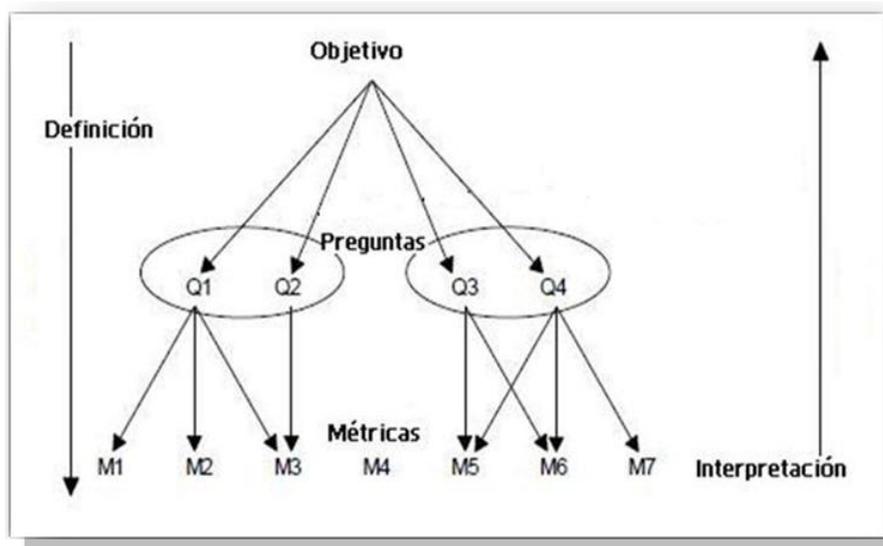


Figura 5. Esquema del método GQM

Es necesario destacar que en la presente investigación se utilizará el método GQM para la definición de los indicadores ya que este posibilita identificar las medidas que dan respuesta a las necesidades de información de la organización y permite conocer datos que evalúen los resultados, permitiendo conocer el cumplimiento de los objetivos del negocio.

1.8.1 Definición de los indicadores

Cinco indicadores han sido definidos hasta el momento utilizando el método GQM, estos son:

- Adherencia a procesos y productos de trabajo: Permite conocer si se están siguiendo los procesos y productos de trabajo definidos y cuáles procesos y productos generan mayor número de no conformidades.
- Utilidad de los procesos y productos de trabajo: Permite conocer si son útiles los procesos y productos de trabajo definidos y si se está generando suficientes solicitudes de mejora y lecciones aprendidas.
- Seguimiento a las no conformidades: Permite conocer si se están resolviendo las no conformidades así como los tipos más frecuentes de acciones correctivas y la distribución de impacto de las no conformidades.
- Tendencia de las no conformidades: Permite observar la tendencia de las no conformidades a lo largo del tiempo dividido en períodos de tres meses.
- Estado del plan de evaluaciones: Permite identificar desviaciones en los planes de evaluaciones de un período a otro.

A continuación se muestran los indicadores definidos:

Preguntas: ¿Cuál es la tendencia de las no conformidades en los últimos períodos?

Indicador: Tendencia de las no conformidades.

Enfocado a: Grupo de Auditorías y Revisiones.

Frecuencia: Trimestral.

Gráfico:



Figura 6. Tendencia de las no conformidades.

Guías para la interpretación:

- Cuando la línea de puntos tiene una pendiente negativa, se infiere que en el transcurso del tiempo se le ha dado un seguimiento satisfactorio a las no conformidades encontradas, es decir, existe adherencia a los productos y procesos de desarrollo.
- Cuando la línea de puntos tiene pendiente positiva, se infiere que en el transcurso del tiempo no se le ha dado un seguimiento satisfactorio a las no conformidades encontradas, es decir, no existe adherencia a los productos y procesos de desarrollo.

Caso ideal:

- Cuando la línea de puntos coincide con el eje cero horizontal, se infiere que en el período en cuestión no se encontraron no conformidades. En este caso la organización sigue los procesos de desarrollo y esto incide positivamente en los productos que elaboran.

Para ver el resto de los indicadores ver anexos del 1 al 4.

1.9 Técnicas de documentación de procesos

Existen numerosas técnicas para documentar procesos, entre ellas se pueden citar:

- Diagrama de Flujo
- Carriles de Natación(Rummler-Brache)
- Descripción Textual
- SADT / IDEF
- ETVX
- Combinación de técnicas

Diagrama de Flujo: El diagrama provee una representación gráfica de las actividades que conforman un proceso, emplea diagramas de bloques y proporciona un panorama global del proceso.

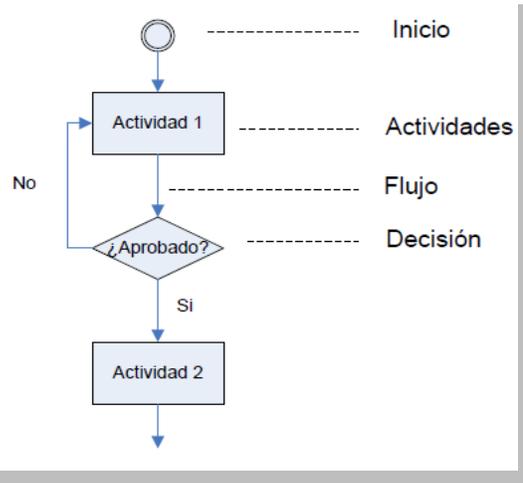


Figura 7. Diagrama de Flujo

Carriles de Natación (Rummler-Brache): Esta técnica permite mapear la estructura organizacional de los procesos y representa en cada carril, los pasos de un proceso para un rol en particular u organización. También delimita el grado de responsabilidad de cada entidad, son conocidos como diagramas "Rummler-Brache".

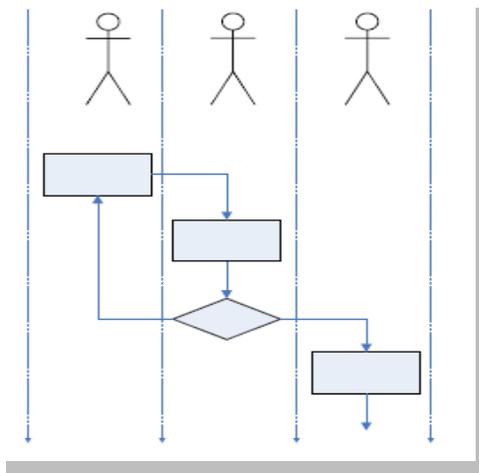


Figura 8. Carriles de Natación

Descripción Textual: Para realizar la descripción textual de un proceso se llevan a cabo diferentes pasos, los cuales son:

1. Resumen del proceso.

- Propósito
 - Objetivos
 - Resultados
2. Preparación para el proceso.
 - ¿Qué se necesita?
 - ¿Cuándo puede empezar?
 - ¿Quién va a participar?
 3. Realización del proceso.
 - ¿Cuánto dura?
 - ¿Cómo se lleva a cabo?
 - ¿Consideraciones especiales?
 4. Terminación del proceso.
 - ¿Cuándo se termina?
 - ¿Qué sucede si no se lleva a cabo?

SADT / IDEF: Significa Lenguaje de Definición ICAM y está basada en la técnica de Análisis y Diseño Estructurado (SADT, 1970). Modela decisiones, acciones y actividades de un sistema, provee una perspectiva gráfica y funcional de un sistema.

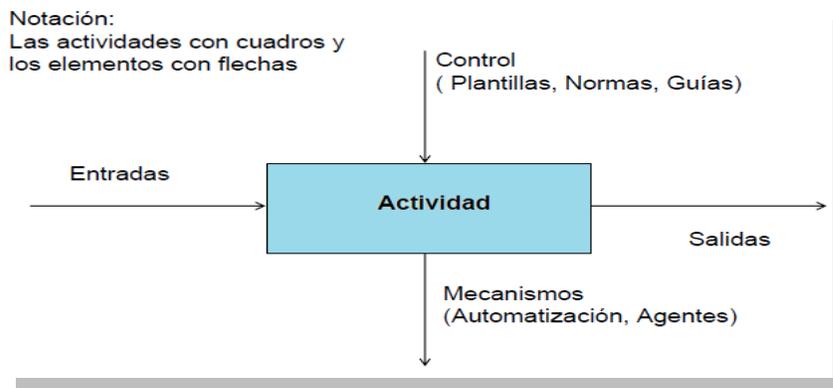


Figura 9. Técnica SADT/IDEF

ETVX: La técnica permite indicar acciones correctivas cuando una actividad no pasa el proceso de evaluación, permite estructurar fases del proceso como una actividad ETVX, además de subdividir tareas y estructurarlas como ETVX.

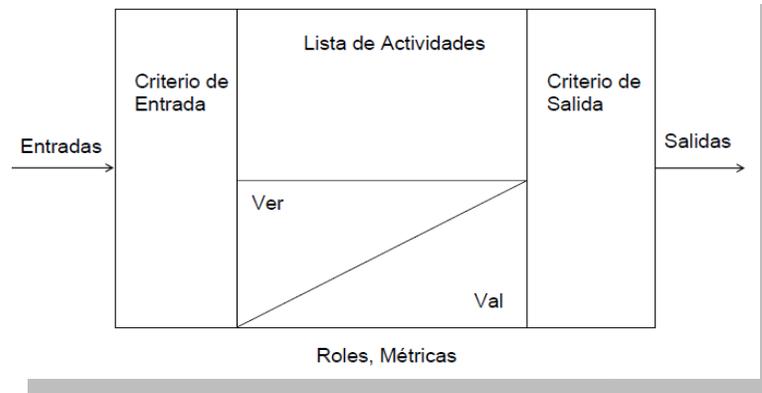


Figura 10. Técnica EVT

Combinación de técnicas: Crea una combinación que reúne las ventajas de varias técnicas, complementando la representación gráfica con la descripción textual del proceso.

Nombre del proceso		
Criterio de entrada	Listar condiciones para que inicie el proceso	
Criterio de salida	Listar condiciones para la salida del proceso	
Entrada[E] Rol[R] Control[C]	Descripción	Salida
[E- identifica una entrada R- identifica un rol C-identifica un control]	[Descripción de la tarea]	[Nombre del artefacto de salida]

Figura 11. Representación textual.

Nombre del proceso				
Criterios de entrada: Listar condiciones para que inicie el proceso.				
Criterios de salida: Listar condiciones de salida del proceso.				
Rol	Entrada	Control	Actividad	Salida
			<pre> graph TD Start([Inicio]) --> Act[Actividad] Act --> Dec{Decisión} Dec --> Act Dec --> End[Salida] </pre>	

Figura 12. Representación Gráfica

Tras un exhaustivo análisis se decide que la técnica de mayor utilidad para la presente investigación resulta de una combinación de las técnicas de diagrama de flujo y los carriles para la descripción gráfica unido a una descripción textual que se realiza posteriormente. La combinación de técnicas reporta beneficios tales como:

- Un fácil dominio e interpretación de los elementos de entrada, salida y responsables de cada una de las actividades del proceso.
- Perspectiva gráfica muy clara de las actividades y su interrelación.
- Descripción en lenguaje natural de cada una de las actividades que no precisa que las personas sepan interpretar diagramas de flujos.

1.10 Conclusiones del capítulo

La revisión bibliográfica permitió determinar el uso de métodos estadísticos tales como *las Medias Móviles* para la realización de estimaciones, el *Diagrama de Pareto* para el análisis de causas y el *Método GQM* para la definición de indicadores estadísticos. Se aplicará una combinación de técnicas para la documentación del proceso puesto que esto determina una fácil comprensión del mismo.

Capítulo 2: Propuesta del Procedimiento

2.1 Introducción al capítulo

En el capítulo se realiza la descripción del procedimiento propuesto. Se abordan su objetivo, alcance, recursos, roles y responsabilidades, así como la descripción gráfica, descripción textual y guías para ejecutar el procedimiento.

2.2 Descripción del procedimiento

2.2.1 Objetivo

Analizar los resultados de las evaluaciones de software realizadas en la Universidad de las Ciencias Informáticas en el último trimestre. Establecer indicadores para el análisis de tendencias de la calidad con respecto a períodos anteriores y un marco de referencia que proporcione a la Alta Gerencia de la producción soporte objetivo a la toma de decisiones estratégicas.

2.2.2 Alcance

Auditorías y revisiones a la actividad productiva de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

2.2.3 Recursos para ejecutar el procedimiento

Herramientas:

- Procesador de Texto (Microsoft Office Word, Open Office Word).
- Hoja de Cálculo (Microsoft Office Excel, Open Office Excel).
- Sistema de gestión de reportes dinámicos.

Humanos:

- Coordinador de PPQA

2.2.4 Asignación de roles y responsabilidades

La siguiente tabla muestra los roles involucrados en las actividades del desarrollo del procedimiento, así como las responsabilidades de los mismos.

No.	Rol	Responsabilidades
1	Coordinador de PPQA	<ul style="list-style-type: none">• Elabora el Parte Semanal.• Notifica el Parte Semanal.• Recolecta los datos de las evaluaciones.• Realiza el análisis de tendencia.• Realiza el análisis de causa.• Genera otros indicadores.• Realiza estimaciones para el próximo año.• Elabora el Reporte de Estado de la Calidad.• Informa el Reporte de Estado de la Calidad a la Alta Gerencia.• Publica el Reporte de Estado de la Calidad.
2	Alta Gerencia	<ul style="list-style-type: none">• Aprueba el Reporte de Estado de la Calidad.• Publica el Reporte de Estado de la Calidad.

Tabla 7. Asignación de roles y responsabilidades

2.2.5 Involucrados relevantes

- Alta Gerencia (Formada por Director General de la Infraestructura Productiva y el Vicerrector de Producción)

2.2.6 Descripción gráfica del proceso

La siguiente figura muestra la representación gráfica del procedimiento propuesto, donde se desglosan en columnas los distintos elementos que se necesitan para la ejecución del mismo.

Capítulo 2: Propuesta del Procedimiento

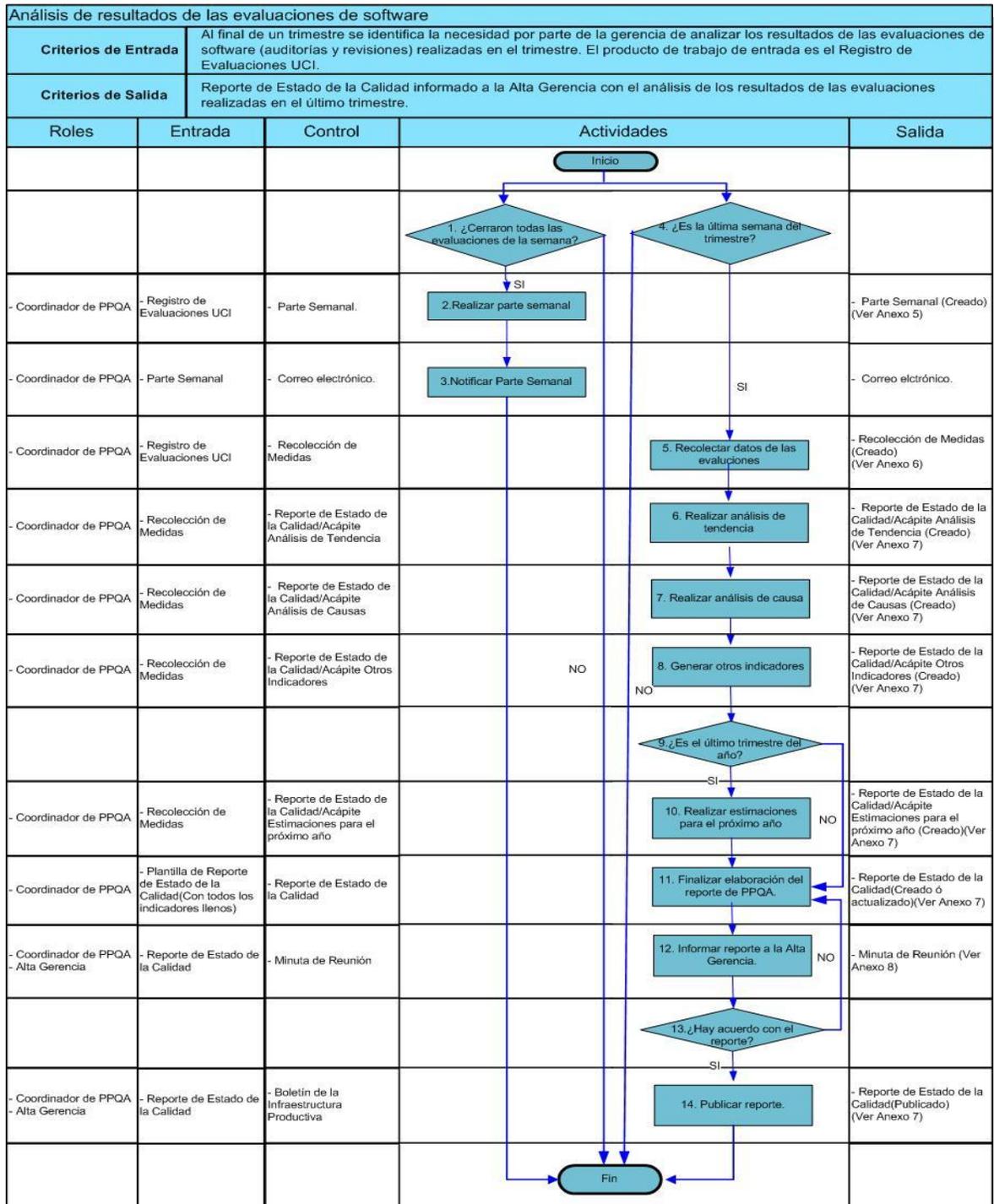


Figura 13. Descripción gráfica del proceso

2.2.7 Descripción textual del procedimiento

A continuación se muestra una tabla con la descripción textual del procedimiento donde se explica detalladamente todas las actividades del mismo.

Análisis de resultados de las evaluaciones de Software		
Criterio de entrada	Al final de un trimestre se identifica la necesidad por parte de la gerencia de analizar los resultados de las evaluaciones de software (auditorías y revisiones) realizadas en el trimestre. El producto de trabajo de entrada es el Registro de Evaluaciones UCI.	
Criterio de salida	Reporte de Estado de la Calidad informado a la Alta Gerencia con el análisis de los resultados de las evaluaciones realizadas en el último trimestre.	
No.	Descripción	Salida
1	1.1 Si cerraron todas las evaluaciones de la semana, ejecutar actividad 2. 1.2 Si no cerraron todas las evaluaciones de la semana, finalizar el proceso.	
2	2.1 Realizar el Parte Semanal llenando la plantilla "Parte Semanal" (Coordinador de PPQA).	Parte Semanal (Creada).
3	3.1 Notificar el Parte Semanal al director de la infraestructura productiva.	Correo Electrónico.
4	4.1 Si es la última semana de un trimestre, ejecutar actividad 5. 4.2 Si no es la última semana de un trimestre, finalizar el proceso.	
5	5.1 Realizar la recolección de los datos de las evaluaciones llenando la plantilla "Recolección de Medidas" utilizando para ello el Sistema de Gestión de Reportes Dinámicos (Coordinador de PPQA).	Recolección de Medidas (Creada).

6	6.1 Realizar análisis de tendencia según lo descrito en la “Plantilla de Reporte de Estado de la Calidad /Acápite Análisis de Tendencia” (Coordinador de PPQA).	Reporte de Estado de la Calidad /Acápite Análisis de Tendencia (Creado).
7	7.1 Realizar análisis de causas según lo descrito en la “Plantilla de Reporte de Estado de la Calidad /Acápite Análisis de Causas” (Coordinador de PPQA).	Reporte de Estado de la Calidad /Acápite Análisis de Causas (Creado).
8	8.1 Generar otros indicadores según lo descrito en la “Plantilla de Reporte de Estado de la Calidad /Acápite otros indicadores” (Coordinador de PPQA).	Reporte de Estado de la Calidad /Acápite otros indicadores (Creado).
9	9.1 Si es el último trimestre del año ejecutar actividad 10. 9.2 Si no es el último trimestre del año realizar la actividad 11.	
10	10.1 Realizar estimaciones para el próximo año según lo descrito en la “Plantilla de Reporte de Estado de la Calidad /Acápite estimaciones para el próximo año” (Coordinador de PPQA).	Reporte de Estado de la Calidad/Acápite estimaciones para el próximo año (Creado).
11	11.1 Finalizar elaboración del reporte de Estado de la Calidad.	Reporte de Estado de la Calidad (Creado o actualizado).
12	12.1 Informar cada reporte a la Alta Gerencia. 12.2 Registrar solicitudes y necesidades de nuevos indicadores para posteriores reportes de Estado de la Calidad.	Minuta de reunión.
13	13.1 Si hay acuerdo con el reporte ejecutar actividad 14.	

	13.2 Si no hay acuerdo con el reporte ejecutar actividad 11.	
14	14.1 Publicar el reporte.	Reporte de Estado de la Calidad (Publicado).

Tabla 8. Descripción textual del proceso

2.2.8 Guías del procedimiento

- Guía para realizar el reporte de análisis de tendencia (Ver epígrafe 1.8.1 Definición de indicadores).
- Guía para realizar el reporte de análisis de causas (Ver epígrafe 1.7 Métodos existentes de análisis de causas\Diagrama de Pareto).
- Guía para realizar las estimaciones (Ver epígrafe 1.6.1 Métodos existentes de estadística predictiva\Técnica de medias móviles).
- Guía para realizar el reporte de adherencia a procesos y productos (Ver anexo 1).
- Guía para realizar el reporte de utilidad de los procesos y productos de trabajo (Ver anexo 2).
- Guía para realizar el reporte de seguimiento a las no conformidades (Ver anexo 3).
- Guía para realizar el reporte de estado del plan de evaluaciones (Ver anexo 4).

2.3 Conclusiones del capítulo

El procedimiento propuesto proveerá al Coordinador de PPQA de un conjunto de actividades y artefactos que le facilitarán la elaboración del *Reporte de Estado de la Calidad*, que se debe realizar trimestralmente, con el fin de informar a la Alta Gerencia de la actividad productiva el estado de los procesos y productos que se generan en los proyectos productivos de la Universidad. La definición de las guías del procedimiento para la realización e interpretación de cada uno de los reportes permite asegurar entendimiento por parte del Coordinador de PPQA.

Capítulo 3: Validación de la Propuesta

3.1 Introducción del capítulo

En el capítulo se describe la aplicación del procedimiento diseñado y se interpretan los resultados, permitiendo de esta manera un mayor entendimiento de las actividades y demostrando a su vez la utilidad de los indicadores generados en la toma de decisiones estratégicas de la Alta Gerencia de la actividad productiva de la UCI.

3.2 Programa de Mejora de procesos en la UCI.

El Programa de Mejora de procesos que lleva a cabo la UCI desde mediados del 2009 es una estrategia de la Universidad para identificar, desarrollar, implantar y mejorar sus procesos a mediano y largo plazo.

Este programa se desarrolla bajo la consultoría de especialistas del SIE Center, del Tecnológico de Monterrey, México; y cuenta además con el total apoyo de la máxima gerencia de la Universidad.

En estos momentos los procesos definidos en el marco del Programa de Mejora se encuentran en fase de pilotaje en cinco proyectos productivos de la Universidad seleccionados para esta actividad. Estos proyectos reúnen en sí características muy variadas, por lo que constituyen, de alguna manera una representación del resto de los proyectos de la UCI.

Igualmente estos proyectos se someten periódicamente a revisiones de PPQA, que son unos de los tipos de evaluaciones que se realizan en la UCI, generándose a partir de estas todos los resultados de las evaluaciones que ya se han descrito anteriormente durante la situación problémica de la presente investigación.

Estas condiciones hacen que el escenario anteriormente descrito constituya una muestra excelente para pilotear nuevos procedimientos y específicamente estas revisiones de PPQA, constituyen una muestra ideal para la validación del presente procedimiento.

3.3 Aplicación del procedimiento al Programa de Mejora de la UCI

La recolección de los datos necesarios para cada uno de los indicadores según el procedimiento, se debe realizar a través del Sistema de Gestión de Reportes Dinámicos. Hasta el momento el centro CALISOFT no ha podido establecer los acuerdos necesarios con el Centro de Datos para la obtención e implantación de dicho sistema, por lo que la recolección de los datos se realizó en forma de consultas directas a la base de datos, a través de la propia interfaz del sistema gestor de base de datos PostgreSQL.

En los anexos 9 y 10 se muestra un esquema del modelo físico de la base de datos y las consultas realizadas para obtener los datos de cada uno de los indicadores.

Como resultado de esta actividad se genera la plantilla 'Recolección de Medidas' en la cual se recogen las medidas necesarias para la definición de los indicadores.

3.3.1 Elaboración del Parte Semanal

Después de haber cerrado todas las evaluaciones de la semana se realiza un parte semanal, con el objetivo de mantener informada a la Alta Gerencia del estado de las evaluaciones realizadas semanalmente, es decir las auditorías y revisiones.

La siguiente tabla muestra el parte semanal correspondiente a la semana del 15/02/2010 al 19/02/2010. Los anexos 11, 12 y 13 muestran el resto de los partes semanales emitidos en el período.

No. Control	Área	Proyecto	Fecha de Inicio	Fecha de Fin	Equipo Revisor	Estado de la Evaluación	No. de NC
PPQA-10-004	CES IM	Sistema Integral para la atención primaria de	15/02/2010	15/02/2010	Revisor Líder: Maikel Muñoz	Ejecutada	4

		salud (APS)			Roja		
--	--	-------------	--	--	------	--	--

Tabla 9. Parte Semanal 15/02/2010 – 19/02/2010

3.3.2 Análisis de Tendencia de las no conformidades

El análisis de tendencia se realiza utilizando las medias de las no conformidades de un número de períodos anteriores, para que de esta forma la dirección pueda tener una idea precisa de cómo se va comportando el estado de las no conformidades respecto a otros años. En este caso se tomaron los períodos del 1 de mayo del 2009 al 31 de julio del 2009, del 1 de octubre del 2009 al 31 de diciembre del 2009 y del 1ro de enero del 2010 al 31 de marzo del 2010 que son los períodos de los que se tienen registros en la base de datos.

En la siguiente figura se observa la tendencia de las no conformidades distribuidas por trimestres desde mayo del 2009.



Figura 14. Análisis de tendencia de las no conformidades

Del resultado de este indicador se puede interpretar que existe una tendencia alcista, esto se debe a que en una primera etapa del Programa de Mejora los proyectos pilotos comenzaron a implementar sólo 2 procesos (PPQA y REQM), posteriormente se adicionaron a éstos dos procesos más (PP y PMC) y finalmente en el trimestre de enero-marzo 2010 se comenzó a pilotar el proceso SAM, faltando solamente el proceso de MA por pilotaje en los proyectos productivos. Además ha aumentado la experiencia de los equipos que realizan las revisiones y se ha elevado considerablemente el número de criterios a evaluar

debido al incremento del número de procesos.

Se espera que esta tendencia continúe siendo alcista al menos en los próximos meses y durante el período que dure la implantación en todos los proyectos dentro del alcance del Programa de Mejora; posteriormente este indicador debe tender a la disminución ya que todos los procesos estarán implantados, es decir no se incorporarán más procesos y las personas tendrán la capacitación necesaria para trabajar con los mismos.

3.3.3 Análisis de causas

Para dar continuación al procedimiento se realiza el análisis de causas, el cual se basa en el principio de Pareto, también conocido como el de los “pocos vitales y muchos triviales”. Este análisis se realiza tomando el origen de las no conformidades, ya sea de proceso o producto y la frecuencia media de cada una de ellas.

La figura 15 muestra el diagrama de Pareto donde se representan los pocos vitales a la izquierda y los muchos triviales a la derecha. La línea que se muestra en la parte superior, conocida como la curva de Pareto, muestra la frecuencia acumulada de incidencia de las causas que se encuentran a la izquierda de cada punto de la curva. Esto permite conocer por ejemplo que las cinco primeras causas producen más del 40% de los defectos.

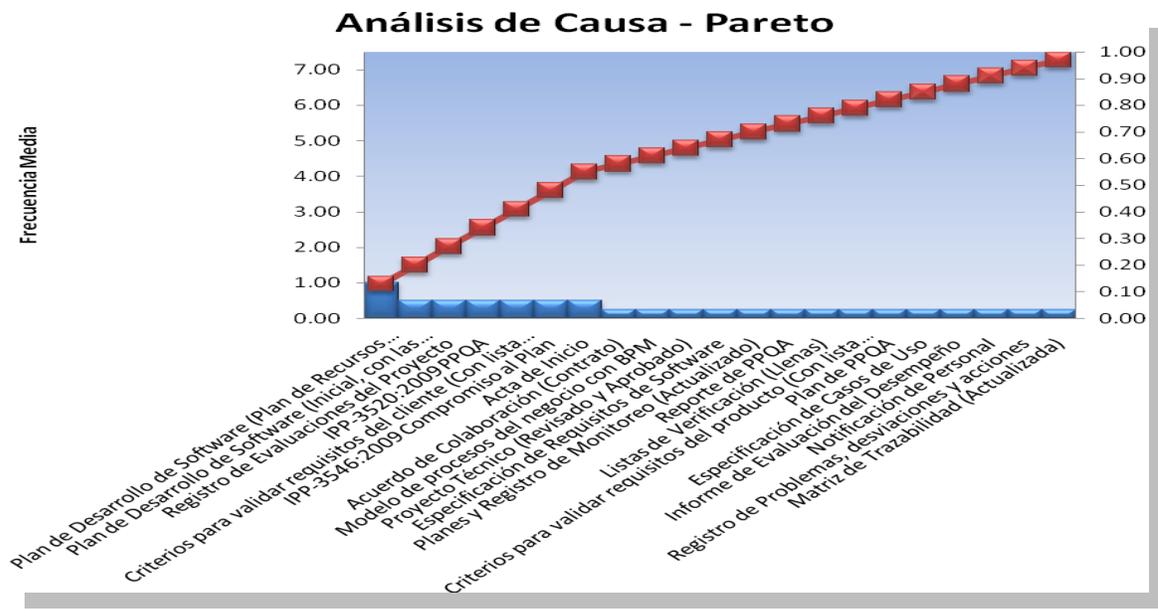


Figura 15. Análisis de Causa (Diagrama de Pareto)

El diagrama muestra la relación de las causas (orígenes) que han producido mayor número de no conformidades en el período.

Observando el gráfico se puede concluir que las mayores dificultades han estado relacionadas con los siguientes procesos y productos:

- Plan de Desarrollo de Software (Plan de Recursos Humanos): Debido fundamentalmente a las inconsistencias que aún persisten en algunos proyectos y a la resistencia de utilizar los roles y responsabilidades definidos en el marco del Programa de Mejora.
- Plan de Desarrollo de Software (Restricciones): Algunos proyectos aún no interiorizan la necesidad de identificar las suposiciones y restricciones, y muchos que si lo hacen lo realizan de forma incorrecta.
- Registro de Evaluaciones del Proyecto: Muchos elementos detectados durante las revisiones de PPQA no son sometidos a seguimiento sistemático por parte de los proyectos, esto implica que los registros se encuentran desactualizados cuando se les realizan nuevas revisiones.
- IPP-3520:2009 PPQA: Este proceso está presentando numerosas dificultades porque aún los proyectos no realizan la conciliación de las revisiones de PPQA con el Coordinador de PPQA como está establecido. Esta actividad sienta las bases para el correcto funcionamiento del resto del proceso PPQA.
- Criterios para Validar Requisitos del Cliente: Aún persisten problemas con la aplicación de los criterios para validar requisitos del cliente, aunque la mayoría realmente son de impacto medio o bajo.
- IPP-3546:2009 Compromiso al Plan: El compromiso, aunque en la mayoría de los proyectos se asegura de alguna manera, aún persisten casos que no mantienen el registro de Revisiones de Compromisos al Plan, tienen ausencia de minutas de reuniones y otras actividades que demuestran el compromiso.
- Acta de Inicio: Los problemas relativos a las actas de inicio giran en torno a inconsistencias que se producen a la hora de legalizar el documento, fundamentalmente esto se refiere a la ausencia de firmas, códigos y referencias erróneas.

De acuerdo al Principio de Pareto se deben mitigar estas causas que provocan el mayor número de no

conformidades, así se garantizará una disminución considerable del número de no conformidades y de la incidencia de los principales problemas que fueron identificados en el período actual.

3.3.4 Definición de otros indicadores

Adherencia a procesos y productos de trabajo

El indicador adherencia a procesos y productos de trabajo permite conocer la cantidad de no conformidades que se generan en los procesos y productos de trabajos definidos y si se están siguiendo correctamente los mismos.

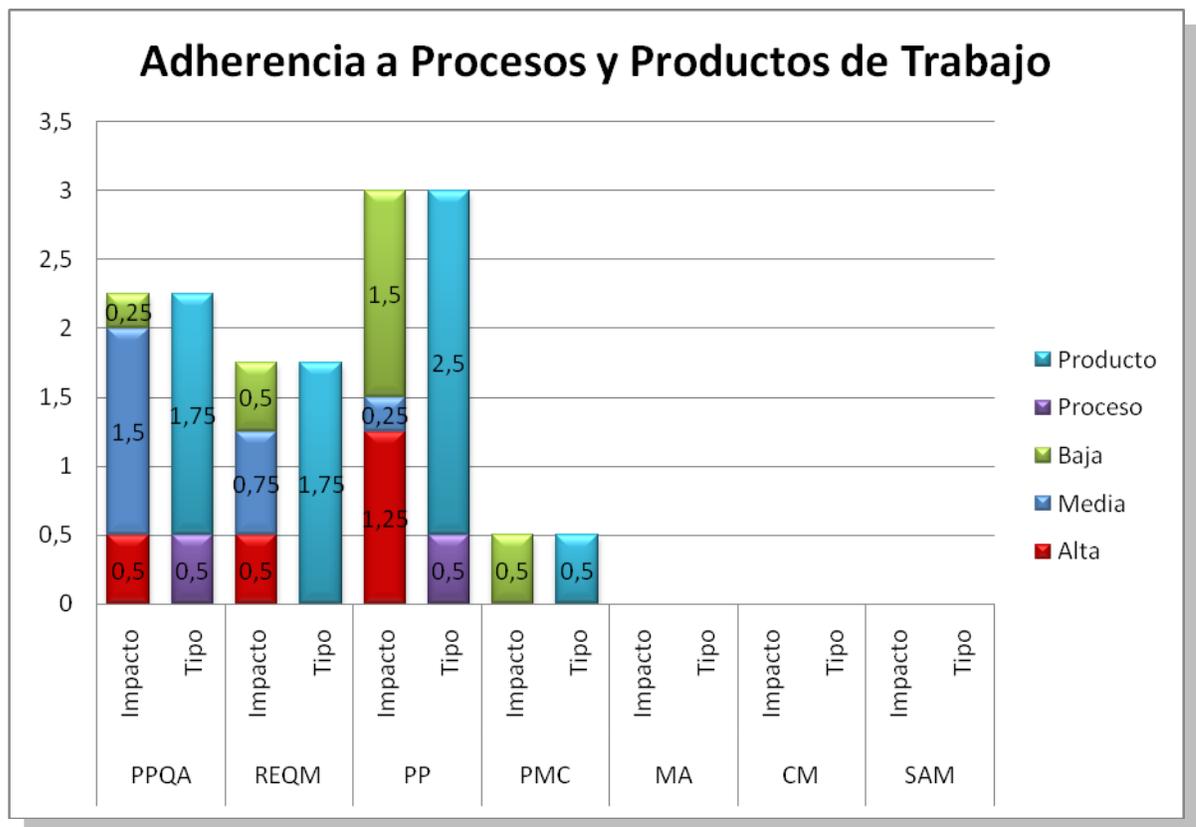


Figura 16. Adherencia a procesos y productos de trabajo

La figura 16 muestra los datos del indicador, donde se imponen las no conformidades de adherencia a productos sobre las de adherencia a procesos, y esto es muy favorable para la organización, además demuestra que las capacitaciones y el entendimiento de los involucrados en los procesos está siendo

efectivo.

El impacto de las no conformidades es ligeramente elevado y esto se debe aún a la falta de madurez en la utilización de los procesos; posteriormente esta relación debe invertirse paulatinamente.

Utilidad de los procesos y productos de trabajo

Otro de los indicadores definidos es utilidad de los procesos y productos de trabajo, que permite conocer si son útiles los procesos y productos de trabajo definidos en el marco del Programa de Mejora. Para ellos se lleva el control de las solicitudes de mejora, lecciones aprendidas y procesos y productos no utilizados.

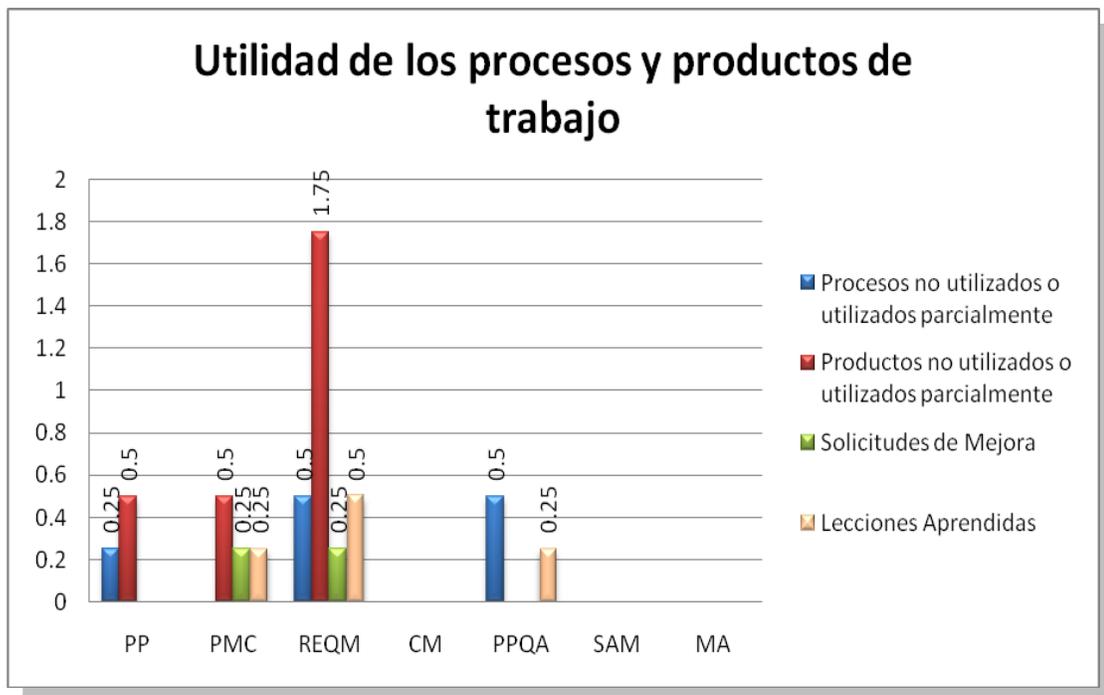


Figura 17. Utilidad de los procesos y productos de trabajo

Como se puede observar en la figura 17 aún existe un número significativo de procesos y productos que no están siendo utilizados. Esto se debe en primer lugar a que muchos proyectos no han llegado a etapas avanzadas de su desarrollo y no han tenido que desarrollar algunos procesos y productos, sin embargo en otros casos se evidencian variaciones significativas de las plantillas del expediente de proyecto e incluso en muchos casos ausencia de productos de trabajo.

Hasta el momento el proceso con mayor número de productos no utilizados es REQM, y esto se debe a que algunos productos de trabajo del expediente de proyecto no concuerdan con la metodología o la estrategia seguida por los proyectos.

Seguimiento a las no conformidades

El indicador seguimiento a las no conformidades permite conocer si se están resolviendo las no conformidades así como los tipos más frecuentes de acciones correctivas y la distribución de impacto de las no conformidades.

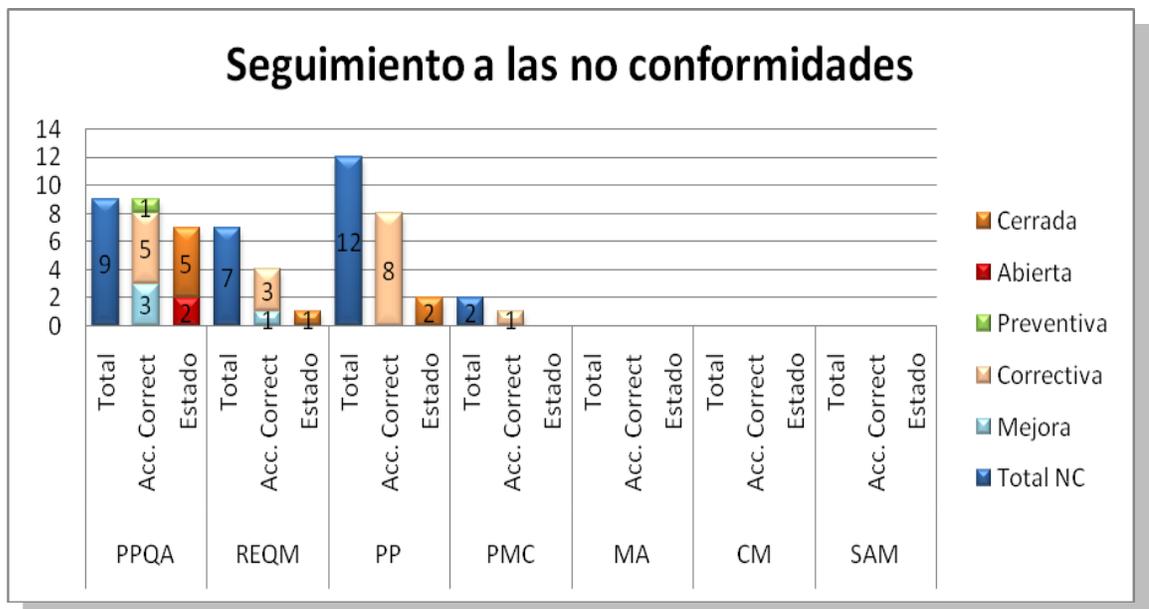


Figura 18. Seguimiento a las no conformidades

En la figura se muestra que el estado de las acciones correctivas a las que se le han efectuado seguimiento y han sido reportadas al Coordinador de PPQA, está en un estado aceptable puesto que la mayoría se encuentran cerradas.

Sin embargo estos resultados sólo se refieren a los seguimientos que han sido reportados, aún queda un gran número de no conformidades que no se conoce su estado y esto lo demuestran las diferencias entre el total de no conformidades y las que tienen alguna acción correctiva o estado asociado.

Estado del Plan de Evaluaciones

En la siguiente figura se observa el estado del Plan de Evaluaciones, el cual permite identificar desviaciones del real con respecto al plan de evaluaciones previsto para el período, además que muestra un histórico de los períodos anteriores.

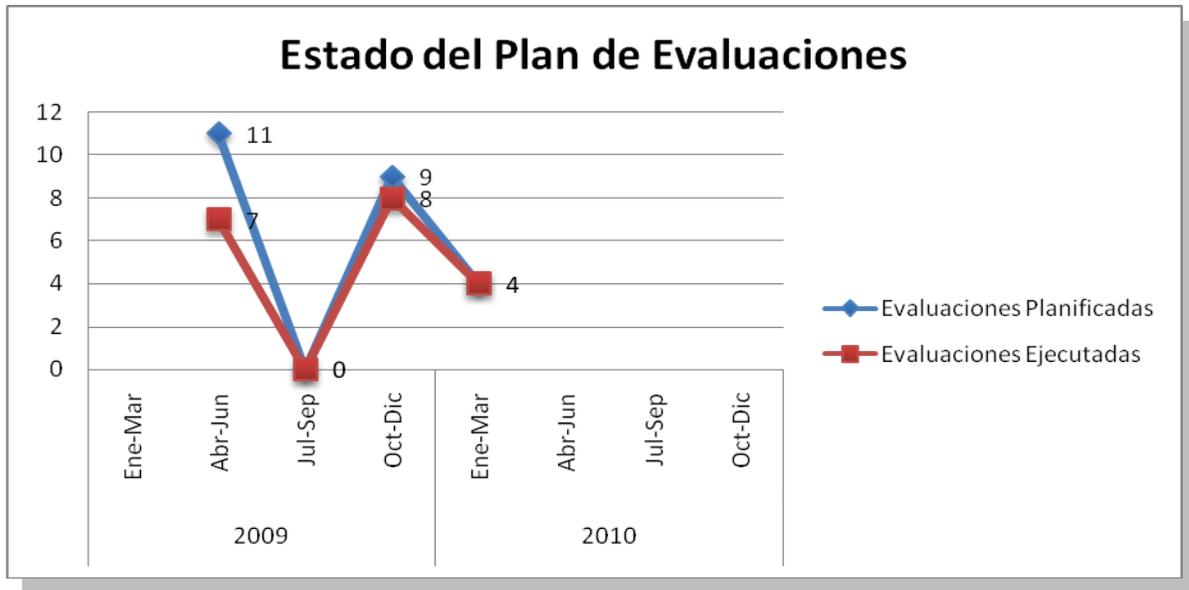


Figura 19. Estado del Plan de Evaluaciones

Como se puede observar en la gráfica el Plan de Evaluaciones para el período actual se cumplió al ciento por ciento.

3.3.5 Estimaciones para el próximo año

Es necesario destacar que la realización de las estimaciones para el próximo año no se aplicó debido a que no es el último trimestre del año y según el procedimiento no corresponde realizarlo en este período.

3.4 Conclusiones de los resultados de la aplicación del procedimiento propuesto

La aplicación del procedimiento propuesto permitió obtener una visibilidad objetiva del estado de los procesos y productos de trabajos definidos en el Programa de Mejora y que se encuentran en pilotaje en cinco proyectos productivos. Por su parte los indicadores permitieron conocer el grado de avance de cada

uno de los procesos, los tipos de no conformidades y sus estados, así como los problemas más frecuentes, el cumplimiento de los planes, entre otros.

Además permitió identificar el proceso de Planeación de Proyecto como el que menos madurez presenta en esta etapa de pilotaje, debido al gran número de no conformidades presentada en el período, así como el gran impacto que tienen las mismas sobre el desempeño del proyecto. Asimismo resultó el proceso de Administración de Requisitos el que mayor número de productos de trabajo definidos no utiliza ya que los proyectos aplican fundamentalmente una variada cantidad de metodologías.

También resultó evidente que aún es insuficiente la comunicación entre los Administradores de la Calidad de los proyectos y el Coordinador de PPQA, evidenciado principalmente a través del considerable número de no conformidades de las que no se conoce su estado actual.

El Sistema de Gestión de Evaluaciones de Software (GESOFT) utilizado por el Grupo de Auditorías y Revisiones del centro de CALISOFT, para la gestión de sus actividades y origen de los datos utilizados para la validación del procedimiento propuesto en el presente trabajo, demostró ser una fuente fiable de información con un alta disponibilidad e interoperabilidad con diferentes sistemas gestores de base de datos.

Finalmente el reporte resultante del procedimiento fue presentado por el Coordinador de PPQA al MSG, donde se encuentra la Alta Gerencia del Programa de Mejora de la UCI, donde quedó aprobado y publicado por el MSG.

3.5 Conclusiones del capítulo

En el capítulo se realizó la descripción de la aplicación del procedimiento propuesto a los resultados de las evaluaciones realizadas a cinco proyectos pilotos en el marco del Programa de Mejora de Procesos que lleva a cabo la UCI. Se realizó además una interpretación exhaustiva de cada uno de los indicadores generados, los cuales constituyen además evidencia objetiva que apoya la toma de decisiones estratégicas a mediano y largo plazo de la Alta Gerencia.

Conclusiones

El desarrollo del presente trabajo de diploma posibilitó dar cumplimiento al objetivo general planteado, al desarrollar un procedimiento para el análisis de los resultados de las evaluaciones de software a los proyectos productivos de la UCI. Para obtener dicho resultado, se cumplieron los siguientes aspectos:

- Se desarrolló el procedimiento propuesto permitiendo obtener una visibilidad objetiva del estado de los procesos y productos de trabajos definidos en el Programa de Mejora.
- Se realizó la validación del procedimiento mediante la aplicación del mismo durante un cierre trimestral del Programa de Mejora.

Recomendaciones

Luego de haberse cumplido con los objetivos propuestos mediante la realización del trabajo de diploma, se recomienda:

- Incorporar técnicas alternativas al Principio de Pareto para el análisis de causas y las medias móviles para la realización de estimaciones, así como nuevos métodos que incorporen elementos de estadística inferencial y predictiva.
- Utilizar una herramienta estadística especializada para la generación de los indicadores y los diagramas.
- Incluir el procedimiento como subproceso o como adjunto al IPP-3201 Auditorías a la actividad productiva e IPP-3520:2009 PPQA, procedimientos vigentes para las auditorías y revisiones en la UCI respectivamente.

Referencias Bibliográficas

1. **Sistema de gestión de la calidad- Fundamentos y vocabulario. ISO 9000(traducción certificada).**
2. **Pressman, Roger S.** *Ingeniería de software. Un enfoque práctico.* Quinta Edición. s.l. : Editorial McGraw-Hill, 2002.
3. **La Calidad en general y los Modelos de Calidad.** *Modelos de Gestion de la Calidad del Software.* [En línea] [Citado el: 16 de noviembre de 2009.] Disponible en: <http://modelosdegestiondelacalidad.blogspot.com/>
4. **GestioPolis.** [En línea] [Citado el: 10 de noviembre de 2009.] Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/recursos/experto/catsexp/pagans/ger/No9/Que%20es%20calidad.htm>
5. **IEEE Standard for Software Reviews – IEEE Std 1028-199.** [En línea] [Citado el: 8 de marzo de 2010.] Disponible en: <http://pesona.mmu.edu.my/~wruslan/SE2/Readings/detail/Reading-6.pdf>
6. **Real Academia Española.** *DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA - Vigésima segunda edición.* [En línea] [Citado el: 7 de noviembre de 2009.] Disponible en: <http://buscon.rae.es/drael/>
7. **Muñoz, David Ruiz.** *Manual de Estadística.* Profesor Departamento Economía y Empresa. Universidad Pablo de Olavide. [En línea] [Citado el: 4 de noviembre de 2009.] Disponible en: <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/drm/drm-estad.pdf>.
8. **Diagrama de Pareto.** [En línea] [Citado el: 4 de diciembre de 2009.] Disponible en: <http://www.mitecnologico.com/Main/DiagramaDePareto>.
9. **GQM(Goal Question Metric) Grupo 9.** [En línea] [Citado el: 17 de febrero de 2010.] Disponible en: <http://www.fing.edu.uy/inco/cursos/gestsoft/Presentaciones/GQM%20-%20G9/GQM.ppt>.

Bibliografía

- Aseguramiento de la Calidad. [En línea] Disponible en:
<http://www.csae.map.es/csi/metrica3/calidad.pdf>
- Biblioteca (Universidad de las Ciencias Informáticas). [En línea] Disponible en:
<http://biblioteca.uci.cu/>
- CALISOFT (Centro de Calidad para Soluciones Tecnológicas). [En línea] Disponible en:
<http://calisoft.uci.cu/>
- Diagrama de Afinidad. [En línea] Disponible en:
<http://www.ongconcalidad.org/afini.pdf>
- Diagrama de Dispersión. [En línea] Disponible en:
http://www.fundibeq.org/metodologias/herramientas/diagrama_de_dispersion.pdf
- Diagrama de Pareto. [En línea] [Citado el: 4 de diciembre de 2009.] Disponible en:
<http://www.mitecnologico.com/Main/DiagramaDePareto>.
- GestioPolis. [En línea] [Citado el: 10 de noviembre de 2009.] Disponible en:
<http://www.gestiopolis.com/recursos/experto/catsexp/pagans/ger/No9/Que%20es%20calidad.htm>
- GQM(Goal Question Metric) Grupo 9. [En línea] [Citado el: 17 de febrero de 2010.] Disponible en:
<http://www.fing.edu.uy/inco/cursos/gestsoft/Presentaciones/GQM%20-%20G9/GQM.ppt>.
- IEEE Standard for Software Reviews – IEEE Std 1028-199. [En línea] [Citado el: 8 de marzo de 2010.] Disponible en:
<http://pesona.mmu.edu.my/~wruslan/SE2/Readings/detail/Reading-6.pdf>
- La Calidad en general y los Modelos de Calidad. *Modelos de Gestion de la Calidad del Software* . [En línea] [Citado el: 16 de noviembre de 2009.] Disponible en:
<http://modelosdegestiondelcalidad.blogspot.com/>
- La capacidad predictiva en los métodos Box-Jenkins y Holt-Winters: una aplicación al sector turístico. [En línea] Disponible en: <http://www.aedem-virtual.com/articulos/123679370900.pdf>
- Muñoz, David Ruiz. *Manual de Estadística*. Profesor Departamento Economía y Empresa. Universidad Pablo de Olavide. [En línea] [Citado el: 4 de noviembre de 2009.] Disponible en:
<http://www.eumed.net/cursecon/libreria/drm/drm-estad.pdf>

- Plataforma Moddle UCI. [En línea] 2009 Disponible en: <http://teleformacion.uci.cu/>
- Pressman, Roger S. *Ingeniería de software. Un enfoque práctico. Quinta Edición.* s.l. : Editorial McGraw-Hill, 2002.
- Real Academia Española. *DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA - Vigésima segunda edición.* [En línea] [Citado el: 7 de noviembre de 2009.] <http://buscon.rae.es/drael/>
- Revista de Derecho Informático. [En línea] Disponible en <http://www.alfa-redi.org/rdi-articulo.shtml?x=6958>
- Sistema de gestión de la calidad- Fundamentos y vocabulario. *ISO 9000(traducción certificada).*
- Sistema de gestión de la calidad- Fundamentos y vocabulario. *ISO 9000(traducción certificada).*
- Tesis.UCI [En línea] Disponible en: <http://tesis.uci.cu>

Anexos

Anexo 1

Preguntas:

1. ¿Se siguen los procesos de desarrollo? (Adherencia)
2. ¿Cuál de los procesos tiene mayor número de no conformidades (NC)?
3. ¿Qué tipo de NC es la más frecuente?
4. ¿Cuál es la distribución de impacto de las NC?

Indicador: Adherencia a los procesos y productos de trabajo.

Enfocado a: Grupo de Auditorías y Revisiones.

Frecuencia: Trimestral.

Gráfico:

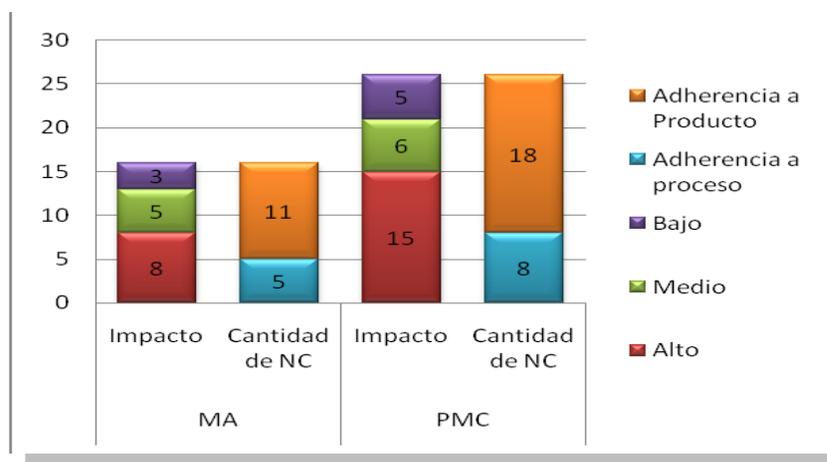


Figura 20. Adherencia a los procesos y productos de trabajo

Guías para la interpretación:

- Es deseable que el número de no conformidades de adherencia a procesos sea inferior al número de adherencia a productos, puesto que si se siguen los procesos es un buen síntoma de su utilidad, entendimiento y de las acciones correctivas y preventivas que se toman.
- La barra Impacto ayuda a determinar para cada proceso la distribución de impacto de sus no conformidades.

Escenario ideal:

- Las columnas tipo e impacto muestran valores de poco o ningún tamaño para todas las áreas.

Anexo 2

Preguntas:

1. ¿Son útiles los procesos y productos de trabajo?
2. ¿Se han registrado solicitudes de mejora de procesos y productos?
3. ¿Se identifican nuevas lecciones aprendidas?

Indicador: Utilidad de los procesos y productos de trabajo.

Enfocado a: Grupo de Auditorías y Revisiones.

Frecuencia: Trimestral.

Gráfico:

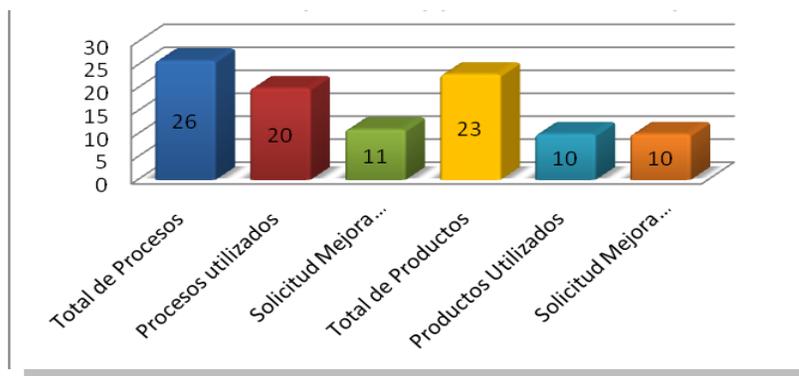


Figura 21. Utilidad de los procesos y productos de trabajo

Guías para la interpretación:

- Las columnas procesos no utilizados y productos no utilizados da una medida de la utilidad de los procesos y productos de trabajo.
- Las solicitudes de mejora y las lecciones aprendidas deberían ser proporcionales en número a los procesos y productos no utilizados, esto indicaría que existe utilidad, entendimiento y compromiso con los procesos.

Caso ideal:

- Los procesos y los productos de trabajo no utilizados tienden a nulo, y las lecciones aprendidas se incrementan.

Anexo 3

Preguntas:

1. ¿Se resuelven las no conformidades?
2. ¿Se trabaja para prevenir las no conformidades?
3. ¿Cuál es la distribución del estado de las no conformidades?
4. ¿Cuál es la distribución del tipo de acción correctiva?

Indicador: Seguimiento a las no conformidades.

Enfocado a: Grupo de Auditorías y Revisiones.

Frecuencia: Trimestral.

Gráfico:

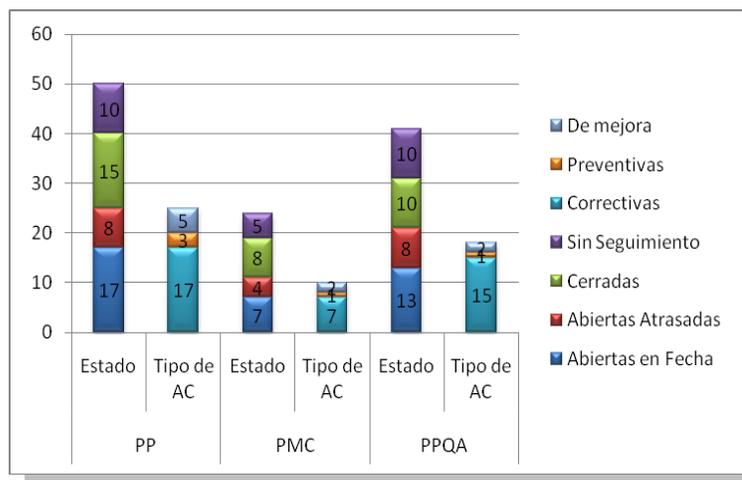


Figura 22. Seguimiento a las no conformidades

Guías para la interpretación:

- Las columnas que corresponden al estado permiten determinar la relación del estado de la no conformidad, que puede ser abierta o cerrada.
- Las columnas Tipo de AC corresponden a la distribución por tipos de acciones correctivas.

Caso ideal:

- El número de no conformidades cerradas debe tender al aumento mientras las abiertas tienden a disminuir. Además resulta deseable que los tipos de acciones correctivas tiendan a ser de mejora y preventivas, lo que indicará madurez en la organización y compromiso por parte de los proyectos

productivos.

Anexo 4

Preguntas: ¿Cuál es el cumplimiento del plan de evaluaciones y su tendencia con respecto a períodos anteriores?

Indicador: Estado del plan de evaluaciones.

Enfocado a: Grupo de Auditorías y Revisiones.

Frecuencia: Trimestral.

Gráfico:

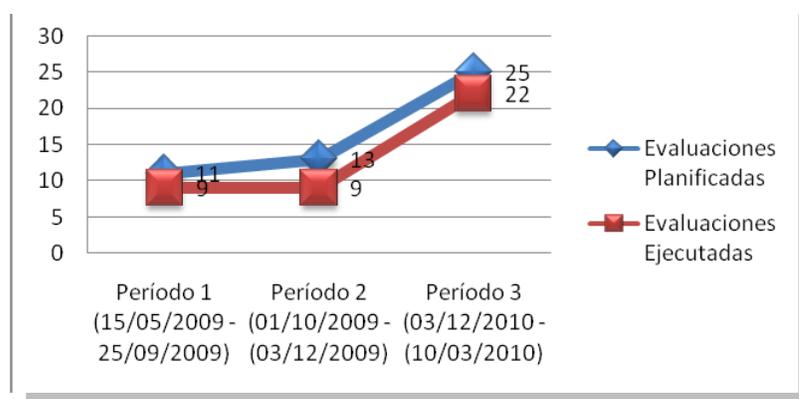


Figura 23. Estado del plan de evaluaciones

Guías para la interpretación:

- Separación entre las líneas de tendencia de las evaluaciones planificadas y las ejecutadas indica una desviación del plan.
- Cuando en la desviación es mayor el plan que el real (ejecutadas) implica un incumplimiento del plan.
- Cuando en la desviación es mayor el real (ejecutadas) que el plan implica un sobre cumplimiento del plan.

Caso ideal:

- Las dos líneas coinciden en el tiempo, lo que indicaría que se ejecutaron todas las evaluaciones planificadas.

Anexo 5

Plantilla de Parte Semanal

1. Desarrollo

No. Control	Área	Proyecto a revisar	Fecha de Inicio	Fecha de Fin	Equipo Auditor	Estado	No. de NC

Tabla 1. Parte Semanal

1.1. Consideraciones generales

[Descripción de las observaciones o recomendaciones que se hacen a las auditorías o revisiones realizadas en específico]

Anexo 6

Plantilla de recolección de medidas

1. Desarrollo

1.1 Análisis de tendencia

Nombre de la medida				
Fuente				
Responsable				
Período(trimestre)				
Período		Número de NC	Evaluaciones	Media
Año actual -2	Ene-Mar			
	Abr - Jun			
	Jul - Sep			
	Oct - Dic			

Año actual-1	Ene-Mar			
	Abr - Jun			
	Jul - Sep			
	Oct - Dic			
Año actual	Ene-Mar			
	Abr- Jun			
	Jul - Sep			
	Oct - Dic			

Tabla 1. Análisis de tendencia

1.2 Análisis de causas

Nombre de la medida			
Fuente			
Responsable			
Período(trimestre)			
Número de Evaluaciones en el período		Número de Orígenes Identificados	20 % del Número de Orígenes Identificados
Origen de las NCs		Frecuencia absoluta de aparición en el período	Frecuencia media de aparición en el período
Proceso	Producto		

Tabla 2. Análisis de causas

1.3 Estimaciones para el próximo año

Nombre de la medida				
Fuente				
Responsable				
Período(trimestre)				
Período		Número de NC	Evaluaciones	Media
Año actual -3	Ene-Mar			
	Abr - Jun			
	Jul - Sep			
	Oct - Dic			
Año actual-2	Ene-Mar			
	Abr - Jun			
	Jul - Sep			
	Oct - Dic			
Año actual-1	Ene-Mar			
	Abr - Jun			
	Jul - Sep			
	Oct - Dic			

Tabla 3. Estimaciones para el próximo año

1.4 Otros indicadores

1.4.1 Adherencia a los procesos y productos de trabajo

Nombre de la medida	
---------------------	--

Fuente						
Responsable						
Período(trimestre)						
Número de Evaluaciones en el Período						
Procesos		Alta	Media	Baja	Proceso	Producto
PPQA	Impacto					
	Estado					
REQM	Impacto					
	Estado					
PP	Impacto					
	Estado					
PMC	Impacto					
	Estado					
MA	Impacto					
	Estado					
CM	Impacto					
	Estado					
SAM	Impacto					
	Estado					

Tabla 4. Adherencia a los procesos y productos de trabajo

1.4.2 Utilidad de los procesos y productos de trabajo

Nombre de la medida	
----------------------------	--

Fuente				
Responsable				
Período(trimestre)				
Número de Evaluaciones en el Período				
Procesos	Procesos no utilizados o utilizados parcialmente	Productos no utilizados o utilizados parcialmente	Solicitudes de Mejora	Lecciones Aprendidas
PP				
PMC				
REQM				
CM				
PPQA				
SAM				
MA				

Tabla 5. Utilidad de los procesos y productos de trabajo

1.4.3 Seguimiento a las No conformidades

Nombre de la medida	
Fuente	
Responsable	
Período(trimestre)	
Número de Evaluaciones en el	

Período						
Procesos		Mejora	Correctiva	Preventiva	Abierta	Cerrada
PPQA	Acción. Correctiva					
	Estado					
REQM	Acción. Correctiva					
	Estado					
PP	Acción. Correctiva					
	Estado					
PMC	Acción. Correctiva					
	Estado					
MA	Acción. Correctiva					
	Estado					
CM	Acción. Correctiva					
	Estado					
SAM	Acción. Correctiva					
	Estado					

Tabla 6. Seguimiento a las No conformidades

1.4.4 Estado del plan de evaluaciones

Nombre de la medida			
Fuente			
Responsable			
Período(trimestre)			
Período		Evaluaciones Planificadas	Evaluaciones Ejecutadas
Año actual -2	Ene-Mar		
	Abr - Jun		
	Jul - Sep		
	Oct- Dic		
Año actual-1	Ene-Mar		
	Abr - Jun		
	Jul - Sep		
	Oct - Dic		
Año actual	Ene-Mar		
	Abr - Jun		
	Jul - Sep		
	Oct - Dic		

Tabla 7. Estado del plan de evaluaciones.

Anexo 7**Plantilla de Reporte de Estado de la Calidad****1. Desarrollo****1.1 Análisis de Tendencia**

Período	Número de Evaluaciones	Número de NC
<i>(dd/mm/AAAA - dd/mm/AAAA)</i>		

Gráfico

Tabla 1. Análisis de tendencia

1.2 Análisis de Causas

Origen de NC	Frecuencia media
Gráfico	

Tabla 2. Análisis de causas

1.3 Otros indicadores

1.3.1 Adherencia a los procesos y productos de trabajo

Proceso	Adherencia a proceso	Adherencia a producto	Impacto		
			Alto	Medio	Bajo
REQM					
PP					
MC					
AM					
CM					
SAM					
PPQA					
Gráfico					

Tabla 3. Adherencia a los procesos y productos de trabajo

1.3.2 Utilidad de los procesos y productos de trabajo

	Proceso	Producto
Número total		

Utilizados		
Solicitudes de mejora		
Lecciones aprendidas		

Tabla 4. Utilidad de los procesos y productos de trabajo

1.3.3 Seguimiento a las No conformidades

Proceso	Estado de las no conformidades		Tipo de Acción Correctiva		
	Abiertas	Cerradas	Correctiva	Preventiva	De Mejora
REQM					
PP					
MC					
AM					
CM					
SAM					
PPQA					
Gráfico					

Tabla 5. Seguimiento a las No conformidades

1.3.4 Estado del plan de evaluaciones

Periodo	Número de Evaluaciones Planificadas	Número de Evaluaciones Ejecutadas
Gráfico		

Tabla 6. Estado del plan de evaluaciones

1.4 Estimaciones para el próximo año

Año	Trimestre	Número de	Número de no
-----	-----------	-----------	--------------

		Evaluaciones	conformidades
Año actual - 3	Ene-Mar		
	Ab-Jun		
	Jul-Sep		
	Oct-Dic		
Año actual - 2	Ene-Mar		
	Abr-Jun		
	Jul-Sep		
	Oct-Dic		
Año actual - 1	Ene-Mar		
	Abr-Jun		
	Jul-Sep		
	Oct-Dic		
Estimaciones para el año actual	Ene-Mar		
	Abr-Jun		
	Jul-Sep		
	Oct-Dic		

Tabla 7. Estimaciones para el próximo año

Anexo 8

Plantilla de Minuta de Reunión

Autor	<i>[Nombre y Apellidos]</i>	Fecha	<i>[DD/MM/AAAA]</i>
Lugar	<i>[Lugar de realización de la reunión]</i>	Hora Inicio	<i>[HH:MM]</i>
Proyecto/Grupo	<i>[Nombre del proyecto o grupo]</i>	Hora Terminación	<i>[HH:MM]</i>
Asunto	<i>[Asunto de la Reunión]</i>		
Asistentes	<i>[Nombre y Apellidos, correo@electronico.com]</i>		
Ausentes	<i>[Nombre y Apellidos, correo@electronico.com]</i>		

Tabla 1. Datos generales de la reunión

Orden del día

1. Aprobación del orden
2. <varios>

Actividades

No	Descripción
[no]	[Descripción de la actividad]

Tabla 2. Actividades de la reunión

Acuerdos Tomados

No	Acuerdo
[no]	[Descripción del acuerdo]

Tabla 3. Acuerdos tomados en la reunión

Anexo 9

Medida	Consulta SQL
	BETWEEN '2010/01/01' AND '2010/03/31'
Número de evaluaciones en el período	SELECT count(ev_evaluacion.id_evaluacion) FROM ev_evaluacion WHERE (ev_evaluacion.numero_control LIKE 'PPQA%' AND (ev_evaluacion.fecha_inicio BETWEEN '2009/09/01' AND '2009/12/31'))
Número de causas identificadas en el período	SELECT n_proceso.descripcion, n_producto.descripcion count (ev_no_conformidad.id_no_conformidad) FROM n_proceso, ev_no_conformidad LEFT OUTER JOIN n_producto ON ev_no_conformidad.id_producto = n_producto.id_producto WHERE (ev_no_conformidad.id_proceso = n_proceso.id_proceso AND ev_no_conformidad.fecha BETWEEN '2010/01/01' AND '2010/03/31') GROUP BY n_proceso.descripcion, n_producto.descripcion
NC por Impacto	SELECT n_area_proceso.descripcion, n_impacto.descripcion, count (ev_no_conformidad.id_no_conformidad) FROM n_area_proceso, n_impacto, ev_no_conformidad JOIN n_proceso ON ev_no_conformidad.id_proceso = n_proceso.id_proceso WHERE (n_proceso.id_area_proceso = n_area_proceso.id_area_proceso AND ev_no_conformidad.id_impacto = n_impacto.id_impacto AND ev_no_conformidad.fecha BETWEEN '2010/01/01' AND '2010/03/31') GROUP BY n_area_proceso.descripcion, n_impacto.descripcion ORDER BY n_area_proceso.descripcion, n_impacto.descripcion Tipo de NC: EvNoConformidadPeer::tipoNC('2010/01/01','2010/03/31','PPQA');

Medida	Consulta SQL
NC por Tipos	<pre> SELECT n_area_proceso.descripcion, n_tipo_nc.descripcion, count(ev_no_conformidad.id_no_conformidad) FROM ev_no_conformidad JOIN n_proceso ON ev_no_conformidad.id_proceso = n_proceso.id_proceso, n_area_proceso, n_tipo_nc WHERE (n_proceso.id_area_proceso = n_area_proceso.id_area_proceso AND ev_no_conformidad.id_tipo_nc = n_tipo_nc.id_tipo_nc AND ev_no_conformidad.fecha BETWEEN '2010/01/01' AND '2010/03/31') GROUP BY n_area_proceso.descripcion,n_tipo_nc.descripcion ORDER BY n_area_proceso.descripcion,n_tipo_nc.descripcion </pre>
Acciones Correctivas por tipos	<pre> SELECT n_area_proceso.descripcion, n_tipo_accion_correctiva.descripcion, count(ev_no_conformidad.id_no_conformidad) FROM ev_no_conformidad JOIN ev_accion_correctiva ON ev_no_conformidad.id_no_conformidad = ev_accion_correctiva.id_no_conformidad, n_area_proceso, n_tipo_accion_correctiva, n_proceso WHERE (ev_no_conformidad.id_proceso = n_proceso.id_proceso AND n_proceso.id_area_proceso = n_area_proceso.id_area_proceso AND ev_accion_correctiva.id_tipo_accion_correctiva = n_tipo_accion_correctiva.id_tipo_accion_correctiva AND ev_no_conformidad.fecha BETWEEN '2010/01/01' AND '2010/03/31') GROUP BY n_area_proceso.descripcion,n_tipo_accion_correctiva.descripcion ORDER BY n_area_proceso.descripcion,n_tipo_accion_correctiva.descripcion </pre>
Estado de las acciones	<pre> SELECT n_area_proceso.descripcion, n_estado_seguimiento.descripcion, count(ev_no_conformidad.id_no_conformidad) </pre>

Medida	Consulta SQL
correctivas	FROM ev_no_conformidad JOIN ev_accion_correctiva ON ev_no_conformidad.id_no_conformidad = ev_accion_correctiva.id_no_conformidad, n_area_proceso, n_estado_seguimiento, n_proceso, ev_seguimiento WHERE (ev_no_conformidad.id_proceso = n_proceso.id_proceso AND n_proceso.id_area_proceso = n_area_proceso.id_area_proceso AND ev_accion_correctiva.id_accion_correctiva = ev_seguimiento.id_accion_correctiva AND ev_seguimiento.id_estado_seguimiento = n_estado_seguimiento.id_estado_seguimiento AND ev_no_conformidad.fecha BETWEEN '2010/01/01' AND '2010/03/31') GROUP BY n_area_proceso.descripcion, n_estado_seguimiento.descripcion ORDER BY n_area_proceso.descripcion, n_estado_seguimiento.descripcion
Evaluaciones por Estado	SELECT n_estado_de_evaluacion.descripcion, count(ev_evaluacion.id_evaluacion) FROM ev_evaluacion JOIN n_estado_de_evaluacion ON ev_evaluacion.id_estado = n_estado_de_evaluacion.id_estado WHERE (ev_evaluacion.numero_control LIKE 'PPQA%' AND (ev_evaluacion.fecha_inicio BETWEEN '2010/01/01' AND '2010/03/31')) GROUP BY n_estado_de_evaluacion.descripcion ORDER BY n_estado_de_evaluacion.descripcion

Tabla 14. Consultas realizadas para obtener los datos de cada uno de los indicadores

Anexo 11

No. Control	Área	Proyecto	Fecha de Inicio	Fecha de Fin	Equipo Revisor	Estado de la Evaluación	No. de NC
PPQA-	Facultad	SCADA-	24/02/201	24/02/	Revisor	Ejecutada	8

10-002	5	ETECSA	0	2010	Líder: Osay González Fuentes		
--------	---	--------	---	------	---------------------------------------	--	--

Tabla 15. Parte Semanal 22/02/2010 – 26/02/2010

Anexo 12

No. Control	Área	Proyecto	Fecha de Inicio	Fecha de Fin	Equipo Revisor	Estado de la Evaluación	No. de NC
PPQA-10-001	CEIG E	ERP-Mantenimiento	12/03/2010	12/03/2010	Revisor Líder: Maikel Muñoz Roja	Ejecutada	11

Tabla 16. Parte Semanal 08/03/2010 – 12/03/2010

Anexo 13

No. Control	Área	Proyecto	Fecha de Inicio	Fecha de Fin	Equipo Revisor	Estado de la Evaluación	No. de NC
PPQA-10-003	CALIS OFT	Grupo de QA	30/03/2010	30/03/2010	Revisor Líder: Dialexis Acosta Medina Revisor: Maidel B. Ginarte	Ejecutada	7

Tabla 17. Parte Semanal 29/03/2010 – 02/04/2010

Glosario de Términos

CALISOFT: Centro de Calidad para Soluciones Tecnológicas.

CM: Administración de Configuración.

EPG: Grupo de Ingeniería de Procesos.

GQM: Goal-Question-Metric.

MA: Medición y Análisis.

MSG: Grupo de Administración y Dirección.

NC: No conformidades

PMC: Monitoreo y Control de Proyecto

PP: Planeación de Proyectos.

PPQA: Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos.

REQM: Administración de Requisitos.

SAM: Administración de Acuerdos con Proveedores.

SIE Center: Software Industry Excellence Center.

TICs: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

UCI: Universidad de las Ciencias Informáticas.