

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



**Título
Proceso para la evaluación del rendimiento
de los procesos del Programa de Mejora de
la UCI.**

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

Autor

Milena Nieves Borrero

Tutores

Ing. Maikel Muñoz Roja
Ing. Lázaro Cánova Amador

Co-Tutor

Ing. Martha Nieves Borrero

La Habana, Cuba

Junio 2011

Año 53 de la Revolución



Daría todo lo que sé, por la mitad de lo que ignoro.
René Descartes

Declaro ser autora 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 _____.

Milena Nieves Borrero

Firma del Autor

Maikel Muñoz Roja

Firma del Tutor

Lázaro Cánova Amador

Firma del Tutor

Martha Nieves Borrero

Firma del Co- Tutor

Autora:

Milena Nieves Borrero
Universidad de las Ciencias Informáticas, Habana, Cuba
Email: mborrero@estudiantes.uci.cu

Tutores:

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

Ing. Lázaro Cánova Amador
Universidad de las Ciencias Informáticas, Habana, Cuba
Email: lcanova@uci.cu

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

Agradecer a mis padres por darme siempre su apoyo, confianza y cariño, a mi hermana por existir y estar siempre a mi lado, a mi abuela Tata por todo su cariño y por sus consejos.

A Lety, Yusef y Kaki por toda el amor y ayuda que me han dado en estos 5 años y a Bryan y a Vida por ser los niños mas lindos del mundo y por hacerme muy feliz.

A toda mi familia por siempre confiar en mí y brindarme todo su apoyo.

A mis amigos que en estos 5 años me han ofrecido su amistad y su apoyo.

A Maikel por ser mi amigo y mi guía y brindarme todo sus conocimiento.

A Tecky por ayudarme tanto y saber ser mi amiga.

A mi tata por siempre estar a mi lado y aguantarme mis malcriadeces.

A Magno por alegrarme en todo momento, a Yahima por saber ser mi amiga.

A Alofonso y Liusmila por todos sus consejos y su ayuda en estos 5 años.

A todos gracias.

Dedico este trabajo:

A mi madre por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha inculcado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi hermana por ser mi ejemplo y guía en la vida, por cuidarme y darme aliento en los momentos más difíciles.

Milo

La investigación está asociada a la realización de un análisis de los resultados de la implementación de las diferentes Áreas de Procesos que forman parte de la ejecución de un Proyecto de Mejora basado en el modelo CMMI (Modelo Integrado de Madurez de Capacidades), llevado a cabo por el Centro de Calidad para Soluciones Informáticas (CALISOFT) y tres centros productivos de la universidad, el Centro de Informática Industrial (CEDIN), el Centro de Informatización y Gestión de Entidades (CEIGE) y el Centro de Informática Médica (CESIM). En dicho Programa de Mejora se ha identificado la necesidad de medir el rendimiento, la utilidad, la eficacia, eficiencia y otros aspectos de los procesos que permitan enfocar a la organización hacia una verdadera mejora continua como propone CMMI. Por tanto el resultado es un proceso que permita evaluar el rendimiento de los procesos del Programa de Mejora de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

Palabras claves: Calidad de software, Capacidad del proceso, CMMI, Mejora de procesos de software, Rendimiento de proceso.

Introducción	1
Capítulo 1: Fundamentación Teórica	5
1.1 Introducción al capítulo.	5
1.2 Calidad en la industria del software.....	5
1.3 Control y evaluación de la calidad de software.....	6
1.4 Mejora de Procesos de Software.....	7
1.4.1 Los modelos de mejora de proceso más conocidos.	10
1.4.2 CMMI como modelo de mejora de procesos.	11
1.5 Rendimientos de Procesos.....	14
1.5.1 CMMI y el área de proceso OPP.	14
1.6 Medición del rendimiento de procesos en la UCI.....	15
1.7 Método GQM para la definición de indicadores.	15
1.7.1 Definición de los indicadores.....	17
1.8 Técnicas de documentación de procesos.....	20
1.9 Conclusiones del capítulo.	23
Capítulo 2: Definición del proceso	24
2.1 Introducción al capítulo.	24
2.2 Objetivos del proceso.....	24
2.3 Institucionalización del proceso.	24
2.4 Descripción del proceso.	28
2.5 Conclusiones del capítulo.	34
Capítulo 3: Validación del proceso	35
3.1 Introducción al capítulo	35
3.2 Población y muestra.....	35
3.3 Aplicación del proceso propuesto.....	36
3.3.1 Objetivos de calidad de la organización.	36
3.3.2 Procesos seleccionados.....	36
3.3.3 Análisis del rendimiento.	36
3.3.4 Análisis de valor agregado.	38
3.3.5 Análisis de eficiencia.	39
3.4 Líneas Bases	41
3.5 Modelos de Rendimiento.....	42
3.6 Validación de la propuesta mediante un método de expertos.....	43
3.6.1 Ventajas y desventajas de los métodos de validación por expertos.	43
3.6.2 Características del Método Delphi.....	44
3.6.3 Selección de los expertos	45
3.6.4 Índice de aceptación del proceso	47
3.6.5 Resultados de la validación por expertos	48
3.7 Conclusiones del capítulo.	48
Conclusiones	49
Recomendaciones	50
Referencias Bibliográficas	51
Bibliografía	52
Anexos	54

Anexo 1 Indicador de Valor agregado	54
Anexo 2 Indicador de Eficiencia de proceso.....	55
Anexo 3 Sub-proceso IPP-3521:2009 Evaluación de adherencia de procesos y productos.....	58
Anexo 4 Sub-proceso IPP-3522:2009 Seguimiento/escalamiento de no conformidades.....	59
Anexo 5 Plantilla de recolección de medidas de rendimiento.....	60
Anexo 6 Plantilla de recolección de medidas de valor agregado.....	60
Anexo 7 Plantilla de recolección de medidas de eficiencia.....	61
Anexo 8 Plantilla de Minuta de Reunión.....	62
Anexo 9 Formulario para la captación de expertos	62
Anexo 10 Encuesta para la evaluación de la propuesta	63
Anexo 11 Guía para la Validación	65
Anexo 12 Tabla de valores críticos de la distribución Chi Cuadrada	68
Glosario de Términos	69

Tabla 1. Indicador de Rendimiento de procesos.	18
Tabla 2. Asignación de roles y responsabilidades.	25
Tabla 3. Relación con otros procesos.	26
Tabla 4. Lista de elementos de configuración.	27
Tabla 5. Descripción textual del sub-proceso OPP.	30
Tabla 6. Descripción textual del sub-proceso Entendimiento y Compromiso.	33
Tabla 7. Valores de las actividades de proceso (Aplicadas sobre los procesos PPQA y PMC).	39
Tabla 8. Esfuerzo estimado en tiempo de las actividades de los procesos PPQA y PMC.	40
Tabla 9: Coeficientes de conocimientos correspondientes a los expertos seleccionados.	46
Tabla 10: Clave para el cálculo del coeficiente de argumentación de los expertos.	46
Tabla 11: Coeficientes de argumentación correspondientes a los expertos seleccionados.	46
Tabla 12: Resumen de los niveles de competencias por experto.	46
Tabla 13: Calificación de cada criterio.	47
Anexo 1 Indicador de Valor agregado	54
Tabla 1. Indicador de Valor agregado	54
Anexo 2 Indicador de Eficiencia de proceso.	55
Tabla 2. Indicador de Eficiencia de proceso.	55
Anexo 5 Plantilla de recolección de medidas de rendimiento.	60
Tabla 3. Plantilla de recolección de medidas de rendimiento.	60
Anexo 6 Plantilla de recolección de medidas de valor agregado.	60
Tabla 4. Plantilla de recolección de medidas de valor agregado.	60
Anexo 7 Plantilla de recolección de medidas de eficiencia.	61
Tabla 5. Plantilla de recolección de medidas de eficiencia.	61
Anexo 8 Plantilla de Minuta de Reunión	62
Tabla 6. Datos generales de la reunión.	62
Tabla 6.1 Actividades de la reunión	62
Tabla 6.2 Acuerdos tomados en la reunión	62
Anexo 9 Formulario para la captación de expertos.	62
Tabla 7. Plantilla para el cálculo del coeficiente de argumentación de los expertos.	63
Tabla 7.1 Grado de conocimiento de acuerdo a los intereses de la investigación.	63
Anexo 10 Encuesta para la evaluación de la propuesta	63
Tabla 8. Evaluación y calificación de cada criterio.	64
Tabla 8.1 Peso de cada grupo de acuerdo a sus criterios.	64
Tabla 8.2 Ejemplo de una evaluación y calificación de cada criterio.	65
Anexo 11 Guía para la Validación	65
Tabla 9: Resumen de los resultados de las encuestas.	65
Tabla 10: Cálculo de la dispersión (S) para conocer el nivel de concordancia de los expertos.	66
Tabla 11: Cálculo de la concordancia de Kendall.	67

Figura 1. Ciclo de Deming	9
Figura 2. Esquema del método GQM.....	17
Figura 3. Diagrama de Flujo.....	20
Figura 4. Carriles de Natación.....	21
Figura 5. Técnica SADT/IDEF.....	22
Figura 6. Técnica ETVX.....	22
Figura 7. Representación textual.	22
Figura 8. Representación Gráfica.	23
Figura 9. Estructura del repositorio.	28
Figura 10. Descripción gráfica del sub-proceso OPP.	30
Figura 11. Descripción gráfica del sub-proceso Entendimiento y Compromiso.	33
Figura 12. Evaluación de las prácticas base (Aplicado sobre el proceso PP).....	37
Figura 13. Evaluación de los productos de trabajo (Aplicado sobre el proceso PP).	37
Figura 14. Resultados de la evaluación del rendimiento de proceso (Aplicado sobre el proceso PP). ...	38
Figura 15. Resultados de la evaluación de eficiencia de procesos (Aplicada sobre los procesos PPQA y PMC).	41
Figura 16. Modelo de valor agregado.....	43
Anexo 3 Sub-proceso IPP-3521:2009 Evaluación de adherencia de procesos y productos.	58
Figura 1. Descripción Gráfica del subproceso IPP-3521:2009 Evaluación de adherencia de procesos y productos.....	58
Anexo 4 Sub-proceso IPP-3522:2009 Seguimiento/escalamiento de no conformidades.	59
Figura 2. Descripción Gráfica del subproceso IPP-3522:2009 Seguimiento/escalamiento de no conformidades.	59

Introducción

En la actualidad uno de los problemas más importantes en la esfera de la Informática es el de la calidad de software. Desde la década del 70, este tema ha sido motivo de preocupación para especialistas, ingenieros, investigadores y comercializadores de software, los cuales han realizado numerosas investigaciones con dos objetivos fundamentales: primero obtener un software con calidad y segundo evaluar la calidad del software.

La obtención de un software con calidad implica la utilización de metodologías y procedimientos estándares para el análisis, diseño, programación y prueba del software que permitan establecer procesos productivos uniformes, con el objetivo de lograr mayor confiabilidad y facilidad de prueba, a la vez que se eleva la productividad, tanto en el desarrollo del producto así como en las actividades de control de la calidad. La adopción de una buena política en las organizaciones contribuye en gran medida a lograr la calidad del software, pero no la asegura, pues para el aseguramiento de la calidad es necesario su control y evaluación.

La gestión de la calidad utiliza numerosas técnicas y herramientas para estimular la mejora de los procesos de la organización. Algunas son creativas e imaginativas, otras se basan en técnicas estadísticas o en metodologías concretas, pero todas tienen en común el propósito de mejorar los procesos sobre los que se aplican.

En Cuba existen centros con el objetivo de producir software para comercializarlos en el mercado nacional e internacional, entre ellos se encuentra la UCI instituida en el año 2002. Ésta fue creada con el fin de 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.

En el año 2007 comienza a funcionar el Centro de Calidad para Soluciones Informáticas (CALISOFT), y dentro de éste el Grupo de Auditorías y Revisiones de Software, con el objetivo de contribuir en el aseguramiento de la calidad de los proyectos productivos existentes en la UCI.

Actualmente la Universidad de las Ciencias Informáticas se encuentra desarrollando un Programa de Mejora de Procesos el cual tiene como propósito alcanzar para mediados del año 2011 el nivel 2 de

madurez del modelo de mejora de proceso CMMI, que proporciona una guía para desarrollar y evaluar los procesos, establece prioridades de mejora e implementa las mismas-(Ver además epígrafe 1.4.2 CMMI como modelo de mejora de procesos en el capítulo 1). Como parte de este Programa se han definido, pilotado y desplegado un conjunto de procesos que se encuentran actualmente en operación en los centros productivos de la Universidad.

En sucesivas visitas de los consultores del SIE Center (Instituto de Ingeniería de Software), del Tecnológico de Monterrey, México, los cuales ofrecen el servicio de asesoramiento y acompañamiento del Programa, se ha señalado una y otra vez la necesidad de medir el rendimiento, la utilidad, la eficacia, la eficiencia y otros aspectos de los procesos que permitan enfocar a la organización hacia una verdadera mejora continua como propone CMMI.

Según el criterio de los expertos en el tema, cuando una organización tiene medidas, datos y técnicas analíticas relacionadas con las características críticas de sus procesos, productos y servicios, en otras palabras, cuando lo gestiona cuantitativamente, es capaz de hacer entre otras cosas lo siguiente:

- Determinar si los procesos se comportan consistentemente o tienen tendencias estables (son predecibles).
- Identificar los procesos que muestran un comportamiento inusual (impredecible).
- Identificar procesos donde el rendimiento está dentro de los límites naturales que son consistentes en todos los proyectos que están implementando el proceso.
- Establecer criterios para identificar si un proceso o subproceso debería gestionarse estadísticamente, y determinar las medidas y las técnicas analíticas pertinentes que deben utilizarse en dicha gestión.
- Identificar cualquier aspecto de los procesos que pueda mejorarse.
- Identificar la implementación de un proceso que se ejecuta de la mejor manera.

A pesar que se han dado algunos pasos, fundamentalmente mediante la definición de algunos indicadores a través del proceso de Medición y Análisis (MA) y Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA) -Requerido por el nivel 2 de CMMI-, los resultados alcanzados hasta el momento se pueden considerar exiguos en este sentido, puesto que ninguno de estos indicadores y procesos definidos tributa a la medición de los aspectos anteriormente señalados.

Por todo lo antes mencionado se plantea como **problema de la investigación**: ¿Cómo evaluar el rendimiento de los procesos del Programa de Mejora de la UCI?

Por lo que el **objeto de estudio** comprende a CMMI como modelo para la mejora y evaluación de procesos. El **campo de acción** está determinado por los procesos de evaluación de rendimiento de procesos organizacionales basados en el modelo CMMI.

El presente trabajo tiene como **objetivo general** desarrollar un proceso para la evaluación del rendimiento de los procesos del Programa de Mejora de la UCI.

En correspondencia se plantean los siguientes **objetivos específicos**:

1. Definir un proceso basado en la implementación de las prácticas del área de proceso “Rendimiento de Procesos de la Organización” del modelo CMMI.
2. Aplicar el proceso definido en una muestra de los proyectos del Programa de Mejora de la UCI.
3. Validar el proceso definido.

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

1. Revisión bibliográfica respecto al uso del modelo CMMI en el mundo y específicamente de las experiencias en el desarrollo de los procesos del nivel 4.
2. Diagnóstico del estado actual de la medición del rendimiento de procesos en la UCI.
3. Definición de la forma de representación del proceso.
4. Selección de los procesos a evaluar.
5. Establecimiento de las medidas.
6. Especificación de los modelos de rendimiento de procesos.
7. Definir el objetivo del proceso.
8. Establecer las políticas del proceso.
9. Definir los roles y responsabilidades del proceso.
10. Definir los involucrados relevantes.
11. Definir los recursos necesarios para la ejecución del proceso.
12. Definir la relación con otros procesos.
13. Definir los elementos de configuración del proceso.
14. Integración del proceso.
15. Selección de la muestra de proyectos.
16. Aplicación del proceso.
17. Análisis de los resultados de la ejecución del proceso.

El documento está estructurado de la siguiente manera: resumen, introducción, tres capítulos que constituyen el cuerpo fundamental del documento, conclusiones generales, referencias bibliográficas, bibliografía, anexos y glosario de términos. 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 describe el método escogido para la definición de los indicadores y se realiza la selección y justificación de las técnicas para documentar procesos.

Capítulo 2: Definición del proceso. En el capítulo se expone el diseño del proceso propuesto para la evaluación del rendimiento de los procesos del Programa de Mejora de la UCI. Se abordan su objetivo, recursos, roles y responsabilidades, así como la descripción gráfica y textual, y se definen los artefactos.

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

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

1.1 Introducción al capítulo.

En el presente capítulo se muestra una descripción de los principales conceptos asociados a la investigación realizada. Además se describe el método escogido para la definición de los indicadores y se efectúa la selección y justificación de las técnicas para documentar procesos.

1.2 Calidad en la industria del software.

La calidad es un factor determinante para cualquier producto del mercado, incluidos los productos de software, ya que permite garantizar que las características de los mismos satisfacen las necesidades del cliente y que su funcionamiento está libre de fallos.

CMMI plantea que la calidad es “la habilidad de un conjunto de características inherentes de un producto, componente de producto o proceso, para satisfacer los requerimientos del cliente”. (Mary Beth Chrissis, 2009). Asimismo la norma internacional ISO 9000:2000 (Organización Internacional para Estandarización) que establece el vocabulario para los sistemas de gestión de la calidad define a ésta como “grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”. (ISO, 2000). El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) define a la calidad de software como el “grado en el cual un sistema, componente o proceso cumple las necesidades o expectativas de clientes o usuarios”. (IEEE, 1993).

El destacado profesor y autor de numerosos libros relacionados con la ingeniería y la calidad de software Roger S. Pressman plantea que la calidad de software es la “concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados, y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente”. La calidad del software es una compleja mezcla de factores que variarán a través de diferentes aplicaciones y según los clientes que las pidan. (Pressman, 2005).

En la actualidad, el vertiginoso desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones, y específicamente aquellas relacionadas con el desarrollo de productos informáticos así como el aumento de la cultura informática de los clientes y de la sociedad en general, el estudio de mercado, el crecimiento de la competencia entre otros factores, han conducido a que la demanda de productos informáticos sea cada vez más exigente con el tema de la calidad, es decir, el interés por la calidad está creciendo en todo el mundo y los clientes y usuarios son cada vez más rigurosos.

Para lograr un software con calidad deben estar presentes un conjunto de cualidades que lo caractericen y que determinan su utilidad y existencia. La calidad es sinónimo de eficiencia, flexibilidad, corrección, confiabilidad, portabilidad, usabilidad, seguridad e integridad; todas ellas son características aceptadas hoy por la mayoría de los estándares y normas internacionales para el control y la medición de la calidad.

La calidad no es gratuita, pero siempre es más barata que la alternativa. Hoy en día las empresas gastan entre 20% y 30% de la facturación resolviendo errores y quejas, además la baja calidad perjudica la imagen de la empresa y eso cuesta sumas incalculables de dinero. Invertir en la calidad para una empresa da como resultado tener menos defectos, obtener mejores productos, tener una menor rotación del personal y menor ausentismo, lograr que los clientes estén satisfechos y por consiguiente tener una mejor imagen.

Luego del análisis de las definiciones expuestas anteriormente se puede concluir que la calidad de software es el grado de cumplimiento que tenga los requerimientos del sistema y de las expectativas de los clientes de manera consistente. La calidad no se agrega, se construye con base en el ciclo de vida del software.

1.3 Control y evaluación de la calidad de software.

Según la Norma ISO 9000:2000, el control de la calidad “es la parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad”. (ISO, 2000). Asimismo Pressman define el control de la calidad como “una serie de inspecciones, revisiones y pruebas utilizadas a lo largo del proceso del software para asegurar que cada producto cumple con los requisitos que le han sido asignados”. (Pressman, 2005).

Para controlar la calidad de software es necesario, ante todo, definir los parámetros, indicadores o criterios de medición y control, ya que no se puede controlar lo que no se puede medir; en otras palabras, se necesita establecer un modelo de referencia que represente el objetivo a alcanzar, puesto que si usted no sabe hacia dónde va, ningún camino lo conducirá allí.

El control de la calidad de software lo constituyen aquellas técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para satisfacer los requisitos relativos a la calidad, centradas en dos objetivos fundamentales: primero mantener bajo control los procesos y segundo eliminar las causas de los defectos en las diferentes fases del ciclo de vida, además está formado por actividades que permiten evaluar la calidad de los productos de software desarrollados. (Scalone, junio 2006). Estas actividades

de control de calidad pueden ser manuales, completamente automáticas o una combinación de herramientas automáticas e interacción humana.

Según la guía PMBOOK (estándar para la gestión de proyectos), realizar el control de calidad implica supervisar los resultados específicos del proyecto, para determinar si cumplen con las normas de calidad relevantes e identificar los modos de eliminar las causas de resultados insatisfactorios. Esto se debe realizar durante todo el proyecto y más aún en las etapas iniciales puesto que como es conocido el costo de la calidad se eleva en dependencia del avance del desarrollo del producto. Las normas de calidad incluyen los objetivos de los procesos y productos del proyecto. Los resultados del proyecto incluyen los productos entregables y los resultados de la dirección de proyectos, tales como el rendimiento del coste y del cronograma. El control de calidad se realiza habitualmente por un departamento de control de calidad o una unidad de la organización con una denominación similar. El equipo de dirección del proyecto debe tener un conocimiento práctico del control de calidad estadístico, en especial de muestreo y probabilidad, para ayudar a evaluar las salidas. (PMBOK, 2004).

1.4 Mejora de Procesos de Software.

Antes de comenzar a expresar los principales conceptos relacionados con la mejora de procesos bien cabría plantearse la pregunta de qué es un proceso. Los especialistas coinciden en que un proceso es un conjunto de actividades que se llevan a cabo para alcanzar un objetivo. La norma internacional ISO 9000:2000 plantea que un proceso es un “conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”. (ISO, 2000). El proceso puede involucrar el uso de herramientas, métodos y personal.

El proceso de software no es más que el conjunto de actividades, métodos, prácticas, y transformaciones que se usan para desarrollar y mantener el software y sus productos asociados. El proceso y la calidad son términos de gran relación ya que la calidad de un producto está determinada en gran parte por la calidad del proceso utilizado para su desarrollo y mantenimiento. Para lograr que los procesos sean eficientes, los mismos deben estar definidos, documentados y continuamente mejorados, además deben estar apoyados por la gerencia y el personal y ser controlados y medidos con respecto al producto y al proceso. (Chen, 2008).

Para gestionar y mejorar un proceso es necesario, en primer lugar, describirlo adecuadamente y para ello no deben faltar elementos claves tales como el flujo de las actividades del proceso, las entradas,

las salidas, las condiciones iniciales, los involucrados relevantes, los clientes del proceso, los recursos y muchas veces hasta los indicadores para medir el proceso.

En la industria del software existen dificultades para alcanzar incrementos de productividad y calidad al aplicar nuevas tecnologías o metodologías debido a la dificultad que se tiene a la hora de gestionar los procesos. Hoy en día existe una triste realidad en la industria del software en cuanto a este tema, pues el 25% de todos los proyectos de software son cancelados, las compañías entregan productos a sus clientes con un 15% de errores no eliminados, muchas organizaciones dedican entre el 30 y 40% de su tiempo y dinero en corregir el producto desarrollado y los proyectos de software cumplen los plazos sólo en un 50% de las ocasiones. (noviembre 2010).

Toda esta situación ha traído como consecuencia que en la mayoría de las organizaciones, y aún más en aquellas con entornos corporativos e inteligencia organizacional se planteen programas de mejora de procesos o al menos capaciten a su personal en la utilización de éstos de manera que se puedan repetir una y otra vez las buenas prácticas y los resultados alcanzados satisfactoriamente durante la aplicación de los mismos.

El modelo CMMI define la mejora de proceso como un programa de actividades diseñado para mejorar el funcionamiento y madurez de los procesos de la organización. (Mary Beth Chrissis, 2009). La mejora de proceso es la actividad que busca identificar y rectificar las causas comunes que provocan productos de baja calidad mediante cambios en los procesos utilizados en la creación del producto.

Para poder mejorar un proceso primero hay que hacerlo ocurrir. Es decir hay que:

- Definir el proceso.
- Ejecutar el proceso.
- Comprobar que el proceso se ha desarrollado según estaba previsto.
- Garantizar que la próxima repetición del proceso se va a desarrollar de acuerdo con las instrucciones.
- ¿Qué desviaciones respecto a las instrucciones se han producido?, ¿Cómo se pueden evitar en próximas ocasiones?

Este conjunto de actividades garantiza que hay una forma definida de hacer las cosas y que efectivamente el proceso se ajusta a esta forma estabilizada. Actualmente un alto porcentaje de los proyectos de mejora no concluyen con éxito debido a que implementan estrategias incorrectas, existe

falta de compromiso y de seguimiento, incapacidad de medir las mejoras y por una falta de alineación entre los objetivos del proyecto de mejora y los objetivos del negocio.

Un conocido modelo de mejora es el ciclo propuesto por Edward Deming o como también se conoce PDCA (Plan, Do, Control, Act), el cual permite ir aplicando la lógica y hacer las cosas de forma ordenada y correcta con el fin de establecer la mejora continua. Este ciclo consiste en una técnica sistemática que permite resolver problemas de calidad durante el proceso de fabricación. La tendencia normal, sin la disciplina impuesta por este ciclo, es concentrarse en el producto hecho, sin detenerse en las fases de Planear y Verificar.

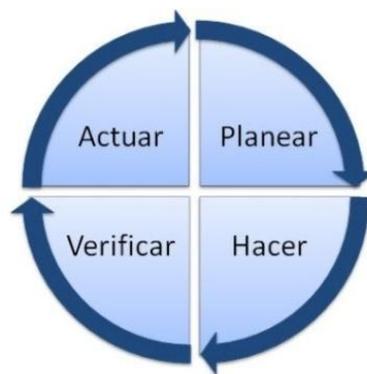


Figura 1. Ciclo de Deming.

- **Planear** los objetivos de mejora para el mismo y la manera en que se van a alcanzar.
- **Hacer** las actividades planificadas para la mejora del proceso.
- **Verificar** la efectividad de las actividades de mejora.
- **Actuar** en correspondencia con los resultados de la verificación y de las mejoras que hayan demostrado su efectividad.

El ciclo de Deming no es ni más ni menos que aplicar la lógica y hacer las cosas de forma ordenada y correcta. Su uso no se limita exclusivamente a la implantación de la mejora continua, sino que se puede utilizar en una gran variedad de situaciones y actividades.

El que ha trabajado con procesos y metaprocesos (procesos para definir procesos) estará de acuerdo en que en la actualidad es más difícil encontrar un proceso que no implemente el ciclo de Deming (aunque sea inconscientemente) que uno que si lo implemente, puesto que se ha hecho casi obligatorio establecer mecanismos de mejora dentro de la definición de los procesos en casi cualquier tipo de organizaciones.

Se puede decir que mejorar no significa solamente tratar de hacer mejor lo que siempre se ha hecho, mejorar los procesos implica además aplicar la creatividad e innovación con vistas a elevar la calidad, efectividad y la eficiencia en las organizaciones, significa cambiar la forma de ver y producir la calidad, dejar de controlar la calidad para empezar a diseñarla y producirla.

1.4.1 Los modelos de mejora de proceso más conocidos.

Un modelo de proceso es la colección estructurada de elementos que describen las características de un proceso efectivo y se usa como ayuda para establecer y priorizar objetivos de mejora, mejorar los procesos y proporcionar una guía que asegure el establecimiento de procesos estables, capaces y maduros, también proporciona un punto de partida, un beneficio de experiencias anteriores de la comunidad y un marco para priorizar acciones.

En la última década, las organizaciones de software se han sensibilizado en incrementar su nivel de madurez mediante la Mejora de Procesos de Software (SPI) como base para garantizar la calidad de los productos que desarrollan. Como soporte a estas iniciativas de mejora, diversos organismos han centrado sus esfuerzos en el desarrollo de Modelos de Referencia de Procesos, Modelos de Evaluación de Procesos y/o Modelos de Mejora de Procesos. Estas iniciativas tienen como objetivo proporcionar a las organizaciones las mejores prácticas en base a las cuales desarrollar un software de calidad, así como los mecanismos necesarios para evaluar la implantación del modelo y mejorar la ejecución de estos procesos dentro de la organización.

Los modelos desarrollados se pueden dividir en dos grandes familias, los orientados a grandes organizaciones y los diseñados para Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs) productoras de software. De los primeros se destaca el Modelo de Madurez de Capacidad (CMM), el Modelo Integrado de Madurez de Capacidad (CMMI), el Software de Evaluación de Capacidades (SCE), el método de Evaluación Basada en el CMM para Mejorar Internamente los Procesos (CBAIPI), el modelo IDEAL (Iniciar, Diagnosticar, Establecer, Actuar, Aprender) propuesto por el Instituto de Ingeniería de Software (SEI). Entre las iniciativas orientadas a PyMEs se destacan, el Modelo de Procesos para la Industria del Software (MoProSoft), el Método de Evaluación de Procesos para la Industria de Software (EvalProSoft), ambos creados por la Secretaría de Economía de México, y también el modelo para la Mejora de Proceso del Software Brasileño (MPS.BR). (Ruiz, 2008).

Además de los modelos anteriormente mencionados existen otras metodologías y estándares que también contribuyen a que las organizaciones desarrollen software de calidad, entre ellos se destaca

Six Sigma, el cual es una metodología para alcanzar la perfección y es capaz de describir cuantitativamente como se está comportando un proceso. Asimismo el estándar COBIT (Objetivos de Control para la Información y la Tecnología Relacionada) ofrece un conjunto de prácticas para la gestión de los Sistemas de Información de las organizaciones. Otro conocido estándar de calidad es el ITIL (Infraestructura de Tecnologías de la Información) que es el conjunto de buenas prácticas más aceptado y utilizado en el mundo, concebido por organismos del sector público y privado que están a la vanguardia tecnológica a nivel internacional.

1.4.2 CMMI como modelo de mejora de procesos.

En 1983 el departamento de defensa de los Estados Unidos convocó un concurso para crear un modelo de procesos que resolviera algunos de los problemas de desarrollo de software que estaban enfrentando. El concurso lo ganó la Universidad Cornegie Mellon, donde se creó más tarde el Instituto de Ingeniería de Software (SEI) quien fue el que finalmente le dio vida al modelo que se conoce hoy como la familia de modelos de calidad CMM y CMMI.

Los Modelos de Madurez de Capacidad (CMM) se concentran en la mejora de los procesos de una organización. Contienen los elementos esenciales de eficacia de los procesos en una o más disciplinas y describen un camino de mejora evolutivo que permite pasar desde procesos inmaduros a procesos disciplinados y maduros de mejor calidad y más eficaces. (Mary Beth Chrissis, 2009).

Desde 1991, los CMM se han desarrollado para innumerables disciplinas. Algunas de las más notables comprenden modelos para la ingeniería de sistemas, la ingeniería del software, la adquisición del software, el desarrollo y la gestión del personal, y el desarrollo integrado de productos y procesos (IPPD). Aunque estos modelos han probado ser útiles para muchas organizaciones en el seno de diferentes industrias, el uso de múltiples modelos ha sido problemático, por lo que la misión inicial del equipo del producto CMMI fue combinar tres modelos:

- SW-CMM (Modelos de Madurez de Capacidad para Software).
- SECM (Modelos de Capacidad de Ingeniería del Sistema).
- IPD-CMM (Modelos de Madurez de Capacidad para el Desarrollo Integrado de Productos).

La combinación de estos modelos en un único marco de mejora fue pensada para permitir a las organizaciones utilizar éste en su búsqueda de la mejora de procesos en toda la empresa.

Desde la publicación del CMMI v1.1, se ha observado que el marco de mejora se puede aplicar a otros dominios de interés. Es por esto que el CMMI agrupa las mejores prácticas a lo que se llama

“constelaciones”. Una constelación es una colección de componentes CMMI que se utilizan para construir los modelos, los materiales de formación y los documentos de evaluación. Recientemente, la arquitectura de los modelos CMMI fue mejorada para soportar múltiples constelaciones y compartir las mejores prácticas entre las constelaciones y su modelo miembro. El trabajo se comenzó sobre dos nuevas constelaciones: una para los servicios (CMMI-SVC) y la otra para la adquisición (CMM-ACQ). Aunque el CMMI para el desarrollo (CMMI-DEV) incorpora el desarrollo de los servicios, incluyendo la combinación de componentes, recursos y personas respondiendo a las exigencias de los servicios que se centra explícitamente en la entrega de servicios, a diferencia del CMMI-SVC. Los modelos del CMMI disponibles en la comunidad antes del 2006 ahora se consideran parte de la constelación CMMI-DEV. (Mary Beth Chrissis, 2009).

CMMI proporciona una guía para desarrollar y evaluar los procesos, además ayuda a evaluar la madurez de la organización o capacidad de un área de procesos, establece prioridades de mejora, e implementa las mismas.

Representación por etapas o escalonada.

La representación por etapas o escalonada ofrece una manera sistemática y estructurada para lograr una mejora de procesos por niveles. Esta representación define un orden de implementación de las áreas de procesos. Para que una organización se encuentre en un nivel determinado es necesario cumplir con todas las actividades de las áreas de procesos del nivel y de los niveles anteriores.

Los niveles de madurez que pertenecen a la representación por etapas, se aplican al logro de la mejora de procesos de una organización en múltiples áreas de proceso. Existen cinco niveles de madurez, numerados de 1 a 5, Inicial, Gestionado, Definido, Gestionado Cuantitativamente y Optimizado:

- **Nivel de madurez 1 Inicial:** No existe una planificación en el desarrollo y mantenimiento de software. El desarrollo de los proyectos se basa en esfuerzo personal lo cual a menudo ocasiona retrasos en los tiempos de entrega, sobrecostos de las actividades y por consiguiente el fracaso del proyecto. El resultado de los proyectos es impredecible.
- **Nivel de madurez 2 Gestionado:** Este nivel se caracteriza porque los proyectos son gestionados y controlados durante su desarrollo. Los resultados de éxito de proyectos anteriores se pueden repetir ya que se realiza un seguimiento de la calidad de los proyectos utilizando prácticas institucionalizadas y métricas básicas.

- **Nivel de madurez 3 Definido:** Este nivel se caracteriza porque los procesos están claramente definidos y documentados, no solamente para un proyecto sino para toda la organización. Se cuenta con procedimientos y métricas de un nivel más avanzado.
- **Nivel de madurez 4 Gestionado cuantitativamente:** Este nivel se caracteriza por poseer objetivos medibles, cuantificables y pronosticados. La gestión de los proyectos se basa en modelos estadísticos.
- **Nivel de madurez 5 Optimizado:** Este nivel se caracteriza por estar orientado a la mejora continua de los procesos de la organización. Se hace uso intensivo de las métricas y se gestiona el proceso de innovación. (Mary Beth Chrissis, 2009).

Representación continua.

La representación continua permite a una organización seleccionar una determinada área o grupo de áreas de procesos y mejorarlos para alcanzar la capacidad deseada. Esta representación proporciona una mayor flexibilidad al momento de utilizar el modelo CMMI para la mejora de procesos ya que la organización puede elegir mejorar el o las áreas de procesos que están más alineadas a los objetivos del negocio o presentan una deficiencia con respecto a las demás áreas de proceso.

Los niveles de capacidad, que pertenecen a la representación continua, se aplican al logro de mejora de procesos de una organización en áreas de procesos individuales. Existen seis niveles de capacidad, numerados de 0 a 5, Incompleto, Ejecutado, Gestionado, Definido, Gestionado cuantitativamente y Optimizado:

- **Nivel de capacidad 0 Incompleto:** El proceso no se lleva a cabo o no se obtienen los resultados requeridos.
- **Nivel de capacidad 1 Ejecutado:** En este nivel se logran los objetivos propuestos por la organización.
- **Nivel de capacidad 2 Gestionado:** El proceso se planifica, se revisa y se evalúa para comprobar que cumple los requisitos.
- **Nivel de capacidad 3 Definido:** Procesos definidos y alineados a las políticas de la organización.
- **Nivel de madurez 4 Gestionado Cuantitativamente:** Los procesos son controlados con técnicas cuantitativas.
- **Nivel de capacidad 5 Optimizado:** La mejora de procesos está institucionalizada.
(Mary Beth Chrissis, 2009)

Áreas de proceso de CMMI.

Un área de proceso es un grupo de prácticas relacionadas entre sí que cuando se implementan de forma conjunta, satisfacen un grupo de objetivos considerados importantes para la mejora en esa área. La misma está compuesta por objetivos y prácticas genéricas y objetivos y prácticas específicas. El modelo requiere que los objetivos sean satisfechos mientras que las prácticas son sólo recomendaciones o buenas prácticas, sin embargo se aconseja siempre implementarlas de igual forma pues con ello se asegura el cumplimiento de cada objetivo.

Las áreas de proceso a su vez se agrupan en cuatro categorías:

- Gestión de procesos.
- Gestión de proyectos.
- Ingeniería.
- Soporte.

1.5 Rendimientos de Procesos.

La gestión efectiva del rendimiento de los procesos no sólo comprende la modelación y optimización de los procesos. Para que la gestión de procesos también contribuya al éxito de la organización, el rendimiento de los mismos debe controlarse ininterrumpidamente pues sólo la vigilancia activa y el control cierran el círculo para mejorar sostenidamente cada uno de las actividades del negocio y lograr un mayor grado de madurez de los procesos.

1.5.1 CMMI y el área de proceso OPP.

El área de proceso Rendimiento de Procesos de la Organización (OPP) corresponde al nivel 4 en la representación escalonada o por etapas del modelo CMMI anteriormente mencionado y está ubicada dentro de la categoría Gestión de Procesos en la representación continua. Su propósito es establecer y mantener una comprensión cuantitativa del rendimiento de los procesos de la organización de manera que esto contribuya al apoyo de los objetivos de calidad y del propio rendimiento de los procesos, además proporciona datos, líneas base y modelos de rendimiento de los procesos para gestionar cuantitativamente los proyectos de la organización.

OPP es un área de proceso básica para garantizar la gestión cuantitativa de los procesos que permite predecir los resultados que se pueden alcanzar al ejecutarlos, tomando como base referencias históricas. Las prácticas definidas en esta área de proceso utilizan técnicas estadísticas y cuantitativas

para procesar la información histórica y gestionar el rendimiento de los proyectos. Adicionalmente OPP crea los modelos de predicción (Modelo de Rendimiento de Proceso PPM) que permiten determinar si el proceso, con los resultados que se tienen, podrá alcanzar los objetivos definidos.

El área de proceso OPP está compuesto por un sólo objetivo específico y cinco prácticas específicas las cuales dan cumplimiento al propósito del mismo:

Objetivo específico:

- Establecer las líneas base y los modelos de rendimiento.

Prácticas específicas:

1. Seleccionar los procesos.
2. Establecer las medidas de rendimientos del proceso.
3. Establecer los objetivos de calidad y de rendimiento de procesos.
4. Establecer las líneas base de rendimiento del proceso.
5. Establecer los modelos de rendimiento de procesos.

Según la investigación realizada el rendimiento se interpreta como una compensación entre el resultado obtenido y los medios utilizados. Según CMMI define el rendimiento de procesos como la medida de los resultados reales alcanzados al seguir un proceso, por ejemplo el esfuerzo, la eficacia en la eliminación de defectos y el tiempo de respuesta. (Mary Beth Chrissis, 2009).

1.6 Medición del rendimiento de procesos en la UCI.

En la UCI no existen antecedentes del control de rendimiento de procesos. De hecho aquellas áreas que tienen algunos procesos definidos solamente realizan el aseguramiento de la calidad de los mismos. Como ya se explicó anteriormente, el rendimiento de proceso va más allá de la medición y del análisis, de la recolección y del tratamiento estadístico.

1.7 Método GQM para la definición de indicadores.

Un indicador es la medida cuantitativa o la observación cualitativa que permite identificar cambios en el tiempo y cuyo propósito es determinar qué tan bien está funcionando un sistema, dando la voz de alerta sobre la existencia de un problema y permitiendo tomar medidas para solucionarlo, una vez que se tenga claridad sobre las causas que lo generaron. En este sentido, los indicadores se convierten en uno de los elementos centrales de un sistema de referenciación.

Los indicadores de procesos permiten a una organización de ingeniería de software tener una visión profunda de la eficacia de un proceso ya existente, también permiten a los administradores evaluar el estado del proyecto en curso y detectar las áreas de problemas antes de que se conviertan en críticas.

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. (GQM, 2010).

GQM define un objetivo, refina este objetivo en preguntas y define métricas que intentan dar información para responder a estas preguntas (figura 2). 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. (GQM, 2010).

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.

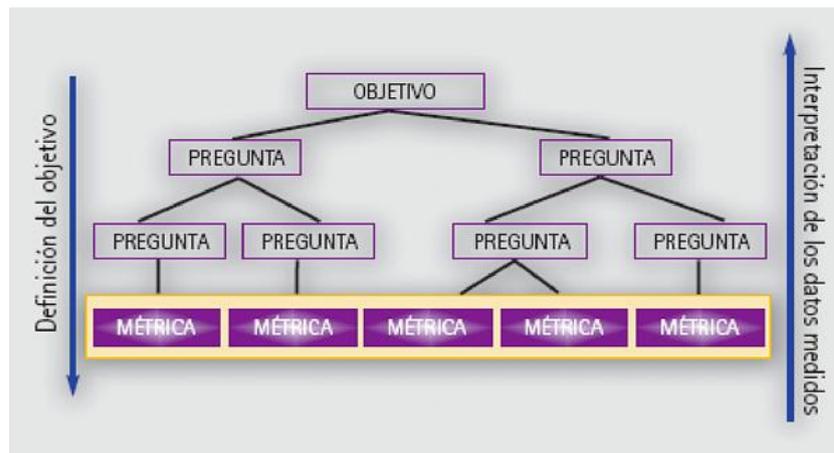


Figura 2. Esquema del método GQM.

Es necesario destacar que en la presente investigación se utilizará el método GQM para la definición de los indicadores ya que éste 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.

1.7.1 Definición de los indicadores.

Tres indicadores han sido definidos utilizando el método GQM, estos son:

- Rendimiento de proceso: Permite analizar el rendimiento de los procesos a partir de la implementación de las prácticas base y los productos de trabajo.
- Valor agregado: Permite analizar el valor de las actividades en los procesos para mejorarlos (ver Anexo 1).
- Eficiencia de proceso: Permite analizar la eficiencia de los procesos a partir del tiempo invertido en las actividades que agregan valor al proceso (ver Anexo 2).

A continuación se muestran el indicador Rendimiento de proceso:

Tabla 1. Indicador de Rendimiento de procesos.

Objetivo de Medición	Analizar el rendimiento de los procesos a partir de la implementación de las prácticas base y los productos de trabajo.																																																																																																								
Preguntas	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cuál es el grado de rendimiento del proceso en relación a sus prácticas base? 2. ¿Cuál es el grado de rendimiento del proceso en relación a los productos de trabajo? 3. ¿Cuál es el rendimiento global del proceso? 																																																																																																								
Indicador: Rendimiento de proceso																																																																																																									
Enfocado a: Alta Gerencia	Frecuencia: Semestral																																																																																																								
Gráfico	<p>Prácticas Base</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #d1c4e9;"> <th>Proceso</th> <th>Rs</th> <th colspan="11">PBs</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">REQM</td> <td>Rs1</td> <td>PBs1.1</td><td>PBs1.2</td><td>PBs1.3</td><td>PBs1.4</td><td>PBs1.5</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>PI</td><td>PI</td><td>PI</td><td>PI</td><td>PI</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">REQM</td> <td>Rs2</td> <td>PBs2.1</td><td>PBs2.2</td><td>PBs2.3</td><td>PBs2.4</td><td>PBs2.5</td><td>PBs2.6</td><td>PBs2.7</td><td>PBs2.8</td><td>PBs2.9</td><td>PBs2.10</td> </tr> <tr> <td></td> <td>PI</td><td>PI</td><td>AI</td><td>AI</td><td>PI</td><td>CI</td><td>AI</td><td>AI</td><td>CI</td><td>AI</td> </tr> </tbody> </table> <p>Productos de Trabajo</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #d1c4e9;"> <th>Proceso</th> <th>Rs</th> <th colspan="7">PTs</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">REQM</td> <td>Rs1</td> <td>PTs1.1</td><td>PTs1.2</td><td>PTs1.3</td><td>PTs1.4</td><td>PTs1.5</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>NS</td><td>S</td><td>SP</td><td>S</td><td>SP</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">REQM</td> <td>Rs2</td> <td>PTs2.1</td><td>PTs2.2</td><td>PTs2.3</td><td>PTs2.4</td><td>PTs2.5</td><td>PTs2.6</td><td>PTs2.7</td> </tr> <tr> <td></td> <td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td> </tr> </tbody> </table>	Proceso	Rs	PBs											REQM	Rs1	PBs1.1	PBs1.2	PBs1.3	PBs1.4	PBs1.5								PI	PI	PI	PI	PI							REQM	Rs2	PBs2.1	PBs2.2	PBs2.3	PBs2.4	PBs2.5	PBs2.6	PBs2.7	PBs2.8	PBs2.9	PBs2.10		PI	PI	AI	AI	PI	CI	AI	AI	CI	AI	Proceso	Rs	PTs							REQM	Rs1	PTs1.1	PTs1.2	PTs1.3	PTs1.4	PTs1.5				NS	S	SP	S	SP			REQM	Rs2	PTs2.1	PTs2.2	PTs2.3	PTs2.4	PTs2.5	PTs2.6	PTs2.7		S	S	S	S	S	S	S
Proceso	Rs	PBs																																																																																																							
REQM	Rs1	PBs1.1	PBs1.2	PBs1.3	PBs1.4	PBs1.5																																																																																																			
		PI	PI	PI	PI	PI																																																																																																			
REQM	Rs2	PBs2.1	PBs2.2	PBs2.3	PBs2.4	PBs2.5	PBs2.6	PBs2.7	PBs2.8	PBs2.9	PBs2.10																																																																																														
		PI	PI	AI	AI	PI	CI	AI	AI	CI	AI																																																																																														
Proceso	Rs	PTs																																																																																																							
REQM	Rs1	PTs1.1	PTs1.2	PTs1.3	PTs1.4	PTs1.5																																																																																																			
		NS	S	SP	S	SP																																																																																																			
REQM	Rs2	PTs2.1	PTs2.2	PTs2.3	PTs2.4	PTs2.5	PTs2.6	PTs2.7																																																																																																	
		S	S	S	S	S	S	S																																																																																																	
Medidas Bases y/o Derivadas implicadas	<ul style="list-style-type: none"> • Medida Base: Número de Resultados [Rs]. • Medida Base: Número de Prácticas Base [PBs]. • Medida Base: Número de Productos de Trabajo de entrada [PTEs]. • Medida Base: Número de Productos de Trabajo de salida [PTs]. • Medida Derivada: Peso de cada Resultado $[PR] = 1 / Rs$ • Medida Derivada: Valor de la Prácticas Base [VPB]. • Medida Derivada: Grado de Cumplimiento del Resultado de las Prácticas Base $[GCR(PB)] = \sum VPB / PBs$ • Medida Derivada: Grado de Rendimiento del Proceso de las Prácticas Base $[GRP(PB)] = PR * \sum GCR(PB)$ • Medida Derivada: Número Total de Productos de Trabajo $(PTs) = PTEs + PTs$ • Medida Derivada: Valor del Producto de Trabajo [VPT]. • Medida Derivada: Grado de Cumplimiento del Resultado de los Productos de Trabajo $[GCR(PT)] = \sum VPT / PTs$ • Medida Derivada: Grado de Rendimiento del Proceso de los Productos de 																																																																																																								

	<p>Trabajo $[GRP(PT)] = PR * \sum GCR(PT)$</p> <ul style="list-style-type: none"> Medida Derivada: Medida de Rendimiento Global del Proceso ($MRGP$) = $GRP(PB) * 0.5 + GRP(PT) * 0.5$ 																											
Guías para la interpretación	<p>Datos, filas y columnas representados:</p> <ul style="list-style-type: none"> Filas: Se listan todos los procesos a ejecutar así como los resultados u objetivos que tiene cada proceso (Rs). (En el ejemplo que se muestra se encuentra un sólo proceso que a su vez tiene dos resultados). Columnas: Se encuentran identificados en los encabezados como: PBs (para el caso de la tabla de las Prácticas Base donde se enumeran las mismas de acuerdo a los resultados), PTs (para el caso de la tabla de los Productos de Trabajo donde se enumeran los mismos de acuerdo a los resultados). Celdas: Se representan los resultados obtenidos luego de la ejecución, y para su mejor comprensión se utiliza la siguiente clasificación: <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Prácticas Base</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Leyenda</th> <th>Peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #800080; color: white;">CI</td> <td>Completamente Implementado</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #000080; color: white;">AI</td> <td>Ampliamente Implementado</td> <td>0.75</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #808000; color: white;">PI</td> <td>Parcialmente Implementado</td> <td>0.25</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #808080; color: white;">NI</td> <td>No Implementado</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Productos de Trabajo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Leyenda</th> <th>Peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #008000; color: white;">S</td> <td>Satisfecho</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #808000; color: white;">SP</td> <td>Satisfecho con Problemas</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #800000; color: white;">NS</td> <td>No Satisfecho</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> </div> </div> <p>Caso Ideal: Todas las prácticas base y productos de trabajo han sido completamente implementadas y satisfechos respectivamente para cada resultado del proceso.</p>	Leyenda		Peso	CI	Completamente Implementado	1	AI	Ampliamente Implementado	0.75	PI	Parcialmente Implementado	0.25	NI	No Implementado	0	Leyenda		Peso	S	Satisfecho	1	SP	Satisfecho con Problemas	0.5	NS	No Satisfecho	0
Leyenda		Peso																										
CI	Completamente Implementado	1																										
AI	Ampliamente Implementado	0.75																										
PI	Parcialmente Implementado	0.25																										
NI	No Implementado	0																										
Leyenda		Peso																										
S	Satisfecho	1																										
SP	Satisfecho con Problemas	0.5																										
NS	No Satisfecho	0																										
Preguntas sugeridas para el Análisis	<p>¿Cuál es el grado de cumplimiento de los resultados de acuerdo a las prácticas base?</p> <p>¿Cuál es el grado de cumplimiento de los resultados de acuerdo a los productos de trabajo?</p> <p>¿Cuál es el grado de rendimiento del proceso en relación a las prácticas base?</p> <p>¿Cuál es el grado de rendimiento del proceso en relación a los productos de trabajo?</p> <p>¿Cuál es el rendimiento global del proceso?</p>																											
Responsable (s)	<ul style="list-style-type: none"> De obtener el Indicador: Grupo de Aseguramiento de la Calidad. De interpretar el Indicador: Coordinador de Medición y Análisis (MA). De realizar el análisis causal: Alta Gerencia, Coordinador de MA. 																											

Evolución propuesta para el Indicador	Este indicador está orientado a entender cómo se comporta el rendimiento de los procesos y adicionalmente, a obtener una medida que permita evaluar los mismos. En etapas posteriores se pudieran utilizar otras variantes para corroborar esta evaluación, y con un tiempo mayor en la realización de estos estudios, se pudiera obtener información suficiente para predecir su comportamiento en los distintos procesos.
Referencia	NA

1.8 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 (Técnica de Análisis y Diseño Estructurado / Lenguaje de Definición ICAM).
- ETVX (Condiciones Tarea Verificación Resultado).
- 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.

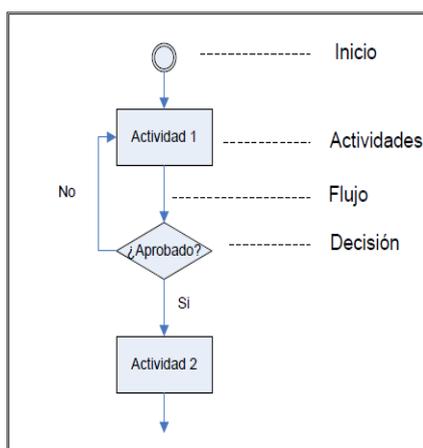


Figura 3. Diagrama de Flujo.

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".

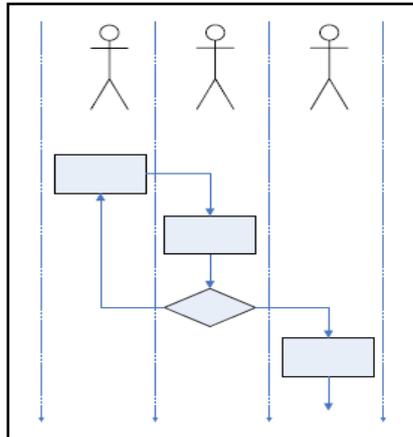


Figura 4. Carriles de Natación.

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.

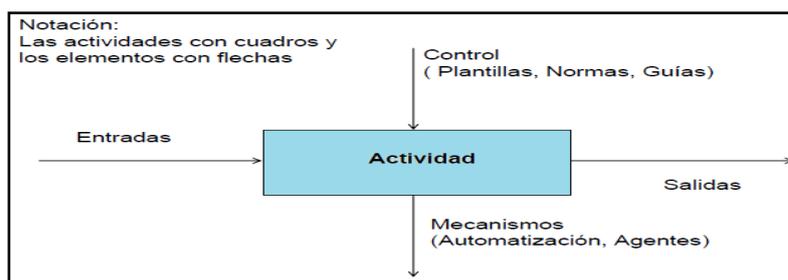


Figura 5. Técnica SADT/IDEF.

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.

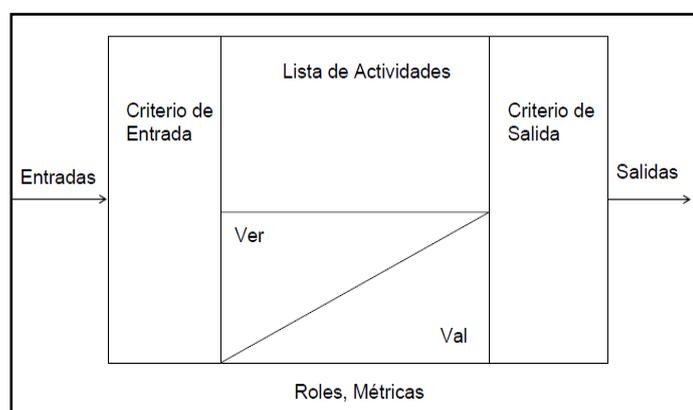


Figura 6. Técnica ETVX.

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 7. Representación textual.

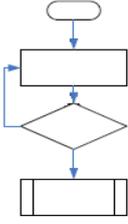
Nombre del proceso				
Criterios de entrada: Listar condiciones para que inicie el proceso.				
Criterios de salida: Listar condiciones de salida del proceso.				
Rol	Entrada	Control	Actividad	Salida
			 <pre> graph TD Start([Inicio]) --> Act[Actividad] Act --> Dec{Decisión} Dec -- Sí --> Act Dec -- No --> End[Final] </pre>	

Figura 8. 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.

1.9 Conclusiones del capítulo.

En este capítulo se abordaron los conceptos fundamentales del objeto de estudio, lo que constituye además la base de la presente investigación. En él se realizó un análisis de los datos y la bibliografía consultada que permitieron advertir las primeras ideas sobre lo que será la solución propuesta que se presentará en el siguiente capítulo.

Capítulo 2: Definición del proceso

2.1 Introducción al capítulo.

En el presente capítulo se expone el diseño del proceso propuesto para la evaluación del rendimiento de los procesos del Programa de Mejora de la UCI. Se aborda aspectos como el objetivo, los recursos, los roles y responsabilidades, así como la descripción gráfica y textual del proceso.

2.2 Objetivos del proceso.

El propósito del presente proceso es establecer y mantener una comprensión cuantitativa del rendimiento de los procesos de la organización y proporcionar datos, líneas base y modelos de rendimiento que permitan gestionar cuantitativamente los proyectos de la organización.

2.3 Institucionalización del proceso.

Políticas del proceso.

En el marco de un proceso, las políticas actúan como orientaciones, directrices o principios que lo guían en todo momento, las mismas están relacionadas directamente con las prácticas del modelo y de una u otra forma con cada una de las actividades. Para el presente proceso se definieron tres políticas generales y cada una de ellas se divide en numerosos incisos.

1. Establecer líneas base de rendimientos de procesos.

La organización debe establecer líneas base para el rendimiento de sus procesos. Para ello debe:

- a) Seleccionar los procesos y subprocesos dentro del conjunto de procesos de la organización que resultan relevantes para el cumplimiento de sus objetivos estratégicos.
- b) Establecer medidas que permitan realizar el análisis del rendimiento de los procesos.
- c) Establecer objetivos de calidad alineados a los objetivos de negocio de la organización y que estén basados en datos sobre el rendimiento pasado de los procesos.

2. Establecer modelos de rendimiento de los procesos.

La organización debe establecer modelos de rendimiento de los procesos los cuales deben estar en correspondencia con las líneas base de rendimiento del proceso.

3. Obtener entendimiento y compromiso con los objetivos, líneas base y modelos.

La organización periódicamente debe revisar los objetivos del negocio y rendimiento de los procesos, así como las líneas base y los modelos de rendimiento y ajustarlos de ser necesario.

- a) Debe obtenerse el compromiso de los involucrados relevantes en los casos que los objetivos, líneas base o modelos de rendimientos sufran cambios.

Recursos del proceso.

Para el correcto funcionamiento del proceso sólo es necesario contar en algún momento con ordenadores, herramientas de procesamiento de texto (Microsoft Office Word, Open Office Word), hoja de cálculo (Microsoft Office Excel, Open Office Excel), así como un sistema de gestión de reportes dinámicos y un sistema para la gestión de proyecto (GESPRO- REDMINE).

Roles y responsabilidades del proceso.

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

Tabla 2. Asignación de roles y responsabilidades.

No	Rol	Responsabilidades
1	Alta Gerencia	<ul style="list-style-type: none">- Selecciona los procesos.- Establece los objetivos de calidad.- Define las prioridades.- Ejecuta el sub-proceso Entendimiento y Compromiso.
2	Coordinador de Medición y Análisis (MA)	<ul style="list-style-type: none">- Planea el proceso OPP.- Establece las medidas e indicadores.- Ejecuta el sub-proceso Entendimiento y Compromiso.- Establece líneas bases.- Compara las líneas base con los objetivos de calidad.- Establece los modelos de rendimiento.- Calibra los modelos.- Elabora el reporte de OPP- Realiza monitoreo a las actividades del plan de OPP y soporte a las líneas base y modelos de rendimiento.
3	Grupo Gestor de la Medición	<ul style="list-style-type: none">- Establece las medidas e indicadores.- Recolecta las medidas de OPP.

		- Analiza los datos.
4	Jefe de proyecto	- Recolecta los datos.

Involucrados relevantes del proceso.

- Alta Gerencia.
- Coordinador de MA.
- Grupo Gestor de la Medición.
- Jefe de Proyecto.

Relación con otros procesos.

Los procesos en una organización siempre se interrelacionan entre sí y el proceso propuesto en la presente investigación se crea en un contexto donde ya existen un conjunto de procesos definidos que deben tenerse en cuenta a la hora de establecer las relaciones de interdependencias.

Tabla 3. Relación con otros procesos.

	Área de proceso OPP
Aseguramiento de la Calidad del Proceso y el Producto (PPQA)	Realiza el aseguramiento de la calidad de procesos y productos de OPP.
Todas las áreas de proceso	OPP establece y mantiene una comprensión cuantitativa del rendimiento de los procesos de la organización.

Planeación del proceso.

La planeación de las actividades del proceso OPP se realiza anualmente por el Coordinador de Medición y Análisis y el plan es gestionado a través de la herramienta Redmine.

Administración de la configuración del proceso.

La administración de configuración y el control de cambios son actividades procedimentales que aseguran la calidad y la consistencia a medida que se realizan cambios en los elementos de configuración.

Los elementos de configuración, el control de versiones y el control de cambio ayudan al equipo de desarrollo de software a mantener un orden que, de otro modo, llevaría a una situación caótica y sin salida.

En la Tabla 4 se muestran los elementos de configuración del proceso y la identificación de los mismos (clave del elemento). La identificación está diseñada de manera que a cada elemento le corresponde un nombre único a lo largo de toda la ejecución del proceso, así se mantiene la consistencia de la configuración del proceso.

Tabla 4. Lista de elementos de configuración.

Clave del Elemento	Nombre del Elemento	Responsable(s)
OPP-AA Lista de Procesos seleccionados para OPP vX.X.pdf	Lista de Procesos seleccionados para OPP	Alta Gerencia
OPP-AA Objetivos de calidad vX.X.pdf	Objetivos de calidad	Alta Gerencia
OPP-AA Definición de Medidas e indicadores vX.X.pdf	Definición de Medidas e indicadores	Coordinador de MA, Grupo Gestor de la Medición
OPP-DD-MM-AA-N Minutas de Reunión.pdf	Minutas de Reunión	Alta Gerencia
OPP-AAAA-T-C Recolección de Medidas de OPP vX.X.xls	Recolección de Medidas de OPP	Grupo Gestor de la Medición
OPP-AAAA-T-C Reporte de OPP vX.X.pdf	Reporte de OPP	Grupo Gestor de la Medición
OPP-DD-MM-AA Líneas base de OPP vX.X.pdf	Líneas base de OPP	Coordinador de MA
OPP-DD-MM-AA Modelo de rendimiento vX.X.pdf	Modelo de rendimiento	Coordinador de MA

Leyenda:

- **OPP:** Identificador del proceso.
- **DD:** Indica el día que se genera el documento.
- **MM:** Indica el mes que se genera el documento.
- **AA ó AAAA:** Indica el año de confección del documento con dos o cuatro cifras respectivamente.
- **NN ó NNN:** Indica un número consecutivo de dos o tres cifras respectivamente que permite discriminar un documento de otro de igual tipo y nombre.
- **T:** Indica el trimestre del año en que se elabora el producto de trabajo.
- **C:** Indica el nombre de un centro productivo.
- **vX.X:** Indica la versión del documento.

Estructura del repositorio.

El repositorio se encontrará montado en el Alfresco, que es una herramienta de gestión documental de desarrollo colaborativo. La estructura que se propone es la siguiente:



Figura 9. Estructura del repositorio.

Monitoreo y control del proceso.

El monitoreo y control de las actividades de OPP las realiza el Coordinador de MA, quien se encarga de verificar el cumplimiento del plan de OPP y monitorear su estado a través del Redmine. Éste también es el encargado de establecer acciones correctivas en los casos que sean necesarias y asegurar el cumplimiento de las mismas.

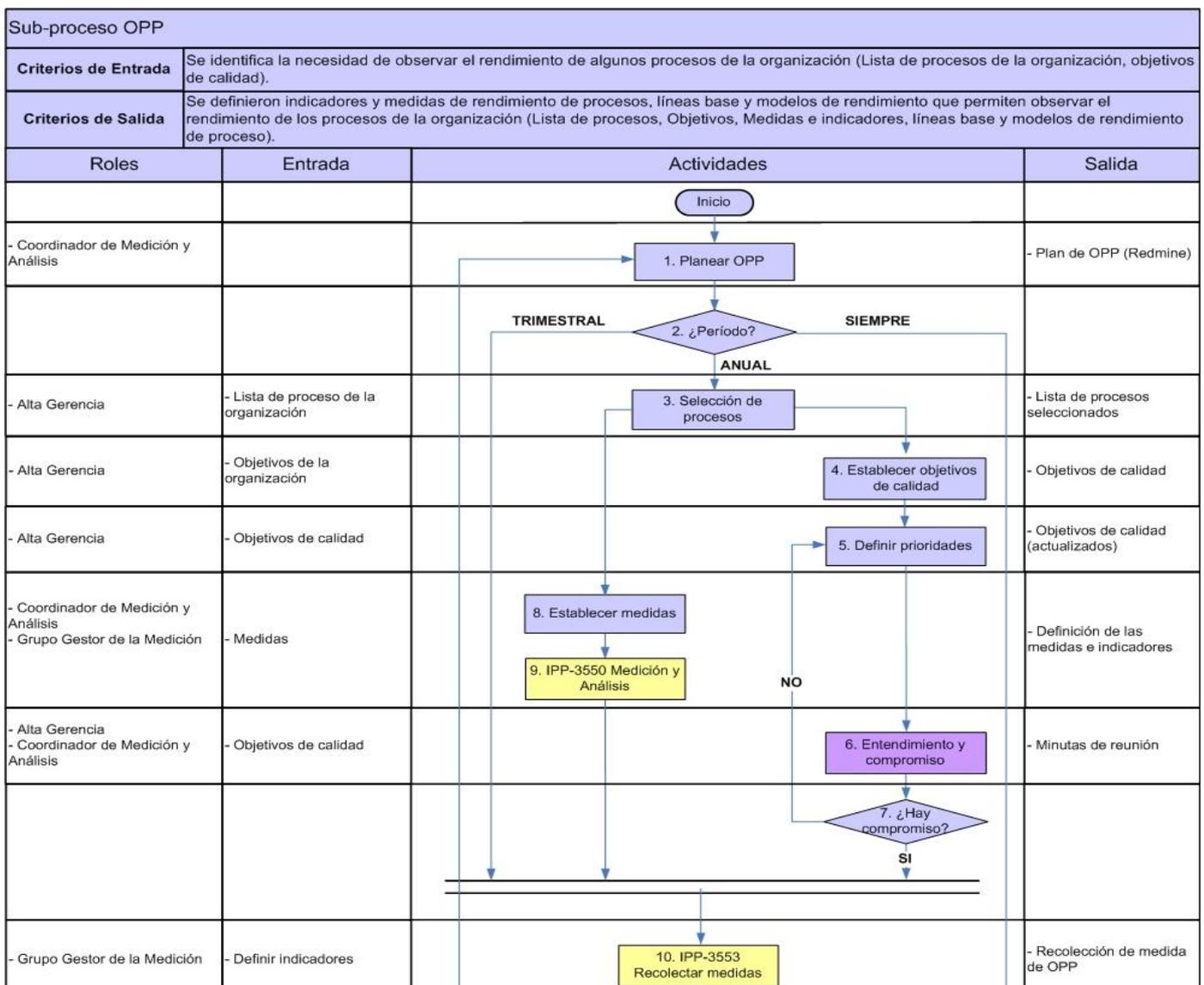
Aseguramiento de la calidad del proceso.

El aseguramiento de la calidad del proceso se realiza a través de las revisiones de PPQA, las cuales son planeadas trimestralmente en el Plan de OPP y conciliadas con el Coordinador de PPQA. El proceso seguido durante las revisiones de PPQA se encuentra descrito en el libro de proceso IPP-3520:2009 PPQA, específicamente los subprocesos IPP-3521:2009 Evaluación de Adherencia de Procesos y Productos e IPP-3522:2009 Seguimiento/Escalamiento de No Conformidades. (Ver anexos 3 y 4).

2.4 Descripción del proceso.

Como se explicó en el Capítulo 1 (ver epígrafe 1.8 Técnicas de documentación de procesos.) se seleccionó para la descripción del proceso una técnica mixta, compuesta por una combinación de los carriles de natación con diagramas de flujos para la descripción gráfica. Como complemento se realiza además una descripción textual de cada una de las actividades del proceso.

El primer subproceso es el principal, en él se realizan la mayoría de las actividades y la invocación del otro subproceso y de procesos externos. Este subproceso inicia cuando la organización identifica la necesidad de monitorear el rendimiento de algunos de sus procesos y producto a su ejecución se obtienen productos tales como objetivos, métricas, indicadores, líneas bases, modelos de rendimiento entre otros.



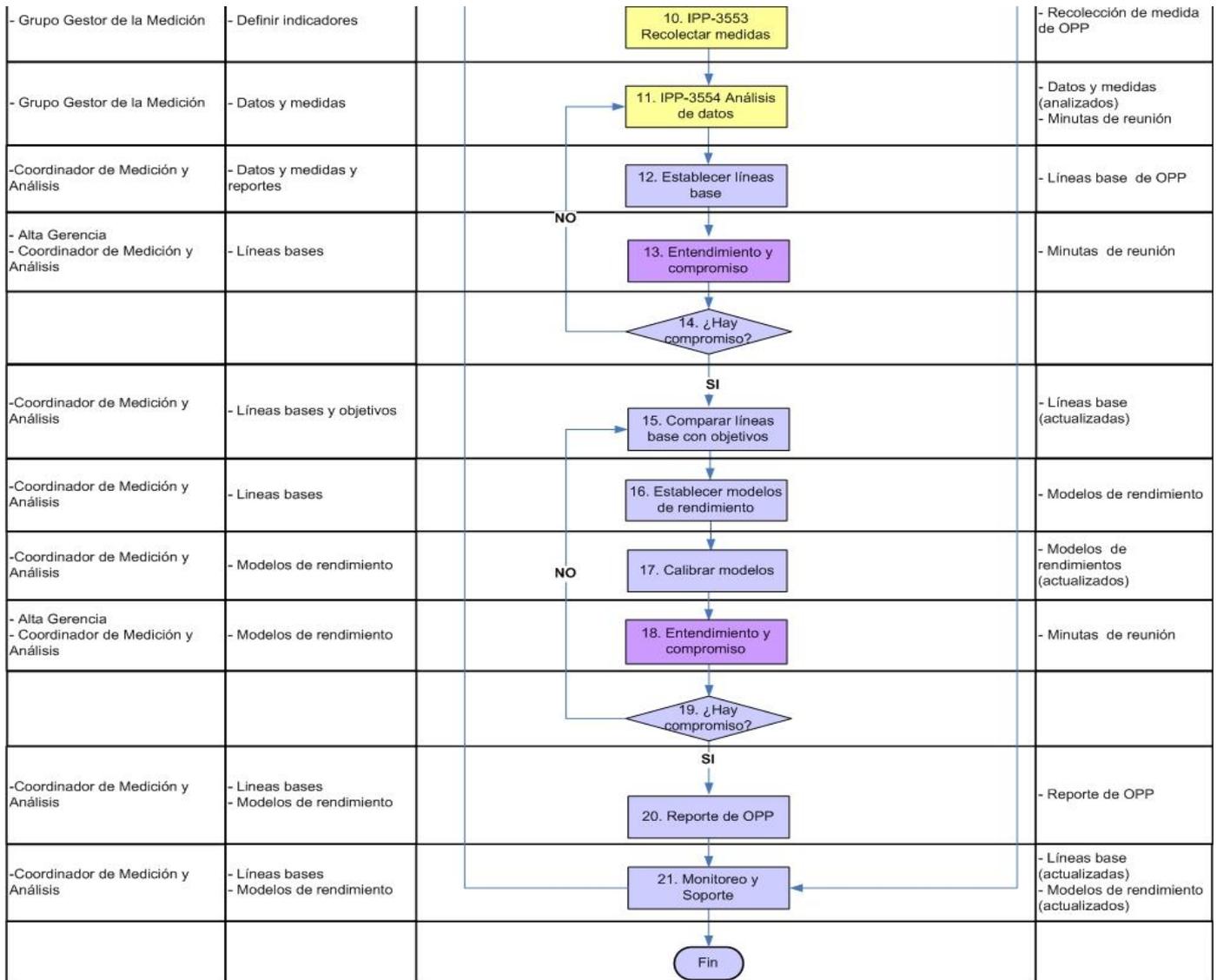


Figura 10. Descripción gráfica del sub-proceso OPP.

Tabla 5. Descripción textual del sub-proceso OPP.

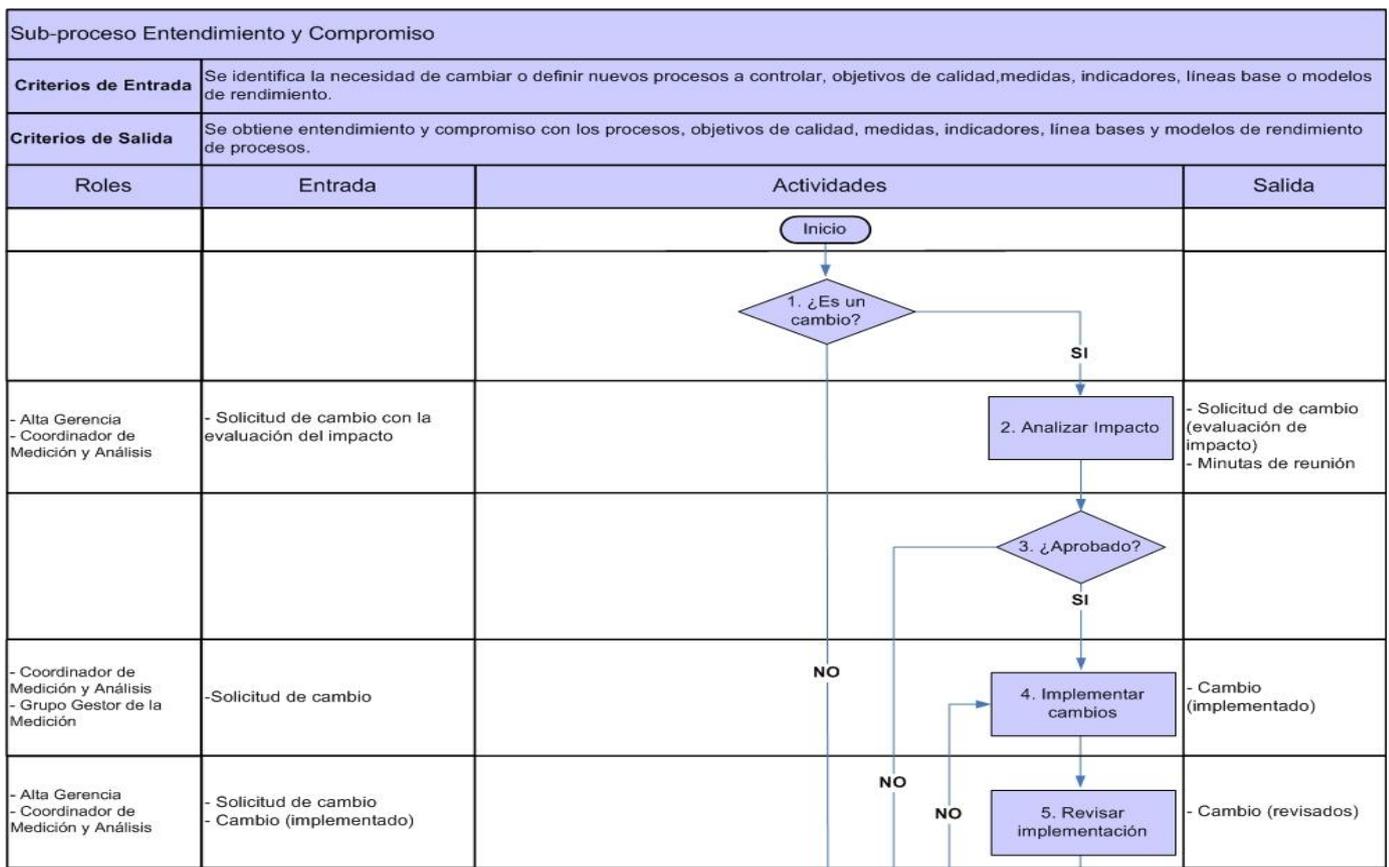
Sub-proceso OPP		
Criterio de entrada	Se identifica la necesidad de observar el rendimiento de algunos procesos de la organización (Lista de procesos de la organización, objetivos de calidad).	
Criterio de salida	Se definieron indicadores y medidas de rendimiento de procesos, líneas base y modelos de rendimientos que permiten observar el rendimiento de los procesos de la organización (Lista de procesos, Objetivos, Medidas e indicadores, líneas base y modelos de rendimiento de proceso).	
No.	Descripción	Salida

Capítulo 2: Definición del Proceso

1	1.1 Realizar la planeación de las actividades de OPP. (Coordinador de MA)	Plan de OPP (Redmine)
2	Si es el inicio de un nuevo año se ejecuta la actividad 3. Si es el inicio de un trimestre se ejecuta directamente la actividad 10. Continuamente se realiza la actividad 21.	
3	3.1 Seleccionar los procesos a evaluar su rendimiento durante el año (Alta gerencia).	Lista de procesos seleccionados.
4	4.1 Establecer objetivos de calidad (Alta gerencia).	Objetivos de calidad.
5	5.1 Definir prioridades (Alta gerencia).	Objetivos de calidad (actualizados).
6	6.1 Ejecutar sub-proceso Entendimiento y Compromiso.	Minutas de Reunión
7	Si hay compromiso ejecutar actividad 10 Si no hay compromiso ejecutar actividad 5.	
8	8.1 Establecer medidas (Coordinador de MA y Grupo Gestor de la Medición)	Definición de las medidas e indicadores.
9	9.1 IP-3550 Medición y Análisis (Coordinador de MA y Grupo Gestor de la Medición).	
10	10.1 IP-3553 Recolectar medidas (Grupo Gestor de la Medición).	Recolección de Medidas de OPP
11	11.1 IP-3554 Análisis de datos (Grupo Gestor de la Medición).	Datos y Medidas (actualizados). Minutas de Reunión
12	12.1 Establecer las líneas base del rendimiento de los procesos (Coordinador de MA).	Líneas base de OPP
13	13.1 Ejecutar sub-proceso Entendimiento y Compromiso.	Minutas de Reunión
14	Si hay compromiso ejecutar actividad 15 Si no hay compromiso ejecutar actividad 11.	
15	15.1 Comparar las líneas base con los objetivos de calidad (Coordinador de MA).	Líneas base (actualizadas).
16	16.1 Establecer modelos de rendimientos de procesos (Coordinador de MA).	Modelos de rendimiento.
17	17.1 Calibrar los modelos de rendimiento (Coordinador de MA).	Modelos de rendimiento

		(actualizados).
18	18.1 Ejecutar sub-proceso Entendimiento y Compromiso.	Minutas de Reunión
19	Si hay compromiso ejecutar actividad 20 Si no hay compromiso ejecutar actividad 15.	
20	20.1 Realizar reporte de OPP (Coordinador de MA).	Reporte de OPP
21	21.1 Realizar continuamente monitoreo de las actividades del Plan de OPP. 21.2 Realizar el soporte de las líneas base y los modelos de rendimiento de procesos. (Coordinador de MA).	Líneas Base (actualizadas). Modelos de Rendimiento (actualizados)

El subproceso Entendimiento y Compromiso contiene actividades de apoyo al subproceso principal explicado anteriormente. Este subproceso se debe ejecutar cuando se identifica la necesidad de cambiar o definir nuevos procesos a evaluar, objetivos de calidad, medidas, indicadores, líneas base o modelos de rendimiento. Como salida se debe obtener en cada caso el entendimiento y compromiso con los aspectos antes señalados.



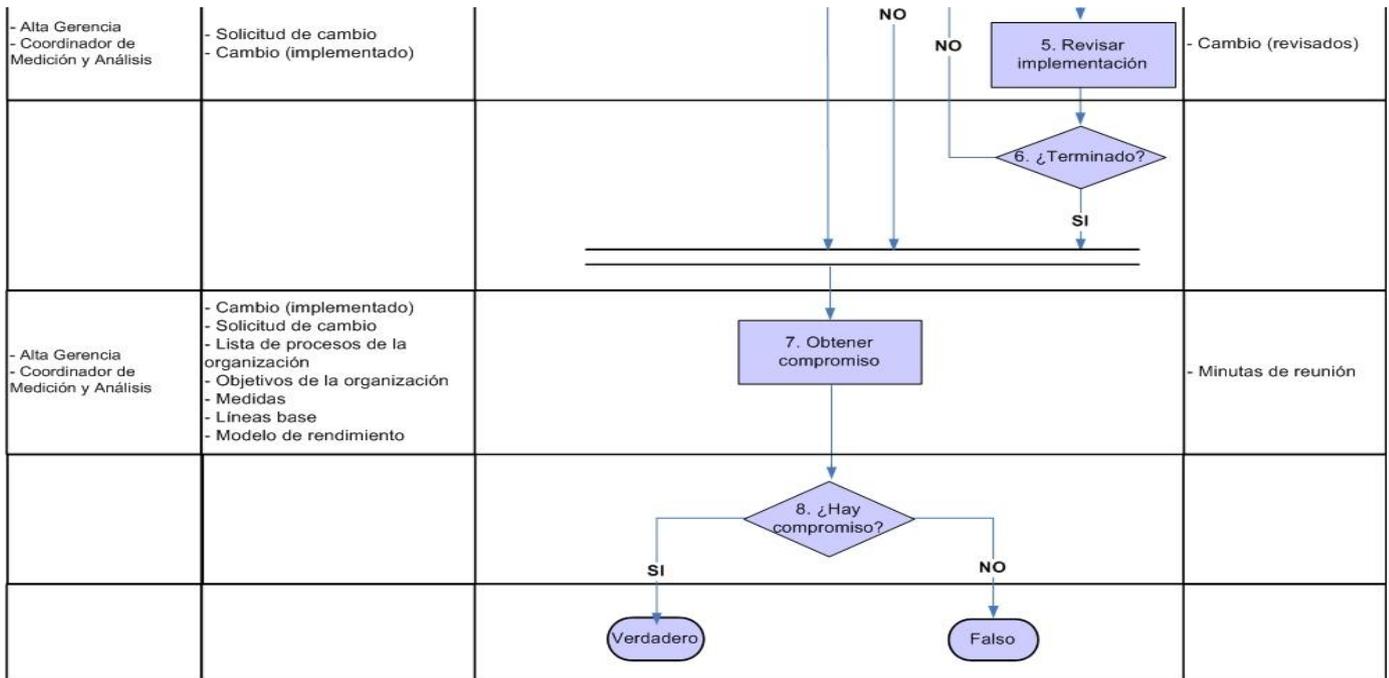


Figura 11. Descripción gráfica del sub-proceso Entendimiento y Compromiso.

Tabla 6. Descripción textual del sub-proceso Entendimiento y Compromiso.

Sub-proceso Entendimiento y Compromiso		
Criterio de entrada	Se identifica la necesidad de cambiar o definir nuevos procesos a evaluar, objetivos de calidad, medidas, indicadores, líneas base o modelos de rendimiento.	
Criterio de salida	Se obtiene entendimiento y compromiso con los procesos, objetivos de calidad, medidas, indicadores, líneas base y modelos de rendimiento de procesos.	
No.	Descripción	Salida
1	Si es un cambio de los objetivos de calidad, los procesos a evaluar, las medidas, indicadores, líneas base o modelos de rendimiento ejecutar actividad 2. Si es un nuevo objetivo de calidad, proceso a evaluar, medida, indicador, línea base o modelo de rendimiento ejecutar actividad 6.	
2	2.1 Analizar el impacto del cambio. (Alta Gerencia y Coordinador de Medición y Análisis)	Solicitud de cambio (con evaluación de impacto) Minutas de reunión.
3	Si es aprobado el cambio ejecutar actividad 4. Si no es aprobado el cambio ejecutar actividad 6.	

4	4.1 Implementar el cambio (Coordinador de Medición y Análisis y Grupo Gestor de la Medición)	Cambio (implementado)
5	5.1 Revisar la implementación del cambio (Alta Gerencia y Coordinador de Medición y Análisis)	Cambio (revisado)
6	Si se terminó la implementación del cambio ejecutar actividad 6. Si no terminó la implementación del cambio ejecutar actividad 4.	
7	7.1 Obtener compromiso con los involucrados relevantes en el cambio en dependencia de la solicitud (Alta Gerencia y Coordinador de Medición y Análisis)	Minutas de Reunión.
8	Si hay entendimiento y compromiso con el cambio el proceso retorna VERDADERO . Si no hay entendimiento y compromiso el proceso retorna FALSO .	

2.5 Conclusiones del capítulo.

En el presente capítulo se definió un proceso para la evaluación del rendimiento de los procesos basado en las prácticas del modelo CMMI y en correspondencia con los procesos definidos en el Programa de Mejora de la UCI. Para ello se utilizaron los métodos, técnicas y conceptos analizados en el Capítulo 1, restando de esta forma sólo la validación del mismo que se realizará en el Capítulo 3.

Capítulo 3: Validación del proceso

3.1 Introducción al capítulo

En el presente capítulo se realiza la validación del proceso propuesto y se interpretan los resultados obtenidos, permitiendo de esta forma un mayor entendimiento y demostrando a su vez la utilidad de los indicadores generados en la toma de decisiones estratégicas de la Alta Gerencia. Asimismo se realiza una validación cuantitativa mediante un método de expertos que permite determinar el posible nivel de aceptación y éxito del proceso definido.

3.2 Población y muestra

Toda investigación se realiza en un determinado contexto e involucra a un número determinado de variables y unidades de análisis. Al proceso de selección de estas unidades de análisis se le conoce como muestreo. En este sentido resulta útil antes de continuar precisar algunos conceptos esenciales relacionados con este tema:

Unidad de análisis: Son los elementos, fenómenos, sujetos o procesos que integran la población y pueden ser individuos, grupos de personas, hechos, procesos, talleres, turnos de trabajo, empresas, documentos, etc. (León, Noviembre del 2002)

Universo o población: Se refiere a la totalidad de las unidades de análisis que pueden ser estudiadas o tomadas durante el muestreo.

Muestra: Se refiere al subconjunto de la población que realmente será estudiado, es el resultado directo del muestreo.

Muestreo: Técnicas y procedimientos que se utilizan para seleccionar la muestra que representa una población dada. (León, Noviembre del 2002)

Una muestra puede ser probabilística o no, siendo aquella las que todas las unidades de análisis de la población tienen la misma probabilidad de ser tomados para la investigación.

El uso del muestreo es muy útil porque el análisis de una muestra permite inferir conclusiones susceptibles de generalización a la población de estudio con cierto grado de certeza.

En la presente investigación la **Unidad de análisis** está enmarcada en el proceso, estando el **Universo** constituido por todos los procesos definidos en el Programa de Mejora de la UCI:

- Administración de Requisitos (REQM).
- Planeación de Proyectos (PP).

- Monitoreo y Control de Proyecto (PMC).
- Medición y Análisis (MA).
- Administración de la Configuración (CM).
- Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM).
- Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA).

Aunque se trata de una población de procesos relativamente pequeña se decide utilizar como muestra sólo un subconjunto de la población (Ver epígrafe 3.3.2 Procesos seleccionados), por lo que no fue necesario aplicar ninguna técnica formal de muestreo. Esta decisión está condicionada por los objetivos de calidad de la organización que se verán posteriormente. Además vale destacar que la muestra es especificada y varía en cada experimento (de un indicador a otro).

3.3 Aplicación del proceso propuesto.

3.3.1 Objetivos de calidad de la organización.

- Mejorar continuamente los procesos elevando su rendimiento y eficiencia.
- Reducir el esfuerzo y el costo de los proyectos productivos.
- Mantener el control, seguimiento y visibilidad sobre los procesos productivos de la organización.

3.3.2 Procesos seleccionados.

Indicador	Procesos seleccionados
Rendimiento de procesos	<ul style="list-style-type: none">• Planeación de Proyecto (PP)
Valor Agregado	<ul style="list-style-type: none">• Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)• Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)
Eficiencia de Proceso	<ul style="list-style-type: none">• Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)• Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)

3.3.3 Análisis del rendimiento.

El análisis del rendimiento se realiza a partir de la implementación de las prácticas bases y los productos de trabajo con respecto a los resultados de cada proceso, esto permite que la dirección pueda tener una idea objetiva de cómo se va comportando el rendimiento de los procesos en un proyecto productivo, en todo un centro de producción o en toda la Universidad. Para el siguiente ensayo se tomaron al azar dos proyectos de los centros CEDIN y CEIGE, de los cuales se contaba con

una vasta información que abarcaba resultados de la pre evaluación SCAMPI realizada recientemente a la Universidad así como resultados de revisiones de calidad realizadas por el Grupo de Auditorías y Revisiones de CALISOFT a estos proyectos productivos. El indicador se aplicó sobre el proceso Planeación de Proyecto.

SCADA Aguas Stgo (CEDIN)										
Proceso	Rs	Prácticas Bases								
PP	Rs1	PBs1.1 CI	PBs1.2 PI	PBs1.3 CI	PBs1.4 CI					
	Rs2	PBs2.1 CI	PBs2.2 CI	PBs2.3 CI	PBs2.4 CI	PBs2.5 CI	PBs2.6 CI	PBs2.7 CI		
	Rs3	PBs3.1 CI	PBs3.2 CI	PBs3.3 CI						
	Rs4	PBs4.1 CI	PBs4.2 CI	PBs4.3 CI	PBs4.4 CI	PBs4.5 CI	PBs4.6 CI	PBs4.7 CI	PBs4.8 CI	PBs4.9 CI

Despacho MTI (CEIGE)										
Proceso	Rs	Prácticas Bases								
PP	Rs1	PBs1.1 CI	PBs1.2 PI	PBs1.3 CI	PBs1.4 CI					
	Rs2	PBs2.1 CI	PBs2.2 CI	PBs2.3 CI	PBs2.4 CI	PBs2.5 CI	PBs2.6 CI	PBs2.7 CI		
	Rs3	PBs3.1 AI	PBs3.2 CI	PBs3.3 CI						
	Rs4	PBs4.1 CI	PBs4.2 CI	PBs4.3 CI	PBs4.4 CI	PBs4.5 CI	PBs4.6 CI	PBs4.7 CI	PBs4.8 CI	PBs4.9 CI

Figura 12. Evaluación de las prácticas base (Aplicado sobre el proceso PP).

SCADA Aguas Stgo (CEDIN)										
Proceso	Rs	Productos de Trabajo								
PP	Rs1	PTs1.1 S								
	Rs2	PTs2.1 S	PTs2.2 S	PTs2.3 S						
	Rs3	PTs3.1 S	PTs3.2 S	PTs3.3 SP	PTs3.4 S	PTs3.5 NS	PTs3.6 S			
	Rs4	PTs4.1 S	PTs4.2 S	PTs4.3 S	PTs4.4 S	PTs4.5 S	PTs4.6 S	PTs4.7 S	PTs4.8 S	PTs4.9 S

Despacho MTI (CEIGE)										
Proceso	Rs	Productos de Trabajo								
PP	Rs1	PTs1.1 S								
	Rs2	PTs2.1 S	PTs2.2 SP	PTs2.3 NS						
	Rs3	PTs3.1 NS	PTs3.2 S	PTs3.3 NS	PTs3.4 NS	PTs3.5 S	PTs3.6 S			
	Rs4	PTs4.1 S	PTs4.2 S	PTs4.3 S	PTs4.4 S	PTs4.5 S	PTs4.6 S	PTs4.7 S	PTs4.8 S	PTs4.9 S

Figura 13. Evaluación de los productos de trabajo (Aplicado sobre el proceso PP).

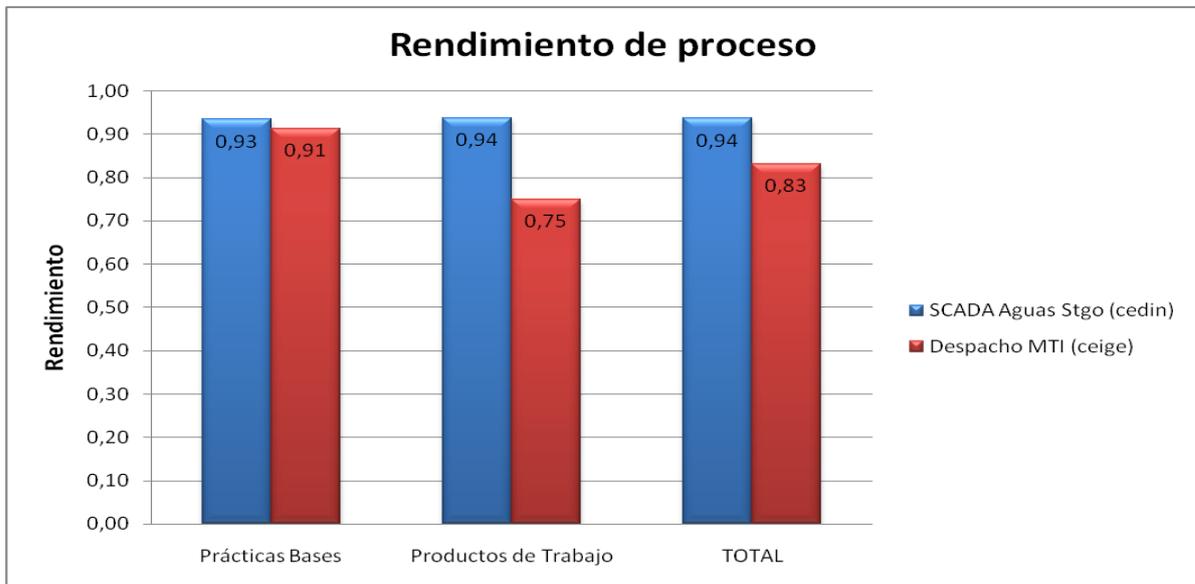


Figura 14. Resultados de la evaluación del rendimiento de proceso (Aplicado sobre el proceso PP).

Los resultados de la aplicación de este indicador permiten realizar una comparación cuantitativa entre dos o más proyectos, además de constituir información que pasará a formar parte de las líneas bases y que posteriormente servirá como datos históricos para futuros análisis de tendencias. El mismo análisis se puede realizar a nivel de Centro de Producción si se elabora un resumen del cumplimiento de las prácticas base y productos de trabajo de todos los proyectos del Centro, comportándose en este caso cada Centro de Producción como una entidad.

Concretamente, en las figuras 12 y 13 se pueden apreciar el grado de cumplimiento de las prácticas bases y los productos de trabajo en los dos proyectos de muestra, mientras que en la figura 14 se puede observar que el proyecto SCADA Aguas Santiago tiene un rendimiento ligeramente superior al proyecto Despacho MTI tanto en las prácticas base, productos de trabajo así como en el rendimiento total del proceso (Media entre rendimiento de prácticas bases y productos de trabajo). En este caso esto no sugiere desviaciones significativas en ninguno de los dos proyectos puesto que poseen rendimientos considerablemente altos. En la tabla 3 del Anexo 5 se puede observar el resumen con los cálculos realizados para la obtención de cada uno de los valores presentados anteriormente.

3.3.4 Análisis de valor agregado.

El análisis del valor agregado de las actividades de un proceso permite identificar oportunidades de mejora en los mismos. Para el siguiente experimento se seleccionaron todas las actividades de los procesos PPQA y PMC, de las que se determinó cuáles actividades son necesarias y agregan valor,

cuáles sólo agregan valor, cuáles eran necesarias para la organización y cuáles se debían eliminar. Estos datos se obtuvieron mediante entrevistas a las personas que participaron en la realización de dichos procesos.

Tabla 7. Valores de las actividades de proceso (Aplicadas sobre los procesos PPQA y PMC).

Actividades	Procesos y Valores	
	PPQA	PMC
Actividad 1	VN	VN
Actividad 2	V	VN
Actividad 3	V	V
Actividad 4	V	V
Actividad 5	VN	N
Actividad 6	N	N
Actividad 7	V	VN
Actividad 8	N	
Actividad 9	N	
Actividad 10	VN	
Actividad 11	VN	
Actividad 12	N	
Actividad 13	VN	
Actividad 14	VN	
Actividad 15	N	
Actividad 16	N	
Actividad 17	N	

Como se puede observar en la tabla 7 los valores de las actividades tanto del proceso PPQA como PMC redundan como mínimo en la categoría de necesarias, estando el resto -que además es la mayoría- clasificadas como que agregan valor y son necesarias simultáneamente y otras como que agregan valor solamente. Resulta notable que en ningún caso se obtienen actividades que deben ser eliminadas, y esto puede estar condicionado a que se trata de procesos muy maduros, que llevan un tiempo relativamente largo en uso -comenzaron a inicios del 2009-, desde su definición, pilotaje, mejora, despliegue e institucionalización.

3.3.5 Análisis de eficiencia.

La eficiencia de un proceso se puede establecer a partir del tiempo invertido en las actividades que agregan valor al proceso respecto al tiempo total invertido en el mismo. Un proceso será más eficiente según vaya tendiendo al ciento por ciento.

En la tabla 8 se muestra el esfuerzo estimado en tiempo (minutos) para la realización de cada una de las actividades de los procesos PPQA y PMC. Para la definición de las actividades que agregaban o no valor al proceso se tomaron los datos del indicador Valor Agregado que se presentó en el epígrafe anterior.

Tabla 8. Esfuerzo estimado en tiempo de las actividades de los procesos PPQA y PMC.

Actividades	Procesos y tiempos (minutos)	
	PPQA	PMC
Actividad 1	15	30
Actividad 2	20	120
Actividad 3	30	30
Actividad 4	180	30
Actividad 5	60	60
Actividad 6	30	60
Actividad 7	30	90
Actividad 8	5	
Actividad 9	30	
Actividad 10	15	
Actividad 11	15	
Actividad 12	15	
Actividad 13	120	
Actividad 14	60	
Actividad 15	180	
Actividad 16	30	
Actividad 17	15	
Tiempo de las actividades que agregan valor	545	300
Tiempo Total del Proceso	850	420
Eficiencia	64,12	71,43

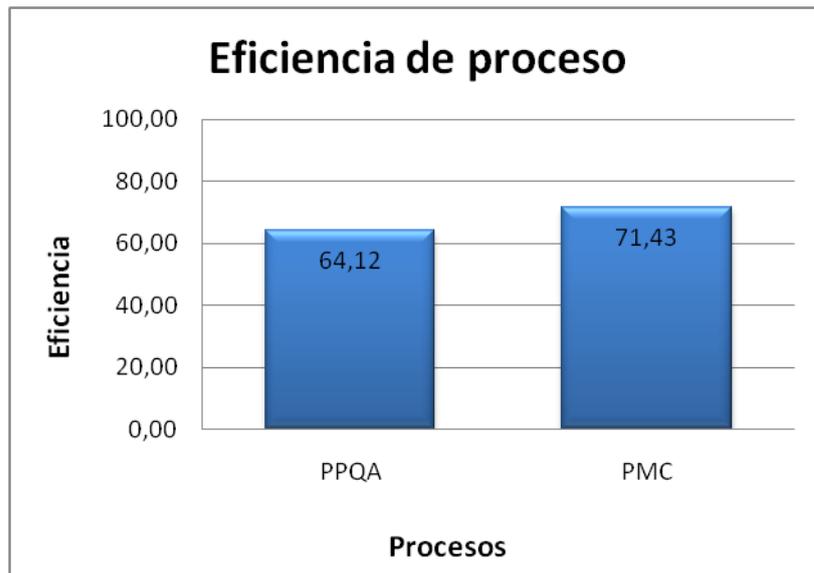


Figura 15. Resultados de la evaluación de eficiencia de procesos (Aplicada sobre los procesos PPQA y PMC).

Al igual que el rendimiento, la eficiencia de los procesos puede ser controlada a nivel local en los proyectos así como a nivel de Centro de Producción o de Universidad, según las necesidades de la organización. Los datos que se presentan en la tabla 8 fueron obtenidos a través de entrevistas a los expertos en estos procesos en la Universidad, por lo tanto los resultados obtenidos al evaluar la eficiencia de los mismos (figura 15) no se refieren a ningún proyecto en particular.

Los resultados obtenidos permiten concluir que a nivel organizacional el proceso PMC según el indicador definido en la presente investigación, posee una mayor eficiencia respecto al proceso PPQA. Esto se debe en primer lugar a que el proceso PMC es mucho más ligero que PPQA en cuanto al número de actividades y por otra parte a que este último está condicionado por numerosas regulaciones internas de la actividad productiva de la organización, produciéndose de esta manera un elevado número de actividades necesarias que no agregan valor real al proceso, y por lo tanto influyen negativamente en su eficiencia.

Este indicador analizado en conjunto con el de Valor Agregado puede permitir a la organización identificar oportunidades de mejora en procesos claves que permitan elevar la eficiencia y el rendimiento de los mismos.

3.4 Líneas Bases

Las líneas base según Pressman “son una especificación o producto que se ha revisado formalmente y sobre los que se ha llegado a un acuerdo, y que de ahí en adelante sirve como base para un desarrollo posterior y que puede cambiarse solamente a través de procedimientos formales de control de cambios”. (Pressman, 2005).

Como instrumento cuantitativo y cualitativo aplicado al inicio y periódicamente a grupos de actores involucrados en una acción o proyecto de desarrollo, la línea base permite encontrar el cómo, en qué y en cuánto ha cambiado la situación actual (antes del proyecto), durante y al finalizar la acción (situación futura o mejorada). La información procesada y analizada es útil para las organizaciones, ya que pueden medir su desarrollo y auto mejorar (por ejemplo a través de planes de mejoramiento o planes estratégicos) y para las entidades de apoyo quienes aprovechan los datos e información para medir el impacto, ajustar estrategias, procesos y proponer políticas siempre con el fin de perfeccionar.

En el proceso propuesto las líneas bases estarán constituidas por los resultados de los indicadores expuestos anteriormente. De esta forma se contará a mediano y largo plazo con datos históricos que permitirán realizar comparaciones con períodos anteriores de manera que la Alta Gerencia cuente con una información objetiva sobre el estado de los procesos y proyectos de la Universidad que le permita tomar decisiones estratégicas.

3.5 Modelos de Rendimiento

Los modelos de rendimiento del proceso pueden proporcionar una base para analizar los posibles efectos de los cambios a los elementos del proceso. Los mismos se utilizan para cuantificar el impacto y los beneficios de las innovaciones, así como para representar el rendimiento pasado y actual del proceso, y para predecir los resultados futuros. Estos modelos de rendimiento de los procesos normalmente utilizan mediciones de proceso recogidas durante la vida del proyecto, para estimar el grado de progreso en el alcance de los objetivos que no pueden medirse hasta más adelante en la vida del proyecto.

Luego de realizar el análisis del indicador valor agregado a las actividades de los procesos seleccionados, se definió establecer un modelo que permita determinar si una actividad agrega valor o no y cuáles se deberían eliminar para disminuir los costos del proceso y elevar su rendimiento y eficiencia.



Figura 16. Modelo de valor agregado.

Como se puede observar en la figura 16 no todas las actividades que no proveen valor agregado han de ser innecesarias; éstas pueden ser actividades de apoyo, y ser requeridas para hacer más eficaces las funciones de dirección y control, por razones de seguridad o por motivos normativos y de legislación; sin embargo, se deben reducir al mínimo el número de estas actividades en aras de elevar la eficiencia y el rendimiento de los procesos.

Para los indicadores de rendimiento y eficiencia de procesos los modelos matemáticos se encuentran incluidos en la propia definición de las medidas bases y derivadas, por lo que no es necesario volver a colocarlos explícitamente en este epígrafe. (Ver tabla 1 del epígrafe 1.7.1 Definición de los indicadores y tabla 2 del Anexo 2 respectivamente).

3.6 Validación de la propuesta mediante un método de expertos.

Luego de obtener los resultados a partir de la aplicación del proceso propuesto a una muestra de los proyectos y procesos definidos en el Programa de Mejora que lleva a cabo la Universidad se determina realizar una validación adicional del proceso definido mediante un método de expertos donde cada especialista realiza un análisis cuantitativo de la propuesta, lo que permite obtener el posible nivel de aceptación y éxito del proceso propuesto.

3.6.1 Ventajas y desventajas de los métodos de validación por expertos.

Los métodos de expertos utilizan como fuente de información un grupo de personas a las que se supone un conocimiento elevado de la materia que se va a tratar. Los métodos de expertos tienen las siguientes ventajas:

- El conocimiento del grupo es siempre mayor que la del experto más versado en el tema. Esta afirmación se basa en la idea de que varias cabezas son mejor que una.
- Permite obtener criterios desde diferentes puntos de vista. Cada experto puede aportar a la discusión general la idea que tiene sobre el tema debatido desde su área de conocimiento.
- Permite la participación de un considerable número de personas.

Sin embargo estos métodos presuponen también ciertas desventajas:

- La desinformación que presenta el grupo, como mínimo, es tan grande como la que presenta cada individuo aislado. Se debe suponer que la falta de información de unos participantes es solventada con la que aportan otros, y esto no se puede asegurar con certeza.
- La presión social que el grupo ejerce sobre sus participantes puede provocar acuerdos con la mayoría, aunque la opinión de ésta sea errónea, de modo que un experto puede renunciar a la defensa de su opinión ante la persistencia del grupo en rechazarla.
- En estos grupos a veces el argumento que triunfa es el más citado, en lugar de ser el más válido.
- Estos grupos son vulnerables a la posición y personalidad de algunos de los individuos. Una persona con dotes de comunicador puede convencer al resto de individuos, aunque su opinión no sea la más acertada. Esta situación se puede dar también cuando uno de los expertos ocupa un alto cargo en la organización, ya que sus subordinados no le rebatirán sus argumentos con fuerza.
- Puede existir un sesgo común a todos los participantes en función de su procedencia o su cultura, lo que daría lugar a la no aparición en el debate de aspectos influyentes en la evolución.

El método de expertos ideal sería aquel que tomara los beneficios de la interacción directa y eliminase sus inconvenientes. Ésta intenta ser la filosofía de la metodología Delphi que se abordará en el siguiente epígrafe.

3.6.2 Características del Método Delphi.

El método Delphi pretende extraer y maximizar las ventajas que presentan otros métodos basados en grupos de expertos y minimizar sus inconvenientes. Para ello se aprovecha la concordancia del debate en el grupo y se eliminan las interacciones sociales indeseables que existen dentro de todo grupo. De esta forma, se espera obtener un consenso lo más fiable posible del grupo de expertos. Este método presenta las siguientes características fundamentales:

Anonimato: Durante un Delphi, ningún experto conoce la identidad de los otros que componen el grupo de debate. Esto tiene una serie de aspectos positivos, como son:

- Impide la posibilidad de que un miembro del grupo sea influenciado por la reputación de otro de los miembros o por el peso que supone oponerse a la mayoría. La única influencia posible es la de la congruencia de los argumentos.
- Permite que un miembro pueda cambiar sus opiniones sin que eso suponga una pérdida de imagen.
- El experto puede defender sus argumentos con la tranquilidad que da saber que en caso de que sean erróneos, su equivocación no va a ser conocida por los otros expertos.

Iteración: La iteración se consigue al presentar varias veces el mismo cuestionario donde además se van presentando los resultados obtenidos con los cuestionarios anteriores. Con ello se consigue que los expertos vayan conociendo los distintos puntos de vista y puedan ir modificando su opinión si los argumentos presentados les parecen más apropiados que los suyos. Esta característica puede no estar presente en algunos Delphis cuando no es necesario llegar a consenso entre los expertos.

Respuesta estadística: La información que se presenta a los expertos no es sólo el punto de vista de la mayoría, sino que se presentan todas las opiniones indicando el grado de acuerdo que se ha obtenido.

Heterogeneidad: Pueden participar expertos de determinadas ramas del conocimiento sobre las mismas bases.

3.6.3 Selección de los expertos.

En la selección de los expertos se tuvo en cuenta la competencia de cada experto en el tema, ésta se midió a partir de obtener el coeficiente K (coeficiente de competencia del experto) mediante la siguiente expresión: $K = \frac{1}{2}(Kc + Ka)$ Donde:

- **K:** coeficiente de competencia. (Campistrous, 1998).
- **Kc:** coeficiente de conocimiento sobre el tema que se le pide opinión. (Campistrous, 1998).
- **Ka:** coeficiente de argumentación. (Campistrous, 1998).
- Si $0.8 < K \leq 1.0$ entonces el coeficiente de competencia es **alto**.
- Si $0.5 < K \leq 0.8$ entonces el coeficiente de competencia es **medio**.
- Si $K \leq 0.5$ entonces el coeficiente de competencia es **bajo**.

El coeficiente de conocimiento se obtuvo de una tabla, (ver Anexo 9, tabla 7.1), en la que el supuesto experto seleccionó un valor entre 0 y 10 sobre el conocimiento que posee sobre el tema que se ha

sometido a su consideración, y que después se multiplicó por 0.1 para ajustarlo a la teoría de las probabilidades.

Tabla 9: Coeficientes de conocimientos correspondientes a los expertos seleccionados.

Expertos	1	2	3	4	5	6	7
Kc	0.9	0.9	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7

El coeficiente de argumentación se obtuvo de una tabla en la que el posible experto seleccionó el grado de influencia que considera tiene cada una de las fuentes de argumentación sobre sus criterios (ver Anexo 9, tabla 7).

Para el cálculo final del coeficiente de argumentación se utilizó la siguiente clave definida por el investigador y teniendo en cuenta el criterio de algunos clásicos de la materia.

Tabla 10: Clave para el cálculo del coeficiente de argumentación de los expertos.

Fuentes de Argumentación	Grado de Influencia de las fuentes de argumentación sobre sus criterios		
	Alto	Medio	Bajo
Análisis realizados por usted	0.3	0.2	0.1
Su experiencia acumulada	0.5	0.4	0.2
Trabajos de autores nacionales	0.05	0.05	0.05
Trabajos de autores extranjeros	0.05	0.05	0.05
Su propio conocimiento del estado de la materia en el extranjero	0.05	0.05	0.05
Su intuición	0.05	0.05	0.05

Fuente: (Campistrous, 1998)

Tabla 11: Coeficientes de argumentación correspondientes a los expertos seleccionados.

Expertos	1	2	3	4	5	6	7
Ka	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8

Finalmente al computar todos los datos obtenidos de los expertos se obtienen los siguientes niveles de competencia:

Tabla 12: Resumen de los niveles de competencias por experto.

Expertos	1	2	3	4	5	6	7
Kc	0.9	0.9	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7

Ka	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8
$K = \frac{1}{2}(Kc + Ka)$	0.9	0.9	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7
Competencia	Alta	Alta	Alta	Media	Alta	Media	Media

3.6.4 Índice de aceptación del proceso.

Antes de determinar el índice de aceptación de la propuesta, se realizó un estudio de la correlación de los resultados obtenidos en las encuestas, siguiendo un conjunto de pasos que se encuentran claramente detallados en el Anexo 11.

Después de comprobar la consistencia del trabajo de los expertos se pudo definir el peso relativo de cada criterio $P = Ep / 100$. Conociendo el peso de cada criterio y la calificación dada por los expertos en una escala de de 1 al 5 se pudo construir la siguiente tabla, para obtener el valor de $P * c$ y se calculó el índice de aceptación (IA), donde $IA = \Sigma (P * c) / 5$.

Tabla 13: Calificación de cada criterio.

Criterios	Calificación							Calificación Promedio (c)	P	P * c
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7			
Criterio 1	2	2	3	3	2	2	2	2	0.0329	0.0751
Criterio 2	5	5	4	5	5	5	4	5	0.1129	0.5320
Criterio 3	3	2	2	3	3	2	2	2	0.0543	0.1318
Criterio 4	5	4	5	5	4	5	5	5	0.0857	0.4041
Criterio 5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.1286	0.6429
Criterio 6	5	5	5	5	5	5	5	5	0.0857	0.4286
Criterio 7	3	5	4	3	4	2	5	4	0.0786	0.2918
Criterio 8	5	5	5	5	5	5	5	5	0.1143	0.5714
Criterio 9	3	3	2	2	3	2	2	2	0.0571	0.1388
Criterio 10	4	5	4	4	5	5	5	5	0.0500	0.2286
Criterio 11	5	5	5	5	5	5	5	5	0.0714	0.3571
Criterio 12	5	5	5	5	5	5	5	5	0.1286	0.6429
$\Sigma (P * c)$	4.4451									
IA	0.8890									

Por último se determinó la probabilidad de éxito de la propuesta según los rangos predefinidos de índice de aceptación:

- $0.8 < IA$ Existe **alta** probabilidad de éxito.
- $0.5 < IA \leq 0.8$ Existe probabilidad **media** de éxito.
- $0.3 < IA \leq 0.5$ Probabilidad de éxito **baja**.
- $IA \leq 0.3$ **Fracaso seguro**.

3.6.5 Resultados de la validación por expertos.

Después de haber procesado las encuestas se determinó que todos los expertos tuvieron puntos de vista concurrentes respecto al proceso propuesto, así lo demostró el análisis de correlación realizado (ver Anexo 11). Estos expertos consideran además que la aplicación a mediano y corto plazo del proceso es viable y puede contribuir a elevar la visibilidad sobre el rendimiento y eficacia de los procesos definidos en el Programa de Mejora.

Además, el método Delphi aplicado para la validación, permitió demostrar estadísticamente que el índice de aceptación de la propuesta es alto ($IA = 0.8890$) lo que indica la factibilidad de la aplicación de la propuesta. Los expertos permitieron conocer además que el proceso es necesario, fácil de entender y aplicar, y con un elevado aporte práctico.

3.7 Conclusiones del capítulo.

En este capítulo se realizó una importante tarea de toda investigación: la validación. Para ello se escogieron dos proyectos pilotos y tres procesos definidos 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 una evidencia objetiva que apoya la toma de decisiones estratégicas a mediano y largo plazo de la Alta Gerencia. Mediante un reconocido método basado en expertos conocido como Delphi, se pudo obtener cifras muy positivas tanto en el nivel de concordancia de los expertos como en el índice de aceptación del proceso propuesto.

Conclusiones

Al finalizar la presente investigación se puede concluir que la evaluación del rendimiento de procesos constituye una tarea ineludible para las organizaciones que apuesten por una mejora continua de sus procesos y enfoquen sus objetivos a metas altas como alcanzar elevados niveles de madurez organizacional.

Para obtener el resultado esperado, se cumplieron los siguientes aspectos:

- Se desarrolló un proceso que permite obtener una visibilidad objetiva del estado de los procesos y productos de trabajos definidos en el Programa de Mejora, así como los proyectos productivos.
- Se realizó la validación del proceso mediante la aplicación del mismo a una muestra de proyectos productivos y tres procesos definidos en el Programa de Mejora. Además se realizó otra validación a través del método Delphi donde se pudo conocer que la probabilidad de éxito de la propuesta es alta lo que indica la factibilidad de su aplicación; que el proceso es necesario, que es fácil de entender y de aplicar y que tiene un elevado aporte práctico.

Finalmente se arribó a la conclusión que evaluar y controlar el rendimiento de un proceso seguramente no lo hará perfecto, pero proporcionará una visibilidad más objetiva que permitirá mejorarlo continuamente.

Recomendaciones

En el ámbito nacional, teniendo en cuenta el desarrollo actual del modelo cubano de calidad de software, donde seguramente se defina un conjunto de prácticas que recojan el control de rendimiento de procesos, la presente propuesta pudiera constituir un punto de partida para los desarrolladores de dicho modelo, por tanto se recomienda su adopción en dicha investigación.

Se recomienda además analizar la posibilidad de introducir los resultados de la presente investigación entre los activos de procesos definidos en el Programa de Mejora de la UCI e institucionalizarlos a mediano y corto plazo según las posibilidades.

Asimismo se recomienda realizar posteriores investigaciones con el fin de diseñar nuevos indicadores y modelos de rendimientos de procesos así como desarrollar o adoptar herramientas que permitan la automatización del proceso.

Referencias Bibliográficas

- Campistrous, Luis. 1998.** *Indicadores e Investigación Educativa*. s.l. : Instituto Central de Ciencias Pedagógicas de Cuba, 1998.
- Cátedra: Probabilidad y Estadística. Facultad Regional Mendoza.** [En línea] [Citado el: 2 de mayo de 2011.] <http://www.mat.uda.cl/hsalinas/cursos/2010/eyp2/Tabla%20Chi-Cuadrado.pdf>.
- Chen, Min. 2008.** *Produce Software Bueno, Bonito y Barato, a Tiempo y Sin Sobre tiempo*. 2008.
- noviembre 2010.** *CMMI: Modelo de Calidad para la mejora del negocio, Jornadas de Difusión a la Industria Argentina*. noviembre 2010.
- GQM. 2010.** GQM(Goal Question Metric) . [En línea] 17 de febrero de 2010. [Citado el: 20 de enero de 2011.] <http://www.fing.edu.uy/inco/cursos/gestsoft/Presentaciones/GQM%20-%20G9/GQM.ppt>.
- 2008.** Herramientas para el análisis y mejora de procesos. Gobierno Federal de México, Programa Especial de Mejora de la Gestión. [En línea] septiembre de 2008.
- IEEE. 1993.** IEEE Standard for Software Reviews – IEEE Std 1028-199. [En línea] 1993. <http://www.ieee.org/index.html>.
- ISO, Norma. 2000.** Sistema de gestión de la calidad- Fundamentos y vocabulario. ISO 9000(traducción certificada). [En línea] 2000. [Citado el: 10 de diciembre de 2010.] <http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/ftp/Gestion%20de%20la%20calidad/ISO%209000-2000%28ES%29.pdf>
- León, Rolando Alfredo Hernández. Noviembre del 2002.** *EL PARADIGMA CUANTITATIVO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTIFICA*. Ciudad de la Habana : Editorial Universitaria, Noviembre del 2002.
- Mary Beth Chrissis, Mike Konrad, Sandy Shrum. 2009.** *CMMI, Guía para la integración de procesos y la mejora de productos*, Segunda edición. [En línea] 2009. [Citado el: 9 de diciembre de 2010.] <http://www.sei.cmu.edu/library/assets/cmml-dev-v12-spanish.pdf>.
- PMBOK. 2004.** Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Tercera Edición. [En línea] 2004. [Citado el: 10 de diciembre de 2010.] HYPERLINK <http://www.construcgeek.com/blog/pmbok-guia-de-los-fundamentos-de-la-direccion-de-proyectos>.
- Pressman, Roger S. 2005.** *Ingeniería de software. Un enfoque práctico*. Sexta Edición. s.l. : Editorial McGraw Hill Higher Education, 2005.
- Ruiz, Tomás Martínez. 2008.** *MetaRelational: Herramienta para la Gestión de Modelos de Procesos Software*.
- Scalone, Lic. Fernanda. junio 2006.** Maestría en ingeniería en calidad "estudio comparativo de los modelos y estándares de calidad del software". [En línea] junio 2006. [Citado el: 21 de enero de 2011.] <http://laboratorios.fi.uba.ar/lsi/scalone-tesis-maestria-ingenieria-en-calidad.pdf>.

Bibliografía

- Biblioteca (Universidad de las Ciencias Informáticas).** [En línea] <http://biblioteca.uci.cu/>.
- CALISOFT (Centro de Calidad para Soluciones Tecnológicas).** . [En línea] <http://calisoft.uci.cu/>.
- Campistrous, Luis. 1998.** *Indicadores e Investigación Educativa.* s.l. : Instituto Central de Ciencias Pedagógicas de Cuba, 1998.
- Cátedra: Probabilidad y Estadística. Facultad Regional Mendoza.** [En línea] [Citado el: 2 de mayo de 2011.] <http://www.mat.uda.cl/hsalinas/cursos/2010/eyp2/Tabla%20Chi-Cuadrado.pdf>.
- Chen, Min. 2008.** *Produce Software Bueno, Bonito y Barato, a Tiempo y Sin Sobre Tiempo.* 2008.
- noviembre 2010.** *CMMI: Modelo de Calidad para la mejora del negocio, Jornadas de Difusión a la Industria Argentina.* noviembre 2010.
- GQM. 2010.** GQM(Goal Question Metric) . [En línea] 17 de febrero de 2010. [Citado el: 20 de enero de 2011.] <http://www.fing.edu.uy/inco/cursos/gestsoft/Presentaciones/GQM%20-%20G9/GQM.ppt>.
- 2008.** Herramientas para el análisis y mejora de procesos. Gobierno Federal de México, Programa Especial de Mejora de la Gestión. [En línea] septiembre de 2008.
- IEEE. 1993.** IEEE Standard for Software Reviews – IEEE Std 1028-199. [En línea] 1993. <http://www.ieee.org/index.html>.
- IPP-3520:2009 Libro de Proceso para PPQA.** Programa de Mejora, Universidad de las Ciencias Informáticas.
- IPP-3550:2009 Libro de Proceso para Medición y Análisis.** Programa de Mejora, Universidad de las Ciencias Informáticas.
- ISO, Norma. 2000.** Sistema de gestión de la calidad- Fundamentos y vocabulario. ISO 9000(traducción certificada). [En línea] 2000. [Citado el: 10 de diciembre de 2010.] <http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/ftp/Gestion%20de%20la%20calidad/ISO%209000-2000%28ES%29.pdf>.
- León, Rolando Alfredo Hernández. Noviembre del 2002.** *EL PARADIGMA CUANTITATIVO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.* Ciudad de la Habana : Editorial Universitaria, Noviembre del 2002.
- Mary Beth Chrissis, Mike Konrad, Sandy Shrum. 2009.** CMMI, Guía para la integración de procesos y la mejora de productos, Segunda edición. [En línea] 2009. [Citado el: 9 de diciembre de 2010.] <http://www.sei.cmu.edu/library/assets/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>.
- Plataforma Moddle UCI.** . [En línea] <http://teleformacion.uci.cu/>.
- PMBOK. 2004.** Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Tercera Edición. [En línea] 2004. [Citado el: 10 de diciembre de 2010.] <http://www.construcgeek.com/blog/pmbok-guia-de-los-fundamentos-de-la-direccion-de-proyectos>.

Pressman, Roger S. 2005. *Ingeniería de software. Un enfoque práctico.* Sexta Edición. s.l. : Editorial McGraw Hill Higher Education, 2005.

Real Academia Española. DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA - Vigésima segunda edición. [En línea] [Citado el: 7 de noviembre de 2009.] <http://buscon.rae.es/drae/>.

Ruiz, Tomás Martínez. 2008. *MetaRelational: Herramienta para la Gestión de Modelos de Procesos Software.* s.l. : VII Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento., 2008.

Scalone, Lic. Fernanda. junio 2006. Maestría en ingeniería en calidad "estudio comparativo de los modelos y estándares de calidad del software". [En línea] junio 2006. [Citado el: 21 de enero de 2011.] <http://laboratorios.fi.uba.ar/lsi/scalone-tesis-maestria-ingenieria-en-calidad.pdf>.

Anexos

Anexo 1 Indicador de Valor agregado.

Tabla1. Indicador de Valor agregado

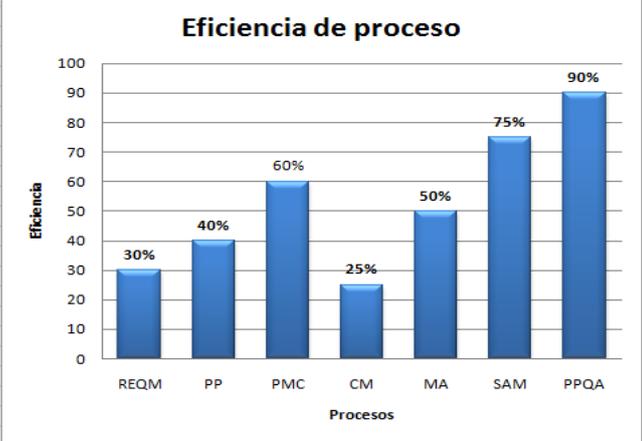
Objetivo de Medición	Analizar el valor de las actividades en los procesos para mejorarlos.																																																																						
Preguntas	1. ¿Cuáles actividades no están agregando valor a los procesos? 2. ¿Cuáles actividades no son necesarias en los procesos? 3. ¿Cuáles actividades se pueden modificar o eliminar para mejorar los procesos?																																																																						
Indicador: Valor agregado																																																																							
Enfocado a: Alta Gerencia				Frecuencia: Semestral																																																																			
Gráfico	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Actividad/ Proceso</th> <th>REQM</th> <th>PP</th> <th>PMC</th> <th>CM</th> <th>MA</th> <th>SAM</th> <th>PPQA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Actividad 1</td> <td>V</td> <td>V</td> <td>V</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>Actividad 2</td> <td>VN</td> <td>VN</td> <td>VN</td> <td>V</td> <td>V</td> <td>N</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>Actividad 3</td> <td>V</td> <td>V</td> <td>VN</td> <td>VN</td> <td>VN</td> <td>VN</td> <td>VN</td> </tr> <tr> <td>Actividad 4</td> <td>VN</td> <td>V</td> <td>V</td> <td>V</td> <td>E</td> <td>E</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>Actividad 5</td> <td></td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>V</td> <td>V</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>Actividad 6</td> <td></td> <td>N</td> <td></td> <td>N</td> <td>E</td> <td>E</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>Actividad N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td></td> <td>N</td> <td>E</td> <td>E</td> <td>E</td> </tr> </tbody> </table>							Actividad/ Proceso	REQM	PP	PMC	CM	MA	SAM	PPQA	Actividad 1	V	V	V	N	N	N	E	Actividad 2	VN	VN	VN	V	V	N	N	Actividad 3	V	V	VN	VN	VN	VN	VN	Actividad 4	VN	V	V	V	E	E	E	Actividad 5		N	N	N	V	V	V	Actividad 6		N		N	E	E	E	Actividad N	N	N		N	E	E	E
Actividad/ Proceso	REQM	PP	PMC	CM	MA	SAM	PPQA																																																																
Actividad 1	V	V	V	N	N	N	E																																																																
Actividad 2	VN	VN	VN	V	V	N	N																																																																
Actividad 3	V	V	VN	VN	VN	VN	VN																																																																
Actividad 4	VN	V	V	V	E	E	E																																																																
Actividad 5		N	N	N	V	V	V																																																																
Actividad 6		N		N	E	E	E																																																																
Actividad N	N	N		N	E	E	E																																																																
Medidas Bases y/o Derivadas implicadas	<ul style="list-style-type: none"> Medida Base: Recoge si una actividad agrega o no valor en un proceso. Medida Base: Recoge si una actividad es necesaria o no en un proceso. 																																																																						
Guías para la interpretación	<p>Datos, filas y columnas representados:</p> <ul style="list-style-type: none"> Filas: Actividades de los procesos. Columnas: Procesos. Celdas: Resultados obtenidos luego de la evaluación de cada actividad de los procesos. Para su mejor comprensión se establece la siguiente clasificación: <table border="1"> <tr> <td>VN</td> <td>Agrega Valor y es Necesaria</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>Agrega Valor</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>Necesaria</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>Eliminar</td> </tr> <tr> <td></td> <td>No existe</td> </tr> </table>							VN	Agrega Valor y es Necesaria	V	Agrega Valor	N	Necesaria	E	Eliminar		No existe																																																						
VN	Agrega Valor y es Necesaria																																																																						
V	Agrega Valor																																																																						
N	Necesaria																																																																						
E	Eliminar																																																																						
	No existe																																																																						

	Caso Ideal: Todas las actividades agregan valor y son necesarias para el proceso.
Preguntas sugeridas para el Análisis	¿Cuáles actividades se pueden modificar o eliminar para mejorar los procesos? ¿Por qué hay actividades en los procesos que no son necesarias y no agregan valor?
Responsable(s)	<ul style="list-style-type: none"> • De obtener el Indicador: Coordinador de MA, Involucrados relevantes de cada proceso. • De interpretar el Indicador: Coordinador de MA • De realizar el análisis causal: Coordinador de MA, Alta Gerencia
Evolución propuesta para el Indicador	Este indicador está orientado a analizar cómo se comportan las actividades del proceso, si realmente son necesarias para generar salidas y si agregan valor al proceso. En etapas posteriores se pudieran utilizar otras variantes para corroborar este análisis, y con un tiempo mayor en la realización de estos estudios, se pudiera obtener información suficiente para predecir su comportamiento en los distintos procesos.
Referencia	NA

Anexo 2 Indicador de Eficiencia de proceso.

Tabla 2. Indicador de Eficiencia de proceso.

Objetivo de Medición	Analizar la eficiencia de los procesos a partir del tiempo invertido en las actividades que agregan valor.	
Preguntas	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué tiempo se dedica a las actividades de valor agregado? 2. ¿Cuál es el tiempo total que demora el proceso? 3. ¿Cuál es la eficiencia del proceso? 	
Indicador: Eficiencia de proceso		
Enfocado a: Alta Gerencia		Frecuencia: Semestral

<p>Gráfico</p>	 <table border="1"> <caption>Eficiencia de proceso</caption> <thead> <tr> <th>Proceso</th> <th>Eficiencia (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>REQM</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>PP</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>PMC</td> <td>60%</td> </tr> <tr> <td>CM</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>MA</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>SAM</td> <td>75%</td> </tr> <tr> <td>PPQA</td> <td>90%</td> </tr> </tbody> </table>	Proceso	Eficiencia (%)	REQM	30%	PP	40%	PMC	60%	CM	25%	MA	50%	SAM	75%	PPQA	90%
Proceso	Eficiencia (%)																
REQM	30%																
PP	40%																
PMC	60%																
CM	25%																
MA	50%																
SAM	75%																
PPQA	90%																
<p>Medidas Bases y/o Derivadas implicadas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Medida Base: Número de actividades que generan valor agregado. • Medida Base: Tiempo para efectuar las Actividades de Valor Agregado (TAVA). • Medida Base: Tiempo Total del Proceso (TTP). • Medida Derivada: Eficiencia (E) = $(TAVA / TTP) * 100$ 																
<p>Guías para la interpretación</p>	<p>Datos y Ejes representados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eje horizontal: Procesos. • Eje vertical: Eficiencia (0 a 100). • Se representa la Eficiencia de los procesos, a partir del tiempo invertido en las actividades que agregan valor, para de esta forma valorar el estado de los mismos. <p>Interpretando este indicador:</p> <p>Se debe analizar cada proceso independientemente. Revisar el tope de la barra correspondiente al mismo, y verificar en cuál de las bandas se encuentra, pues cada una sugiere un nivel de eficiencia del proceso (Bajo, Medio y Alto).</p> <p>Caso ideal: La eficiencia de todos los procesos tiende o es 100.</p>																
<p>Preguntas sugeridas para el Análisis</p>	<p>¿Qué % de los recursos se están utilizando en actividades que generan valor agregado?</p> <p>¿Cuál es la eficiencia de los procesos?</p> <p>¿Cuál es el proceso más eficiente?</p> <p>¿Cuál es el proceso menos eficiente?</p>																
<p>Responsable(s)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • De obtener el Indicador: Automático (herramientas de gestión de proyectos) 																

	<ul style="list-style-type: none">• De interpretar el Indicador: Coordinador de MA• De realizar el análisis causal: Coordinador de MA, Alta Gerencia
Evolución propuesta para el Indicador	Este indicador está orientado a estimar la eficiencia de los procesos y de entender qué por ciento de los recursos se están utilizando en las actividades que agregan valor. En etapas posteriores se pudieran utilizar otras variantes para corroborar este análisis, y con un tiempo mayor en la realización de estos estudios, se pudiera obtener información suficiente para predecir su comportamiento en los distintos procesos.
Referencia	El indicador de Valor agregado debe apoyar a este indicador en cuanto al número de actividades que agregan valor al proceso.

Anexo 3 Sub-proceso IPP-3521:2009 Evaluación de adherencia de procesos y productos.

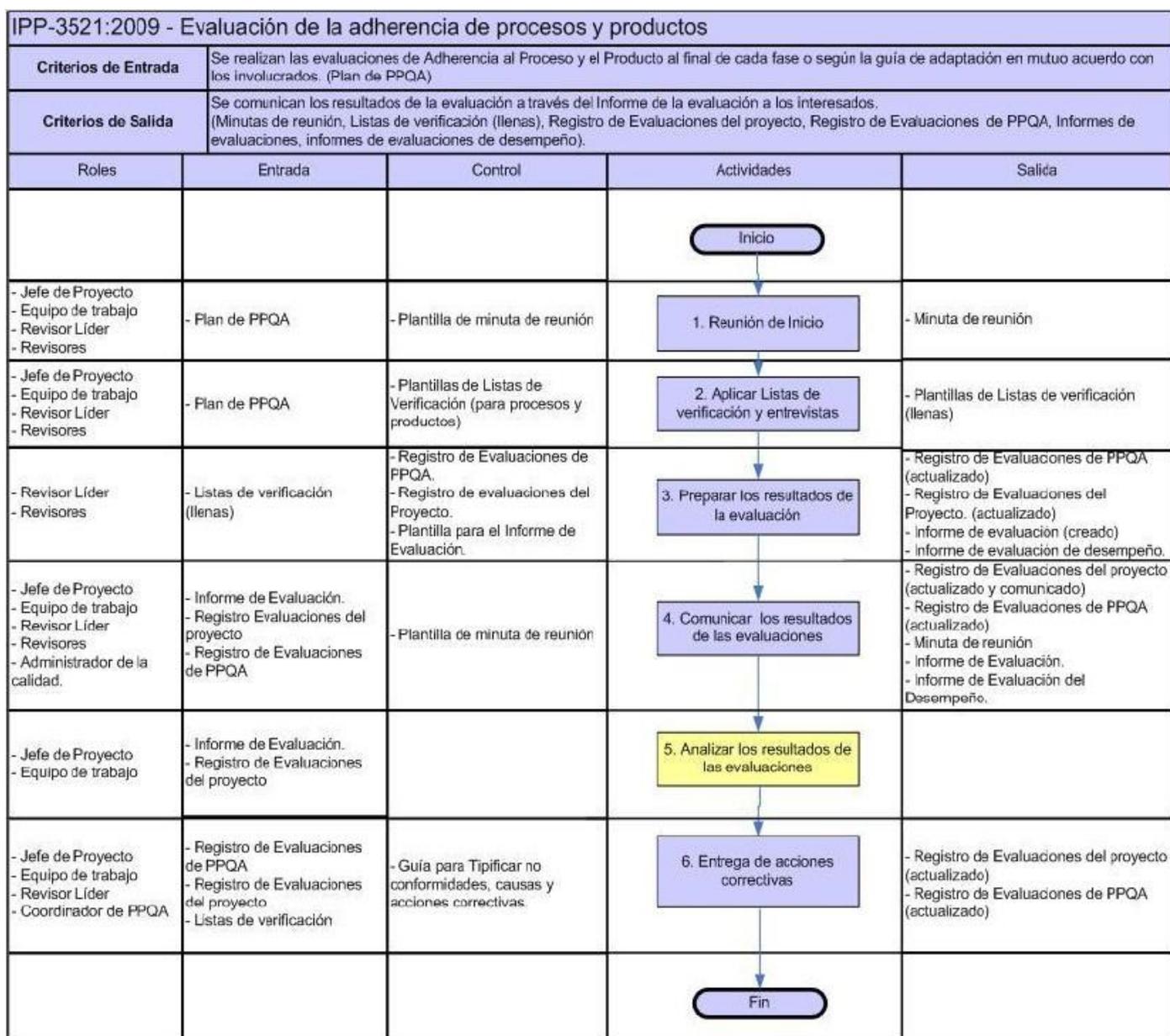


Figura 1. Descripción Gráfica del subproceso IPP-3521:2009 Evaluación de adherencia de procesos y productos.

Anexo 4 Sub-proceso IPP-3522:2009 Seguimiento/escalamiento de no conformidades.

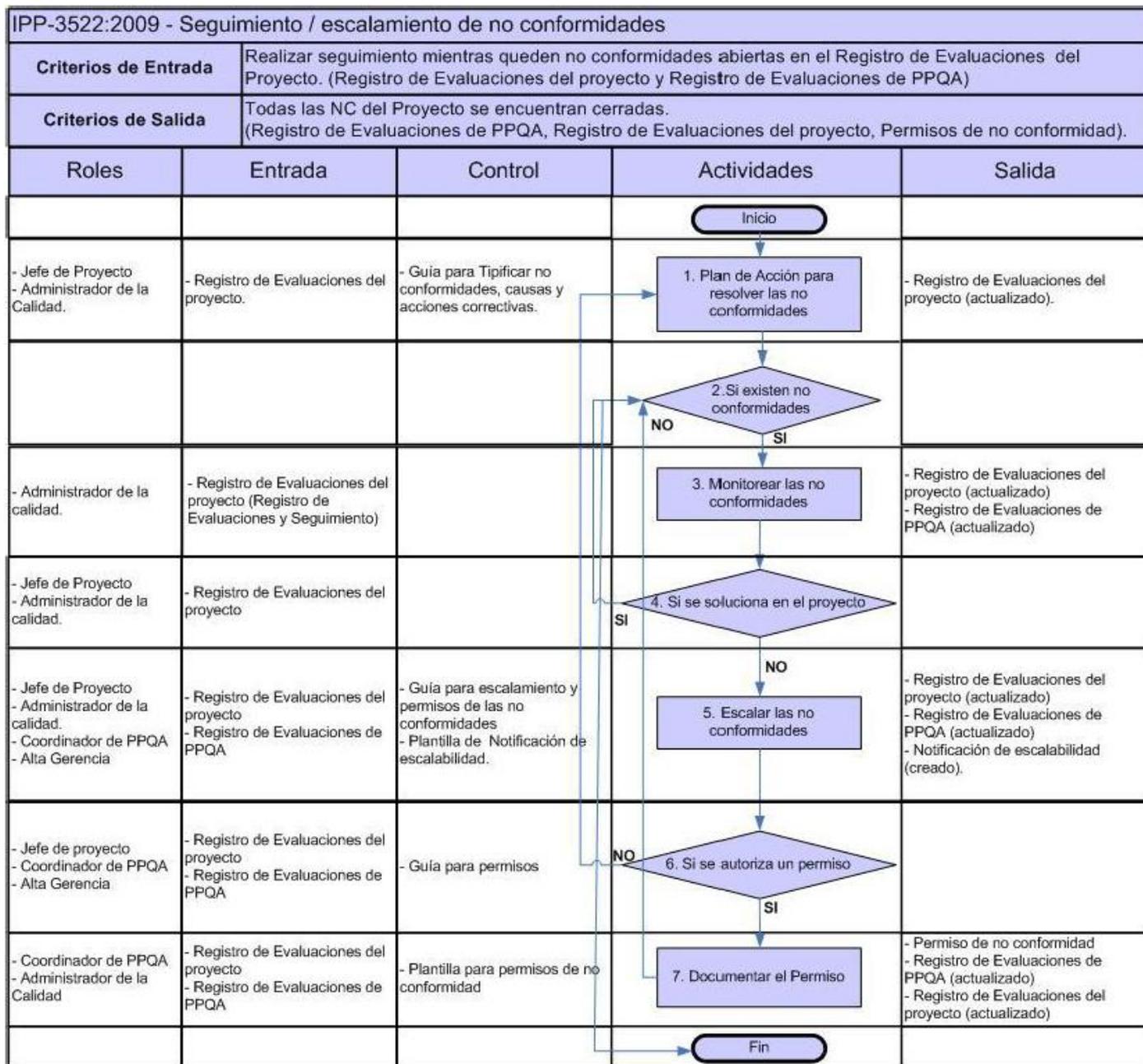


Figura 2. Descripción Gráfica del subproceso IPP-3522:2009 Seguimiento/escalamiento de no conformidades.

Anexo 5 Plantilla de recolección de medidas de rendimiento.

Tabla 3. Plantilla de recolección de medidas de rendimiento.

Nombre de la medida									
Responsable									
Período									
	Rs	PBs	PTEs	PTSs	$PR = \frac{1}{Rs}$	$PTs = PTEs + PTSs$	$GRP(PB) = PR * \sum VPB/PBs$	$GRP(PT) = PR * \sum VPT/PTs$	$MRGP = 0,5 * GRP(PB) + 0,5 * GRP(PT)$
REQM									
PP									
PMC									
CM									
SAM									
MA									
PPQA									

Anexo 6 Plantilla de recolección de medidas de valor agregado.

Tabla 4. Plantilla de recolección de medidas de valor agregado.

Nombre de la medida							
Responsable							
Período							
Actividades	Procesos y Valores						
	REQM	PPQA	PMC	PP	MA	MC	SAM
Actividad 1							
Actividad 2							
Actividad 3							
Actividad 4							
Actividad 5							
Actividad 6							
Actividad 7							
Actividad 8							
Actividad 9							

Actividad 10							
Actividad 11							
Actividad n							

Anexo 7 Plantilla de recolección de medidas de eficiencia.

Tabla 5. Plantilla de recolección de medidas de eficiencia.

Nombre de la medida							
Responsable							
Período							
Actividades	Procesos y Tiempo						
	REQM	PPQA	PMC	PP	MA	MC	SAM
Actividad 1							
Actividad 2							
Actividad 3							
Actividad 4							
Actividad 5							
Actividad 6							
Actividad 7							
Actividad 8							
Actividad 9							
Actividad 10							
Actividad 11							
Actividad 12							
Actividad n							
Tiempo de las actividades que agregan valor (TAVA)							
Tiempo Total del Proceso (TTP)							

$\text{Eficiencia} = TAVA / TTP$							
----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Anexo 8 Plantilla de Minuta de Reunión.

Tabla 6. Datos generales de la 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>		

Orden del día

1. Aprobación del orden
2. <varios>

Actividades

Tabla 6.1 Actividades de la reunión.

No	Descripción
<i>[no]</i>	<i>[Descripción de la actividad]</i>

Acuerdos Tomados

Tabla 6.2 Acuerdos tomados en la reunión.

No	Acuerdo
<i>[no]</i>	<i>[Descripción del acuerdo]</i>

Anexo 9 Formulario para la captación de expertos.

Usted ha sido considerado para participar en un panel de expertos teniendo en cuenta su experiencia en el campo de la informática y específicamente en la gestión de procesos. Le rogamos que responda

las siguientes interrogantes con el objetivo de poder llevar a buen término la investigación. Se le agradece de antemano su cooperación.

Nombres y apellidos: _____

Centro de Trabajo: _____

Sector(es): _____

Años de experiencia en el sector: _____

Sírvase de marcar con una cruz (X) el grado de influencia que usted considera tiene cada fuente de argumentación presentada en la siguiente tabla sobre sus criterios personales:

Tabla 7. Plantilla para el cálculo del coeficiente de argumentación de los expertos.

Fuentes de Argumentación	Grado de Influencia de las fuentes de argumentación sobre sus criterios		
	Alto	Medio	Bajo
Análisis realizados por usted			
Su experiencia acumulada			
Trabajos de autores nacionales			
Trabajos de autores extranjeros			
Su propio conocimiento del estado de la materia en el extranjero			
Su intuición			

Nota: Sólo debe marcar para cada fuente de argumentación un sólo grado de influencia.

Se le solicita además que indique con una cruz (X) su grado de conocimiento respecto al desarrollo y evaluación de procesos El 1 indica un conocimiento casi nulo y el 10 un gran conocimiento.

Tabla 7.1 Grado de conocimiento de acuerdo a los intereses de la investigación.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Anexo 10 Encuesta para la evaluación de la propuesta.

Usted ha sido seleccionado para participar en un panel de expertos teniendo en cuenta su experiencia en el campo de la informática y específicamente en la gestión de procesos.

Sírvase de distribuir a su consideración entre los criterios de cada grupo cada uno de los pesos que se presentan en la siguiente tabla: (en la tabla 8.2 aparece un ejemplo). También debe indicar para cada indicador una calificación (X) de acuerdo a la importancia que usted le atribuye en una propuesta de este tipo. (La evaluación es independiente de la calificación, esto significa que usted puede otorgar una buena evaluación a un criterio sin embargo una mala calificación y viceversa). El 1 indica un peso casi nulo y 5 indica un peso alto.

Tabla 8. Evaluación y calificación de cada criterio.

No	Criterio	Evaluación	Calificación (Importancia)				
			1	2	3	4	5
Grupo 1: Criterios de mérito científico							
1	Valor científico de la propuesta						
2	Calidad de la Investigación						
3	Profesionalidad del investigador						
Grupo 2: Criterios de implantación							
4	Necesidad de la propuesta						
5	Satisfacción del problema						
6	Aporte Práctico						
Grupo 3: Criterios de flexibilidad							
7	Facilidad de Entendimiento						
8	Facilidad de Aplicación						
9	Interpretación de los resultados después de la implantación						
Grupo 4: Criterios de impacto							
10	Aceptación de la propuesta						
11	Posibilidad de aplicación						
12	Impacto en el área a la que va dirigida						

Tabla 8.1 Peso de cada grupo de acuerdo a sus criterios.

Grupo	Peso
Grupo 1	20
Grupo 2	30
Grupo 3	25
Grupo 4	25

Tabla 8.2 Ejemplo de una evaluación y calificación de cada criterio.

No	Criterio	Evaluación	Calificación (Importancia)				
			1	2	3	4	5
Grupo 1: Criterios de mérito científico							
1	Valor científico de la propuesta	2			X		
2	Calidad de la investigación	11					X
3	Profesionalidad del investigador	7					X

Anexo 11 Guía para la Validación.

1. Se definieron los criterios de evaluación de acuerdo con las características de la propuesta y se organizaron en grupos acordes a sus categorías. (Ver tabla 8 del Anexo 10).
2. A cada grupo de criterios se le asignó un peso de acuerdo a los intereses de la investigación. (Ver tabla 8.1 del Anexo 10).
3. Se realizó la conformación del panel de expertos con una cantidad de 7 expertos teniendo en cuenta que el nivel de competencia de cada uno estuviera entre medio y alto.
4. A cada experto se le entregó una copia con las acciones fundamentales definidas en la propuesta y dos encuestas: una para la evaluación de su nivel de competencia (Ver Anexo 9) y otra para la valoración del peso de cada criterio (Ver Anexo 10).
5. Luego de haber aplicado las encuestas a los expertos y de procesados los datos se construyó el siguiente resumen:

Tabla 9: Resumen de los resultados de las encuestas.

Grupo	Criterios	Expertos							Ep	Calificación (Importancia)						
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Grupo 1 - 20 pts	Criterio 1	5	5	2	2	5	2	2	3.2857	2	2	3	3	2	2	2
	Criterio 2	10	8	13	15	10	10	13	11.2857	5	5	4	5	5	5	4
	Criterio 3	5	7	5	3	5	8	5	5.4286	3	2	2	3	3	2	2
Grupo 2 - 30 pts	Criterio 4	10	5	10	5	10	10	10	8.5714	5	4	5	5	4	5	5
	Criterio 5	10	15	10	20	15	10	10	12.8571	5	5	5	5	5	5	5
	Criterio 6	10	10	10	5	5	10	10	8.5714	5	5	5	5	5	5	5
Grupo 3 - 25 pts	Criterio 7	10	5	10	5	5	10	10	7.8571	3	5	4	3	4	2	5
	Criterio 8	10	15	10	15	10	10	10	11.4286	5	5	5	5	5	5	5

	Criterio 9	5	5	5	5	10	5	5	5.7143	3	3	2	2	3	2	2
Grupo 4 - 25 pts	Criterio 10	5	5	5	5	5	5	5	5.0000	4	5	4	4	5	5	5
	Criterio 11	10	5	5	10	10	5	5	7.1429	5	5	5	5	5	5	5
	Criterio 12	10	15	15	10	10	15	15	12.8571	5	5	5	5	5	5	5

6. Se verificó la correlación en el trabajo de los expertos, para lo que se utilizó el coeficiente de concordancia del Kendall y el estadígrafo Chi Cuadrado (X^2). Para ello se siguió el siguiente procedimiento:

Siendo **C** el número de criterios que se evaluó y **E** el número de expertos que realizaron la evaluación, para cada criterio se determinó:

- $\sum E$: Sumatoria del peso dado por cada experto.
- E_p : Puntuación promedio del peso dado por cada experto ($\sum E/C$).
- $M\sum E$: media de los $\sum E = (\sum \sum E/C)$.
- ΔC : Diferencia (desviación) entre $\sum E$ y $M\sum E = (\sum E - \sum \sum E/C)$.

Se determinó la desviación de la media (ΔC), que posteriormente se eleva al cuadrado para obtener la dispersión (**S**) por la expresión $S = \sum (\sum E - \sum \sum E / C)^2$

Tabla 10: Cálculo de la dispersión (S) para conocer el nivel de concordancia de los expertos.

Criterios	$\sum E$	$\sum E / C$	$M\sum E = (\sum \sum E / C)$	$\Delta C = (\sum E - M\sum E)$	ΔC^2
Criterio 1	23	1.9167	58.3333	-35.3333	1248.4444
Criterio 2	79	6.5833	58.3333	20.6667	427.1111
Criterio 3	38	3.1667	58.3333	-20.3333	413.4444
Criterio 4	60	5.0000	58.3333	1.6667	2.7778
Criterio 5	90	7.5000	58.3333	31.6667	1002.7778
Criterio 6	60	5.0000	58.3333	1.6667	2.7778
Criterio 7	55	4.5833	58.3333	-3.3333	11.1111
Criterio 8	80	6.6667	58.3333	21.6667	469.4444
Criterio 9	40	3.3333	58.3333	-18.3333	336.1111
Criterio 10	35	2.9167	58.3333	-23.3333	544.4444
Criterio 11	50	4.1667	58.3333	-8.3333	69.4444
Criterio 12	90	7.5000	58.3333	31.6667	1002.7778
$S = \sum (\sum E - \sum \sum E / C)^2$					5530.6667

Conociendo la dispersión se calculó el nivel de concordancia de Kendall (**W**):

$$W = S / 12 * E^2 * (C^3 - C) \quad ^1$$

$$W = 5530.6667 / 12 * 7^2 * (12^3 - 12) = 0.0055$$

Donde **E** corresponde al número de expertos encuestados y **C** el número de criterios.

Con el coeficiente de concordancia de Kendall se calculó el Chi cuadrado para utilizar las tablas de distribución relacionadas con este estadígrafo:

$$X^2 = (C - 1) * E * W$$

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla y tomando como base los datos expuesto en la tabla 15 anteriormente presentada:

Tabla 11: Cálculo de la concordancia de Kendall.

Criterios/Expertos	$\sum E$	$\sum E/C$	ΔC	ΔC^2
Criterio 1	23	1.9167	-35.3333	1248.4444
Criterio 2	79	6.5833	20.6667	427.1111
Criterio 3	38	3.1667	-20.3333	413.4444
Criterio 4	60	5.0000	1.6667	2.7778
Criterio 5	90	7.5000	31.6667	1002.7778
Criterio 6	60	5.0000	1.6667	2.7778
Criterio 7	55	4.5833	-3.3333	11.1111
Criterio 8	80	6.6667	21.6667	469.4444
Criterio 9	40	3.3333	-18.3333	336.1111
Criterio 10	35	2.9167	-23.3333	544.4444
Criterio 11	50	4.1667	-8.3333	69.4444
Criterio 12	90	7.5000	31.6667	1002.7778
MΣE	58.3333			
$S = \sum (\sum E - \sum \sum E / C)^2$	5530.6667			
W	0.0055			
X^2	0.4221			
$X^2(a, c - 1)$	24.725			

¹ El coeficiente de concordancia de Kendall (W) fue obtenido independientemente por Kendall y Babington-Smith, 1939, y por Wallis, 1939.

El Chi cuadrado obtenido se comparó con los valores críticos de las tablas de distribución (Anexo 12) con 11 grados de libertad (C-1) indicando el valor 24.725 en la tabla que corresponde a 0.01 de probabilidad. Esto significa que en el valor calculado, la probabilidad es aún menor que 0.01, arrojando la conclusión que como se cumple que: $X^2 < X^2(\alpha, c-1)$, existe concordancia entre las opiniones de los expertos.

Anexo 12 Tabla de valores críticos de la distribución Chi Cuadrada.

g.d.l	0,001	0,005	0,01	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	g.d.l
1	10,828	7,879	6,635	5,412	5,024	4,709	4,218	3,841	2,706	2,072	1,642	1,323	1,074	0,873	0,708	1
2	13,816	10,597	9,210	7,824	7,378	7,013	6,438	5,991	4,605	3,794	3,219	2,773	2,408	2,100	1,833	2
3	16,266	12,838	11,345	9,837	9,348	8,947	8,311	7,815	6,251	5,317	4,642	4,108	3,665	3,283	2,946	3
4	18,467	14,860	13,277	11,668	11,143	10,712	10,026	9,488	7,779	6,745	5,989	5,385	4,878	4,438	4,045	4
5	20,515	16,750	15,086	13,388	12,833	12,375	11,644	11,070	9,236	8,115	7,289	6,626	6,064	5,573	5,132	5
6	22,458	18,548	16,812	15,033	14,449	13,968	13,198	12,592	10,645	9,446	8,558	7,841	7,231	6,695	6,211	6
7	24,322	20,278	18,475	16,622	16,013	15,509	14,703	14,067	12,017	10,748	9,803	9,037	8,383	7,806	7,283	7
8	26,124	21,955	20,090	18,168	17,535	17,010	16,171	15,507	13,362	12,027	11,030	10,219	9,524	8,909	8,351	8
9	27,877	23,589	21,666	19,679	19,023	18,480	17,608	16,919	14,684	13,288	12,242	11,389	10,656	10,006	9,414	9
10	29,588	25,188	23,209	21,161	20,483	19,922	19,021	18,307	15,987	14,534	13,442	12,549	11,781	11,097	10,473	10
11	31,264	26,757	24,725	22,618	21,920	21,342	20,412	19,675	17,275	15,767	14,631	13,701	12,899	12,184	11,530	11
12	32,909	28,300	26,217	24,054	23,337	22,742	21,785	21,026	18,549	16,989	15,812	14,845	14,011	13,266	12,584	12
13	34,528	29,819	27,688	25,472	24,736	24,125	23,142	22,362	19,812	18,202	16,985	15,984	15,119	14,345	13,636	13
14	36,123	31,319	29,141	26,873	26,119	25,493	24,485	23,685	21,064	19,406	18,151	17,117	16,222	15,421	14,685	14
15	37,697	32,801	30,578	28,259	27,488	26,848	25,816	24,996	22,307	20,603	19,311	18,245	17,322	16,494	15,733	15
16	39,252	34,267	32,000	29,633	28,845	28,191	27,136	26,296	23,542	21,793	20,465	19,369	18,418	17,565	16,780	16
17	40,790	35,718	33,409	30,995	30,191	29,523	28,445	27,587	24,769	22,977	21,615	20,489	19,511	18,633	17,824	17
18	42,312	37,156	34,805	32,346	31,526	30,845	29,745	28,869	25,989	24,155	22,760	21,605	20,601	19,699	18,868	18
19	43,820	38,582	36,191	33,687	32,852	32,158	31,037	30,144	27,204	25,329	23,900	22,718	21,689	20,764	19,910	19
20	45,315	39,997	37,566	35,020	34,170	33,462	32,321	31,410	28,412	26,498	25,038	23,828	22,775	21,826	20,951	20
21	46,797	41,401	38,932	36,343	35,479	34,759	33,597	32,671	29,615	27,662	26,171	24,935	23,858	22,888	21,991	21
22	48,268	42,796	40,289	37,659	36,781	36,049	34,867	33,924	30,813	28,822	27,301	26,039	24,939	23,947	23,031	22
23	49,728	44,181	41,638	38,968	38,076	37,332	36,131	35,172	32,007	29,979	28,429	27,141	26,018	25,006	24,069	23
24	51,179	45,559	42,980	40,270	39,364	38,609	37,389	36,415	33,196	31,132	29,553	28,241	27,096	26,063	25,106	24
25	52,620	46,928	44,314	41,566	40,646	39,880	38,642	37,652	34,382	32,282	30,675	29,339	28,172	27,118	26,143	25
26	54,052	48,290	45,642	42,856	41,923	41,146	39,889	38,885	35,563	33,429	31,795	30,435	29,246	28,173	27,179	26
27	55,476	49,645	46,963	44,140	43,195	42,407	41,132	40,113	36,741	34,574	32,912	31,528	30,319	29,227	28,214	27
28	56,892	50,993	48,278	45,419	44,461	43,662	42,370	41,337	37,916	35,715	34,027	32,620	31,391	30,279	29,249	28
29	58,301	52,336	49,588	46,693	45,722	44,913	43,604	42,557	39,087	36,854	35,139	33,711	32,461	31,331	30,283	29
30	59,703	53,672	50,892	47,962	46,979	46,160	44,834	43,773	40,256	37,990	36,250	34,800	33,530	32,382	31,316	30
31	61,098	55,003	52,191	49,226	48,232	47,402	46,059	44,985	41,422	39,124	37,359	35,887	34,598	33,431	32,349	31
32	62,487	56,328	53,486	50,487	49,480	48,641	47,282	46,194	42,585	40,256	38,466	36,973	35,665	34,480	33,381	32
33	63,870	57,648	54,776	51,743	50,725	49,876	48,500	47,400	43,745	41,386	39,572	38,058	36,731	35,529	34,413	33
34	65,247	58,964	56,061	52,995	51,966	51,107	49,716	48,602	44,903	42,514	40,676	39,141	37,795	36,576	35,444	34
35	66,619	60,275	57,342	54,244	53,203	52,335	50,928	49,802	46,059	43,640	41,778	40,223	38,859	37,623	36,475	35
40	73,402	66,766	63,691	60,436	59,342	58,428	56,946	55,758	51,805	49,244	47,269	45,616	44,165	42,848	41,622	40
60	99,607	91,952	88,379	84,580	83,298	82,225	80,482	79,082	74,397	71,341	68,972	66,981	65,227	63,628	62,135	60
80	124,839	116,321	112,329	108,069	106,629	105,422	103,459	101,879	96,578	93,106	90,405	88,130	86,120	84,284	82,566	80
90	137,208	128,299	124,116	119,648	118,136	116,869	114,806	113,145	107,565	103,904	101,054	98,650	96,524	94,581	92,761	90
100	149,449	140,169	135,807	131,142	129,561	128,237	126,079	124,342	118,498	114,659	111,667	109,141	106,906	104,862	102,946	100
120	173,617	163,648	158,950	153,918	152,211	150,780	148,447	146,567	140,233	136,062	132,806	130,055	127,616	125,383	123,289	120
140	197,451	186,847	181,840	176,471	174,648	173,118	170,624	168,613	161,827	157,352	153,854	150,894	148,269	145,863	143,604	140

Fuente: (Cátedra: Probabilidad y Estadística. Facultad Regional Mendoza).

Glosario de Términos

CALISOFT: Centro de Calidad para Soluciones Tecnológicas.

CM: Administración de Configuración.

ETVX: Entry Task Verification Exit (Condiciones Tarea Verificación Resultado).

GQM: Goal-Question-Metric (Objetivo Preguntas Métricas).

IEEE: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

ISO: International Organization for Standardization (Organización Internacional para Estandarización).

MA: Medición y Análisis.

OPP: Organizational Process Performance (Rendimiento de Procesos de la Organización).

PMC: Monitoreo y Control de Proyecto.

PP: Planeación de Proyectos.

PPQA: Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos.

REQM: Administración de Requisitos.

SADT / IDEF: Structured Analysis and Design Technique / ICAM DEFinition language (Técnica de Análisis y Diseño Estructurado / Lenguaje de Definición ICAM).

SAM: Administración de Acuerdos con Proveedores.

SCAMPI: Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (Método Estándar de Evaluación para la Mejora de Procesos CMMI).

SIE Center: Instituto de Ingeniería de Software.

UCI: Universidad de las Ciencias Informáticas.