

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 3



**Título: Propuesta de indicadores para medir
correcta administración y desarrollo de requisitos.**

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

Autoras: Dayanna Laza Ramos
Susell Marí Cardoso

Tutora: Ing. Karine Ramos Blanco
Co-tutor: Ing. Raúl Velázquez Álvarez

La Habana, Junio 2011

“Año 53 de la Revolución”

Datos de Contacto

Tutora

- **Nombre y apellidos:** Ing. Karine Ramos Blanco.
- **Correo electrónico:** kramos@uci.cu
- **Situación Laboral:** Profesor.
- **Institución:** Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).
- **Dirección:** Carretera a San Antonio de los Baños, Km 2 1/2, Reparto Torrens, Boyeros.
Graduada en el año 2007 como Ingeniera en Ciencias Informáticas en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Co-tutor

- **Nombre y apellidos:** Ing. Raúl Velázquez Álvarez.
- **Correo electrónico:** rvelazquez@uci.cu
- **Situación Laboral:** Profesor.
- **Institución:** Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).
- **Dirección:** Carretera a San Antonio de los Baños, Km 2 1/2, Reparto Torrens, Boyeros.
Graduado como Ingeniero en Ciencias Informáticas en la Universidad de las Ciencias Informáticas en la segunda graduación, curso 2007-2008.

Resumen

Establecer un sistema de mediciones es de vital importancia para toda empresa desarrolladora de software, ya que esto le permite conocer cuán correcto se están llevando a cabo los procesos que tienen lugar en cada una de ellas y a partir de históricos tratar de mejorar los resultados obtenidos hasta el momento y así poder predecir comportamientos futuros. Actualmente los proyectos de desarrollo de software, sin excluir los que se encuentran dentro del programa de mejora no cuentan con ningún indicador relacionado con los requisitos, siendo de vital importancia estimar esfuerzo y tiempo real que cuesta llevar a cabo el proceso de administración y desarrollo de requisitos, así como medir el por ciento de utilidad del mismo, los cambios e inestabilidad que sufren los requisitos, las inconsistencias en los requisitos y la cantidad de riesgos detectados durante el proceso.

El presente Trabajo de diploma proyecta darle solución a la problemática planteada anteriormente proponiendo un conjunto de indicadores que permitan evaluar el proceso de administración y desarrollo de requisitos en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Para ello se realizó un estudio del tema de los indicadores, en todo lo relacionado con la administración y desarrollo de requisitos y se realizó una propuesta para resolver el problema existente. Los indicadores que recoge dicha propuesta fueron formulados a través de la ejecución del proceso IPP-3550:2009 Medición y Análisis definido en la UCI para la obtención de los indicadores y haciendo uso del método Goal Question (Indicator) Measure (GQ(I)M), el cual es utilizado como soporte para la creación de los mismos y por último se realizó la validación de la propuesta a través del método de experto, demostrando la validez de esta en los proyectos de desarrollo de software para llevar a cabo una correcta administración y desarrollo de requisitos.

Palabras Clave:

Mediciones, Proceso, Indicador, Administración y desarrollo de requisitos.

Índice

Resumen	III
Introducción	- 1 -
Capítulo 1: Fundamentación Teórica	- 5 -
1. Introducción	- 5 -
1.1. Conceptos Fundamentales	- 5 -
1.2. Ingeniería de Requisitos	- 6 -
1.2.1. Principales conceptos y características de la Ingeniería de Requisitos	- 6 -
1.2.1.1. ¿Qué son los requisitos?.....	- 6 -
1.2.1.2. Tipos de requisitos.....	- 7 -
1.2.1.3. Proceso de Ingeniería de Requisitos	- 7 -
1.2.1.4. Importancia de la Ingeniería de Requisitos	- 7 -
1.2.1.5. Actividades de la Ingeniería de Requisitos	- 8 -
1.3. Modelos de Calidad	- 9 -
1.3.1. Modelo de calidad CMMI	- 9 -
1.3.2. Modelo de calidad MPS.BR.....	- 10 -
1.3.3. Modelo de calidad ISO/IEC 15504	- 11 -
1.3.4. Modelo de calidad MoProSoft.....	- 11 -
1.3.5. Implementación de un modelo de calidad en las organizaciones. Proyecto de mejora en la UCI.-	13 -
1.4. Indicadores	- 13 -
1.4.1. Tipos de indicadores.....	- 13 -
1.4.2. Importancia de los indicadores	- 14 -
1.5. Estudio de metodologías existentes para la definición de indicadores	- 14 -
1.5.1. Metodología que propone ARMIJO en “Lineamientos metodológicos para la construcción de indicadores de desempeño”	- 16 -
1.5.2. Metodología UNE 66175 “Guía para la implantación de sistemas de indicadores”	- 17 -
1.5.3. Metodología GQ(I)M	- 18 -

1.6.	Conclusiones parciales del capítulo.....	- 20 -
Capítulo 2: Propuesta de Indicadores		- 22 -
2.	Introducción	- 22 -
2.1.	Propuesta de los Indicadores Candidatos	- 22 -
2.2.	Aspectos de Interés y Sub-Objetivos derivados	- 23 -
2.2.1.	Objetivos de Negocio seleccionados	- 23 -
2.2.2.	Modelo(s) Mental(es) definido(s).....	- 24 -
2.2.3.	Entidades identificadas y Preguntas relacionadas	- 26 -
2.2.4.	Sub-Objetivos de Medición	- 28 -
2.2.5.	Entidades y Atributos	- 29 -
2.3.	Objetivos de Medición.....	- 31 -
2.4.	Indicadores y Preguntas cuantificables	- 35 -
2.4.1.	Esfuerzo realizado para administrar y desarrollar requisitos.....	- 35 -
2.4.2.	Utilidad del proceso de administrar y desarrollar los requisitos.....	- 38 -
2.4.3.	Cambio- Inestabilidad en los requisitos.....	- 41 -
2.4.4.	Cantidad de inconsistencias/revisiones realizadas.	- 44 -
2.4.5.	Tiempo de resolución de inconsistencias.....	- 47 -
2.4.6.	Causas de las inconsistencias.	- 49 -
2.4.7.	Acciones correctivas tomadas para resolver las inconsistencias (y además si fueron exitosas o no). .-	52 -
2.4.8.	Cantidad de riesgos convertidos en problemas.	- 55 -
2.5.	Definición de Medidas y Procedimientos de Recolección y Almacenaje.	- 57 -
2.5.1.	Indicador Esfuerzo realizado para administrar y desarrollar requisitos.....	- 58 -
2.5.2.	Indicador Utilidad del proceso de administrar y desarrollar los requisitos.	- 60 -
2.5.3.	Indicador Cambio- Inestabilidad en los requisitos.	- 62 -
2.5.4.	Indicador Cantidad de inconsistencias/revisiones realizadas.	- 64 -
2.5.5.	Indicador Tiempo de resolución de inconsistencias.....	- 66 -
2.5.6.	Indicador Causas de las inconsistencias.	- 67 -

2.5.7. Indicador Acciones correctivas tomadas para resolver las inconsistencias (y además si fueron exitosas o no).....	- 70 -
2.5.8. Indicador Cantidad de riesgos convertidos en problemas.....	- 72 -
2.6. Conclusiones parciales del capítulo.....	- 75 -
Capítulo 3: Validación de la Propuesta de Indicadores.....	- 76 -
3. Introducción.....	- 76 -
3.1. Elaboración del Objetivo.....	- 76 -
3.2. Selección de los expertos.....	- 76 -
3.3. Elaboración del cuestionario.....	- 78 -
3.4. Elección de la metodología.....	- 78 -
3.5. Ejecución de la metodología.....	- 79 -
3.6. Procesamiento de la información.....	- 79 -
3.7. Conclusiones parciales del capítulo.....	- 80 -
Conclusiones.....	- 81 -
Recomendaciones.....	- 82 -
Referencias Bibliográficas.....	- 83 -
Bibliografía.....	84

Introducción

Desarrollar productos con calidad es un reto que debe plantearse cada organización y para ello es de vital importancia establecer mediciones que permitan evaluar cómo están marchando los procesos en cada empresa y de esta forma adoptar posiciones que contribuyan a mejorar los resultados obtenidos hasta el momento. En la actualidad, la industria del software ha experimentado una fuerte progresión y como bien lo menciona Roger Pressman, es la cuna de la economía del mundo (PRESSMAN, 1988).

Las empresas cubanas productoras de software no están al margen de las necesidades y demandas existentes en el mercado actual del software, es por ello que conjuntamente con la vinculación de universidades de todo el país se realizan proyectos de desarrollo. Un ejemplo ilustrativo de dicha vinculación lo constituye la Universidad de las Ciencias Informáticas, siguiendo como propósito general producir software y servicios informáticos a partir de la integración del estudio con el trabajo como modelo de formación, introduciendo de esta manera una nueva concepción basada en la analogía Universidad-Empresa.

Su producción se concentra en el desarrollo de proyectos pertenecientes a los diferentes centros productivos, donde se obtienen resultados destacados en las esferas de salud, educación, software libre, teleformación, sistemas legales, realidad virtual, automatización, bioinformática, procesamiento de imágenes y señales, entre otras.

Las características anteriormente mencionadas le permiten a la UCI de cierta manera autofinanciarse, lo que le posibilita que la misma se encuentre inmersa actualmente en la implementación de un programa de mejora continua, optando por alcanzar una evaluación del nivel 2 del modelo Capability Maturity Model Integration (CMMI). En los comienzos de la ejecución de dicho programa de mejora se realizó un diagnóstico a algunos proyectos de las facultades 1 y 10 (actualmente facultad 1), 3 y 4 (actualmente facultad 3) y en las facultades 5 y 7, donde se detectaron los siguientes problemas:

- No se identificaban los objetivos de medición y no se mapeaban contra los objetivos de negocio.
- No existía especificación de mediciones.
- No existían procedimientos para la recolección y el análisis de métricas.
- Sólo se recolectaba la medición del calendario.
- No se analizaban completamente los datos obtenidos.
- No se almacenaban las especificaciones y el resultado del análisis realizado.

Actualmente en las facultades 1, 2, 4 y 6, donde no se está aplicando el programa de mejora, siguen existiendo los problemas anteriormente mencionados. Aunque en los centros CEIGE (Centro de Informatización para la Gestión de Entidades) de la facultad 3, CEDIN (Centro de Informática Industrial) de la facultad 5 y en el CESIM (Centro de Informática Médica) de la facultad 7 ya fueron solucionados y a pesar de que se definieron indicadores orientados a la gestión de proyecto, en los mismos no se están midiendo aspectos referentes a los procesos que tienen lugar durante el desarrollo del software, ya que no tienen un indicador definido que mida el esfuerzo y el tiempo real que cuesta llevar a cabo cada proceso, así como el por ciento de utilidad de los mismos, los cambios e inestabilidad que sufren los requisitos, las inconsistencias, la cantidad de riesgos que pueden convertirse en problemas, entre otros elementos. Siendo de gran importancia evaluar cada uno de dichos procesos y principalmente el de administración y desarrollo de requisitos debido al valor que tienen los requisitos dentro del ciclo de vida de un producto de software y que según el reporte (CHAOS'01, 2002), dos de las diez principales razones que pueden conducir al fracaso de los proyectos están relacionadas directamente con los requisitos, las cuales son: requisitos inestables y gestión deficiente de los proyectos. Teniendo en cuenta además la criticidad que tiene el tema de la calidad de los requisitos, pues como se plantea en (WIEGERS, 2006), los errores introducidos en la etapa de requisitos son altamente perjudiciales, fundamentalmente porque obligan al equipo de desarrollo a realizar un arduo y costoso trabajo de reprogramación para corregirlos. La problemática anteriormente planteada se convierte en una gran preocupación, ya que si no se tienen indicadores para medir el desenvolvimiento del proceso de administración y desarrollo de requisitos se dificulta la mejora continua de este proceso y no se tienen argumentos que permitan optimizar el mismo y por ende se hace imposible predecir comportamientos futuros.

Debido a estos inconvenientes surge el siguiente **problema a resolver**:

¿Cómo evaluar el proceso de administración y desarrollo de requisitos para verificar la correcta ejecución del mismo en la Universidad de las Ciencias Informáticas?

Por tanto el **objeto de estudio** que guiará la investigación se centrará en la:

Ingeniería de Requisitos.

Con lo que se persigue el siguiente **objetivo general**:

Proponer un conjunto de indicadores que permitan conocer cuán correcta se realiza la administración y desarrollo de requisitos en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Definiendo como **campo de acción** de la misma el:

Proceso de Administración y Desarrollo de Requisitos.

Los problemas actuales que afectan el proceso de administración y desarrollo de requisitos vienen dado en su gran mayoría por la no formulación de mediciones que permitan evaluar dicho proceso. Por esta razón se parte de la siguiente **idea a defender**: al definir indicadores que permitan medir la correcta realización del proceso de administración y desarrollo de requisitos, se logrará evaluar dicho proceso y de esta forma verificar su correcta ejecución en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Dentro de las **tareas** de la investigación desarrolladas para cumplir el objetivo general se encuentran:

- Realización de un estudio del estado del arte respecto al tema de los indicadores en todo lo relacionado con la administración y desarrollo de requisitos.
- Estudio del proceso IPP-3550:2009 Medición y Análisis definido en la UCI para la obtención de los indicadores.
- Estudio del Método Goal Question (Indicator) Measure (GQ(I)M) como soporte para la creación de los indicadores.
- Elaboración de la propuesta de indicadores para medir la correcta administración y desarrollo de requisitos.
- Definición de las preguntas relativas al objetivo de medición al que respondan los indicadores.
- Elaboración de una guía para interpretar los indicadores.
- Proposición de herramientas para la recolección de las medidas que conformen los indicadores.
- Validación de la propuesta de indicadores para medir la correcta administración y desarrollo de requisitos por el método de experto.

Dentro de los **métodos** aplicados para llevar a cabo la investigación se encuentran los siguientes:

Métodos teóricos:

Análítico-Sintético: Posibilita realizar análisis de documentos, teorías, permitiendo de esta manera la obtención de los elementos más importantes que se relacionan con los indicadores en el desarrollo de software.

Histórico-Lógico: Permite comprobar teóricamente cómo han evolucionado los indicadores en el proceso de administración y desarrollo de requisitos.

Métodos empíricos:

Encuesta: Permite obtener información concerniente a los problemas que afectan el correcto funcionamiento de los proyectos en el proceso de administración y desarrollo de requisitos a través de

preguntas ya sean orales o escritas al conjunto de personas investigado.

El presente trabajo diploma consta de una introducción, tres capítulos bien estructurados y explícitos, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y bibliografía consultada. En el primer capítulo se realiza una fundamentación teórica donde se profundiza sobre la situación actual que existe a nivel mundial respecto al tema de los indicadores haciendo énfasis en la rama de la informática, con el propósito de lograr un mejor entendimiento del mismo. Además se aborda todo lo relacionado con los aspectos principales de la Ingeniería de Requisitos, así como también se hace un estudio de diferentes modelos de calidad internacional, estudiando con mayor profundidad las actividades relacionadas con la administración y desarrollo de requisitos, además de estudiar el método GQ(I)M y el proceso IPP-3550:2009 Medición y Análisis definido en la UCI para la obtención de los indicadores.

En el segundo capítulo se lleva a cabo la formulación de los indicadores que regirán el proceso de administración y desarrollo de requisitos a través de la puesta en práctica del proceso IPP-3550:2009 Medición y Análisis y haciendo uso del método GQ(I)M, el cual es utilizado como soporte para la creación de dichos indicadores y para desarrollar las actividades de definiciones de los Objetivos de Medición, Preguntas, Indicadores y Medidas.

En el tercer capítulo se realiza la validación de la propuesta presentada en el capítulo 2. Esta validación se lleva a cabo a través del método de expertos, con el objetivo de demostrar la validez e importancia de los indicadores propuestos para evaluar cómo se está llevando a cabo el proceso de administración y desarrollo de requisitos en los proyectos de desarrollo de software.

CAPÍTULO 1: Fundamentación Teórica

1. Introducción

En la era actual de la informática y las comunicaciones, las empresas no pueden alcanzar ventajas competitivas sostenibles solo con la aplicación de nuevas tecnologías, ya que el logro de la competitividad de una organización debe estar acorde al plan correspondiente, el cual determina la visión, misión, objetivos y estrategias corporativas con base en el adecuado diagnóstico situacional, mientras que el control de este plan se enmarca en una serie de acciones orientadas a medir, evaluar, ajustar y regular las actividades planteadas en el mismo.

Para llevar a cabo estas mediciones los indicadores de gestión se convierten en los signos vitales de la organización, y su continuo seguimiento y control permite determinar las condiciones e identificar los diversos síntomas que se derivan del desarrollo normal de las actividades. En cada organización se debe contar con el mínimo número posible de indicadores para que garanticen información constante, real y precisa sobre aspectos tales como: efectividad, eficiencia, eficacia, productividad, calidad, la ejecución presupuestal, la incidencia de la gestión, que constituyen un conjunto de signos sumamente importantes para la organización. Para poder construir de manera propicia los indicadores que presidirán el proceso para llevar a cabo una correcta administración y desarrollo de requisitos en los proyectos de desarrollo de software, se ha realizado un estudio de algunos modelos de calidad internacional, haciendo énfasis en las áreas de proceso de administración y desarrollo de requisitos, además de estudiar aspectos relevantes de la Ingeniería de Requisitos, como de las metodologías existentes para formular indicadores.

1.1. Conceptos Fundamentales

Aplicaciones: Serie de software que han sido desarrollados para facilitarle al usuario la utilización del ordenador. (HERNÁNDEZ, 2005).

Ingeniería de Requisitos: Ayuda a los ingenieros de software a entender mejor el problema en cuya solución trabajarán. Incluye el conjunto de tareas que conducen a comprender cuál será el impacto del software sobre el negocio, qué es lo que el cliente quiere y cómo interactuarán los usuarios finales con el software". (PRESSMAN, 2006)

Indicador:

Una medida, cuantitativa o cualitativa, que refleja la cantidad de calidad que posee una actividad o servicio cualquiera. (GONZALEZ, 2008)

Es una métrica o una combinación de métricas que proporcionan una visión profunda del proceso del

software, del proyecto de software o del producto en sí. Proporciona una visión profunda que permite al gestor de proyectos o a los ingenieros de software ajustar el producto, el proyecto o el proceso para que las cosas salgan mejor. (PRESSMAN, 2002)

Según el diccionario de español en línea se define **inconsistencia** como: Calidad de la materia que no resiste sin romperse o que se deforma fácilmente.

Basados en el Diccionario de la Real Academia Española se define:

Medición: Acción y efecto de medir.

Software: Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.

1.2. Ingeniería de Requisitos

Con mucha frecuencia se escucha que la mayoría de las veces que fracasan los proyectos es debido a una mala definición, especificación y administración de los requisitos. Dentro de la inadecuada administración se pueden encontrar elementos como la falta de participación del usuario, requisitos incompletos y el mal manejo del cambio de los requisitos. La Ingeniería de Requisitos (IR) juega un papel significativo en el proceso de desarrollo de software, pues la misma enfoca un área fundamental que es definir lo que realmente se desea producir. Su primordial tarea reside en la generación de especificaciones correctas que describan sin ambigüedades y claramente las necesidades de los usuarios, de esta forma, persigue minimizar los problemas relacionados con la mala gestión de los requisitos en el desarrollo de sistemas. (CHÁVEZ, 2005)

1.2.1. Principales conceptos y características de la Ingeniería de Requisitos

La Ingeniería de Requisitos sirve como una base sólida en el proceso de desarrollo de software, lo que significa que antes de pasar a tratar los aspectos referentes a la administración y desarrollo adecuado de los requisitos, es fundamental primeramente definir lo que es un requisito y cuáles serían las características deseables que deberían de tener.

1.2.1.1. ¿Qué son los requisitos?

El Glosario de Terminología Estándar de Ingeniería de Software (IEEE: Standard Glossary of Software Engineering Terminology) define al requisito como:

- 1) Una condición o necesidad de un usuario para resolver un problema o alcanzar un objetivo.
- 2) Una condición o capacidad que debe estar presente en un sistema o componentes de sistema para satisfacer un contrato, estándar, especificación u otro documento formal.

3) Una representación documentada de una condición o capacidad como en (1) o (2).

Según (LAN, 2005), un requisito es simplemente una declaración abstracta de alto nivel de un servicio que debe proporcionar el sistema o una restricción de este.

De acuerdo a las definiciones anteriores, se puede inferir que un requisito no es más que una descripción de una condición o capacidad que debe cumplir un sistema, ya sea derivada de una necesidad de usuario identificada, o bien, estipulada en un contrato, estándar, especificación u otro documento formalmente impuesto al inicio del proceso.

1.2.1.2. Tipos de requisitos

Requisitos del cliente: esbozan qué necesidades tiene el cliente y cómo el proyecto responderá a dichas necesidades.

Los *Requisitos de Software* se pueden dividir en 2 grupos: (CHAVEZ, 2005)

- *Requisitos funcionales:* son los que definen las funciones que el sistema será capaz de realizar, describen las transformaciones que el sistema realiza sobre las entradas para producir salidas.
- *Requisitos no funcionales:* tienen que ver con características que de una u otra forma puedan limitar el sistema, como por ejemplo, el rendimiento (en tiempo y espacio), interfaces de usuario, fiabilidad (robustez del sistema, disponibilidad de equipo), mantenimiento, seguridad, portabilidad, estándares, etc.

1.2.1.3. Proceso de Ingeniería de Requisitos

El proceso de recopilar, analizar y verificar las necesidades del cliente o usuario para un sistema es llamado Ingeniería de Requisito, cuya meta es entregar una especificación de requisitos de software correcta y completa. Dicho proceso es utilizado para definir todas las actividades involucradas en el descubrimiento, documentación y mantenimiento de los requisitos para un producto de software determinado. Es muy importante tomar en cuenta que el aporte de la Ingeniería de Requisitos es ayudar a determinar la viabilidad de llevar a cabo el software, es decir, si es factible llevarlo a cabo o no, pasando posteriormente por un subproceso de obtención y análisis de requisitos, su especificación formal, para finalizar con el subproceso de validación donde se verifica que los requisitos realmente definen el sistema que quiere el cliente.

1.2.1.4. Importancia de la Ingeniería de Requisitos

Según la autora Lizka Johany Herrera en su documento de la Ingeniería de Requisitos, los principales beneficios que se obtienen de la Ingeniería de Requisitos son: (HERRERA, 2003)

- *Permite gestionar las necesidades del proyecto en forma estructurada.*

- *Mejora la capacidad de predecir cronogramas de proyectos, así como sus resultados.*
- *Disminuye los costos y retrasos del proyecto.*
- *Mejora la calidad del software.*
- *Mejora la comunicación entre equipos.*
- *Evita rechazos de usuarios finales.*

1.2.1.5. Actividades de la Ingeniería de Requisitos

En cuanto a las actividades que se llevan a cabo durante el proceso de Ingeniería de Requisitos existen diversos criterios, ya que muchos autores nombran y dividen de maneras diferentes dicho proceso pero independientemente de ello siguen el mismo procedimiento para analizar y documentar los requisitos de software. En el documento mencionado anteriormente (HERRERA, 2003), se plantea que dentro de la Ingeniería de Requisitos que es la etapa de la Ingeniería de Software donde se definen las propiedades y la estructura del software, existen cuatro actividades básicas que se tienen que cumplir para completar el proceso. Las mismas ayudan a reconocer la importancia que tiene para el desarrollo de un proyecto de software realizar una especificación y administración adecuada de los requisitos de los clientes o usuarios. Estas actividades son:

Extracción: Esta fase representa el comienzo de cada ciclo, en ella tienen lugar actividades involucradas en el descubrimiento de los requisitos del sistema.

Análisis: Sobre la base de la extracción realizada previamente, comienza esta fase en la cual se leen los requisitos, se conceptúan, se investigan, se intercambian ideas con el resto del equipo, se resaltan los problemas, se buscan alternativas y soluciones, y luego se van fijando reuniones con el cliente para discutir los requisitos.

Especificación: En esta fase se documentan los requisitos acordados con el cliente, en un nivel apropiado de detalle.

Validación: La validación es la etapa final de la IR, implica verificar que los requisitos sean consistentes y que estén completos.

Mientras que el modelo de guía para la mejora o evaluación de los procesos de desarrollo y mantenimiento de sistemas y productos de software (CMMI), divide el proceso de Ingeniería de Requisitos en cinco fases, las cuales son: (CMMI, 2006)

- Obtención (elicitación) de requisitos.
- Análisis de requisitos.

- Especificación de requisitos.
- Validación de requisitos.
- Administración de requisitos.

y otros autores, como Pressman, describen el proceso en 6 fases, las cuales se muestran a continuación: (PRESSMAN, 2006)

- Identificación de Requisitos.
- Análisis de Requisitos y Negociación.
- Especificación de Requisitos.
- Modelado del Sistema.
- Validación de Requisitos.
- Gestión de Requisitos.

Es importante hacer énfasis en que no existe un proceso único en la Ingeniería de Requisitos que sea válido de aplicar en todas las organizaciones. Cada organización debe desarrollar su propio proceso de acuerdo al tipo de producto que se esté desarrollando, a la cultura organizacional y al nivel de experiencia y habilidad de las personas involucradas en esta actividad, sin obviar que dicho proceso debe quedar con la mejor calidad posible, ya que son los requisitos los que solidifican un software.

1.3. Modelos de Calidad

Los modelos de calidad constituyen sistemas basados en estudios experimentales de mejores prácticas que ayudan a una organización a implantar un sistema de aseguramiento de la calidad. Aunque existe gran variedad de dichos modelos se destacan por su eficacia probada los modelos de referencia, dentro de los cuales se encuentra Capability Maturity Model Integration (CMMI), Mejora del Proceso de Software Brasileño (MPS.Br), la Norma ISO/IEC 15504 y MoProSoft.

1.3.1. Modelo de calidad CMMI

CMMI se diferencia de otros modelos por el hecho de estar basado en prácticas ajustables a cualquier dominio de producción de software y poseer un enfoque global e integrado de la organización. Está compuesto por 22 áreas de proceso donde cada una de ellas es implementada para alcanzar el nivel de madurez correspondiente y se agrupan de acuerdo a cuatro categorías: Administración de Procesos, Administración de Proyectos, Ingeniería y Soporte.

Dentro de las áreas de proceso que pertenecen a la categoría de Ingeniería y basado en el cumplimiento de los objetivos que enmarca este trabajo diploma es válido hacer referencia al área de *Desarrollo de*

Requisitos (RD), en la cual tiene lugar la recopilación de las necesidades del cliente para convertirlas en requisitos del producto esperado y la de *Administración de Requisitos (REQM)*, que es donde se gestionan los requisitos del producto durante todo el ciclo de vida de este, identificando inconsistencias con los artefactos y planes de proyecto.

Otra de las categorías estudiadas del modelo fue la de Soporte, en la cual se profundizó en el área de proceso de Medición y Análisis (MA), por la gran importancia que tiene el estudio de la misma para el desarrollo del presente trabajo. El área de proceso de Medición y Análisis corresponde al nivel 2 en la representación por etapas del modelo de calidad CMMI, la misma tiene como propósito desarrollar y apoyar la capacidad de medición utilizada para poder dar soporte a las necesidades de información de la gerencia, mediante la recolección de históricos de la entidad y la selección de indicadores que permitan medir la evolución de los procesos críticos del proyecto, así como comparar lo real que se tiene contra lo que se planificó. Es en esta área donde las prácticas se dividen en el establecimiento de un sistema de indicadores y de análisis en respuesta a las necesidades de información en la organización y en la obtención de los valores que representan los diferentes indicadores para apoyar las decisiones que se requieren tomar. Generalmente en el primer caso la metodología utilizada para la formulación de los indicadores es el Goal-Question-Metrics (GQM) o su variante Goal-Question-Metrics-Indicator (GQ(I)M).

1.3.2. Modelo de calidad MPS.BR

MPS.BR tiene como objetivo obtener la mejora de proceso del software brasileño para lograr dos metas a mediano y largo plazos, una de ellas es la meta técnica, con la cual se persigue la creación y perfeccionamiento del modelo MPS y la otra la meta de mercado, con la cual se trata de alcanzar la diseminación y adopción del modelo MPS en todas las regiones del país en un intervalo de tiempo justo y a un costo razonable.

Los niveles de madurez del modelo de calidad MPS.BR establecen etapas de evolución de procesos, caracterizando escalones de mejora de la implementación de procesos en la organización. El nivel de madurez en que se encuentra una organización permite la previsión de su desempeño futuro al ejecutar uno o más procesos. El MR-MPS define siete niveles de madurez: A (En Optimización), B (Gestionado Cuantitativamente), C (Definido), D (Ampliamente Definido), E (Parcialmente Definido), F (Gestionado) y G (Parcialmente Gestionado). La escala de madurez se inicia en el nivel G y progresa hasta el nivel A. Uno de los procesos que compone el nivel de madurez G es el de Gestión de Requisitos, cuyo objetivo es gestionar los requisitos del producto y componentes del producto del proyecto e identificar inconsistencias

entre los requisitos y los planes del proyecto y los productos de trabajo del proyecto. El nivel de madurez D está compuesto por los procesos de los niveles de madurez anteriores (G al E), agregándoles entre otros los procesos Desarrollo de Requisitos, que persigue como propósito general definir los requisitos del cliente, del producto y de los componentes del producto.

Es válido hacer alusión por el valor agregado que brinda para el desarrollo del presente trabajo diploma que a partir del Nivel F se planifican y se recolectan medidas para la posterior supervisión de la ejecución del proceso y con ello realizarle ajustes al mismo. Esto se debe a que el Modelo de Referencia MPS.BR además de contener los requisitos que los procesos de las unidades organizacionales deben cumplir para estar en conformidad con dicho modelo contiene las definiciones de los niveles de madurez, procesos y atributos del proceso, donde uno de estos atributos es “**El proceso es medido**”, el cual es una medida de cuánto los resultados de medición son usados para asegurar que la ejecución del proceso logre sus objetivos de desempeño y apoye el logro de los objetivos de negocio definidos.

1.3.3. Modelo de calidad ISO/IEC 15504

ISO/IEC 15504 es un estándar internacional de evaluación y determinación de la capacidad y mejora continua de procesos de Ingeniería del Software, con la filosofía de desarrollar un conjunto de medidas de capacidad estructuradas para todos los procesos del ciclo de vida y para todos los participantes. La evaluación del proceso incluye la determinación de las necesidades de la empresa, la evaluación (medición) de los procesos utilizados por la organización y el análisis de su posición actual. El mismo provee un marco para la evaluación de procesos de software para la mejora de procesos y para la determinación de la capacidad. Se divide en dos grandes áreas, la primera orientada a la medición y evaluación de los indicadores del proceso y prácticas utilizadas y la segunda está orientada a la evaluación y medición de las capacidades de cada proceso. Estas dos áreas definen el modelo conceptual o modelo de referencia de la norma ISO/IEC 15504, por tal motivo se puede considerar como una guía que indica qué se debe hacer, pero faltan indicadores para determinar cómo hacerlo, sin determinar una única o mejor forma de hacerlo.

1.3.4. Modelo de calidad MoProSoft

MoProSoft es un modelo de Procesos para la Industria del Software, con el cual se busca alcanzar la mejora y evaluación de los procesos de desarrollo y mantenimiento de sistemas y productos de software. Está basado en las mejores prácticas internacionales y presenta las siguientes características: (OKTABA

et al., 2005)

- Fácil de entender.
- Fácil de aplicar.
- No costoso en su adopción.
- Puede ser la base para alcanzar evaluaciones exitosas con otros modelos o normas, tales como ISO 9000:2000 o CMM V1.1.
- Abarca pocos procesos en todos los niveles de la organización.
- Procesos integrados como una red de comunicación.

Según (OKTABA *et al.*, 2005) MoProSoft está agrupado en tres categorías, las cuales se presentan a continuación:

- Alta Dirección que contiene el proceso de Gestión de Negocio. Esta categoría proporciona los lineamientos a los procesos de la Categoría de Gerencia y se retroalimenta con la información generada por ellos.
- Gerencia está integrada por los procesos de Gestión de Procesos, Gestión de Proyectos y Gestión de Recursos, siendo de gran relevancia para el presente trabajo diploma el proceso de Gestión de Procesos, ya que en el mismo se obtiene como salida un reporte periódico de mediciones del avance de los indicadores del proceso de Gestión de Negocio con respecto a las metas cuantitativas definidas, además de las sugerencias de mejora a este proceso.
- Operación está integrada por los procesos de Administración de Proyectos Específicos y de Desarrollo y Mantenimiento de Software. Dicha categoría aborda las prácticas de los proyectos de desarrollo y mantenimiento de software y las actividades que comprende se realizan de acuerdo con los elementos proporcionados por la categoría de Gerencia y entrega a esta la información y productos generados. A continuación se representa dicha categoría.

De los modelos mencionados anteriormente se realizó un estudio con el propósito de adquirir conocimientos acerca de los objetivos que persiguen las áreas de proceso de administración y desarrollo de requisitos y de cómo ellos orientan las mediciones. Este estudio permitió esclarecer los aspectos que son necesarios tener presentes a la hora de medir cómo marcha el proceso de administración y desarrollo de requisitos a través de un análisis realizado sobre los propósitos que persiguen las áreas de proceso inicialmente señaladas, lo cual servirá de base para definir los indicadores que permitirán evaluar el proceso de administración y desarrollo de requisitos en los proyectos de desarrollo de software de la UCI.

1.3.5. Implementación de un modelo de calidad en las organizaciones. Proyecto de mejora en la UCI.

La implementación de los modelos de calidad en las organizaciones persigue como propósito principal que en las mismas se desarrollen metódicamente productos, bienes y servicios de mejor calidad y que satisfagan las necesidades y deseos de los clientes. La UCI como centro productor de software ha encaminado su producción a un proyecto de mejora de sus procesos, el cual se basa en el modelo de calidad Capability Maturity Model Integration (CMMI) y está asociado a la contratación de los servicios de consultoría del SIE Center (Software Industry Excellence Center) del Tecnológico de Monterrey, el cual está orientado a que la UCI obtenga una evaluación internacional del nivel 2 del modelo CMMI.

Los servicios de consultoría que ofrece el SIE Center a la Universidad le permite a la misma revisar su estrategia de mejora de procesos de software, lo que implica asegurar que la organización está basada en procesos y con un programa de mejora continuo alineado con sus objetivos de negocio. Además de ayudarla a establecer las bases y fundamentos para seguir mejorando sus procesos y fortalecer su cultura de calidad en el desarrollo de software, así como también le facilita alinear los procesos de desarrollo de software con los principios y requisitos del modelo CMMI, estableciendo planes de mejora con los que la organización oriente sus procesos hacia la consecución de sus metas.

1.4. Indicadores

Los indicadores pueden ser medidas, números, hechos, opiniones o percepciones que señalen condiciones o situaciones específicas, que al analizar los resultados arrojados nos permitan arribar a conclusiones y a partir de ahí trabajar en base a superarlos y de esta forma evaluar y mejorar la calidad en los procesos y/o productos, aspecto que hace imprescindible realizar un estudio de todo el tema relacionado con los indicadores en la producción de software, para saber con claridad cómo construirlos, así como las particularidades y estructuración que deben tener.

1.4.1. Tipos de indicadores

A la hora de definir indicadores hay que tener presente que existen diversos tipos, y sus aplicaciones son muy extensas, debido a que son aplicables a todas las esferas de la vida. Entre ellos se encuentran, según (MINGARRO, 2010):

- *Indicadores cuantitativos*: son los que se refieren directamente a medidas en números o cantidades.
- *Indicadores cualitativos*: son los que se refieren a cualidades. Se trata de aspectos que no son

cuantificados directamente, como opiniones, percepciones o juicios emitidos sobre algo.

- *Indicadores directos*: son aquellos que permiten una dirección directa del fenómeno.
- *Indicadores indirectos*: cuando no se puede medir de manera directa la condición económica, se recurre a indicadores sustitutivos o conjuntos de indicadores relativos al fenómeno que se desea medir o sistematizar.
- *Indicadores positivos*: son aquellos en los cuales si se incrementa su valor estarían indicando un avance hacia la equidad.
- *Indicadores negativos*: son aquellos en los cuales si su valor se incrementa estarían indicando un retroceso hacia la inequidad.

1.4.2. Importancia de los indicadores

La formulación de indicadores en las empresas se hace de suma importancia, pues los mismos son necesarios para poder evaluar y mejorar la calidad de los procesos, teniendo en cuenta que lo que no es medido no puede ser controlado, y lo que no es controlado no puede ser gestionado. De igual manera en la concepción de modelos de calidad es imprescindible definir indicadores, pues los mismos son elementos que forman parte del patrón de procesos, el cual no es más que un esquema de elementos que servirá para documentar dichos procesos. Entre las características que revelan la importancia de los indicadores se puede hacer mención según (MINGARRO, 2010) a las siguientes:

- Permiten medir cambios en esa condición o situación a través del tiempo.
- Facilitan mirar de cerca los resultados de iniciativas o acciones.
- Son instrumentos muy importantes para evaluar y dar surgimiento al proceso de desarrollo.
- Son instrumentos valiosos para orientar cómo se pueden alcanzar mejores resultados en proyectos de desarrollo.

1.5. Estudio de metodologías existentes para la definición de indicadores

Establecer un sistema de indicadores en las empresas es de vital importancia, ya que los mismos permiten medir cambios respecto a la condición que se necesita evaluar, facilitan mirar de cerca los resultados de iniciativas o acciones. Además de que constituyen instrumentos muy importantes para evaluar y dar surgimiento al proceso de desarrollo, los cuales son muy valiosos para orientar a la dirección de la entidad en cómo se pueden alcanzar mejores resultados en proyectos de desarrollo. Dicho sistema de indicadores debe caracterizar el nivel técnico-organizativo de desarrollo de la empresa, los recursos que posee y los resultados generales de la actividad productiva con una alta calidad, los recursos que

posee y la eficiencia de su empleo. De la correcta aplicación de estos indicadores depende la localización y movilización de la reserva interna.

Llevar a cabo un proceso de medición dentro de la puesta en práctica de un sistema de indicadores es necesario e imprescindible para conocer a fondo los procesos ya sean administrativos o técnicos, de producción o de apoyo que se den en la empresa así como para gerenciar su mejoramiento y conquistar los objetivos de excelencia que se plantea. Sin una correcta medición no se puede con rigurosidad y sistematicidad evaluar, planificar, diseñar, prevenir, corregir y mantener e innovar las actividades del proceso de mejoramiento, ya que la misma no solo puede entenderse como un proceso de recoger datos, sino que debe insertarse adecuadamente en el sistema de toma de decisiones.

Actualmente existen varias metodologías para llevar a cabo la formulación y validación de indicadores y con el propósito de definir correctamente los indicadores que evaluarán el proceso de administración y desarrollo de requisitos y de comprobar cuán idóneo son los mismos, se realizó un estudio sobre algunas de estas metodologías, del cual se puede deducir que existe una serie de características imprescindibles que deben de cumplir los indicadores. Dentro de ellas se encuentran (ECONÓMICO, 2009):

Confiabilidad: Las mediciones que se realicen, por diferentes personas deben arrojar los mismos resultados.

Demostrables: Deben evidenciar los cambios buscados.

Eficiencia: Deben ser exactos al expresar el fenómeno.

Fácticos: Deben ser objetivamente verificables.

Flexibilidad: Con la virtud de adecuarse a la realidad de lo que se pretende medir la disponibilidad y confiabilidad de la información.

Mensurabilidad: Capacidad de medir o sistematizar lo que se pretende conocer.

Pertinencia: Deben guardar correspondencia con los objetivos y la naturaleza del programa o proyecto, así como con las condiciones del contexto (Medio social) en donde se gestiona.

Representatividad: Deben expresar efectivamente el significado que los actores le otorgan a determinada variable.

Relevancia: Capacidad de expresar lo que se pretende medir.

Sensibilidad: Deben reflejar el cambio de la variable en el tiempo, es decir, debe cambiar de forma efectiva y persistente a lo largo del período de análisis.

Validez: Deben reflejar y medir los efectos y resultados del programa o proyectos y los factores externos a

estos.

Además de estas características existen otros criterios que se exponen a continuación, que comúnmente son utilizados en la evaluación del desempeño de un sistema, los cuales están muy relacionados con la calidad y la productividad (MINGARRO, 2010):

Eficacia: Valora el impacto de lo que hacemos, del producto o servicio que se presta. No basta con producir con 100% de efectividad el servicio o producto, sino que es necesario que el mismo sea el adecuado, es decir, aquel que logrará realmente satisfacer al cliente o impactar en el mercado, es el grado en que se puede lograr el mejor resultado posible.

Efectividad: Es la relación entre los resultados logrados y los resultados propuestos, o sea, permite medir el grado de cumplimiento de los objetivos planificados. Este indicador sirve para medir determinados parámetros de calidad que toda organización debe preestablecer y también para poder controlar los desperdicios del proceso y aumentar el valor agregado.

Eficiencia: Consiste en el buen uso de los recursos. En lograr lo mayor posible con lo que se cuenta. Se emplea para relacionar los esfuerzos frente a los resultados que se obtengan. A mayores resultados, mayor eficiencia.

Es necesario tener presente que en ningún momento es conveniente partir de un indicador para definir un objetivo, pues lo que realmente sería correcto es aclarar primero cuál es el objetivo buscado. La secuencia lógica e internacionalmente aceptada es: Objetivo, Indicador, Meta. El proceso de definir los indicadores, requiere que se defina con claridad “qué medir, cómo medir, cuándo medir, así como la fuente de la medición y el responsable”.

1.5.1. Metodología que propone ARMIJO en “Lineamientos metodológicos para la construcción de indicadores de desempeño”

Dentro de las metodologías estudiadas para definir indicadores se encuentra la que propone ARMIJO en Lineamientos metodológicos para la construcción de indicadores de desempeño, en la cual se plantea que en el proceso de formulación de los indicadores no existe un procedimiento o una metodología estándar, pero que sin embargo se recomienda tener en cuenta una serie de pasos y requisitos precedentes que permitan asegurar la relación del conjunto de indicadores que se construyan. Además se expone que el desarrollo de dichos indicadores va a estar justificado en la medida que los mismos permitan informar sobre lo estratégico y los aspectos claves que se gestionan, teniendo en cuenta que constituyen el soporte para evaluar procesos y aspectos que contribuyen a los resultados finales. Dentro de los pasos que se

establecen en la misma se encuentran los que se exponen a continuación:

- 1-Establecer las definiciones estratégicas.
- 2-Establecer las áreas de desempeño relevantes a medir.
- 3-Formular el indicador para medir el producto u objetivo y describir la fórmula de cálculo.
- 4-Validar los indicadores aplicando criterios técnicos.
- 5-Recopilar los datos.
- 6-Establecer las metas o el valor deseado del indicador y la prioridad de la medición.
- 7-Señalar la fuente de los datos.
- 8-Establecer supuestos (observaciones).
- 9-Evaluar: establecer referentes comparativos y establecer juicios.
- 10-Comunicar e informar el desempeño logrado.

1.5.2. Metodología UNE 66175 “Guía para la implantación de sistemas de indicadores”

Otra de las metodologías estudiadas para llevar a cabo la confección y validación de indicadores es la norma española UNE 66175, “Guía para la implantación de sistemas de indicadores”, asociada a los sistemas de gestión de la calidad, la cual proporciona el establecimiento de indicadores y cuadros de mando, que favorecen la medición de los fenómenos referentes al funcionamiento de una organización y facilita la toma de decisiones. En la misma se plantea que la validación de los indicadores tiene por objeto comprobar que estos son útiles y que el costo de obtención realmente produce beneficios a la organización. El marco conceptual de esta metodología se puede observar en el Anexo 1.

Así como las percepciones a tener en cuenta a la hora de definir los indicadores son las siguientes:

- Selección del indicador.
- Denominación del indicador.
- Forma de cálculo: su especificación y fuentes de información.
- Forma de representación.
- Definición de responsabilidades.
- Definición de umbrales y objetivos.

Para realizar la validación de los indicadores esta norma establece una serie de incógnitas que contribuyen a determinar cuán importante y trascendente son los mismos, dentro de las cuales se pueden hacer mención a las siguientes:

- ¿Es útil el indicador?

- ¿El indicador sirve para tomar decisiones?
- ¿Simboliza y representa claramente el concepto que se desea conocer?
- ¿Es compatible con el resto de indicadores de forma que permite contrastar los resultados?
- ¿Compensa la utilidad que genera con el costo de recolección de información y desarrollo del indicador?
- ¿Está suficientemente definido de tal forma que el resultado pueda ser comparable en el tiempo, sin dudas, sobre la fiabilidad de los datos?
- ¿Es clara la representación gráfica utilizada?
- ¿Es redundante con otros indicadores ya existentes?
- ¿Es adecuada la periodicidad establecida?
- ¿Existe una forma más sencilla de obtener la información?
- ¿Se aprovechan adecuadamente los medios informáticos para optimizar el proceso de obtención del indicador?
- ¿Se ha definido el nivel de divulgación y de confidencialidad que requiere el indicador?
- ¿Se comunica el indicador a las personas involucradas en el área, actividad o proceso?

Con la aplicación de esta norma se espera como resultado de la validación tener claridad sobre la idoneidad de los indicadores para cumplir el propósito por el cual fueron creados, ya que la misma es una excelente guía para las organizaciones a la hora de elaborar y poner en marcha indicadores. También constituye una buena herramienta sobre todo para las PyMes, para poder implementar un sistema de gestión de calidad, además de tener un origen respetable, pues la misma es una iniciativa conjunta de diferentes centros de promoción de la excelencia, del que forma parte el Centro Andaluz para la Excelencia en la Gestión.

1.5.3. Metodología GQ(I)M

Con el propósito de aumentar el caudal de conocimientos en el tema se realizó además un estudio del método GQ(I)M, el cual es usado para desarrollar las actividades de definiciones de los Objetivos de Medición, Preguntas, Indicadores y Medidas durante la ejecución del proceso IPP-3550:2009 Medición y Análisis, puesto en práctica actualmente en los proyectos de producción de Software en la UCI. Este proceso en sus políticas establece que el mismo en los procesos, proyectos y productos debe permitir desarrollar y sostener una capacidad de medición que sea usada para apoyar necesidades de información de la gerencia. Dentro de los subprocessos principales definidos en el proceso IPP-3550:2009 para el

desarrollo del presente trabajo diploma se ejecutarán los dos primeros que son:

- IPP-3551:2009 Identificar Objetivos de Medición.
- IPP-3552:2009 Definir Medidas y Procedimientos de Recolección, Almacenaje y Verificación.

A partir de la ejecución del primer subproceso, en el cual se comienza con la identificación de los aspectos de interés sobre los objetivos estratégicos de la producción, se inicia con la aplicación del método GQ(I)M. Este método identifica y define métricas de software que dan soporte al negocio de la empresa, la mejora de sus procesos y los objetivos de sus proyectos garantizando de esta forma la excelencia y trazabilidad de los objetivos respecto a los datos recogidos. Esta metodología comparte semejanzas con la metodología GQM, excepto en el aspecto de que añade soporte explícito a los indicadores y complementa su proceso en diez pasos propuesto por el Software Engineering Institute (SEI) en su enfoque “Goal-Driven Software Measurement”, los cuales son descritos a continuación.

1. Identificar los Objetivos de Negocio.
2. Identificar qué se quiere conocer o aprender.
3. Identificar los Sub-Objetivos.
4. Identificar las Entidades y Atributos.
5. Formalizar los Objetivos de Medición.
6. Identificar las Preguntas Cuantificables e Indicadores.
7. Identificar los Elementos de Datos.
8. Definir las Medidas.
9. Identificar las acciones necesarias para aplicar sus Medidas.
10. Preparar un Plan de Acción.

La definición de indicadores usando el método GQ(I)M, está concebida en el paso seis de dicho método, el cual tiene como objetivo identificar las Preguntas Cuantificables que se desearían responder y los Indicadores que permitirán abordar los Objetivos de Medición establecidos. Para lo cual se deben llevar a cabo los pasos que se enuncian a continuación:

- ✓ Seleccionar uno de los Objetivos de Medición.
- ✓ Identificar las Preguntas cuantificables relacionadas con este Objetivo que se desean responder.
- ✓ Preparar los bocetos de Indicadores que ayudarán a dirigir las preguntas y comunicar los resultados del análisis a los demás, para ser evaluados por la audiencia de los mismos (lectores) y validar la efectividad de los mismos.

- ✓ Repetir las 3 actividades anteriores para todos los Objetivos de Medición.

Las dos últimas actividades del paso seis del Método GQ(I)M, están encaminadas a validar y priorizar los Indicadores identificados, teniendo en cuenta que es de vital importancia en esta actividad considerar la audiencia, ya que ellos son los que recibirán los resultados del proceso de medición.

- ✓ Validar los Indicadores para garantizar que los mismos representen el enfoque correcto para responder e interpretar las preguntas que se han realizado, orientadas a los Objetivos de Medición.
- ✓ Identificar los Indicadores que serán más útiles, y priorizarlos en función de esto, para evitar la posible recopilación posterior de datos que no aporten mucho valor al proceso.

La actividad 5 se orienta en la relevancia de asegurarse que sean abordados válidamente las respuestas solicitadas por las personas que recibirán los resultados de la medición y la 6 solicita ante una pluralidad en los Indicadores, realizar una priorización, desechando o postergando los que fueran redundantes o innecesarios, evitando cargar demasiado las actividades de análisis posteriores.

Para la posterior definición de los indicadores que guiarán el proceso de administración y desarrollo de requisitos en los proyectos de la UCI, los autores del presente trabajo diploma tras el estudio realizado respecto a algunas de las metodologías que existen para la definición y validación de indicadores, estimó llevar a cabo la formulación de los mismos a través del método GQ(I)M. Para tomar esta decisión se tuvo en cuenta primeramente que para cumplir con el requisito de que los indicadores que se formularán sean compatibles con los que están definidos para la producción de software en la UCI, hay que definirlos a través de la ejecución del proceso IPP-3550:2009 Medición y Análisis y el mismo se apoya en esta metodología, la cual es de fácil aplicación, ya que describe con transparencia los pasos a seguir para la definición de indicadores.

1.6. Conclusiones parciales del capítulo

Tras los estudios realizados respecto al tema de indicadores, administración y desarrollo de requisitos así como de los diferentes modelos de calidad y de algunas metodologías existentes para formular indicadores, no quedan dudas que es de vital importancia llevar a cabo una correcta administración y desarrollo de los requisitos, ya que esta garantiza en gran medida que el software tenga la calidad requerida. Así como también es imprescindible establecer indicadores que permitan realizar un análisis y posterior a ello, establecer comparaciones entre los resultados alcanzados con el objetivo de determinar cómo va el proceso de administración y desarrollo de requisitos y de esta forma permitirle a la

organización trazarse metas para superar los resultados obtenidos hasta el momento. Después de realizar este profundo análisis se garantiza tener una visión más clara para poder realizar la propuesta de indicadores que una vez definidos los mismos, permitan comprobar el desenvolvimiento del proceso de administración y desarrollo de requisitos aplicable en los proyectos de desarrollo de software.

CAPÍTULO 2: Propuesta de Indicadores

2. Introducción

El proceso de definición de los indicadores es un proceso que se realiza con el propósito de evaluar la efectividad del cumplimiento de los objetivos y debe ser abordado con criterios técnicos y en un ambiente de participación porque de ello depende su legitimidad, validez y coste para medirlos. Los indicadores deben cubrir los aspectos más significativos de la entidad, esencialmente los referidos a los objetivos trazados por la misma, pero su número no puede exceder la capacidad de análisis de quienes los van a utilizar. En el momento de definirlos hay que tener en cuenta que los mismos deben de ser redactados de manera precisa y comprensible, deben ser susceptibles de medición, reflejar integralmente el cumplimiento de los objetivos, además que deben evitar estar condicionados a factores externos, así como también ser conocidos y accesibles a todos los niveles de la empresa. Es conveniente que los indicadores lleven asociados un criterio de aceptación y un procedimiento de medida o recogida de información. Además, al redactarlos, tiene que señalarse en qué momentos va a realizarse dicha medición para saber si los procesos que se miden están funcionando bien y por ende si se obtienen buenos resultados.

En el presente capítulo se realiza la propuesta de los indicadores candidatos que regirán el proceso de administración y desarrollo de requisitos en los proyectos de desarrollo de software aplicando el proceso IPP-3550:2009 Medición y Análisis definido en la UCI para la obtención de los indicadores y como soporte para la creación de los mismos el Método Goal Question (Indicator) Measure (GQ(I)M).

2.1. Propuesta de los Indicadores Candidatos

En la encuesta de selección múltiple aplicada a los proyectos de la UCI con el objetivo de contribuir a la definición de los indicadores que guiarán el proceso de administración y desarrollo de requisitos se propusieron tres técnicas a medir en este, donde los proyectos debían determinar si consideraban importante o no tener en cuenta estos criterios para evaluar dicho proceso. La misma arrojó los resultados que se muestran en el Anexo 2.

Tras el análisis de los resultados obtenidos en la encuesta anteriormente mencionada y de acuerdo a la petición del usuario de la medición, con vistas a darle solución a la situación existente actualmente en los proyectos de desarrollo de software respecto a la necesidad de aplicación de indicadores para llevar a cabo correctamente el proceso de administración y desarrollo de requisitos se han definido los indicadores con su orden de prioridad como se muestra en el Anexo 3. En este anexo se puede observar además si el

indicador está orientado a medir algo del proceso como es el caso del esfuerzo y la utilidad o si está encaminado a medir elementos que el proyecto va realizando técnicamente como son: los cambios de los requisitos, las inconsistencias, los riesgos.

2.2. Aspectos de Interés y Sub-Objetivos derivados

Para comenzar la formulación de los indicadores que guiarán el proceso de administración y desarrollo de requisitos se comienza con la ejecución del primer subproceso principal del proceso IPP-3550:2009 Medición y Análisis que lleva por nombre Identificar Objetivos de Medición, en el cual se identifican y/o refinan los aspectos de interés sobre los Objetivos Estratégicos de la Producción haciendo uso de la Guía de Aplicación del método GQ(I)M. Con la puesta en práctica de los pasos 1, 2, 3 y 4 de esta guía se llena la plantilla de Aspectos de Interés y Sub-Objetivos derivados, en la cual son definidos los siguientes aspectos:

- Objetivos de Negocio seleccionados.
- Modelo(s) Mentale(s) definido(s).
- Entidades identificadas y Preguntas relacionadas.
- Sub-Objetivos de Medición.
- Entidades y Atributos.

2.2.1. Objetivos de Negocio seleccionados

Para definir los objetivos de negocio a considerar en la medición se aplica el paso 1 del método GQ(I)M, donde se establece que primeramente deben ser analizados y seleccionados los Objetivos Estratégicos de la UCI, dirigidos a la Producción de Software, los cuales son revisados, propuestos y publicados cada año.

No.	Objetivos de Negocio	Referencia a los Objetivos Estratégicos
1	Reducir el costo de los proyectos de producción de software.	Desarrollo de productos y servicios.
2	Construir productos con altos niveles de calidad.	Gestión de la calidad del desarrollo de software.
3	Mantener un control y seguimiento sistemático en la producción.	Desarrollo de productos y servicios.
4	Cumplir los compromisos de entrega de los	Desarrollo de productos y servicios.

proyectos en el tiempo establecido.	
-------------------------------------	--

2.2.2. Modelo(s) Mental(es) definido(s)

La definición de los Modelos Mentales (o bocetos) se realiza aplicando el paso 1 del método GQ(I)M. Los cuales se crean para los procesos que se gestionan, controlan y/o ejecutan, considerando para ello elementos claves para su definición, tales como: ¿Qué recibe o usa? ¿En qué consiste? ¿Qué tiene? ¿Qué produce?

Recibe (Insumos).	Consiste en (Actividades o Flujo de Trabajo).	Tiene (Artefactos internos).	Produce (Productos o Subproductos)
Planificación que incluye: <ul style="list-style-type: none"> - Personas. - Tiempo. - Recursos materiales. - Tareas. Requisitos.	Monitoreo del proyecto que consiste en: <ul style="list-style-type: none"> - A partir de la planificación generar el estado del proyecto registrando los valores reales del estado de los indicadores, obtenidos en la revisión. - Estos indicadores deben estar en correspondencia a los seleccionados para los puntos 	- Plan de Desarrollo de Software. - Planes y registro de monitoreo. - Registro de Control de Cambios. - Registro de Inconsistencias. - Herramienta de gestión de proyecto.	- El seguimiento de lo real contra lo planeado. - La determinación del por ciento de utilidad. - La cuantificación de los cambios sufridos por los requisitos. - La identificación de inconsistencias y las causas que las originan. - La ejecución de acciones correctivas, si procede. - La determinación de la criticidad de

	<p>de monitoreo.</p> <p>Los casos posibles son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Actividades (Costo de la tarea (esfuerzo), Utilidad). - Control de cambios (Inestabilidad en los requisitos). - Revisión de inconsistencias (Cantidad de inconsistencias por revisiones, Cantidad de elementos inconsistentes por inconsistencia, Tiempo de resolución de inconsistencias, Causas de las inconsistencias y Acciones correctivas). - Riesgos (Impacto, probabilidad, y criticidad de la amenaza). 		<p>los riesgos.</p> <p>También se llenan los documentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Registro de Revisiones. - Planes y Registro de Monitoreo. - Registro de Control de cambios. - Registro de Inconsistencias y Acciones correctivas.
--	---	--	---

2.2.3. Entidades identificadas y Preguntas relacionadas

Una vez definidos los modelos mentales se ejecuta el paso 2 del método GQ(I)M, en el cual se plantea que deben ser listados los elementos importantes, que no son más que las Entidades de los procesos anteriormente representados en los modelos mentales que, desde su perspectiva, gestiona o influencia, orientándose al Objetivo de Negocio identificado. Además de definir para cada Entidad identificada preguntas cuyas respuestas puedan ayudar en sus funciones (gestionar, ejecutar y/o controlar) con vistas a lograr el objetivo seleccionado.

El método GQ(I)M recomienda abordar cada uno de los 4 grupos siguientes de Entidades, que se derivan de los elementos claves antes identificados:

- Recibe (Insumos).
- Consiste en (Actividades o Flujo de Trabajo).
- Tiene (Artefactos internos).
- Produce (Productos o Subproductos).

No.	Entidades de Interés	Grupo al que pertenece la Entidad*	No. del Objetivo de Negocio con que se vincula	Preguntas relacionadas con los Objetivos de Negocio seleccionados
1	Tareas	Actividades o Flujo de Trabajo	4	1. ¿Cuántas horas han sido dedicadas al proceso de administración y desarrollo de requisitos en la semana?
			1	2. ¿Cuál es el número de personas designadas a realizar las tareas programadas para llevar a cabo el proceso de administración y desarrollo de requisitos?
			1	3. ¿Cuál ha sido la cantidad de horas-hombres consumidas en el proceso de administración y desarrollo de requisitos, es decir, el esfuerzo realizado en este proceso?
			3	4. ¿Cuán útiles son para el equipo de desarrollo las actividades definidas para llevar a cabo el proceso de administración y desarrollo de requisitos?

			3	5. ¿Cuán útiles son los productos de trabajo que se obtienen en el proceso de administración y desarrollo de requisitos?
			3	6. ¿Cuán útiles son para el equipo de desarrollo las herramientas utilizadas durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos?
2	Cambios	Actividades o Flujo de Trabajo	4	7. ¿El cliente define con precisión y completamente todos los requisitos en las fases iniciales?
			2	8. ¿Existe satisfacción por parte de los clientes tanto internos como externos con el proceso de levantamiento de requisitos?
			3	9. ¿Cuántos cambios ha sufrido el requisito?
			3	10. ¿Se mantiene estable el número de requisitos estimados inicialmente con el número de los que se desarrollan realmente?
3	Inconsistencias	Actividades o Flujo de Trabajo	3	11. ¿Existen inconsistencias entre los requisitos, los planes y productos de trabajo del proyecto?
			3	12. ¿Se están realizando las revisiones pertinentes de forma periódica a los requisitos en el proceso de administración y desarrollo de requisitos?
			3	13. ¿Cuántas inconsistencias se están encontrando por cada revisión realizada durante el proceso?
			3	14. ¿Cuántos elementos inconsistentes hay por cada inconsistencia detectada durante las revisiones realizadas?
			4	15. ¿Cuántas horas han sido dedicadas a la resolución de inconsistencias en el proceso de administración y desarrollo de requisitos?
			3	16. ¿Cuáles son las principales causas de las inconsistencias?

			3	17. ¿Son exitosas las acciones correctivas tomadas para solucionar las inconsistencias?
4	Riesgos	Actividades o Flujo de Trabajo	1	18. ¿Cuál es el impacto del riesgo, en caso de materializarse, sobre el costo del proyecto? (Analizar el Impacto de cada uno de los riesgos).
			3	19. ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia del riesgo? Analizar la Probabilidad de cada uno de los riesgos).
			3	20. ¿El riesgo necesita un seguimiento y control dado por su criticidad? (Analizar la Criticidad de la amenaza de cada uno de los riesgos).

2.2.4. Sub-Objetivos de Medición

En el paso 3 del método GQ(I)M es donde se identifican los Sub-Objetivos de Medición, para lo cual se hace inminente agrupar las preguntas relacionadas entre sí según los Objetivos de Negocio que abordan, y a partir de esta agrupación, detectar los aspectos comunes o temas centrales que ellas abordan y tomando como guía dichos aspectos comunes, se proceden a proponer los Sub-Objetivos de Medición relacionados con cada uno de los Objetivos de Medición.

Aspectos comunes	No. de las Preguntas relacionadas	No.	Sub-Objetivos de Medición
Costo de las Tareas (esfuerzo) y Utilidad.	De la 1 a la 6	1	Monitorear el esfuerzo de las tareas a realizar durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos así como la utilidad de los diversos factores que intervienen en dicho proceso.
Inestabilidad en los requisitos.	De la 7 a la 10	2	Monitorear los cambios que sufren los requisitos.
Número de inconsistencias por revisiones, Cantidad de elementos inconsistentes	De la 11 a la 17	3	Monitorear la cantidad de inconsistencias por revisiones, la cantidad de elementos

por inconsistencia, Tiempo de resolución de inconsistencias, Causas de las inconsistencias y Acciones correctivas.			inconsistentes por inconsistencia, el tiempo de resolución de inconsistencias, las causas de las mismas y tomar acciones correctivas.
Riesgos	De la 18 a la 20	4	Monitorear los riesgos.

2.2.5. Entidades y Atributos

Los atributos que se le asocian a las entidades son definidos en el paso 4 del método GQ(I)M, las mismas se utilizarán como escenario para los pasos posteriores de GQ(I)M. Estas entidades y atributos son identificados a partir de una revisión a los Sub-Objetivos de Medición, de las listas de preguntas generadas y de los aspectos comunes detectados según cada uno de los Modelos Mentales descritos.

No. del Sub-Objetivo de Medición	1
Pregunta(s)	De la 1 a la 6
Entidad(s)	Tarea.
Atributo(s)	<ul style="list-style-type: none"> - Esfuerzo: <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de horas dedicadas al proceso. - Cantidad de personas trabajando en el proceso. - Esfuerzo que va a estar dado por la división del tiempo en horas dedicado a las tareas entre el número de personas designadas a administrar y desarrollar requisitos. - Utilidad: <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de respuestas positivas de cada categoría. - Cantidad de respuestas negativas de cada categoría.

No. del Sub-Objetivo de Medición	2
Pregunta(s)	De la 7 a la 10

Entidad(s)	Cambios.
Atributo(s)	Cantidad de cambios sufridos por el requisito.

No. del Sub-Objetivo de Medición	3
Pregunta(s)	De la 11 a la 17
Entidad(s)	Inconsistencias.
Atributo(s)	Número de inconsistencias por revisiones realizadas. Número de elementos inconsistentes por inconsistencias. Tiempo de resolución de inconsistencias. Causas de las inconsistencias. Acciones correctivas.

No. del Sub-Objetivo de Medición	4
Pregunta(s)	De la 18 a la 20
Entidad(s)	Riesgo.
Atributo(s)	Impacto que tiene cada Riesgo detectado: Valores entre 0 y 1, siendo 1 el que representa un mayor impacto en el Proyecto. Probabilidad de cada Riesgo detectado: Valores entre 0 y 1, siendo 1 el que ocurrirá con certeza. Criticidad de Riesgo detectado: Valores entre 0,01 y 1, obtenido a partir del producto entre el impacto y la probabilidad. El valor 1 se corresponde con que los riesgos son absolutamente probables que ocurran, y que traerán el impacto más severo en el proyecto.

2.3. Objetivos de Medición

Para definir los Objetivos de Medición se ejecuta el paso 5 del método GQ(I)M, cuyo objetivo es traducir los problemas, inquietudes y aspectos de interés identificados en Objetivos de Medición claramente declarados. Además se deben examinar los Sub-Objetivos, las Preguntas, las Entidades, y los Atributos que han sido identificados anteriormente en la plantilla de Aspectos de Interés y Sub-objetivos Derivados y expresar finalmente los Objetivos en declaraciones estructuradas que identifiquen: el objeto, el propósito, la perspectiva, el ambiente, y las limitaciones asociadas con cada actividad de medición que pretenda abordarlo.

No. del Objetivo de Medición 1: Determinar el esfuerzo empleado en el proceso de administración y desarrollo de requisitos para estimar el esfuerzo que sería necesario utilizar en dicho proceso en otros proyectos.		Prioridad: [De 1 a 5, siendo el 5 la menor prioridad]
Referencia del (de los) Sub-Objetivo(s) de Medición de los que proviene: Monitorear el esfuerzo de las tareas a realizar durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos así como la utilidad de los diversos factores que intervienen en dicho proceso.		
Objeto de Interés	El proceso de administración y desarrollo de requisitos en los proyectos de desarrollo de SW.	
Propósito	Determinar el esfuerzo que realiza un proyecto para administrar y desarrollar requisitos, con el fin de conocer el costo en horas/hombre que implica realizar este proceso.	
Perspectiva	Examinar el esfuerzo que realiza un proyecto para llevar a cabo la administración y el desarrollo de requisitos desde el punto de vista del Jefe de Proyecto y de la Gerencia.	
Ambiente	Proyectos de Desarrollo de Software.	

No. del Objetivo de Medición 2: Determinar la utilidad del proceso de administración y desarrollo de requisitos.		Prioridad: [De 1 a 5, siendo el 5 la menor prioridad]
Referencia del (de los) Sub-Objetivo(s) de Medición de los que proviene: Monitorear el esfuerzo de las tareas a realizar durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos así como la utilidad de los diversos factores que intervienen en dicho proceso.		
Objeto de Interés	El proceso de administración y desarrollo de requisitos en los proyectos de desarrollo de SW.	

Propósito	Analizar la utilidad del proceso de administración y desarrollo de requisitos, con el fin de retroalimentar a la gerencia del proceso sobre el valor agregado del mismo y sobre su adecuación a los proyectos de desarrollo de software.
Perspectiva	Examinar la utilidad del proceso de administración y desarrollo de requisitos desde el punto de vista de la Gerencia.
Ambiente	Proyectos de Desarrollo de Software.

No. del Objetivo de Medición 3: Cuantificar la cantidad de cambios que tengan lugar en los requisitos del software durante el desarrollo del proyecto para determinar su impacto sobre la planificación del proyecto.		Prioridad: [De 1 a 5, siendo el 5 la menor prioridad]
Referencia del (de los) Sub-Objetivo(s) de Medición de los que proviene: Monitorear los cambios que sufren los requisitos.		
Objeto de Interés	El proceso de administración y desarrollo de requisitos en los proyectos de desarrollo de SW.	
Propósito	Darle seguimiento a los cambios que ocurran en los requisitos, con el fin de cuantificar los mismos y de esta forma analizar su inestabilidad, lo cual contribuirá a definir su impacto sobre la planificación del proyecto y de esta forma controlarlos.	
Perspectiva	Cuantificar los cambios de los requisitos y de esta forma analizar su inestabilidad desde el punto de vista del Jefe de Proyecto.	
Ambiente	Proyectos de Desarrollo de Software.	

No. del Objetivo de Medición 4: Determinar el número de inconsistencias por revisiones realizadas y de elementos inconsistentes por cada una de las inconsistencias encontradas durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos.		Prioridad: [De 1 a 5, siendo el 5 la menor prioridad]
Referencia del (de los) Sub-Objetivo(s) de Medición de los que proviene: Monitorear la cantidad de inconsistencias por revisiones, la cantidad de elementos inconsistentes por inconsistencia, el tiempo de resolución de inconsistencias, las causas de las mismas y tomar acciones correctivas.		

Objeto de Interés	El proceso de administración y desarrollo de requisitos en los proyectos de desarrollo de SW.
Propósito	Determinar la cantidad de inconsistencias por cada revisión realizada y de elementos inconsistentes que existen en cada una de las inconsistencias encontradas durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos con el fin de posteriormente realizar un análisis y determinar los errores que causaron estas inconsistencias, para tratar de que no se vuelvan a repetir, además de ir disminuyendo el número de elementos inconsistentes.
Perspectiva	Cuantificar la cantidad de inconsistencias por cada revisión realizada y de elementos inconsistentes que existen en cada una de las inconsistencias encontradas durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos desde el punto de vista del Jefe de Proyecto.
Ambiente	Proyectos de Desarrollo de Software.

No. del Objetivo de Medición 5: Determinar el tiempo de resolución de inconsistencias en el proceso de administración y desarrollo de requisitos.		Prioridad: [De 1 a 5, siendo el 5 la menor prioridad]
Referencia del (de los) Sub-Objetivo(s) de Medición de los que proviene: Monitorear la cantidad de inconsistencias por revisiones, la cantidad de elementos inconsistentes por inconsistencia, el tiempo de resolución de inconsistencias, las causas de las mismas y tomar acciones correctivas.		
Objeto de Interés	El proceso de administración y desarrollo de requisitos en los proyectos de desarrollo de SW.	
Propósito	Analizar el tiempo que emplea un proyecto en la resolución de inconsistencias en el proceso de administrar y desarrollar requisitos, con el fin de conocer el tiempo en horas que implica realizar dicha tarea.	
Perspectiva	Determinar el tiempo que emplea un proyecto en la resolución de inconsistencias para llevar a cabo la administración y el desarrollo de requisitos desde el punto de vista del Jefe de Proyecto.	
Ambiente	Proyectos de Desarrollo de Software.	

No. del Objetivo de Medición 6: Analizar las causas de las inconsistencias en el proceso de administración y desarrollo de		Prioridad: [De 1 a 5, siendo el 5 la menor
---	--	---

requisitos.	prioridad]
Referencia del (de los) Sub-Objetivo(s) de Medición de los que proviene: Monitorear la cantidad de inconsistencias por revisiones, la cantidad de elementos inconsistentes por inconsistencia, el tiempo de resolución de inconsistencias, las causas de las mismas y tomar acciones correctivas.	
Objeto de Interés	El proceso de administración y desarrollo de requisitos en los proyectos de desarrollo de SW.
Propósito	Analizar las causas de las inconsistencias en el proceso de administración y desarrollo de requisitos, con el fin de evitarlas y de esta manera ganar en tiempo en la realización de los proyectos de desarrollo de software.
Perspectiva	Determinar las causas de las inconsistencias en el proceso de administración y desarrollo de requisitos desde el punto de vista del Administrador de la Calidad.
Ambiente	Proyectos de Desarrollo de Software.

No. del Objetivo de Medición 7: Monitorear las acciones correctivas tomadas para resolver las inconsistencias (y además si fueron exitosas o no) durante el desarrollo del proyecto para determinar su impacto sobre la planificación del proyecto.	Prioridad: [De 1 a 5, siendo el 5 la menor prioridad]
Referencia del (de los) Sub-Objetivo(s) de Medición de los que proviene: Monitorear la cantidad de inconsistencias por revisiones, la cantidad de elementos inconsistentes por inconsistencia, el tiempo de resolución de inconsistencias, las causas de las mismas y tomar acciones correctivas.	
Objeto de Interés	El proceso de administración y desarrollo de requisitos en los proyectos de desarrollo de SW.
Propósito	Darle seguimiento a las acciones correctivas tomadas para resolver las inconsistencias (y además si fueron exitosas o no) con el fin de agilizar el trabajo en los proyectos de desarrollo de software.
Perspectiva	Cuantificar las acciones correctivas tomadas para resolver las inconsistencias (y además si fueron exitosas o no) desde el punto de vista del Administrador de la Calidad.
Ambiente	Proyectos de Desarrollo de Software.

No. del Objetivo de Medición 8: Analizar la cantidad de riesgos convertidos en problemas en el proyecto con el fin de resolverlos.		Prioridad: [De 1 a 5, siendo el 5 la menor prioridad]
Referencia del (de los) Sub-Objetivo(s) de Medición de los que proviene: Monitorear los riesgos.		
Objeto de Interés	El proceso de administración y desarrollo de requisitos en los proyectos de desarrollo de SW.	
Propósito	Analizar la cantidad de riesgos convertidos en problemas a partir de su criticidad en el proyecto, con el fin de resolverlos.	
Perspectiva	Examinar la cantidad de riesgos convertidos en problemas desde el punto de vista del Jefe de Proyecto y Gerencia.	
Ambiente	Proyectos de Desarrollo de Software.	

2.4. Indicadores y Preguntas cuantificables

La ejecución del paso 6 del método GQ(I)M hace posible identificar los Indicadores que permitirán abordar los Objetivos de Medición establecidos y las Preguntas cuantificables que se desearían responder, las cuales abordan aspectos concretos que se quieren conocer sobre los Objetivos de Medición.

A continuación se muestra cómo quedan definidos los indicadores candidatos que permitirán medir una correcta administración y desarrollo de requisitos mediante la aplicación del paso 6 del método GQ(I)M, y definiendo los parámetros que establece la plantilla Objetivos, Preguntas e Indicadores.

2.4.1. Esfuerzo realizado para administrar y desarrollar requisitos.

No. del Objetivo de Medición 1	Determinar el esfuerzo empleado en el proceso de administración y desarrollo de requisitos para estimar el esfuerzo que sería necesario utilizar en dicho proceso en otros proyectos.
Preguntas	<p>¿Cuántas horas han sido dedicadas al proceso de administración y desarrollo de requisitos en la semana?</p> <p>¿Cuál es el número de personas designadas a realizar las tareas programadas para llevar a cabo el proceso de administración y desarrollo de requisitos?</p> <p>¿Cuál ha sido la cantidad de horas-hombres consumidas en el proceso de administración y desarrollo de requisitos, es decir, el esfuerzo realizado en este proceso?</p>

Indicadores											
Indicador: Esfuerzo realizado para administrar y desarrollar requisitos.	Fecha:										
Enfocado a: Jefe de Proyecto. Gerencia.	Frecuencia: Semanal										
Gráfico	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>Esfuerzo empleado para administrar y desarrollar requisitos</p> <table border="1" style="margin: 0 auto; border-collapse: collapse;"> <caption>Data for Esfuerzo empleado para administrar y desarrollar requisitos</caption> <thead> <tr> <th>Semana</th> <th>Esfuerzo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Semana 1</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>Semana 2</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Semana 3</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Semana n</td> <td>18</td> </tr> </tbody> </table> </div>	Semana	Esfuerzo	Semana 1	32	Semana 2	15	Semana 3	20	Semana n	18
Semana	Esfuerzo										
Semana 1	32										
Semana 2	15										
Semana 3	20										
Semana n	18										
Medidas Base y/o Derivada implicadas	<ul style="list-style-type: none"> Medida Base: Cantidad de horas dedicadas al proceso. Medida Base: Cantidad de personas trabajando en el proceso. Medida Derivada: Esfuerzo empleado por el equipo de desarrollo para administrar y desarrollar requisitos: Tiempo en horas dedicado a las tareas/Número de personas designadas a administrar y desarrollar requisitos. (Unidad de Medida: Horas/Hombre.) 										
Algoritmo de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obtener las medidas bases. 2. Calcular las medidas derivadas. 3. Representar en el eje horizontal las semanas dedicadas al proceso de administración y desarrollo de requisitos del proyecto. 4. Representar en el eje vertical los valores que toma el esfuerzo realizado por el equipo de desarrollo para administrar y desarrollar requisitos en la semana. 										

<p>Guías para la interpretación</p>	<p>Datos y ejes representados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eje Horizontal: Se encuentran listadas las semanas dedicadas al proceso de administración y desarrollo de requisitos. • Eje Vertical: Se indican los valores del esfuerzo realizado por el equipo de desarrollo para llevar a cabo los procesos de administración y desarrollo de requisitos. • Se representa el esfuerzo realizado cada semana por el equipo de desarrollo para administrar y desarrollar requisitos. <p>Interpretando este indicador:</p> <p>Este gráfico permite observar y valorar cómo se comporta el costo en horas/hombre en el proyecto en el proceso de administración y desarrollo de requisitos, por lo que es imprescindible realizar un análisis del valor de cada esfuerzo calculado semanalmente.</p> <p>Este análisis se puede realizar por apreciación visual o a partir de los valores que se graficaron una vez obtenido el valor de la Medida Derivada correspondiente.</p> <p>Escenario ideal:</p> <p>Que el esfuerzo real empleado para administrar y desarrollar requisitos esté acorde al esfuerzo planificado por el proyecto de desarrollo para llevar a cabo este proceso.</p>
<p>Interpretación</p>	<p><i>Este campo lo llena el Jefe de Proyecto y la Gerencia una vez que se recogen y grafican los datos del indicador.</i></p>
<p>Preguntas sugeridas para el Análisis</p>	<p>¿Se mantiene estable el esfuerzo realizado por el proyecto para llevar a cabo el proceso de administración y desarrollo de requisitos?</p> <p>¿El esfuerzo que realiza el proyecto para administrar y desarrollar requisitos influye de forma positiva en la utilidad de dicho proceso?</p> <p>¿En qué medida se está viendo afectado el esfuerzo que realiza el proyecto para administrar y desarrollar requisitos por los cambios que sufren los requisitos?</p> <p>¿Está influyendo en el esfuerzo que realiza el proyecto para administrar y desarrollar requisitos el tiempo dedicado para la resolución de inconsistencias?</p> <p>¿En qué medida las acciones correctivas aplicadas a las inconsistencias encontradas durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos,</p>

	<p>las cuales no resultaron exitosas están afectando el esfuerzo que realiza el proyecto para administrar y desarrollar requisitos?</p> <p>¿En qué medida se está viendo afectado el esfuerzo que emplea el proyecto para llevar a cabo el proceso de administración y desarrollo de requisitos por los riesgos convertidos en problemas?</p>
Análisis	<i>Este campo lo llena el Jefe de Proyecto y la Gerencia una vez realizada la interpretación y apoyándose en las preguntas sugeridas para el presente análisis.</i>
Responsable(s)	<ul style="list-style-type: none"> - De obtener el Indicador: Administrador de la Calidad. - De interpretar el Indicador: Jefe de Proyecto y Gerencia. - De realizar el análisis causal: Jefe de Proyecto y Gerencia.
Evolución propuesta para el Indicador	Este Indicador está encaminado a determinar el esfuerzo real que realiza el equipo de desarrollo para administrar y desarrollar requisitos, por lo que se propone que se siga trabajando en el mismo, realizando nuevas versiones en dependencia de las necesidades del momento para mejorar este tipo de seguimiento y control, y a través de la recolección de históricos obtenida con el mismo, se podrá adquirir información suficiente como para predecir su comportamiento en otros proyectos.
Referencia	<i>Este campo lo llena el Jefe de Proyecto y la Gerencia, aquí se hace referencia a los valores de otros indicadores definidos en caso de que los mismos puedan influenciar en la interpretación del indicador actual.</i>

2.4.2. Utilidad del proceso de administrar y desarrollar los requisitos.

Para determinar la utilidad del proceso de administración y desarrollo de requisitos con la puesta en práctica del Indicador “Utilidad del proceso de administrar y desarrollar requisitos”, primeramente hay que aplicar la encuesta que aparece en el Anexo 4 al proyecto que necesita conocer esta información, con el objetivo de determinar las medidas bases, las cuales permitirán calcular las medidas derivadas y con la realización de un análisis de los datos obtenidos se sabrá si el proceso es útil o no.

No. del Objetivo de Medición 2	Determinar la utilidad del proceso de administración y desarrollo de requisitos.
Preguntas	¿Cuán útiles son para el equipo de desarrollo las actividades definidas para llevar a cabo el proceso de administración y desarrollo de requisitos?

	<p>¿Cuán útiles son los productos de trabajo que se obtienen en el proceso de administración y desarrollo de requisitos?</p> <p>¿Cuán útiles son para el equipo de desarrollo las herramientas utilizadas durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos?</p>																		
Indicadores																			
Indicador: Utilidad del proceso de administrar y desarrollar los requisitos.	Fecha:																		
Enfocado a: Gerencia.	Frecuencia: Mensual.																		
Gráfico	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>Utilidad del proceso</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>% Respuestas positivas</th> <th>% Respuestas negativas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Total</td> <td>75</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Generales</td> <td>100</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Herramientas</td> <td>100</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Productos de trabajo</td> <td>67</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>Actividades</td> <td>71</td> <td>29</td> </tr> </tbody> </table> </div>	Categoría	% Respuestas positivas	% Respuestas negativas	Total	75	25	Generales	100	0	Herramientas	100	0	Productos de trabajo	67	33	Actividades	71	29
Categoría	% Respuestas positivas	% Respuestas negativas																	
Total	75	25																	
Generales	100	0																	
Herramientas	100	0																	
Productos de trabajo	67	33																	
Actividades	71	29																	
Medidas Base y/o Derivada implicadas	<ul style="list-style-type: none"> • Medida Base: Cantidad de respuestas positivas de cada categoría. (P) • Medida Base: Cantidad de respuestas negativas de cada categoría.(N) • Medida Derivada: Cantidad total de respuestas de cada categoría. (T = P + N) • Medida Derivada: Valor en % de las respuestas positivas de cada categoría. ($P_p = P * 100 / T$) • Medida Derivada: Valor en % de las respuestas negativas de cada categoría. ($P_n = N * 100 / T$) • Medida Derivada: Valor en % del total positivo de utilidad del proceso de administración y desarrollo de requisitos. ($P_{tp} = \sum P * 100 / \sum T$). • Medida Derivada: Valor en % del total negativo de utilidad del proceso de administración y desarrollo de requisitos. ($P_{tn} = \sum N * 100 / \sum T$). 																		
Algoritmo de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obtener las medidas bases. 2. Calcular las medidas derivadas. 																		

	<p>3. Representar en el eje horizontal los por ciento de utilidad de cada una de las categorías. (valores entre 0 y 100 %)</p> <p>4. Representar en el eje vertical cada una de las categorías y el total.</p>
Guías para la interpretación	<p>Datos y ejes representados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eje Horizontal: Se encuentran representados los por ciento de utilidad de cada una de las categorías. (valores entre 0 y 100 %). • Eje Vertical: Se representan las categorías y el total, con el objetivo de conocer la utilidad de cada una de dichas categorías y del proceso en general, donde esta última está representada por el total. <p>Interpretando este indicador:</p> <p>En la gráfica se representa el por ciento de utilidad de las actividades definidas para administrar y desarrollar requisitos, así como los productos de trabajo que se obtienen en el proceso y las herramientas utilizadas durante la ejecución del mismo.</p> <p>Escenario Ideal:</p> <p>Cuando en el gráfico las barras que representan el % de respuestas positivas estén cercanas al 100 %, ya que esto significaría que las actividades programadas para administrar y desarrollar requisitos, así como los productos de trabajo que se obtienen en el proceso y las herramientas utilizadas durante la ejecución del mismo son de gran utilidad para el equipo de desarrollo para poder llevar a cabo una correcta administración y desarrollo de requisitos.</p>
Interpretación	<p><i>Este campo lo llena la Gerencia una vez que recoge y grafica los datos del indicador.</i></p>
Preguntas sugeridas para el Análisis	<p>¿La utilidad conferida por el equipo de desarrollo a las actividades se encuentra por encima del 75 %? De ser así significa que la realización de estas actividades le está dando beneficios al proyecto, es decir, son adecuadas para su entorno.</p> <p>¿La utilidad conferida a los productos de trabajo se encuentra por encima del 75 %? De ser así significa que los productos de trabajos han satisfecho en un alto grado las necesidades del proyecto y del cliente.</p> <p>¿La utilidad conferida por el equipo de desarrollo a las herramientas</p>

	<p>utilizadas durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos se encuentra por encima del 75 %? De ser así significa que la utilización de las mismas es importante para llevar a cabo una correcta administración y desarrollo de requisitos.</p> <p>¿A cuál de las categorías el equipo de desarrollo le confiere mayor utilidad para llevar a cabo una correcta administración y desarrollo de requisitos?</p> <p>¿La utilidad conferida por el equipo de desarrollo al proceso de administración y desarrollo de requisitos está por encima del 75 %? De ser así significa que el proceso en general es útil.</p> <p>¿La utilidad del proceso de administración y desarrollo de requisitos está en correspondencia con el esfuerzo que está realizando el proyecto para administrar y desarrollar requisitos?</p>
Análisis	<i>Este campo lo llena la Gerencia una vez realizada la interpretación y apoyándose en las preguntas sugeridas para el presente análisis.</i>
Responsable(s)	<ul style="list-style-type: none"> - De obtener el Indicador: Administrador de Calidad. - De interpretar el Indicador: Gerencia. - De realizar el análisis causal: Gerencia.
Evolución propuesta para el Indicador	<p>Este Indicador está orientado a determinar cuán útil es para el equipo de desarrollo las actividades definidas para administrar y desarrollar requisitos, así como los productos de trabajo que se obtienen en el proceso y las herramientas utilizadas durante la ejecución del mismo. Proponiéndose que se siga trabajando en el mismo, realizando nuevas versiones para mejorar este tipo de seguimiento y control, y a través de la recolección de históricos obtenida con el mismo, se podrá adquirir información suficiente como para predecir su comportamiento en otros proyectos.</p>
Referencia	<i>Este campo lo llena la Gerencia, aquí se hace referencia a los valores de otros indicadores definidos en caso de que los mismos puedan influenciar en la interpretación del indicador actual.</i>

2.4.3. Cambio- Inestabilidad en los requisitos.

No. del Objetivo de Medición 3	Cuantificar la cantidad de cambios que tengan lugar en los requisitos del software durante el desarrollo del proyecto para determinar su impacto sobre la planificación del proyecto.
Preguntas	¿El cliente define con precisión y completamente todos los requisitos en las fases iniciales?

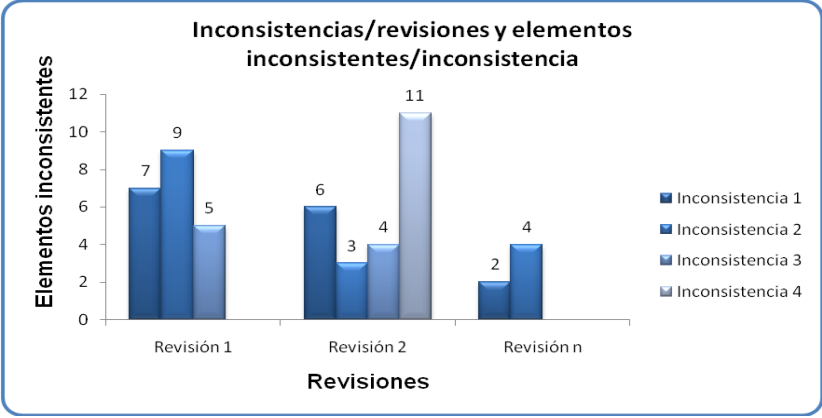
	<p>¿Existe satisfacción por parte de los clientes tanto internos como externos con el proceso de levantamiento de requisitos?</p> <p>¿Cuántos cambios ha sufrido el requisito?</p> <p>¿Se mantiene estable el número de requisitos estimados inicialmente con el número de los que se desarrollan realmente?</p>															
Indicadores																
Indicador: Cambios-Inestabilidad de los Requisitos.	Fecha:															
Enfocado a: Jefe de Proyecto.	Frecuencia: Al finalizar cada hito.															
Gráfico	<div style="text-align: center;"> <table border="1" style="margin: auto;"> <caption>Cambios-Inestabilidad</caption> <thead> <tr> <th>Requisito</th> <th>Cantidad de cambios</th> <th>% que respresentan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Requisito 1</td> <td>4</td> <td>28,57</td> </tr> <tr> <td>Requisito 2</td> <td>6</td> <td>42,86</td> </tr> <tr> <td>Requisito 3</td> <td>3</td> <td>21,43</td> </tr> <tr> <td>Requisito n</td> <td>2</td> <td>14,29</td> </tr> </tbody> </table> </div>	Requisito	Cantidad de cambios	% que respresentan	Requisito 1	4	28,57	Requisito 2	6	42,86	Requisito 3	3	21,43	Requisito n	2	14,29
Requisito	Cantidad de cambios	% que respresentan														
Requisito 1	4	28,57														
Requisito 2	6	42,86														
Requisito 3	3	21,43														
Requisito n	2	14,29														
Medidas Base y/o Derivada implicadas	<ul style="list-style-type: none"> - Medida Base: Número de cambios sufridos por el requisito. - Medida Derivada: % que representa la cantidad de cambios que sufrió ese requisito del total de cambios encontrados. <p>$\text{Cantidad de cambios que sufrió el requisito} \times 100 / \text{Total de cambios encontrados}$.</p>															
Algoritmo de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obtener las medidas bases. 2. Calcular las medidas derivadas. 3. Representar en el eje horizontal los requisitos. 4. Representar en el eje vertical la cantidad de cambios que sufrieron los requisitos y el por ciento que representan los mismos del total de cambios ocurridos durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos. 															
Guías para la interpretación	<p>Datos y ejes representados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eje Horizontal: Se encuentran listados los requisitos. 															

	<ul style="list-style-type: none"> • Eje Vertical: Se representa la cantidad de cambios que sufrieron los requisitos y el por ciento que representan los mismos del total de cambios ocurridos durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos. • Se representan dos barras verticales por cada requisito, indicando con la primera de ellas la cantidad de cambios que sufrió el requisito y con la segunda el por ciento que representan esos cambios del total de los cambios encontrados. <p>Interpretando este indicador:</p> <p>Con la interpretación del gráfico se puede deducir que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mientras más alta sean las barras esto significa que ese requisito ha sufrido mayor cantidad de cambios y esto a su vez implica que el mismo haya sido más inestable. <p>Escenario Ideal:</p> <p>Cuando en el gráfico las barras estén cercanas al valor 0, ya que esto significaría que los requisitos no han sufridos tantos cambios, es decir, se han mantenido bastante estables, lo cual contribuiría a que se cumpla en lo mayor posible con la planificación del proyecto.</p>
Interpretación	<i>Este campo lo llena el Jefe de Proyecto una vez que recoge y grafica los datos del indicador.</i>
Preguntas sugeridas para el Análisis	<p>¿Se atrasaría mucho la planificación del proyecto dependiendo de ese requisito?</p> <p>¿En qué medida están influyendo los cambios que sufren los requisitos en el esfuerzo que está realizando el proyecto para llevar a cabo el proceso de administración y desarrollo de requisitos?</p> <p>¿Cuál requisito se mantiene más estable?</p> <p>¿Cuál requisito se mantiene más inestable?</p>
Análisis	<i>Este campo lo llena el Jefe de Proyecto una vez realizada la interpretación y apoyándose en las preguntas sugeridas para el presente análisis.</i>
Responsable(s)	<ul style="list-style-type: none"> - De obtener el Indicador: Administrador de la Calidad. - De interpretar el Indicador: Jefe de Proyecto. - De realizar el análisis causal: Jefe de Proyecto.
Evolución propuesta para	Este Indicador está orientado a representar la cantidad de cambios que sufrieron los requisitos y el por ciento que representan los mismos del total

el Indicador	de cambios encontrados, así como delimitar cuáles se mantienen más estables y cuáles más inestables según lo graficado. Basado en lo planteado anteriormente se propone que se siga trabajando en el mismo, realizando nuevas versiones en dependencia de las necesidades del momento para mejorar este tipo de seguimiento y control, y a través de la recolección de históricos obtenida con el mismo, se podrá adquirir información suficiente como para predecir su comportamiento en otros proyectos.
Referencia	<i>Este campo lo llena el Jefe de Proyecto, aquí se hace referencia a los valores de otros indicadores definidos en caso de que los mismos puedan influenciar en la interpretación del indicador actual.</i>

2.4.4. Cantidad de inconsistencias/revisiones realizadas.

No. del Objetivo de Medición 4	Determinar el número de inconsistencias por revisiones realizadas y de elementos inconsistentes por cada una de las inconsistencias encontradas durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos.	
Preguntas	<p>¿Existen inconsistencias entre los requisitos, los planes y productos de trabajo del proyecto?</p> <p>¿Se están realizando las revisiones pertinentes de forma periódica a los requisitos en el proceso de administración y desarrollo de requisitos?</p> <p>¿Cuántas inconsistencias se están encontrando por cada revisión realizada durante el proceso?</p> <p>¿Cuántos elementos inconsistentes hay por cada inconsistencia detectada durante las revisiones realizadas?</p>	
Indicadores		
Indicador: Cantidad de inconsistencias/revisiones realizadas.		Fecha:
Enfocado a: Jefe de Proyecto.	Frecuencia: Al terminar cada fase.	

<p>Gráfico</p>	 <table border="1"> <caption>Inconsistencias/revisiones y elementos inconsistentes/inconsistencia</caption> <thead> <tr> <th>Revisión</th> <th>Inconsistencia 1</th> <th>Inconsistencia 2</th> <th>Inconsistencia 3</th> <th>Inconsistencia 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Revisión 1</td> <td>7</td> <td>9</td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Revisión 2</td> <td>6</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>Revisión n</td> <td>2</td> <td>4</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Revisión	Inconsistencia 1	Inconsistencia 2	Inconsistencia 3	Inconsistencia 4	Revisión 1	7	9	5		Revisión 2	6	3	4	11	Revisión n	2	4		
Revisión	Inconsistencia 1	Inconsistencia 2	Inconsistencia 3	Inconsistencia 4																	
Revisión 1	7	9	5																		
Revisión 2	6	3	4	11																	
Revisión n	2	4																			
<p>Medidas Base y/o Derivada implicadas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Medida Base: Número de inconsistencias por revisiones realizadas. • Medida Base: Número de elementos inconsistentes por inconsistencias. • Medida Derivada: -- 																				
<p>Algoritmo de obtención</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obtener las medidas bases. 2. Representar en el eje horizontal las revisiones realizadas durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos. 3. Representar en el eje vertical la cantidad de elementos inconsistentes encontrados por cada inconsistencia detectada durante las revisiones realizadas al proceso de administración y desarrollo de requisitos. 																				
<p>Guías para la interpretación</p>	<p>Datos y ejes representados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eje Horizontal: Se encuentran representadas las revisiones realizadas durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos. • Eje Vertical: Se indica la cantidad de elementos inconsistentes encontrados por cada inconsistencia detectada durante las revisiones realizadas al proceso de administración y desarrollo de requisitos. • Se representan tantas barras verticales por cada revisión realizada como inconsistencias encontradas en dichas revisiones. <p>Interpretando este indicador:</p> <p>Con ayuda del gráfico se puede deducir que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mientras menor sea el número de barras graficadas por cada 																				

	<p>revisión esto demuestra la consistencia entre los requisitos del proyecto, los productos relacionados y los planes y mientras más cercano al valor 0 se encuentren estas barras menor es el número de elementos inconsistentes encontrados en cada una de las inconsistencias detectadas durante las revisiones realizadas.</p> <p>Escenario Ideal:</p> <p>Cuando en cada una de las revisiones representadas en el eje horizontal del gráfico exista el menor número posible de barras y que las mismas estén cercanas al valor 0, ya que esto significaría que los elementos revisados son consistentes entre sí y con los requisitos, lo que garantizaría entre otras cosas, llevar a cabo un buen desarrollo del software.</p>
Interpretación	<i>Este campo lo llena el Jefe de Proyecto una vez que recoge y grafica los datos del indicador.</i>
Preguntas sugeridas para el Análisis	<p>¿Cómo se comporta el número de inconsistencias en cada uno de los requisitos en las revisiones realizadas estableciendo comparaciones de los resultados obtenidos en cada revisión, una respecto a otra?</p> <p>¿Se está detectando un número elevado de elementos inconsistentes en cada una de las inconsistencias detectadas en las revisiones realizadas?</p> <p>¿El número de inconsistencias encontradas en las revisiones realizadas en el proceso de administración y desarrollo de requisitos han constituido un impacto significativo en el correcto desarrollo del software?</p> <p>¿Aportan una utilidad significativa al proceso de administración y desarrollo de requisitos las revisiones de inconsistencias?</p>
Análisis	<i>Este campo lo llena el Jefe de Proyecto una vez realizada la interpretación y apoyándose en las preguntas sugeridas para el presente análisis.</i>
Responsable(s)	<ul style="list-style-type: none"> - De obtener el Indicador: Administrador de Calidad. - De interpretar el Indicador: Jefe de Proyecto. - De realizar el análisis causal: Jefe de Proyecto.
Evolución propuesta para el Indicador	Este Indicador está orientado a interpretar y analizar gráficamente la consistencia existente entre los requisitos del software, los productos de trabajo (documentos) relacionados con estos y los planes del proyecto, cuantificando la cantidad de inconsistencias detectadas durante cada una de las revisiones realizadas así como el número de elementos

	inconsistentes encontrados en cada una de estas inconsistencias. Proponiéndose que se siga trabajando en el mismo, realizando nuevas versiones en dependencia de las necesidades del momento para mejorar este tipo de seguimiento y control, y a través de la recolección de históricos obtenida con el mismo, se podrá adquirir información suficiente como para predecir su comportamiento en otros proyectos.
Referencia	<i>Este campo lo llena el Jefe de Proyecto, aquí se hace referencia a los valores de otros indicadores definidos en caso de que los mismos puedan influenciar en la interpretación del indicador actual.</i>

2.4.5. Tiempo de resolución de inconsistencias.

No. del Objetivo de Medición 5	Determinar el tiempo de resolución de inconsistencias en el proceso de administración y desarrollo de requisitos.											
Preguntas	<p>¿Cuántas horas han sido dedicadas a la resolución de inconsistencias en el proceso de administración y desarrollo de requisitos?</p> <p>¿Qué importancia tiene llevar a cabo este paso en el proceso de administración y desarrollo de requisitos?</p>											
Indicadores												
Indicador: Tiempo de resolución de inconsistencias.		Fecha:										
Enfocado a: Jefe de Proyecto.	Frecuencia: Al finalizar cada fase.											
Gráfico	<p>The bar chart displays the time spent on resolving inconsistencies across four categories: Fase 1, Fase 2, Fase 3, and Total. The y-axis represents time in hours, ranging from 0 to 6. The bars are blue and labeled with their respective values: Fase 1 (2), Fase 2 (1), Fase 3 (2), and Total (5). A legend indicates that the blue bars represent 'Tiempo'.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Tiempo (Horas)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fase 1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Fase 2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Fase 3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>		Categoría	Tiempo (Horas)	Fase 1	2	Fase 2	1	Fase 3	2	Total	5
Categoría	Tiempo (Horas)											
Fase 1	2											
Fase 2	1											
Fase 3	2											
Total	5											
Medidas Base y/o Derivada	<ul style="list-style-type: none"> Medida Base: Tiempo en horas empleado para resolver 											

<p>implicadas</p>	<p>inconsistencias en cada una de las fases.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medida Derivada: --
<p>Algoritmo de obtención</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obtener las medidas bases. 2. Representar en el eje horizontal las fases del proceso de administración y desarrollo de requisitos del proyecto. 3. Representar en el eje vertical los valores que toma el tiempo empleado por el equipo de desarrollo para resolver las inconsistencias en el proceso de administrar y desarrollar requisitos al finalizar cada fase.
<p>Guías para la interpretación</p>	<p>Datos y ejes representados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eje Horizontal: Se encuentran listadas las fases del proceso de administración y desarrollo de requisitos. • Eje Vertical: Se indican los valores del tiempo en horas empleado por el equipo de desarrollo para resolver las inconsistencias en el proceso de administrar y desarrollar requisitos. • Se representa el total del tiempo en horas empleado al finalizar cada fase por el equipo de desarrollo para resolver las inconsistencias en el proceso de administrar y desarrollar requisitos. <p>Interpretando este indicador:</p> <p>Este gráfico permite observar y valorar cuánto tiempo se invierte en el proyecto resolviendo las inconsistencias en el proceso de administración y desarrollo de requisitos, por lo que es imprescindible realizar un análisis del valor de cada tiempo calculado al finalizar cada fase para luego calcular un tiempo total y de esta forma determinar el comportamiento del mismo según lo planificado.</p> <p>Este análisis se puede realizar a partir de los valores que se graficaron una vez obtenido el valor de las Medida Base correspondiente.</p> <p>Escenario ideal:</p> <p>Cuando las barras estén cercanas al valor cero, lo cual indicaría que el tiempo empleado para resolver las inconsistencias encontradas durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos fue mínimo y</p>

	esto a la vez indica que el grado de complejidad de las inconsistencias es pequeño, lo que influiría positivamente en la planificación del proyecto.
Interpretación	<i>Este campo lo llena el Jefe de Proyecto una vez que recoge y grafica los datos del indicador.</i>
Preguntas sugeridas para el Análisis	¿Se mantiene estable el tiempo empleado por el equipo de desarrollo para resolver las inconsistencias al finalizar cada fase en el proceso de administración y desarrollo de requisitos? ¿Qué impacto tiene el tiempo dedicado a resolver las inconsistencias encontradas en cada fase en el esfuerzo que emplea el proyecto para llevar a cabo el proceso de administración y desarrollo de requisitos?
Análisis	<i>Este campo lo llena el Jefe de Proyecto una vez realizada la interpretación y apoyándose en las preguntas sugeridas para el presente análisis.</i>
Responsable(s)	<ul style="list-style-type: none"> - De obtener el Indicador: Administrador de la Calidad. - De interpretar el Indicador: Jefe de Proyecto. - De realizar el análisis causal: Jefe de Proyecto.
Evolución propuesta para el Indicador	Este Indicador está encaminado a determinar el tiempo que demora el equipo de desarrollo para resolver las inconsistencias en el proceso de administrar y desarrollar requisitos, lo cual posibilita que en un futuro se pueda tener en cuenta estas inconsistencias para controlarlas, y evitar su aparición en otros proyectos y así no demorar la realización del mismo.
Referencia	<i>Este campo lo llena el Jefe de Proyecto, aquí se hace referencia a los valores de otros indicadores definidos en caso de que los mismos puedan influenciar en la interpretación del indicador actual.</i>

2.4.6. Causas de las inconsistencias.

No. del Objetivo de Medición 6	Analizar las causas de las inconsistencias en el proceso de administración y desarrollo de requisitos.
Preguntas	¿Cuál es la causa que genera más inconsistencias? ¿Qué importancia tiene para el desarrollo del proyecto que se analicen las causas de las inconsistencias?

Indicadores																				
Indicador: Causas de las inconsistencias.		Fecha:																		
Enfocado a: Administrador de la Calidad.	Frecuencia: Al finalizar cada fase.																			
Gráfico	<table border="1"> <caption>Causas de las inconsistencias</caption> <thead> <tr> <th>Causa</th> <th>Frecuencia Absoluta</th> <th>Frecuencia Relativa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Especificación de...</td> <td>9,00</td> <td>0,29</td> </tr> <tr> <td>Especificación de...</td> <td>8,25</td> <td>0,55</td> </tr> <tr> <td>Modelado de...</td> <td>6,50</td> <td>0,76</td> </tr> <tr> <td>Planes</td> <td>4,00</td> <td>0,89</td> </tr> <tr> <td>Diagrama de Clases</td> <td>3,50</td> <td>1,00</td> </tr> </tbody> </table>		Causa	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Especificación de...	9,00	0,29	Especificación de...	8,25	0,55	Modelado de...	6,50	0,76	Planes	4,00	0,89	Diagrama de Clases	3,50	1,00
Causa	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa																		
Especificación de...	9,00	0,29																		
Especificación de...	8,25	0,55																		
Modelado de...	6,50	0,76																		
Planes	4,00	0,89																		
Diagrama de Clases	3,50	1,00																		
Medidas Base y/o Derivada implicadas	<ul style="list-style-type: none"> • Medida Base: Frecuencia Absoluta de aparición (es la frecuencia de aparición de las causas en el período a analizar). • Medida Base: Cantidad de Revisiones. • Medida Derivada: Frecuencia Media = Frecuencia Absoluta / Cantidad de Revisiones. • Medida Derivada: Total de Frecuencia Media = \sum Frecuencia Media. • Medida Derivada: Frecuencia Relativa = Frecuencia Media / Total de Frecuencia Media. • Medida Derivada: Frecuencia Acumulada = \sum Frecuencia Relativa. 																			

<p>Algoritmo de obtención</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obtener las medidas bases. 2. Calcular las medidas derivadas. 3. Representar en el eje horizontal las causas de las inconsistencias en el proceso de administración y desarrollo de requisitos. 4. Representar en el eje vertical los valores que toma la frecuencia media.
<p>Guías para la interpretación</p>	<p>Datos y ejes representados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eje Horizontal: Se encuentran listadas las causas de las inconsistencias en el proceso de administración y desarrollo de requisitos. • Eje Vertical: Se indican los valores de la frecuencia media que es la que define cuál causa produjo más inconsistencias en el proceso de administrar y desarrollar requisitos. • El gráfico lineal, es decir, los puntos rojos, indica el porcentaje acumulado, comenzando en la barra de la primera categoría (la más alta). <p>Interpretando este indicador:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Este gráfico permite observar y valorar cómo se comportan los valores de la frecuencia media para luego determinar tras un análisis del diagrama de Pareto cuál causa produjo más inconsistencias al finalizar cada fase del proceso de administración y desarrollo de requisitos. <p>Escenario ideal:</p> <p>Mientras más cercanas estén las barras azules al valor 0 más alejadas estarán del rayo rojo lo cual indicaría que esa causa no produjo muchas o ninguna inconsistencia. De acuerdo al gráfico podemos apreciar que la causa que más inconsistencias produjo fue la causa 1 y la que menos inconsistencias produjo fue la causa n.</p>
<p>Interpretación</p>	<p><i>Este campo lo llena el Administrador de la Calidad una vez que recoge y grafica los datos del indicador.</i></p>

Preguntas sugeridas para el Análisis	<p>¿Es muy alto el número de inconsistencias producido por una sola causa?</p> <p>¿Qué problema trae consigo para el desarrollo del proyecto la aparición de causas que generen más de una inconsistencia?</p>
Análisis	<i>Este campo lo llena el Administrador de la Calidad una vez realizada la interpretación y apoyándose en las preguntas sugeridas para el presente análisis.</i>
Responsable(s)	<ul style="list-style-type: none"> - De obtener el Indicador: Administrador de Calidad. - De interpretar el Indicador: Administrador de Calidad. - De realizar el análisis causal: Administrador de Calidad.
Evolución propuesta para el Indicador	Este Indicador está orientado a descubrir cuáles son las principales causas que traen consigo la aparición de inconsistencias en el proceso de administrar y desarrollar requisitos para en proyectos futuros poder evitarlas y así lograr un mejor trabajo en el proyecto y un mejor funcionamiento del mismo en un futuro.
Referencia	<i>Este campo lo llena el Administrador de la Calidad, aquí se hace referencia a los valores de otros indicadores definidos en caso de que los mismos puedan influenciar en la interpretación del indicador actual.</i>

2.4.7. Acciones correctivas tomadas para resolver las inconsistencias (y además si fueron exitosas o no).

No. del Objetivo de Medición 7	Monitorear las acciones correctivas tomadas para resolver las inconsistencias (y además si fueron exitosas o no) durante el desarrollo del proyecto para determinar su impacto sobre la planificación del proyecto.
Preguntas	<p>¿Qué importancia tiene para el equipo de desarrollo y todos los implicados en el desarrollo del proyecto que se tomen acciones correctivas para resolver las inconsistencias?</p> <p>¿Cuán importante es saber si dichas acciones correctivas tomadas fueron exitosas o no?</p>
Indicadores	

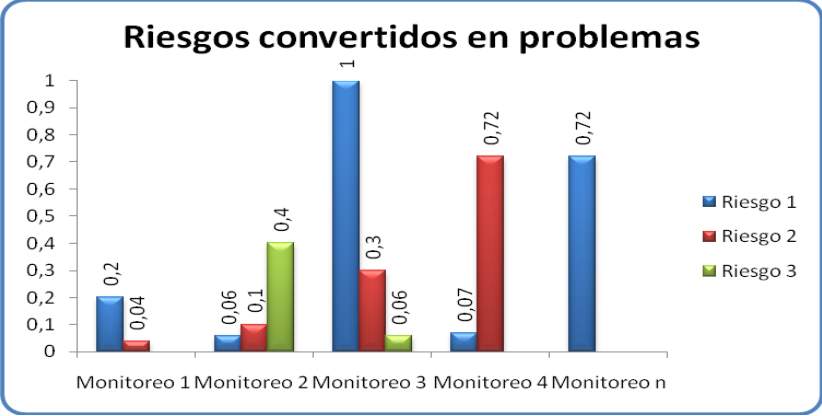
Indicador: Acciones correctivas tomadas para resolver las inconsistencias (y además si fueron exitosas o no)		Fecha:															
Enfocado a: Administrador de la Calidad.	Frecuencia: Al finalizar cada fase.																
Gráfico	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Inconsistencias</th> <th>Acciones correctivas tomadas para resolver la inconsistencia.</th> <th>Exitosa (sí o no)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Inconsistencia 1</td> <td>A esta inconsistencia se le aplica la acción correctiva.....</td> <td>sí</td> </tr> <tr> <td>Inconsistencia 2</td> <td>A esta inconsistencia se le aplica la acción correctiva.....</td> <td>sí</td> </tr> <tr> <td>Inconsistencia 3</td> <td>A esta inconsistencia se le aplica la acción correctiva.....</td> <td>no</td> </tr> <tr> <td></td> <td>A esta inconsistencia se le aplica la acción correctiva.....</td> <td>sí</td> </tr> </tbody> </table>	Inconsistencias	Acciones correctivas tomadas para resolver la inconsistencia.	Exitosa (sí o no)	Inconsistencia 1	A esta inconsistencia se le aplica la acción correctiva.....	sí	Inconsistencia 2	A esta inconsistencia se le aplica la acción correctiva.....	sí	Inconsistencia 3	A esta inconsistencia se le aplica la acción correctiva.....	no		A esta inconsistencia se le aplica la acción correctiva.....	sí	<p>Gráfico de barras apiladas que muestra el total de acciones correctivas. El eje vertical representa el número de acciones (0 a 5). La barra azul (Exitosas) alcanza el valor 4, y la barra roja (No exitosas) alcanza el valor 1. El total de acciones correctivas es 5.</p>
	Inconsistencias	Acciones correctivas tomadas para resolver la inconsistencia.	Exitosa (sí o no)														
	Inconsistencia 1	A esta inconsistencia se le aplica la acción correctiva.....	sí														
	Inconsistencia 2	A esta inconsistencia se le aplica la acción correctiva.....	sí														
	Inconsistencia 3	A esta inconsistencia se le aplica la acción correctiva.....	no														
	A esta inconsistencia se le aplica la acción correctiva.....	sí															
Medidas Base y/o Derivada implicadas	<ul style="list-style-type: none"> • Medida Base: Inconsistencias encontradas. • Medida Base: Acciones correctivas aplicadas. • Medida Derivada: -- 																
Algoritmo de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obtener las medidas bases. 2. Representar en la primera columna de la tabla las inconsistencias encontradas. 3. Representar en la segunda columna de la tabla las acciones correctivas tomadas para evitar dichas inconsistencias. 4. Representar en la tercera columna de la tala si fueron exitosas o no las acciones correctivas tomadas para resolver las inconsistencias. 5. Representar en un gráfico de barras la cantidad de acciones correctivas tomadas que fueron exitosas y la cantidad que no lo fueron. 																
Guías para la interpretación	<p>Datos, filas y columnas representados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Filas: Se encuentran listadas en orden todas las inconsistencias 																

	<p>encontradas en el proceso de administración y desarrollo de requisitos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Columnas: Se encuentran identificados en los encabezados: Inconsistencia. Acciones correctivas tomadas para resolver las inconsistencias. Exitosas (sí o no). • En las celdas se representan los datos correspondientes a las inconsistencias que fueron encontradas en el proceso de administración y desarrollo de requisitos y las acciones correctivas tomadas para evitarlas en proyectos futuros y si estas fueron exitosas o no. • En el gráfico de barras se representa cuántas acciones correctivas tomadas en el proceso de administración y desarrollo de requisitos fueron exitosas y cuántas no. <p>Interpretando este indicador: A partir del gráfico, se puede analizar: ¿Qué acciones correctivas podemos tomar para prevenir inconsistencias en proyectos futuros y de esta forma lograr un mejor funcionamiento de los mismos, así como cuáles fueron exitosas y cuáles no?</p> <p>Escenario Ideal: Que el número de inconsistencias encontradas sea mínimo y que sus acciones correctivas tomadas sean exitosas en su totalidad.</p>
Interpretación	<i>Este campo lo llena el Administrador de la Calidad una vez que recoge y grafica los datos del indicador.</i>
Preguntas sugeridas para el Análisis	<p>¿Cuántas acciones correctivas pueden ser tomadas para resolver o evitar las inconsistencias encontradas?</p> <p>¿Cuáles acciones correctivas pueden ser tomadas para resolver o evitar las inconsistencias encontradas?</p> <p>¿Las acciones correctivas aplicadas a las inconsistencias encontradas durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos, las cuales no resultaron exitosas están influyendo significativamente en el esfuerzo que realiza el proyecto para administrar y desarrollar requisitos?</p>
Análisis	<i>Este campo lo llena el Administrador de la Calidad una vez realizada la</i>

	<i>interpretación y apoyándose en las preguntas sugeridas para el presente análisis.</i>
Responsable(s)	<ul style="list-style-type: none"> - De obtener el Indicador: Administrador de la Calidad. - De interpretar el Indicador: Administrador de la Calidad. - De realizar el análisis causal: Administrador de la Calidad.
Evolución propuesta para el Indicador	Este Indicador está orientado a determinar cuáles acciones correctivas pueden ser tomadas en los proyectos para corregir las inconsistencias y así lograr un correcto funcionamiento de los mismos.
Referencia	<i>Este campo lo llena el Administrador de la Calidad, aquí se hace referencia a los valores de otros indicadores definidos en caso de que los mismos puedan influenciar en la interpretación del indicador actual.</i>

2.4.8. Cantidad de riesgos convertidos en problemas.

No. del Objetivo de Medición 8	Analizar la cantidad de riesgos convertidos en problemas en el proyecto con el fin de resolverlos.	
Preguntas	¿Cuál es el impacto de los riesgos? ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo? ¿La criticidad del riesgo se está acercando o llegó al valor 1?	
Indicadores		
Indicador: Cantidad de riesgos convertidos en problemas.		Fecha:
Enfocado a: Jefe de Proyecto. Gerencia.	Frecuencia: Cada vez que se monitoree los parámetros del proyecto.	

<p>Gráfico</p>	 <table border="1"> <caption>Riesgos convertidos en problemas</caption> <thead> <tr> <th>Monitoreo</th> <th>Riesgo 1</th> <th>Riesgo 2</th> <th>Riesgo 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Monitoreo 1</td> <td>0,2</td> <td>0,04</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Monitoreo 2</td> <td>0,06</td> <td>0,1</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>Monitoreo 3</td> <td>1</td> <td>0,3</td> <td>0,06</td> </tr> <tr> <td>Monitoreo 4</td> <td>0,07</td> <td>0,72</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Monitoreo n</td> <td>0,72</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Monitoreo	Riesgo 1	Riesgo 2	Riesgo 3	Monitoreo 1	0,2	0,04	0	Monitoreo 2	0,06	0,1	0,4	Monitoreo 3	1	0,3	0,06	Monitoreo 4	0,07	0,72	0	Monitoreo n	0,72	0	0
Monitoreo	Riesgo 1	Riesgo 2	Riesgo 3																						
Monitoreo 1	0,2	0,04	0																						
Monitoreo 2	0,06	0,1	0,4																						
Monitoreo 3	1	0,3	0,06																						
Monitoreo 4	0,07	0,72	0																						
Monitoreo n	0,72	0	0																						
<p>Medidas Base y/o Derivada implicadas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Medida Base: Impacto del riesgo (I). • Medida Base: Probabilidad del riesgo (P). • Medida Derivada: Criticidad=Probabilidad * Impacto (P*I). <p>Cuando la criticidad (P*I) es 1 el riesgo se convierte en problema.</p>																								
<p>Algoritmo de obtención</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obtener las medidas bases. 2. Calcular las medidas derivadas. 3. Representar en el eje vertical los valores que puede tomar la criticidad de los riesgos detectados durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos. 4. Representar en el eje horizontal los monitoreos realizados a los riesgos durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos. 																								
	<p>Datos y ejes representados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eje Horizontal: Se encuentran listados los monitoreos por los que pasa cada riesgo. • Eje Vertical: Se indica el valor que toma la criticidad. • Se representan tantas barras verticales por cada monitoreo realizado como riesgos encontrados en dichos monitoreos. <p>Interpretando este indicador:</p> <p>Este gráfico permite observar y valorar cómo se comporta la cantidad de riesgos convertidos en problemas encontrados en el proceso de administrar y desarrollar requisitos, por lo que se hace imprescindible darle un seguimiento a esta tarea en dicho proceso, para de esta forma</p>																								

	<p>asegurar un buen funcionamiento del proyecto al ser finalizado.</p> <p>Escenario Ideal: Que las barras estén más cercanas al valor cero lo cual indicaría que la criticidad nunca alcanzaría valor 1 y por tanto los riesgos no serían un problema.</p>
Interpretación	<i>Este campo lo llena el Jefe de Proyecto y la Gerencia una vez que recoge y grafica los datos del indicador.</i>
Preguntas sugeridas para el Análisis	<p>¿Qué pudo haber provocado que esos riesgos se convirtieran en problemas?</p> <p>¿En qué medida están afectando los riesgos convertidos en problemas al esfuerzo que emplea el proyecto para llevar a cabo el proceso de administración y desarrollo de requisitos?</p>
Análisis	<i>Este campo lo llena el Jefe de Proyecto y la Gerencia una vez realizada la interpretación y apoyándose en las preguntas sugeridas para el presente análisis.</i>
Responsable(s)	<ul style="list-style-type: none"> - De obtener el Indicador: Administrador de la Calidad. - De interpretar el Indicador: Jefe de Proyecto y Gerencia. - De realizar el análisis causal: Jefe de Proyecto y Gerencia.
Evolución propuesta para el Indicador	Este Indicador está orientado a seguir el comportamiento de los riesgos en el proceso de administración y desarrollo de requisitos y de alguna manera controlarlos. En etapas posteriores se pudieran utilizar más variantes para mejorar este control, y con un tiempo mayor en la realización de estos estudios, se pudiera obtener información suficiente para predecir su comportamiento en los distintos proyectos.
Referencia	<i>Este campo lo llena el Jefe de Proyecto y la Gerencia, aquí se hace referencia a los valores de otros indicadores definidos en caso de que los mismos puedan influenciar en la interpretación del indicador actual.</i>

La obtención de los gráficos de los indicadores definidos para medir el proceso de administración y desarrollo de requisitos se realizará a través de la herramienta de apoyo confeccionada con este fin, la cual se entregará a todos los proyectos en los que se vaya a poner en práctica dichos indicadores.

2.5. Definición de Medidas y Procedimientos de Recolección y Almacenaje.

Después de definir los indicadores que permitirán conocer cuán correcto se realiza el proceso de administración y desarrollo de requisitos en los proyectos de desarrollo de software, se detallarán las

medidas y procedimientos de recolección y almacenaje llevando a cabo la ejecución del segundo subproceso principal del proceso IPP-3550:2009 Medición y Análisis que lleva por nombre Definir Medidas y Procedimientos de Recolección, Almacenaje y Verificación, mediante el cual se proponen las Medidas y sus definiciones operacionales, a partir de los Objetivos, las Preguntas y los Indicadores ya definidos. Para ejecutar este proceso se utiliza la Guía de Aplicación del Método GQ(I)M en sus pasos 7 y 8.

Posterior a la definición de estas medidas, sus definiciones operacionales y las Preguntas e Indicadores, se procede a proponer los Procedimientos de Recolección y Almacenaje, utilizando el paso 9 que define GQ(I)M.

A continuación se aplican los pasos del método GQ(I)M anteriormente mencionados a los indicadores formulados para medir correcta administración y desarrollo de requisitos.

2.5.1. Indicador Esfuerzo realizado para administrar y desarrollar requisitos.

Medida Base	Cantidad de horas dedicadas al proceso.		
Fuente	Entidad(s)	Atributo(s)	
	Tarea.	Esfuerzo (Horas dedicadas al proceso).	
Método de Medición	Cuantificar las horas que se deben dedicar al proceso de administración y desarrollo de requisitos.		
Escala	Tipo de Escala: Nominal.		
Unidad de Medida	Horas.		
Límites	Límite Inferior: 0 Límite Superior: $+\infty$		
Detalles de la definición operacional	Nombre	Incluido	Excluido
	Tiempo previsto para ejecutar el proceso de administración y desarrollo de requisitos.	X	
Procedimiento de Recolección			
Origen y dueño de la información a medir	Jefe de Proyecto y Gerencia.		
Cómo se recolecta	Actualizar en el RedMine la cantidad de horas dedicadas a las tareas definidas para llevar a cabo el proceso de administración y desarrollo de requisitos.		

Cuándo y con qué frecuencia se recolecta	Al realizar o actualizar la planificación de las tareas del proyecto (debe ser semanalmente).
Responsable de la recolección	Jefe de Proyecto.
Procedimiento de Almacenaje	
Dónde se almacena	Base de Datos del RedMine.
Cómo se almacena	Una vez introducidos los datos, son almacenados automáticamente en la Base de Datos.
Seguridad y Acceso	A estos datos sólo puede accederse desde la propia aplicación del RedMine, donde cada usuario tiene su nivel de acceso determinado.
Responsable del Almacenaje	Jefe de Proyecto.

Medida Base	Cantidad de personas trabajando en el proceso.		
Fuente	Entidad(s)	Atributo(s)	
	Tarea.	Esfuerzo (Personas trabajando en el proceso).	
Método de Medición	Cuantificar las personas que trabajan en el proceso de administración y desarrollo de requisitos.		
Escala	Tipo de Escala: Nominal.		
Unidad de Medida	Hombres.		
Límites	Límite Inferior: 0 Límite Superior: $+\infty$		
Detalles de la definición operacional	Nombre	Incluido	Excluido
	Personas que trabajan en el proceso de administración y desarrollo de requisitos.	X	
Procedimiento de Recolección			
Origen y dueño de la información a	Jefe de Proyecto y Gerencia.		

medir	
Cómo se recolecta	Actualizar en el RedMine las personas dedicadas a trabajar en el proceso de administración y desarrollo de requisitos.
Cuándo y con qué frecuencia se recolecta	Al realizar o actualizar la planificación de las tareas del proyecto (debe ser semanalmente).
Responsable de la recolección	Jefe de Proyecto.
Procedimiento de Almacenaje	
Dónde se almacena	Base de Datos del RedMine.
Cómo se almacena	Una vez introducidos los datos, son almacenados automáticamente en la Base de Datos.
Seguridad y Acceso	A estos datos sólo puede accederse desde la propia aplicación del RedMine, donde cada usuario tiene su nivel de acceso determinado.
Responsable del Almacenaje	Jefe de Proyecto.

2.5.2. Indicador Utilidad del proceso de administrar y desarrollar los requisitos.

Medida Base	Cantidad de respuestas positivas de cada categoría		
Fuente	Entidad(s)	Atributo(s)	
	Tarea.	Utilidad (Respuestas positivas de cada categoría).	
Método de Medición	Cuantificar las respuestas positivas obtenidas en cada una de las categorías.		
Escala	Tipo de Escala: Nominal.		
Unidad de Medida	Unidad.		
Límites	Límite Inferior: 0 Límite Superior: $+\infty$		
Detalles de la definición operacional	Nombre	Incluid	Excluido
	Respuestas positivas en cada una de las categorías,	o X	

	obtenidas durante la encuesta realizada para determinar la utilidad conferida al proceso de administración y desarrollo de requisitos.		
Procedimiento de Recolección			
Origen y dueño de la información a medir	Gerencia.		
Cómo se recolecta	Encuestas (Sistema informático de encuesta).		
Cuándo y con qué frecuencia se recolecta	Se podrá aplicar una vez se tenga información suficiente sobre las categorías a encuestar y siempre que exista la necesidad de conocer cuán útil está siendo el proceso de administración y desarrollo de requisitos (debe ser mensualmente).		
Responsable de la recolección	Administrador de la Calidad.		
Procedimiento de Almacenaje			
Dónde se almacena	Base de Datos del Sistema informático de encuesta.		
Cómo se almacena	Una vez introducidos los datos, son almacenados automáticamente en la Base de Datos.		
Seguridad y Acceso	A estos datos sólo puede accederse desde la propia aplicación del Sistema informático de encuesta, donde cada usuario tiene su nivel de acceso determinado.		
Responsable del Almacenaje	Administrador de la Calidad.		

Medida Base	Cantidad de respuestas negativas de cada categoría	
Fuente	Entidad(s)	Atributo(s)
	Tarea.	Utilidad (Respuestas negativas de cada categoría).
Método de Medición	Cuantificar las respuestas negativas obtenidas en cada una de las categorías.	
Escala	Tipo de Escala: Nominal.	

Unidad de Medida	Unidad o Respuestas.		
Límites	Límite Inferior: 0 Límite Superior: $+\infty$		
Detalles de la definición operacional	Nombre	Incluido	Excluido
	Respuestas negativas en cada una de las categorías, obtenidas durante la encuesta realizada para determinar la utilidad conferida al proceso de administración y desarrollo de requisitos.	X	
Procedimiento de Recolección			
Origen y dueño de la información a medir	Gerencia.		
Cómo se recolecta	Encuestas (Sistema informático de encuesta).		
Cuándo y con qué frecuencia se recolecta	Se podrá aplicar una vez se tenga información suficiente sobre las categorías a encuestar y siempre que exista la necesidad de conocer cuán útil está siendo el proceso de administración y desarrollo de requisitos (debe ser mensualmente).		
Responsable de la recolección	Administrador de la Calidad.		
Procedimiento de Almacenaje			
Dónde se almacena	Base de Datos del Sistema informático de encuesta.		
Cómo se almacena	Una vez introducidos los datos, son almacenados automáticamente en la Base de Datos.		
Seguridad y Acceso	A estos datos sólo puede accederse desde la propia aplicación del Sistema informático de encuesta, donde cada usuario tiene su nivel de acceso determinado.		
Responsable del Almacenaje	Administrador de la Calidad.		

2.5.3. Indicador Cambio- Inestabilidad en los requisitos.

Medida Base	Número de cambios sufridos por el requisito.	
Fuente	Entidad(s)	Atributo(s)

	Cambios.	Cambios sufridos por el requisito (Inestabilidad en los requisitos).	
Método de Medición	Cuantificar los cambios que ha sufrido cada requisito.		
Escala	Tipo de Escala: Nominal.		
Unidad de Medida	Cambios.		
Límites	Límite Inferior: 0 Límite Superior: $+\infty$		
Detalles de la definición operacional	Nombre	Incluido	Excluido
	Cambios que han sufrido los requisitos durante el proceso de administración y desarrollo de requisitos.	X	
Procedimiento de Recolección			
Origen y dueño de la información a medir	Jefe de Proyecto.		
Cómo se recolecta	Documento de Control de Cambios.		
Cuándo y con qué frecuencia se recolecta	Cada vez que culmine un hito se cuantificarán los cambios que han sufrido los requisitos.		
Responsable de la recolección	Jefe de Proyecto.		
Procedimiento de Almacenaje			
Dónde se almacena	Registro de Control de Cambios de Requisitos, el cual se encuentra en el expediente de proyecto.		
Cómo se almacena	Introduciendo el número de cambios sufridos por cada requisito en el registro.		
Seguridad y Acceso	A estos datos sólo puede accederse desde el repositorio donde se encuentra el expediente de proyecto, donde cada usuario tiene su nivel de acceso determinado.		
Responsable del Almacenaje	Jefe de Proyecto.		

2.5.4. Indicador Cantidad de inconsistencias/revisiones realizadas.

Medida Base	Número de inconsistencias por revisiones realizadas.		
Fuente	Entidad(s)	Atributo(s)	
	Inconsistencias.	Inconsistencias por revisiones realizadas.	
Método de Medición	Cuantificar la cantidad de inconsistencias encontradas en cada una de las revisiones realizadas.		
Escala	Tipo de Escala: Nominal.		
Unidad de Medida	Inconsistencias.		
Límites	Límite Inferior: 0 Límite Superior: $+\infty$		
Detalles de la definición operacional	Nombre	Incluido	Excluido
	Inconsistencias encontradas en cada una de las revisiones realizadas.	X	
Procedimiento de Recolección			
Origen y dueño de la información a medir	Jefe de Proyecto.		
Cómo se recolecta	Registro de Inconsistencias.		
Cuándo y con qué frecuencia se recolecta	Cada vez que culmine una fase se cuantificarán las inconsistencias encontradas en cada una de las revisiones realizadas.		
Responsable de la recolección	Administrador de la Calidad.		
Procedimiento de Almacenaje			
Dónde se almacena	Registro de Inconsistencias, el cual se encuentra en el expediente de proyecto.		
Cómo se almacena	Introduciendo el número de inconsistencias encontradas en cada una de las revisiones realizadas.		
Seguridad y Acceso	A estos datos sólo puede accederse desde el repositorio donde se encuentra el expediente de proyecto, donde cada usuario tiene su nivel de acceso determinado.		

Responsable del Almacenaje	Administrador de la Calidad.
-----------------------------------	------------------------------

Medida Base	Número de elementos inconsistentes por inconsistencias.		
Fuente	Entidad(s)	Atributo(s)	
	Inconsistencias.	Elementos inconsistentes por inconsistencias.	
Método de Medición	Cuantificar la cantidad de elementos inconsistentes por inconsistencias encontradas en cada una de las revisiones realizadas.		
Escala	Tipo de Escala: Nominal.		
Unidad de Medida	Elementos inconsistentes.		
Límites	Límite Inferior: 0 Límite Superior: $+\infty$		
Detalles de la definición operacional	Nombre	Incluido	Excluido
	Elementos inconsistentes por inconsistencias encontradas en cada una de las revisiones realizadas.	X	
Procedimiento de Recolección			
Origen y dueño de la información a medir	Jefe de Proyecto.		
Cómo se recolecta	Registro de Inconsistencias.		
Cuándo y con qué frecuencia se recolecta	Cada vez que culmine una fase se cuantificarán los elementos inconsistentes encontrados en las inconsistencias detectadas en cada una de las revisiones realizadas.		
Responsable de la recolección	Administrador de la Calidad.		
Procedimiento de Almacenaje			
Dónde se almacena	Registro de Inconsistencias, el cual se encuentra en el expediente de proyecto.		
Cómo se almacena	Introduciendo el número de inconsistencias encontradas en cada una de las revisiones realizadas.		

Seguridad y Acceso	A estos datos sólo puede accederse desde el repositorio donde se encuentra el expediente de proyecto, donde cada usuario tiene su nivel de acceso determinado.
Responsable del Almacenaje	Administrador de la Calidad.

2.5.5. Indicador Tiempo de resolución de inconsistencias.

Medida Base	Tiempo por fase, empleado para resolver inconsistencias.		
Fuente	Entidad(s)	Atributo(s)	
	Tarea	Tiempo (Horas dedicadas al proceso de revisión de inconsistencias).	
Método de Medición	Cuantificar las horas que se deben dedicar al proceso de revisión de inconsistencias.		
Escala	Tipo de Escala: Nominal.		
Unidad de Medida	Horas.		
Límites	Límite Inferior: 0 Límite Superior: $+\infty$		
Detalles de la definición operacional	Nombre	Incluido	Excluido
	Tiempo utilizado para solucionar las inconsistencias.	X	
Procedimiento de Recolección			
Origen y dueño de la información a medir	Jefe de Proyecto.		
Cómo se recolecta	Actualizar en el RedMine la cantidad de horas dedicadas a las actividades de resolución de inconsistencias en la parte de administración y desarrollo de requisitos.		
Cuándo y con qué frecuencia se recolecta	Al finalizar cada fase.		
Responsable de la recolección	Administrador de la Calidad.		
Procedimiento de Almacenaje			

Dónde se almacena	Base de Datos del RedMine.
Cómo se almacena	Una vez introducidos los datos, son almacenados automáticamente en la Base de Datos.
Seguridad y Acceso	A estos datos sólo puede accederse desde la propia aplicación del RedMine, donde cada usuario tiene su nivel de acceso determinado.
Responsable del Almacenaje	Administrador de la Calidad.

2.5.6. Indicador Causas de las inconsistencias.

Medida Base	Frecuencia Absoluta de aparición.		
Fuente	Entidad(s)	Atributo(s)	
	Inconsistencias.	Frecuencia Absoluta con la que aparece cada inconsistencia.	
Método de Medición	Notificar la Frecuencia Absoluta de aparición de cada inconsistencia encontrada.		
Escala	Tipo de Escala: Nominal.		
Unidad de Medida	Unidad		
Límites	Límite Inferior: 0		
	Límite Superior: $+\infty$		
Detalles de la definición operacional	Nombre	Incluido	Excluido
	Valor de la Frecuencia Absoluta.	X	
Procedimiento de Recolección			
Origen y dueño de la información a medir	Administrador de la Calidad.		
Cómo se recolecta	Determinar de forma manual a partir del Registro de Inconsistencias donde se encuentran los elementos que originaron dichas inconsistencias la		

	frecuencia absoluta con que estos elementos causan las inconsistencias en el proceso de administración y desarrollo de requisitos.
Cuándo y con qué frecuencia se recolecta	Al finalizar cada fase.
Responsable de la recolección	Administrador de la Calidad.
Procedimiento de Almacenaje	
Dónde se almacena	Registro de Inconsistencias, el cual se encuentra en el expediente de proyecto.
Cómo se almacena	Una vez introducidos los datos, son almacenados manualmente en el Registro de Inconsistencias.
Seguridad y Acceso	A estos datos sólo puede accederse desde el repositorio donde se encuentra el expediente de proyecto, donde cada usuario tiene su nivel de acceso determinado.
Responsable del Almacenaje	Administrador de la Calidad.

Medida Base	Cantidad de Revisiones.	
Fuente	Entidad(s)	Atributo(s)
	Inconsistencias	Cantidad de revisiones por inconsistencias.
Método de Medición	Cuantificar la cantidad de revisiones por inconsistencias.	
Escala	Tipo de Escala: Nominal.	
Unidad de Medida	Unidad	
Límites	Límite Inferior: 0	

	Límite Superior: $+\infty$		
Detalles de la definición operacional	Nombre	Incluido	Excluido
	Revisiones por inconsistencias.	X	
Procedimiento de Recolección			
Origen y dueño de la información a medir	Administrador de la Calidad.		
Cómo se recolecta	Determinar de forma manual a partir del Registro de Inconsistencias la cantidad de revisiones realizadas a las inconsistencias detectadas en el proceso de administración y desarrollo de requisitos.		
Cuándo y con qué frecuencia se recolecta	Al finalizar cada fase.		
Responsable de la recolección	Administrador de la Calidad.		
Procedimiento de Almacenaje			
Dónde se almacena	Registro de Inconsistencias, el cual se encuentra en el expediente de proyecto.		
Cómo se almacena	Una vez introducidos los datos, son almacenados manualmente en el Registro de Inconsistencias.		
Seguridad y Acceso	A estos datos sólo puede accederse desde el repositorio donde se encuentra el expediente de proyecto, donde cada usuario tiene su nivel de acceso determinado.		
Responsable del Almacenaje	Administrador de la Calidad.		

2.5.7. Indicador Acciones correctivas tomadas para resolver las inconsistencias (y además si fueron exitosas o no).

Medida Base	Inconsistencias encontradas.		
Fuente	Entidad(s)	Atributo(s)	
	Inconsistencias	Inconsistencias (todas las inconsistencias encontradas).	
Método de Medición	Registrar las inconsistencias encontradas en el proceso de administración y desarrollo de requisitos.		
Escala	Tipo de Escala: Nominal.		
Unidad de Medida	Unidad		
Límites	Límite Inferior: 0 Límite Superior: $+\infty$		
Detalles de la definición operacional	Nombre	Incluido	Excluido
	Cantidad de inconsistencias encontradas.	X	
Procedimiento de Recolección			
Origen y dueño de la información a medir	Administrador de la Calidad.		
Cómo se recolecta	Actualizar en el Registro de Inconsistencias la cantidad de inconsistencias encontradas en el proceso de administración y desarrollo de requisitos.		
Cuándo y con qué frecuencia se recolecta	Al finalizar cada fase.		
Responsable de la recolección	Administrador de la Calidad.		
Procedimiento de Almacenaje			

Dónde se almacena	Registro de Inconsistencias, el cual se encuentra en el expediente de proyecto.
Cómo se almacena	Una vez introducidos los datos, son almacenados manualmente en el Registro de Inconsistencias.
Seguridad y Acceso	A estos datos sólo puede accederse desde el repositorio donde se encuentra el expediente de proyecto, donde cada usuario tiene su nivel de acceso determinado.
Responsable del Almacenaje	Administrador de la Calidad.

Medida Base	Acciones correctivas aplicadas.		
Fuente	Entidad(s)	Atributo(s)	
	Inconsistencias	Acciones (todas las acciones aplicadas.)	
Método de Medición	Enumerar las acciones correctivas aplicadas para corregir dichas inconsistencias en el proceso de administración y desarrollo de requisitos.		
Escala	Tipo de Escala: Nominal.		
Unidad de Medida	Unidades.		
Límites	Límite Inferior: 0		
	Límite Superior: $+\infty$		
Detalles de la definición operacional	Nombre	Incluido	Excluido
	Cantidad de acciones correctivas aplicadas para corregir dichas inconsistencias en el proceso de administración y desarrollo de requisitos.	X	
Procedimiento de Recolección			
Origen y dueño de la información a	Administrador de la Calidad.		

medir	
Cómo se recolecta	Actualizar en el Registro de Inconsistencias las acciones correctivas tomadas para corregir las inconsistencias encontradas en el proceso de administración y desarrollo de requisitos.
Cuándo y con qué frecuencia se recolecta	Al finalizar cada fase.
Responsable de la recolección	Administrador de la Calidad.
Procedimiento de Almacenaje	
Dónde se almacena	Registro de Inconsistencias, el cual se encuentra en el expediente de proyecto.
Cómo se almacena	Una vez introducidos los datos, son almacenados manualmente en el Registro de Inconsistencias.
Seguridad y Acceso	A estos datos sólo puede accederse desde el repositorio donde se encuentra el expediente de proyecto, donde cada usuario tiene su nivel de acceso determinado.
Responsable del Almacenaje	Administrador de la Calidad.

2.5.8. Indicador Cantidad de riesgos convertidos en problemas.

Medida Base	Impacto del riesgo.	
Fuente	Entidad(s)	Atributo(s)
	Tarea.	Impacto.
Método de Medición	Notificar el impacto que trae consigo cada riesgo en el proceso de administración y desarrollo de requisitos.	
Escala	Tipo de Escala: Nominal.	
Unidad de Medida	Unidad.	

Límites	Límite Inferior: 0 Límite Superior: 1		
Detalles de la definición operacional	Nombre	Incluido	Excluido
	Impacto de cada riesgo en el proceso de administrar y desarrollar requisitos.	X	
Procedimiento de Recolección			
Origen y dueño de la información a medir	Jefe de Proyecto y Gerencia.		
Cómo se recolecta	Actualizar en el Registro de Riesgos el valor del impacto de cada riesgo para el proceso de administración y desarrollo de requisitos. Dicho impacto puede tomar valores entre 0 y 1, en caso de tomar valor 0.05 (<i>impacto muy bajo</i>), 0.10 (<i>impacto bajo</i>), 0.20 (<i>impacto moderado</i>), 0.40 (<i>impacto alto</i>) y 0.80 (<i>impacto muy alto</i>).		
Cuándo y con qué frecuencia se recolecta	Al realizar o actualizar la planificación de las tareas del proyecto (debe ser cada vez que sea chequeado).		
Responsable de la recolección	Jefe de Proyecto.		
Procedimiento de Almacenaje			
Dónde se almacena	Registro de Riesgos, el cual se encuentra en el expediente de proyecto.		
Cómo se almacena	Una vez introducidos los datos, son almacenados manualmente en el Registro de Riesgos.		
Seguridad y Acceso	A estos datos sólo puede accederse desde el repositorio donde se encuentra el expediente de proyecto, donde cada usuario tiene su nivel de acceso determinado.		
Responsable del Almacenaje	Jefe de Proyecto.		

Medida Base	Probabilidad del riesgo.	
Fuente	Entidad(s)	Atributo(s)

	Tarea.	Probabilidad.	
Método de Medición	Notificar el valor de la probabilidad del riesgo en el proceso de administración y desarrollo de requisitos.		
Escala	Tipo de Escala: Nominal.		
Unidad de Medida	Unidades.		
Límites	Límite Inferior: 0 Límite Superior: 1		
Detalles de la definición operacional	Nombre	Incluido	Excluido
	Valor de la probabilidad del riesgo en el proceso de administración y desarrollo de requisitos.	X	
Procedimiento de Recolección			
Origen y dueño de la información a medir	Jefe de Proyecto y Gerencia.		
Cómo se recolecta	Actualizar en el Registro de Riesgos la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo para el proceso de administración y desarrollo de requisitos. Dicha probabilidad es estimada por el encargado de gestionar los riesgos en dependencia de la posibilidad de que el riesgo sea materializado.		
Cuándo y con qué frecuencia se recolecta	Al realizar o actualizar la planificación de las tareas del proyecto (debe ser cada vez que sea chequeado).		
Responsable de la recolección	Jefe de Proyecto.		
Procedimiento de Almacenaje			
Dónde se almacena	Registro de Riesgos, el cual se encuentra en el expediente de proyecto.		
Cómo se	Una vez introducidos los datos, son almacenados manualmente en el		

almacena	Registro de Riesgos.
Seguridad y Acceso	A estos datos sólo puede accederse desde el repositorio donde se encuentra el expediente de proyecto, donde cada usuario tiene su nivel de acceso determinado.
Responsable del Almacenaje	Jefe de Proyecto.

2.6. Conclusiones parciales del capítulo

En el presente capítulo tras realizar un análisis de los parámetros que se hacían necesarios medir en el proceso de administración y desarrollo de requisitos en los proyectos de desarrollo de software, fueron definidos los indicadores que registrarán dicho proceso. Para llevar a cabo la formulación de estos indicadores se aplicó el método GQ(I)M a través de la ejecución del proceso IPP-3550:2009 Medición y Análisis, pudiéndose concluir que los mismos son compatibles con los indicadores definidos para la producción de software en la UCI y que garantizarán una mejora continua del proceso mencionado anteriormente.

CAPÍTULO 3: Validación de la Propuesta de Indicadores

3. Introducción

En el presente capítulo se realizará la validación de la propuesta de los indicadores candidatos definidos para llevar a cabo una correcta administración y desarrollo de requisitos, la misma se ejecuta con el objetivo de comprobar la validez de las conclusiones que puedan formularse a partir de la interpretación de los datos obtenidos. Dicha validación se ejecutará a través del método de experto seleccionando como metodología a aplicar en el mismo la de Preferencia.

El método de expertos se basa en la consulta a personas que poseen amplios conocimientos de la materia que se va a tratar y cuenta con las siguientes etapas, las cuales son detalladas posteriormente indicando en qué consisten cada una de ellas y cómo se ejecutarán las mismas en la presente investigación:

1. Elaboración del objetivo.
2. Selección de los expertos.
3. Elaboración del cuestionario.
4. Elección de la Metodología.
5. Ejecución de la metodología seleccionada.
6. Procesamiento de la información.

3.1. Elaboración del Objetivo

El objetivo debe ser formulado en función de validar el modelo teórico propuesto en la investigación, tanto en la calidad de la concepción teórica de su elaboración como la efectividad que se obtendrá con la aplicación en la práctica, el cual quedaría formulado en la presente investigación de la siguiente manera: "Validar la propuesta de los indicadores que permitirán concretar cómo se está llevando a cabo el proceso de administración y desarrollo de requisitos tanto en la calidad de su concepción teórica como en la efectividad que pudiera presentar con su aplicación en la práctica en los proyectos de desarrollo de software.

3.2. Selección de los expertos

Esta es una de las etapas más importantes de la aplicación del método de experto, debido a que son los expertos los capacitados para determinar el grado de validez, certeza e importancia de cada uno de los indicadores propuestos, y según (ARQUER) "para que una persona pueda ser etiquetada como «experta» debe poseer un conocimiento profundo de la tarea o actividad que será objeto de análisis y valoración y

tiene que estar familiarizada con el sistema en el que esta se desarrolla.”

Además es importante tener en cuenta que a un experto altamente calificado le deben ser innatas cualidades como la ética profesional, maestría, imparcialidad, intuición, amplitud de enfoques y la independencia de juicios. Para llevar a cabo la selección de los mismos suelen ser utilizados criterios tales como la competencia, creatividad, disposición a participar en la encuesta, conformidad, capacidad de análisis, espíritu colectivista y autocrítico y la efectividad de su actividad profesional, donde la veracidad y confiabilidad de los resultados emitidos por cada uno de ellos va a estar dada en gran medida por su seriedad, honestidad, sinceridad, responsabilidad y prestigio dentro de su colectivo de trabajo, entre otras. Para determinar la competencia, que no es más que el nivel de calificación en una determinada esfera del conocimiento, se hace sobre la base de:

- La actividad fructífera del especialista.
- Del nivel y profundidad de conocimientos de los logros de la ciencia y la técnica en el mundo.
- La comprensión del problema.
- Las perspectivas de su desarrollo.

Para determinar el coeficiente de competencia del experto se utiliza la metodología propuesta por el Comité Estatal para la Ciencia y la Técnica de la antigua URSS, donde en la misma la competencia de los expertos se determina por el coeficiente K, el cual se calcula de acuerdo con la opinión del candidato sobre su nivel de conocimiento acerca del problema que se está resolviendo y con las fuentes que le permiten argumentar sus criterios, mediante la expresión $K=1/2(Kc+Ka)$.

El Coeficiente de Conocimiento (Kc) va a ser igual al valor marcado en la primera pregunta del cuestionario multiplicado por 0.1, siendo el valor cero el mínimo, lo que indica que el experto no posee ningún conocimiento del tema a tratar y 10 el valor máximo. El Coeficiente de Argumentación (Ka) se calcula mediante los resultados de la segunda pregunta del cuestionario, procediendo a otorgar un valor a cada una de las respuestas del encuestado. Los valores deben ser asignados como se observa en el Anexo 5.

Finalmente el resultado del coeficiente de argumentación es la suma del valor de las casillas donde el experto marcó. Una vez determinados Kc y Ka se procede a calcular el coeficiente de competencia a través de la fórmula expuesta anteriormente, donde la interpretación de los resultados debe hacerse de acuerdo a como se muestra a continuación:

- Si $0.8 < K \leq 1.0$, el Kc es alto.

- Si $0.7 \leq K \leq 0.8$, el K_c es medio.
- Si $0.5 \leq K < 0.7$, el K_c es bajo.

En el Anexo 6 se muestra el cuestionario entregado a los expertos para determinar el coeficiente de competencia de cada uno de ellos, en el Anexo 7 se pueden observar los datos de los expertos seleccionados para realizar el cuestionario y en el Anexo 8 se exponen los resultados finales de los cálculos de los coeficientes de competencia de cada experto, donde 5 de los 7 expertos que se muestran en dicha tabla obtuvieron coeficiente de competencia alto y los dos restantes alcanzaron coeficiente de competencia medio, aceptándose estos dos expertos porque el promedio de las K fue de 0.9, es decir, un coeficiente alto.

3.3. Elaboración del cuestionario

Es en esta etapa donde se confecciona el cuestionario o guía de valoración que se le aplicará a cada uno de los expertos, quienes serán los responsables de evaluar la validez de la propuesta. Para realizar la validación de los indicadores que se proponen en el presente trabajo se elaboró un cuestionario, (ver Anexo 9), el cual consta de 9 aspectos fundamentales a evaluar, la escala de evaluación para cada una de estas preguntas está compuesta por 4 categorías en la cual el experto decidirá según su apreciación el valor que le corresponde a cada aspecto, teniendo en cuenta el grado en que este se cumpla en la propuesta de indicadores. Además se les pide que le confieran una evaluación a cada una de las preguntas del cuestionario en orden decreciente de calidad en una escala del 1 al 9 y por último se le brinda la posibilidad de que valoren qué cambios, adiciones o eliminaciones le consumiría a la propuesta.

3.4. Elección de la metodología

Existen varias metodologías para la aplicación del método de evaluación a través del criterio de expertos, dentro de las cuales se encuentran:

- Preferencia.
- Comparación de Pares.
- Delphi o Delfos.

En el presente trabajo diploma se utilizará la metodología de Preferencia, la cual suele ser la más empleada, por su exactitud, objetividad y rapidez, además de permitir superar las limitaciones relacionadas con la complejidad de su aplicación y del procesamiento de los datos. En la misma, los expertos ubicarán los aspectos evaluados según el cuestionario elaborado por grupos en orden

descendente de calidad, es decir, el lugar que ocupa cada uno de los aspectos de dicho cuestionario, según el nivel de calidad que refleje o manifieste.

3.5. Ejecución de la metodología

La ejecución de la metodología se inicia con la elaboración de la guía de aspectos a evaluar, la cual será entregada a cada experto, donde si se pide información de forma individual, entonces se entregará por escrito y en caso de realizarse la evaluación en colectivo de expertos la información se realizará de forma oral.

En el caso particular de la presente investigación la información se pedirá de forma individual entregando por escrito las opiniones sobre las bondades, diferencias e insuficiencias que presenta la propuesta de indicadores en su concepción teórica así como lo que pudiera acontecer con su aplicación en la práctica en los proyectos de desarrollo de software.

3.6. Procesamiento de la información

Una vez ejecutada la metodología se procede a la etapa final para procesar los datos, donde se hace necesario establecer el grado de concordancia que existe entre los expertos encuestados. Para ello se utiliza el Coeficiente de Concordancia de Kendall "W", cuyos valores deben estar entre 0 y 1. Si W alcanza valor 1 esto significa que existe una concordancia total, es decir, perfecta, entre los criterios emitidos, lo que implica que mientras más se acerque a 1, mayor será la concordancia entre los expertos y si toma valor 0 indica que existe una total disconformidad entre los expertos.

En la práctica lo común es obtener valores intermedios por lo que se hace preciso realizar una prueba de hipótesis que permita pronosticar si es significativa o no la concordancia entre los expertos, la cual se debe realizar como se plantea a continuación:

H_0 : No hay concordancia significativa entre los expertos.

H_1 : Hay concordancia significativa entre los expertos.

Para determinar Chi-cuadrado (X^2) se realiza a través de la siguiente fórmula: $X_0^2 = k(n-1)W$, siendo k el número de expertos encuestados, n la cantidad de preguntas planteadas en el cuestionario y W el valor del coeficiente de Kendall.

En la presente investigación a partir de los valores dados por los expertos a cada una de las preguntas del cuestionario, los cuales se pueden observar en el Anexo 10, se obtuvo W y X_0^2 utilizando el software SPSS 15.0, teniendo en cuenta un nivel de significación $\alpha=0.05$ y una muestra $n = 9$, lo cual arrojó los resultados que aparecen en el Anexo 11.

Siendo $W=0.365$, valor que se encuentra entre 0 y 1 que es el rango establecido y aunque este no es muy alto, es aceptable, por lo que se puede afirmar que los expertos están básicamente de acuerdo. El resultado arrojado para X_0^2 fue de 19.693 y buscando en la tabla del percentil de la distribución Chi-cuadrado con un nivel de significación de 0.05 y un grado de libertad de 8 se obtiene un $X^2 = 15.51$, cumpliéndose que $X_0^2 > X^2(1-\alpha; n-1)$, rechazándose de esta manera la hipótesis nula (H_0) y concluyéndose que la concordancia entre los expertos es significativa.

3.7. Conclusiones parciales del capítulo

Después de haber realizado el procesamiento de la información con el objetivo de validar por el método de expertos la propuesta de indicadores presentada en el capítulo anterior, quedó demostrado que existía concordancia entre los expertos. Este aspecto tiene un valor significativo, ya que se puede afirmar que los indicadores propuestos son de connotada relevancia para poder asegurar una correcta administración y desarrollo de requisitos en los proyectos de desarrollo de software.

Conclusiones

Tras la realización de un estudio respecto a la situación existente actualmente en los proyectos de desarrollo de la Universidad de las Ciencias Informáticas en cuanto a la implementación de mediciones en el proceso de administración y desarrollo de requisitos, quedó demostrado lo ineludible que es formular indicadores que permitan determinar si se está ejecutando correctamente o no dicho proceso, para ello fueron delimitadas un grupo de tareas a las cuales se les dio cumplimiento:

- Se realizó un profundo estudio del estado del arte respecto al tema de los indicadores en la industria del software, principalmente en las áreas de administración y desarrollo de requisitos, pudiéndose afirmar la importancia que tiene establecer un sistema de mediciones que permitan evaluar los procesos y de esta forma conocer cómo están marchando los mismos y sobre qué base mejorar los resultados alcanzados.
- Se cumplió con el objetivo general del trabajo diploma, ya que fue definida la propuesta de los indicadores candidatos que regirán el proceso de administración y desarrollo de requisitos, pudiéndose concluir que dicha propuesta constituye una contribución que hará más fácil la toma de decisiones en los proyectos a partir de la recolección de históricos, lo cual posibilitará la predicción de comportamientos futuros.
- Se validó la propuesta a través del método de expertos, quedando demostrada la validez y la importancia de la misma para evaluar el proceso de administración y desarrollo de requisitos en los proyectos de la UCI.

Recomendaciones

Luego de haber definido el conjunto de indicadores que guiarán el proceso de administración y desarrollo de requisitos y teniendo en cuenta la importancia que comprenden estos indicadores para evaluar dicho proceso se recomienda:

- Aplicar los indicadores según la frecuencia establecida para los mismos para evaluar el proceso de administración y desarrollo de requisitos, con el fin de alcanzar una mejora continua del mismo.
- Darle seguimiento al conjunto de indicadores propuesto que permiten conocer cuán correcta se realiza la administración y el desarrollo de requisitos en los proyectos de desarrollo de software, con el objetivo de actualizarlos en dependencia de las necesidades del momento para mejorar este tipo de seguimiento y control.
- Proponer indicadores que permitan controlar la efectividad de técnicas de captura de requisitos y la cantidad de requisitos implementados del total acordado con el cliente, para complementar la evaluación del proceso de administración y desarrollo de requisitos.
- Crear un registro de datos históricos general para los indicadores propuestos, donde se recojan los resultados arrojados en las evaluaciones realizadas, con el objetivo de que no se vuelva a incurrir en los errores cometidos.
- Elaborar indicadores que permitan evaluar cada uno de los procesos que tienen lugar en el desarrollo de un software para contribuir a la mejora de los mismos.

Referencias Bibliográficas

1. ARQUER, L. M. I. D. *NTP 401: Fiabilidad humana: métodos de cuantificación, juicio de expertos*. España
2. CMMI, P. T. *CMMI® for Development, Version 1.2*. Software Engineering Institute. Carnegie Mellon, 2006,
3. CHAOS'01. *Extreme chaos* The Standish group report, Disponible en: http://www.standishgroup.com/sample_research.
4. CHÁVEZ, M. A. *La Ingeniería de Requerimientos y su importancia en el desarrollo de proyectos de software*. Ciudad Universitaria Carlos Monge Alfaro, Costa Rica: 2005, vol. I, ISBN 1409-4746.
5. ECONÓMICO, S. D. D. D. Metodología para la formulación de Indicadores. 2009, nº Disponible en: <http://www.desarrolloeconomico.gov.co/documentos/estudios/produccion-intelectual.html?start=15>.
6. HERNÁNDEZ, D. R. A. *Curso Básico de Gestión de Proyecto*. Ciudad de la Habana: 2005
7. HERRERA, L. J. "Ingeniería de Requerimientos, Ingeniería de Software". 2003, nº
8. LAN, S. *Ingeniería de Software*. Pearson ed. México DF: 2005.
9. MINGARRO, A. M. Validación de un sistema de indicadores para medir el desempeño en la empresa de materiales de la construcción de Holguín. 2010, nº Disponible en: <http://www.plusformacion.com/Recursos/r/Validacion-un-sistema-indicadores-para-medir-desempeno-empresa-materiales#BIBLIO>.
10. OKTABA, H.; ESQUIVEL, C. A., et al. *Modelo de Procesos para la Industria de Software*. México: 2005,
11. PRESSMAN, R. S. *Ingeniería de Software*. 4ta ed. México: 1988.
12. PRESSMAN, R. S. *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*. 5ta ed. 2002.
13. PRESSMAN, R. S. *"Ingeniería de Software: Un enfoque práctico"*. McGraw Hill ed. Mexico: 2006.
14. WIEGERS, K. E. *More About Software Requirements: Thorny Issues and Practical Advice*. Microsoft Press, 2006. ISBN 0735622671.

Bibliografía

1. AEDO, D. C. R. F. y ROMERO, L. M. I. E. D. *Educación y tecnología. Un binomio excepcional*. 2008.
2. ARMIJO, M. Lineamientos metodológicos para la construcción de indicadores de desempeño. 2009, nº
3. ARQUER, L. M. I. D. *NTP 401: Fiabilidad humana: métodos de cuantificación, juicio de expertos*. España
4. CMMI, P. T. *CMMI® for Development, Version 1.2*. Software Engineering Institute. Carnegie Mellon, 2006,
5. CHAOS'01. *Extreme chaos* The Standish group report, Disponible en: http://www.standishgroup.com/sample_research.
6. CHÁVEZ, M. A. *La Ingeniería de Requerimientos y su importancia en el desarrollo de proyectos de software*. Ciudad Universitaria Carlos Monge Alfaro, Costa Rica: 2005, vol. I, ISBN 1409-4746.
7. CHRISSIS, M. B. *Guía para la integración de procesos y la mejora de productos*. Segunda edición ed. 2009. ISBN ISBN: 9788478290963.
8. ECONÓMICO, S. D. D. D. Metodología para la formulación de Indicadores. 2009, nº Disponible en: <http://www.desarrolloeconomico.gov.co/documentos/estudios/produccion-intelectual.html?start=15>.
9. Fernández, R. (2006). Los métodos de evaluación de expertos para valorar resultados de las investigaciones. Folleto sobre métodos de evaluación de expertos. MES, Cuba.
10. FLEITMAN, J. Cómo implantar y evaluar un modelo de calidad. Junio, 2004, nº Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/canales2/gerencia/1/modcalidad.htm>.
11. FUENTES, J. M. Optimización del proceso de Gestión de Requisitos en el desarrollo de aplicaciones software. Junio 2007, nº
12. GABRIELA NOEMÍ PUGLLA REMACHE, L. D. C. L. Q. *Métricas de Proceso y Proyecto* Loja, Ecuador: 12 p. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/17727554/Metricas-de-Procesos-y-Proyecto>.
13. GUIA AVANZADA DE GESTION DE REQUISITOS, Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación: Diciembre 2008
14. GUÍA AVANZADA DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS Laboratorio Nacional de Calidad del Software, Mayo 2009,
15. Guía de Aplicación del Método GQ(I)M. 1.0 ed.
16. Guía de Evaluación de MPS.BR - Mejora de Proceso del Software Brasileño. Agosto de 2009.
17. Guía General de MPS.BR - Mejora de Proceso del Software Brasileño. Septiembre, 2009. , ISBN 978-85-99334-15-7.
18. HERNÁNDEZ, D. R. A. *Curso Básico de Gestión de Proyecto*. Ciudad de la Habana: 2005
19. HERRERA, L. J. "Ingeniería de Requerimientos, Ingeniería de Software". 2003, nº
20. "IEEE Standar Glossary Software Engineering Terminology". 2006, nº Disponible en:

- http://standards.ieee.org/reading/ieee/std_public/description/se.
21. IPP-3550:2009 Libro de Proceso para Medición y Análisis. 2.0 ed. 2.0.
 22. LAN, S. *Ingeniería de Software*. Pearson ed. Mexico DF: 2005.
 23. MARTÍNEZ, G. R. *MAPEO DE CMMI CON MoProSoft*. Mexico: Noviembre 2004, 54 p.
 24. MARY BETH CHRISSIS, M. K., SANDY SHRUM. *CMMI Guía para la integración de procesos y la mejora de productos*. Segunda edición ed.
 25. MATÍAS FUENTES CONTRERAS, P. T. H. *MODELO DE CALIDAD CMMI Y PROCESO DE DESARROLLO DE SOFTWARE DE ORDEN INTEGRACIÓN*. Santiago de Chile: 26 de febrero de 2008
 26. MINGARRO, A. M. Validación de un sistema de indicadores para medir el desempeño en la empresa de materiales de la construcción de Holguín. 2010, nº Disponible en: <http://www.plusformacion.com/Recursos/r/Validacion-un-sistema-indicadores-para-medir-desempeno-empresa-materiales#BIBLIO>.
 27. OKTABA, H.; ESQUIVEL, C. A., et al. *Modelo de Procesos para la Industria de Software*. México: 2005,
 28. PAZ, R. M. T. D. *El proceso de Ingeniería de Requisitos en el ciclo global del software*. Universidad de Sevilla:
 29. PRESSMAN, R. S. *Ingeniería de Software*. 4ta ed. México: 1988.
 30. PRESSMAN, R. S. *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*. 5ta ed. 2002.
 31. PRESSMAN, R. S. *"Ingeniería de Software: Un enfoque práctico"*. McGraw Hill ed. Mexico: 2006.
 32. PRESSMAN, R. S. *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico Sexta Edición* ed. 2008.
 33. ROBERT E. PARK, W. B. G., WILLIAM A. FLORAC. *Goal-Driven Software Measurement — A Guidebook*. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University: Pittsburgh, PA 15213, August 1996.
 34. *Sistemas de gestión de la calidad, Guía para la implantación de sistemas de indicadores*. Madrid: Asociación Española de Normalización y Certificación, Octubre 2003,
 35. The free dictionary. Disponible en: <http://es.thefreedictionary.com/inconsistencia>.