

Universidad de las Ciencias Informáticas



Facultad 8

*Creación de un Repositorio de datos para
establecer líneas bases de estimaciones.*

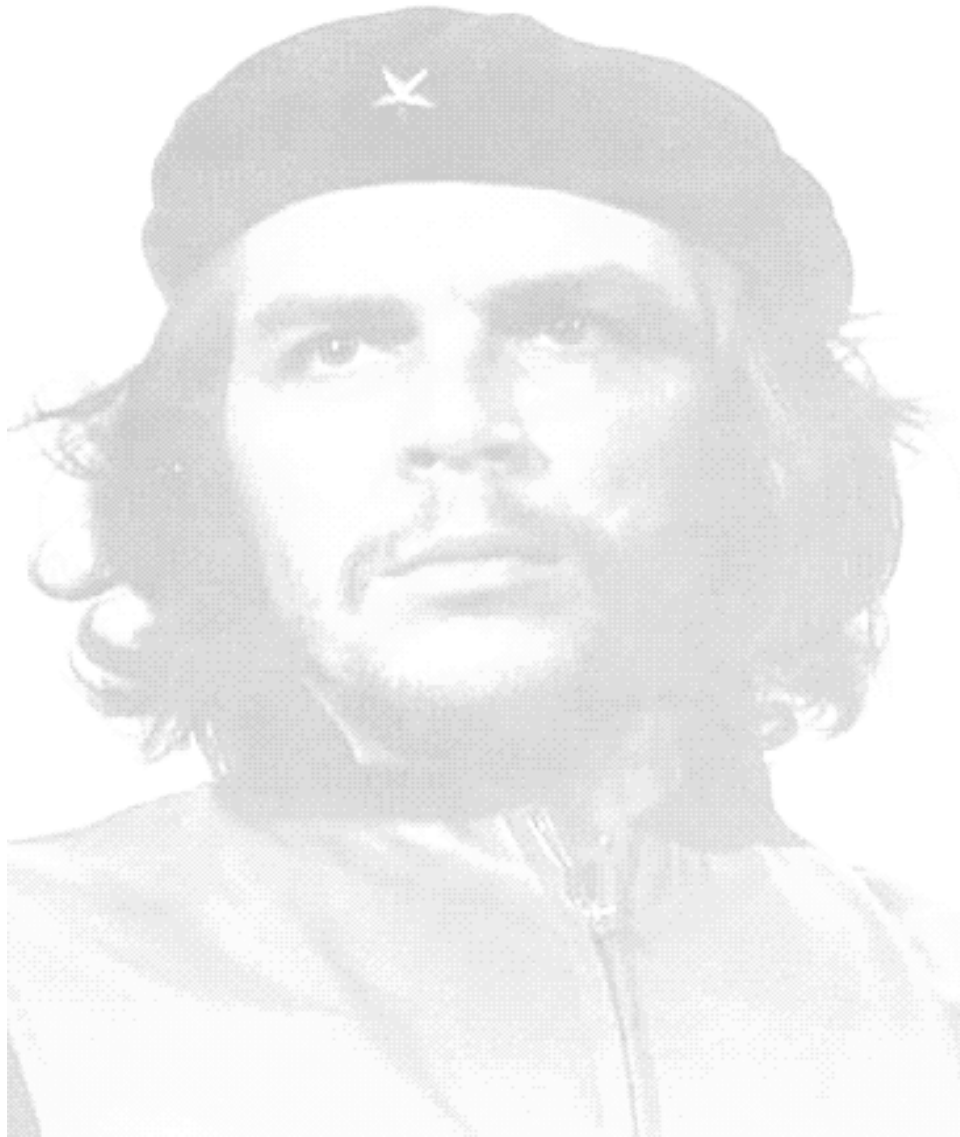
Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en
Ciencias Informáticas.

Autor: Aldín Navarro Iglesias.

Tutores: Ing. Dayami Rodríguez Brito.

Ing. Yunexis Rodríguez Baryolo.

La Habana, Julio 2008.



“El mundo camina hacia la era electrónica... Todo indica que esta ciencia se constituirá en algo así como una medida del desarrollo; quien la domine será un país de vanguardia. Vamos a volcar nuestros esfuerzos en este sentido con audacia revolucionaria”.

Marzo de 1962

Declaración de Autoría.

Por este medio declaro, que soy el único autor de este trabajo, y autorizo a la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de julio de 2008

Aldín Navarro Iglesias.

Firma del autor

Ing. Dayami Rodríguez Brito.

Firma del tutor

Ing. Yunexis Rodríguez Baryolo.

Firma del tutor

Agradecimientos

- A mis padres Maira y Narciso, a quienes les debo todo en mi vida y es gracias a ellos que estoy aquí.
- A las tutoras de este trabajo, las Ingenieras Dayami Rodríguez Brito y Yunexis Rodríguez Baryolo, por brindarme todo su apoyo desde el inicio hasta el fin del mismo.
- A Yadierkys Martínez Ruiz, mi compañera de investigación, por su dedicación y entrega en los inicios de este trabajo.
- A mi Universidad, su claustro, mis compañeros; por darme la oportunidad de continuar en ella y completar mi formación, después de cometer errores dados a la inexperiencia de mi juventud y por pasar en ella los mejores años de mi vida.
- A mis compañeros de clase por haber compartido estos años, orientarme y corregirme cuando lo necesité.
- A todos los investigadores que han abordado temáticas relacionadas con mi trabajo, facilitándome el acceso a sus investigaciones.
- A mi abuela y tía que ya no están conmigo, por su cariño y dedicación constante; en paz descansen, logramos la meta.
- A mis tíos Barbarito, Osmel, Samuel y Orlando que me apoyaron siempre, no solo en la etapa de realización de este trabajo sino también en toda mi vida de estudiante.
- A todos los profesores que en toda mi etapa estudiantil, contribuyeron a mi formación profesional.
- A mis vecinos que son como una familia para mí, especialmente a Estrella, al Yoyi mi hermano.
- A todas las personas que de una forma u otra han contribuido a la realización de ésta investigación.

Aldín

Dedicatoria.

*A mi familia y en especial a mis padres; con todo mi
amor.*

Aldín

Resumen

En la presente tesis se realiza un estudio sobre la necesidad de creación de un Repositorio Central de Información en la Universidad de las Ciencias Informáticas donde se pueda encontrar información actualizada y fidedigna para poder guiarse y adaptarla a nuevos proyectos, así como llevar a cabo una correcta estimación y planificación de otros productos; resaltando la importancia, utilidad y actualidad del tema como objeto de estudio. Se estudia el estado del arte a nivel mundial, en Cuba y en la Universidad de las Ciencias informáticas (UCI) con relación a los Repositorios de Información existentes. Se detalla, además, la necesidad existente en la UCI de recolectar toda la información productiva y se explica la importancia de la planificación y la existencia de métodos de estimación para lograr una calidad óptima en los productos de software. Se analizan las herramientas de medición y del control de versiones como complementos de la prueba y además se propone una descripción de la solución y su validación.

Palabras claves.

Repositorio, estimación, métrica, calidad, planificación, herramientas.

Índice de Contenido

Agradecimientos.....	I
Dedicatoria.....	II
Resumen.....	III
Índice de Contenido.....	IV
Índice de Figuras	VII
Índice de Tablas.....	VII
Introducción.	1
Capítulo 1: Fundamentación teórica	5
1.1 Introducción.....	5
1.2 Calidad en el desarrollo de Software.....	5
1.2.1 ¿Qué es Calidad?.....	5
1.2.2 ¿Por qué es importante la Calidad en los Productos Software?.....	6
1.3 La Planificación	6
1.3.1 Objetivo de la Planificación de Proyectos de Software	7
1.4 Estimación de Software.	7
1.4.1 Pasos involucrados en el proceso de estimación.....	8
1.4.2 Modelos de estimación.....	9
1.4.2.1 Los modelos empíricos.....	9
1.4.2.2 El modelo COCOMO	9
1.4.2.3 Herramientas Automáticas de Estimación.....	9
1.5 ¿Qué son las Métricas de software?	9
1.5.1 Tipos de Métricas de Software.....	10
1.5.2 Importancia de las Métricas.....	11
1.5.2.1 Atributos que deben acompañar a las métricas efectivas del software	12
1.6 Herramientas que se utilizan desde el orden interno de los proyectos hasta el nivel más alto	12
1.6.1 Funciones de medición:.....	12

1.6.2	Process Dashboard, Team Process Dashboard, PSM Insight v4.2.2. Herramientas de medición.....	13
1.7	¿Que es el PSP?.....	14
1.8	Utilización de los Repositorios a nivel mundial.	14
1.8.1	¿Qué es un Repositorio?.....	14
1.8.2	Tipos de repositorios	14
1.8.2.1	Repositorios Temáticos	15
1.8.2.2	Repositorios Institucionales	15
1.8.2.3	Modelos de gestión de Repositorios	15
1.8.3	Ventajas de la implantación de Repositorios.	16
1.8.4	Repositorios existentes a nivel mundial	16
1.8.5	Situación de los repositorios en Cuba.....	19
1.8.6	Situación de los repositorios en la UCI	20
1.8.7	Herramientas para el Control de Versiones.....	21
1.8.7.1	Sistema de Control de Versiones (CVS).....	21
1.8.7.2	Subversion.....	22
1.8.7.3	TortoiseSVN.....	22
1.9	Conclusiones.....	22
Capítulo 2: Descripción de la Propuesta		24
2.1	Introducción.....	24
2.2	Descripción del flujo de información que permite analizar los datos de múltiples proyectos que se guardan en un Repositorio.....	24
2.3	Descripción de la propuesta de Repositorio Central de Medición para la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI)	25
2.3.1	Roles que intervienen en el proceso de medición	27
2.3.1.1	¿Quiénes son exactamente los Administradores de Mediciones en la UCI?	28
2.4	Estructura organizacional del flujo de información a nivel UCI.....	28

Índice

2.5	Situación de la UCI con respecto a la medición de software	29
2.5.1	Roles involucrados en la medición	31
2.6	Colección y Análisis de datos	33
2.6.1	Actividad de Aplicar las Medidas	33
2.6.1.1	Tarea de Colectar y Procesar datos	34
2.7	Reporte de Resultados	36
2.8	Evaluación de la medición	36
2.9	Evaluación de las medidas y los indicadores	37
2.10	Estructura interna del Repositorio Central de Información	38
2.10.1	A nivel UCI	39
2.10.1.1	A nivel de Facultad	40
2.11	Conclusiones	41
Capítulo 3: Evaluación de la Propuesta		43
3.1	Introducción	43
3.2	Método para la validación de la propuesta	43
3.3	Análisis de la evaluación técnica de la propuesta	48
3.4	Conclusiones	48
Conclusiones		49
Recomendaciones		50
Referencias bibliográficas		51
Bibliografía:		53
Anexos		55
Glosario de Términos		64

Índice de Figuras

Figura 1. Proporción de Repositorios por continentes, abril 2008 _____	19
Figura 2. Flujo de Información _____	25
Figura 3. Flujo de información con respecto al repositorio a nivel macro para la UCI _____	26
Figura 4. Estructura organizacional del flujo de información a nivel UCI _____	29
Figura 5. Encuesta _____	30
Figura 6. Tareas de la actividad Aplicar las Medidas _____	34
Figura 7. Pasos que conforman la tarea de Colectar y Procesar Datos _____	35
Figura 8. Estructura interna del Repositorio Central de Medición _____	38

Índice de Tablas

Tabla 1. Roles y Requisitos mínimos a cumplir _____	32
Tabla 2. Resultado del trabajo de expertos _____	44
Tabla 3. Tabla para el cálculo de concordancia de Kendall _____	45
Tabla 4. Tabla de calificación de cada criterio _____	46

Introducción.

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) fue creada bajo un nuevo concepto de universidad productiva, con el propósito de producir software y servicios informáticos desde la vinculación estudio-trabajo como modelo educacional. A pesar de su juventud, ha logrado confianza para vincularse al desarrollo de proyectos de software tanto con clientes nacionales como internacionales.

Como entidad productora de software que pretende encontrar lugar en el mercado internacional, la UCI debe lograr que la planificación de proyectos sea uno de los primeros elementos que se tenga en cuenta en el proceso productivo a fin de obtener productos de buena calidad; ya que es conocimiento de todos que en la actualidad representa una gran necesidad asegurar que los productos de software que se entregan cumplan con los objetivos definidos previamente en el proyecto.

Uno de los principales objetivos debe ser el cumplimiento de la fecha de entrega de los productos, fecha que previamente al desarrollo del software debe quedar clara, otro objetivo sería lograr una alta calidad del mismo, elementos que serían más fáciles de plasmar si se tuvieran métricas usadas y medidas obtenidas en proyectos anteriores, de donde podría surgir una reutilización con la cual lograr una mejor aproximación del tiempo que se utilizará de acuerdo al trabajo que se piensa desarrollar, en este orden, un Repositorio sería una alternativa ideal, a partir del cual se puedan establecer líneas bases de estimaciones para el posterior desarrollo.

El objetivo fundamental en la planificación de proyectos de software es establecer y mantener planes que definen las actividades del proyecto, de forma tal que pueda predecir una trayectoria clara de las tareas a ser ejecutadas, así como las interdependencias entre ellas, con asignaciones de responsables calificados y con la autoridad necesaria para llevarlas a cabo [1].

A nivel mundial, el aseguramiento de la calidad es una actividad no muy tenida en cuenta en los proyectos de software la cual abarca diversos aspectos de procesos, productos y recursos. Las métricas asociadas a esos entes, son de utilidad para evaluar, predecir, controlar y en general mejorar la calidad.

La calidad es hoy una de las mayores ventajas competitivas para las empresas desarrolladoras de software. Para optimizar la calidad de los productos y/o servicios es preciso poseer un modelo de calidad, que permitirá incrementar la fiabilidad, detectar errores mucho más rápido, entre otros beneficios. Pero también es importante contar con las técnicas adecuadas para mejorarlos y tener una gestión adecuada de las mejoras de dichos procesos.

Introducción

En las empresas donde fracasan las iniciativas de calidad casi siempre figura entre otros factores que no se utiliza evaluación comparativa para la calidad (métricas o sistemas para medir la calidad), en muchos casos sólo se introducen métricas relacionadas con las finanzas (ventas, costos, beneficio y otras) y se olvida las relacionadas con la calidad [2]. Por estas razones es necesario en todo el mundo contar con alguna técnica de procesamiento y recopilación de información que contribuya de forma alguna a lograr una buena calidad en los productos software.

En la universidad no se aplica formalmente un programa de mediciones, y no hay registros de cada uno de los diferentes proyectos que se desarrollan ni de otros que hayan finalizado, tampoco hay datos históricos relacionados con el tiempo, esfuerzo, costos, recursos, duración cronológica del esfuerzo humano, entre otros, lo que implica una serie de inconvenientes como es el caso de no poder realizar un análisis cuantitativo sobre la realización de un proyecto, o de saber cuáles son las causas de posibles errores, tampoco los líderes tienen la posibilidad de hacer planes exactos a raíz de datos recopilados anteriormente, por lo que una mala planificación de proyectos puede conllevar a problemas más difíciles y costosos de resolver, que implican un aumento en el tiempo y como consecuencia una mala calidad del producto.

Es por ello que en la Universidad de las Ciencias Informáticas existe la necesidad de crear un lugar formal, es decir, un Repositorio donde a partir del almacenamiento de datos de proyectos en desarrollo y culminados y de información de métricas usadas y medidas obtenidas se puedan establecer líneas bases de estimaciones; este Repositorio debe ser del conocimiento de todos los jefes de proyectos y encargados de llevar adelante la producción. Lo más conveniente es contar con un lugar donde se pueda encontrar información actualizada y fidedigna para poder guiarse y adaptarla a nuevos proyectos con características distintas, y así llevar a cabo una buena estimación y planificación de otros productos.

Partiendo de esta situación problemática se define el **problema científico**: ¿Cómo crear un Repositorio Central de Medición que contenga información útil para la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI)?

Partiendo del problema planteado, el **objeto de estudio** estará enfocado en los procesos de recolección de la información y la actividad productiva en la UCI.

El **campo de acción** es el Proceso de recolección de la información de la actividad productiva en la UCI.

La **idea a defender** sería la siguiente: si se crea en la Universidad de las Ciencias Informáticas un Repositorio Central de Medición, a partir del cual se puedan establecer líneas bases de estimaciones

con los datos de métricas usadas y medidas obtenidas, almacenadas en él, en la realización de productos anteriores se podrá entonces lograr una mejor estimación y planificación de otros proyectos. El **objetivo general** es: Crear un Repositorio Central de Medición que permita establecer líneas bases de estimaciones; para lo cual se trazaron **objetivos específicos** de la investigación que a continuación se muestran:

- Realizar un reconocimiento global de las tendencias mundiales y en Cuba sobre los Repositorios de Información.
- Estudiar Repositorios existentes en la universidad.
- Proponer la estructura del Repositorio Central para la UCI.
- Realizar la evaluación técnica de la propuesta de la estructura del Repositorio Central para la UCI.

Para lograr los objetivos trazados se llevan a cabo las siguientes **tareas de la investigación**:

- Actualizar los logros y limitaciones en los enfoques existentes sobre la creación de Repositorios.
- Evaluar y analizar todo el contenido bibliográfico de la información obtenida sobre la creación de Repositorios de datos.
- Establecer un diagnóstico de las tendencias actuales y tomar posición al respecto.
- Elaborar una propuesta de diseño de la estructura del Repositorio de información para la UCI.
- Realizar la evaluación técnica de la propuesta de la estructura del Repositorio Central para la UCI.

Desde el punto de vista lógico-metodológico, la investigación está estructurada de la siguiente forma:

- **Capítulo 1:** Con la Fundamentación Teórica, se brinda una descripción general del estado del arte a nivel mundial, en Cuba y en la Universidad de las Ciencias informáticas (UCI) con relación a los Repositorios de Información existentes. Se detalla, además, la necesidad que hay en la UCI de recolectar toda la información productiva y se explica la importancia de la planificación y la existencia de métodos de estimación para lograr una calidad óptima en los productos de software. Se analizan además las herramientas de medición y del control de versiones.
- **Capítulo 2:** Se realiza una descripción de la solución propuesta, consistente en la creación de un Repositorio Central de información que permite almacenar datos de proyectos ya finalizados que ayudan a planificar y estimar proyectos futuros con un margen de error más acotado posible a la realidad en la universidad que el existente.

- **Capítulo 3:** Se presenta la validación de la propuesta presentada, mediante el criterio de un Comité de Expertos. Se realizó un análisis estadístico de la información recopilada con las encuestas aplicadas a dichos expertos, donde se evaluó cualitativa y cuantitativamente, la calidad de la propuesta presentada en este trabajo.

Capítulo 1: Fundamentación teórica

1.1 Introducción

El presente capítulo brinda una descripción general del estado del arte a nivel mundial, en Cuba y en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) con relación a los Repositorios de Información existentes. Se detalla, además, la necesidad que hay en la UCI de recolectar toda su información productiva y se explica la importancia de la planificación y la existencia de métodos de estimación para lograr una calidad óptima en los productos de software; así como las herramientas de medición y del control de versiones.

1.2 Calidad en el desarrollo de Software

Hoy en día el desarrollo de software se ha situado en un lugar de gran importancia en el mundo y es notable que cada vez se vuelve más creciente, pero aunque su importancia y la necesidad que existe de automatizar tiende a aumentar, no todo tiene una buena perspectiva, ya que aún es posible encontrar varios inconvenientes como: grandes retrasos en la programación e inconsistencia en el funcionamiento del sistema, por citar algunos ejemplos; pero lo más significativo es que estos contratiempos conducen la mayoría de las veces a la falta de calidad en el producto, punto de gran interés que siempre debe tenerse presente si lo que se desea es eficiencia y productividad en un sistema de software.

1.2.1 ¿Qué es Calidad?

Hay muchas definiciones en cuanto a qué es realmente “calidad”, pero están todas muy estrechamente relacionadas y, en general, con objetivos similares.

La ISO (International Standard Organization), define la calidad como la ausencia de deficiencias: "Es la totalidad de aspectos y características de un producto o servicio que se refieren a su capacidad para satisfacer necesidades dadas en la adecuación de sus objetivos"[3].

Por otro lado el Instituto de Ingeniería de Software (SEI) en su modelo CMM define la calidad como el grado en el cual un sistema, componente o proceso cumple con los requisitos especificados y con las expectativas del cliente o usuario [4].

La calidad se obtiene perfeccionando cada día el proceso de producción, mantenimiento y gestión del software. Para optimizar la calidad de los productos y/o servicios es preciso conocer al cliente y sus necesidades, conocer a la competencia y poseer un modelo de calidad. Esto último permitirá

acrecentar la fiabilidad, reducir el mantenimiento, incrementar la satisfacción del cliente, detectar errores pronto y de esta forma incrementar el beneficio. Para esto, entre otros aspectos se hace necesario proveer con antelación suficiente los recursos necesarios para el desarrollo del producto, como: personas, hardware, software, herramientas, etc.; que exista una clara descripción del trabajo de cada miembro del equipo, control de resultados y estructurar el proceso de software por fases.

1.2.2 ¿Por qué es importante la Calidad en los Productos Software?

Para lograr una buena calidad de software es necesario mantener un buen control de la misma y orientarlo a garantizar las características de los programas que se están desarrollando, ya que la calidad reside en todos aquellos aspectos de un producto que complacen o satisfacen las necesidades del cliente y de ese modo proporcionan un producto satisfactorio que encierre en si aptitud, eficiencia, flexibilidad, corrección, confiabilidad, mantenibilidad, portabilidad, usabilidad, seguridad e integridad, que en su conjunto vienen siendo sinónimos de calidad.

La calidad de un software se puede medir luego de elaborado el producto, pero esto puede arrojar altos costos si se detectan problemas derivados de imperfecciones en el diseño, por lo que es importante tener presente tanto la obtención de la calidad como su control durante todas las etapas del ciclo de vida del software.

Cuando se desarrolla un software es posible darse cuenta de qué tan cerca se está de haber logrado un producto con calidad y se puede regir por algunos indicadores que marcan la diferencia, basándose en el acercamiento a cero defectos del producto, al cumplimiento de los requisitos intrínsecos y expresos y, sobre todo, basarse en el indicador de la satisfacción del cliente, que es el más primordial. En resumen, mientras más se logre el acercamiento a estos indicadores más seguro se puede estar de obtener un producto de calidad, y esta calidad se muestra directamente proporcional a la complacencia del cliente.

1.3 La Planificación

Los proyectos bien ejecutados pasan por tres etapas básicas para crear la planificación del software. Primero se estima el tamaño del producto, luego el esfuerzo necesario para construir un producto con este tamaño y por último la duración cronológica del proyecto.

Una planificación adecuada requiere:

- Todas las actividades bien definidas en el método.
- El esfuerzo y el tiempo se asignen inteligentemente a cada actividad.

- Las relaciones entre las actividades indicadas correctamente.
- Los hitos situados rigurosamente espaciados para que se pueda seguir el progreso [5].

La planificación da lugar a realizar estimaciones más acertadas a medida que se avanza.

1.3.1 Objetivo de la Planificación de Proyectos de Software

Actualmente la competencia por obtener un producto óptimo y refinado está bastante reñida, y exige cada vez más precisión en cuánto a la estimación para planificar y medir cuánto esfuerzo, recursos, y tiempo supondrá construir un sistema o producto específico de software. Es por ello que en el mundo de la Industria del Software, la planificación ha llegado a convertirse en uno de los vitales retos para la gestión de proyectos y en una actividad esencial para desarrollar software de alta calidad.

El principal objetivo de la Planificación del proyecto de Software es proporcionar un marco de trabajo que permita al gestor hacer estimaciones razonables de recursos, costos y planificación temporal. Estas estimaciones se hacen dentro de un marco de tiempo limitado al comienzo de un proyecto de software, y deberían actualizarse regularmente a medida que progresa el proyecto [6].

1.4 Estimación de Software.

La Estimación es un tipo de análisis de medición empleado para establecer valores de referencia o expectativas numéricas para las futuras actividades del proyecto, basado en los datos actuales disponibles. La misma produce proyecciones de tamaño de producto, esfuerzo y cronograma requerido para completar el proyecto. Puede incluso producir proyecciones de calidad del producto. Estos estimados forman la base para los planes iniciales del proyecto y las siguientes re-planificaciones. Es importante completar los estimados para las medidas claves del proyecto (tales como tamaño y esfuerzo) en diferentes puntos del ciclo de vida [7].

La estimación de la duración de las actividades que conforman el desarrollo de software es un contenido que tiene mucha relación con la gestión y control de proyectos para asegurar el éxito.

La aplicación de buenos métodos de estimación se considera muy necesaria para planificar, debido a la creciente influencia que ejercen en el control preciso, predecible y repetido sobre los procesos de producción y los productos de software.

La estimación de proyectos no es más que echar un vistazo al futuro, nunca de forma descuidada, pero siempre resignándonos a un cierto grado de incertidumbre, ya que ésta no es exacta.

En la mayor parte de los proyectos la estimación es el primer análisis que se hace pero, estos estimados iniciales con frecuencia son imprecisos, ya puede ser porque a menudo se estima antes de

escoger el equipo de proyecto o por cualquier otro motivo, por lo que se debe actualizar esa estimación durante todo el ciclo de vida del proyecto.

1.4.1 Pasos involucrados en el proceso de estimación

- **Seleccionar el Enfoque:** Seleccionar un enfoque de medición para el elemento. El enfoque puede emplear un modelo matemático o una técnica basada en relaciones de estimación simple.
- **Asociar y Calibrar:** Asociar el enfoque a la secuencia de actividades del ciclo de vida del proyecto, y calibrar los modelos de estimación asociados con los datos históricos de la organización.
- **Computar los estimados:** Computar los estimados de tamaño, esfuerzo, cronograma y calidad empleando el enfoque o modelo seleccionado.
- **Evaluar Estimados:** Comparar los resultados con las restricciones del proyecto y consideraciones para evaluar el estimado. Si el estimado no satisface las restricciones del proyecto, entonces se deben hacer los ajustes apropiados y rehacer los estimados [8].

La mayoría de las veces, las estimaciones se llevan a cabo valiéndose de la experiencia pasada como única guía. Si un nuevo proyecto es bastante similar en tamaño y función a un proyecto pasado, es muy probable que el nuevo proyecto demande aproximadamente la misma cantidad de esfuerzo, que dure aproximadamente el mismo tiempo y que cueste aproximadamente lo mismo que el producto anterior. Pero si el proyecto es totalmente distinto, la experiencia no será suficiente.

Es muy importante que antes de hacer una estimación, el planificador del proyecto comprenda el ámbito del software a construir y genere una estimación de su tamaño.

Al estimar se toma en cuenta no solo del procedimiento técnico a utilizar en el proyecto, sino que se toma en cuenta los recursos, costos y planificación. El Tamaño del proyecto es otro factor importante que puede afectar la precisión de las estimaciones. A medida que el tamaño aumenta, crece rápidamente la interdependencia entre varios elementos del software.

Un gran error en la estimación del costo puede ser lo que marque la diferencia entre beneficios y pérdidas, la estimación del costo y del esfuerzo del software nunca será una ciencia exacta, son demasiadas las variables: humanas, técnicas, de entorno, políticas, que pueden afectar el costo final del software y el esfuerzo aplicado para desarrollarlo [9].

1.4.2 Modelos de estimación

Existen diferentes modelos de estimación, de los cuales se exponen algunos ejemplos:

1.4.2.1 Los modelos empíricos

Cualquier estimación se debe basar en un modelo empírico, o sea, algo subjetivo producto de la experiencia, que relacione un atributo de interés con otros atributos mensurables. Este modelo empírico es el punto de partida para cada método de estimación.

1.4.2.2 El modelo COCOMO

- **Modelo I:** El Modelo COCOMO básico calcula el esfuerzo y el costo del desarrollo de software en función del tamaño del programa, expresado en las líneas estimadas.
- **Modelo II:** El Modelo COCOMO intermedio calcula el esfuerzo del desarrollo de software en función del tamaño del programa y de un conjunto de conductores de costos que incluyen la evaluación subjetiva del producto, del hardware, del personal y de los atributos del proyecto.
- **Modelo III:** El modelo COCOMO avanzado incorpora todas las características de la versión intermedia y lleva a cabo una evaluación del impacto de los conductores de costos en cada caso (análisis, diseño, etc.) del proceso de Ingeniería de Software.

1.4.2.3 Herramientas Automáticas de Estimación

Las herramientas automáticas de estimación permiten al planificador estimar costos y esfuerzos, así como llevar a cabo análisis del tipo con importantes variables del proyecto, tales como la fecha de entrega o la selección del personal. Aunque existen muchas herramientas automáticas de estimación, todas exhiben las mismas características generales y todas requieren de una o más clases de datos. A partir de estos datos, el modelo implementado por la herramienta automática de estimación proporciona estimaciones del esfuerzo requerido para llevar a cabo el proyecto, los costos, la carga de personal, la duración, y en algunos casos la planificación temporal de desarrollo y riesgos asociados.

1.5 ¿Qué son las Métricas de software?

Según Norman Fentón, “No se puede predecir lo que no se puede medir”.

El software posee determinados índices que son medibles y que constituyen las bases para la calidad, el control y el perfeccionamiento de la productividad.

Según Rendón, Métrica es el término que describe muchos y muy variados casos de medición. Siendo una métrica una medida estadística (no cuantitativa como en otras disciplinas) que se aplica a todos

los aspectos de calidad de software, los cuales deben ser medidos desde diferentes puntos de vista como el análisis, construcción, funcional, documentación, métodos, proceso, usuario, entre otros [10].

La medición de software se presenta en nuestros días como un medio esencial para realizar las estimaciones oportunas del esfuerzo, coste y tiempo necesarios para el desarrollo de productos software.

Tradicionalmente, en el mundo del software, los términos “métrica” y “medida” se han usado como sinónimos, pero realmente no significan lo mismo.

Métrica: función con dos argumentos que es una medida de distancia (y cumple determinados axiomas). Una métrica es una medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo dado.

Medida: valor numérico para un atributo cuya magnitud se desea valorar en función de una escala concreta. Una medida proporciona una indicación cuantitativa de la extensión, cantidad, dimensiones, capacidad o tamaño de algunos atributos de un proceso o producto.

A partir de lo anterior se puede llegar a la conclusión de que toda métrica es una medida, pero una medida no necesariamente tiene que ser una métrica.

1.5.1 Tipos de Métricas de Software

Las métricas de software son las que están relacionadas con el desarrollo del software como funcionalidad, complejidad y eficiencia, además de métricas orientadas al tamaño, que también se pueden clasificar según la información que entregan:

- **Métricas técnicas:** Se centran en las características de software, por ejemplo: la complejidad lógica, el grado de modularidad. Mide la estructura del sistema, el cómo esta hecho.
- **Métricas de calidad:** Proporcionan una indicación de cómo se ajusta el software a los requisitos implícitos y explícitos del cliente. Es decir cómo se va a medir para que el sistema se adapte a los requisitos que pide el cliente.
- **Métricas de productividad:** Se centran en el rendimiento del proceso de la ingeniería del software. Es decir que tan productivo va a ser el software que voy a diseñar.
- **Métricas orientadas a la persona:** Proporcionan medidas e información sobre la forma que la gente desarrolla el software de computadoras y sobre todo el punto de vista humano de la efectividad de las herramientas y métodos.
- **Métricas orientadas al tamaño:** Es para saber en qué tiempo se va a terminar el software y cuantas personas se necesitarán.

- **Métricas orientadas a la función:** Son medidas indirectas del software y del proceso por el cual se desarrolla. En lugar de calcularlas las LDC, las métricas orientadas a la función se centran en la funcionalidad o utilidad del programa [11].

Como se puede observar, un software puede ser medible y hay muchas razones que lo justifican, ya que se hace con el objetivo de evaluarlo para probar la calidad del producto, evaluar la productividad del personal que lo está desarrollando, para ver los beneficios (en términos de productividad y calidad) derivados del uso de nuevos métodos y herramientas de ingeniería de software, con el fin de establecer una línea base de estimación, ayudar a justificar el uso de nuevas herramientas, entre otros factores, todo lo anterior, con la finalidad de obtener su nivel de confiabilidad.

1.5.2 Importancia de las Métricas

Las métricas son utilizadas para que los profesionales e investigadores puedan tomar las mejores decisiones; son un medio para asegurar la calidad en los productos/procesos/proyectos software. Además son un buen medio para entender, monitorizar, controlar, predecir y probar el desarrollo software y los proyectos de mantenimiento [12].

Las mediciones de software brindan al administrador del proyecto la visión que necesita para la toma de decisiones críticas para el éxito del mismo, ya que son una herramienta muy efectiva que colabora en la gestión de proyectos de software. Al integrarse en la totalidad de los procesos de administración de proyectos, permiten al líder del mismo poder identificar los riesgos, llevar un seguimiento de dificultades específicas y evaluar su impacto en el costo del proyecto y en el desempeño de las actividades con él relacionadas, así como desarrollar vías alternativas de solución y poder seleccionar el mejor enfoque para corregir los problemas.

Las organizaciones productoras de software que han alcanzado el éxito implementan mediciones como parte de sus actividades cotidianas en el desarrollo de productos, y es que la medición brinda la información objetiva que ellas necesitan para la toma de decisiones, teniendo un impacto positivo en el negocio y desempeño en la ingeniería.

El utilizar métricas debe ayudar a la evaluación de las representaciones del modelo lógico y físico, además de que deben tener la capacidad de intuir sobre la complejidad del diseño y construcción.

Las métricas se utilizan principalmente para a partir de ellas obtener las bases para la estimación, determinar la complejidad relativa de los proyectos y seguir sus progresos, darse cuenta y analizar los defectos del producto y, entre otras, validar las mejores prácticas.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

Las métricas de software responden a dos objetivos fundamentales: la valoración y la estimación. La primera tiene como principales magnitudes la calidad, fiabilidad y productividad; mientras que a la estimación corresponden el esfuerzo y el tiempo.

1.5.2.1 Atributos que deben acompañar a las métricas efectivas del software

- Simple y fácil de calcular.
- Empírica e intuitivamente persuasiva: Debe satisfacer las nociones intuitivas del desarrollador sobre el atributo del producto en evaluación.
- Consistente y objetiva: Presentar resultados sin ambigüedad.
- Consistente en el empleo de unidades y tamaños: Deben emplearse medidas que no conduzcan a extrañas combinaciones de unidades.
- Independiente del lenguaje de programación: No deben depender de la sintaxis o semántica del lenguaje de programación.
- Un eficaz mecanismo para retroalimentación de calidad: Debe proporcionar al desarrollador de software información que le lleve a un producto final de mayor calidad [13].

1.6 Herramientas que se utilizan desde el orden interno de los proyectos hasta el nivel más alto

Las herramientas nos permiten coleccionar, procesar y analizar los datos una vez definidos los requisitos de medición y los procedimientos.

Las mediciones brindan la visión que el administrador del proyecto necesita para la toma de decisiones críticas para el éxito del mismo.

Existen herramientas comunes que soportan funciones de medición [19].

1.6.1 Funciones de medición:

- Bases de Datos, Gráficos y Reportes: Almacenar y administrar datos de medición para producir gráficos y reportes basados en texto.
- Modelos de Estimación: Brindan capacidades predictivas, tales como modelos de estimación de costos y modelos de fiabilidad.
- Análisis Estadístico: Brindan capacidades analíticas reforzadas tales como regresión.
- Gestión de Cronogramas y Proyectos: Ayudan en la planificación de proyectos y monitoreo de la localización de los recursos y los gastos.
- Gestión Financiera: Soportan la colección y almacenaje de los datos de fondos.

- Análisis de Producto: Generan análisis automatizado de características específicas de producto (Ej. complejidad).
- Colección de datos: Automáticamente extraen datos de medición de los elementos de la ingeniería de procesos.

1.6.2 Process Dashboard, Team Process Dashboard, PSM Insight v4.2.2. Herramientas de medición

El Process Dashboard (PDB), originalmente fue desarrollado en 1998 por la fuerza aérea de Estados Unidos, y ha continuado desarrollándose bajo modelo open-source. Es una herramienta de código abierto que da acceso al ingeniero a un cronómetro en su ordenador para medir el tiempo de las actividades que realiza, un formulario para registrar la información de los defectos encontrados, otros scripts y formularios para seguir los procesos definidos por el Proceso de Software Personal (PSP), y puede ayudar a facilitar el proceso de recopilación y obtención de datos y métricas para el PSP. La herramienta genera gráficos para una gran variedad de indicadores, a partir de los datos recolectados. Constituye una vía excelente para recopilar los datos relacionados con tiempo, tamaño y cantidad de defectos.

En las últimas versiones del software se ha incorporado el concepto del “Team DashBoard” que permite compartir un repositorio común de mediciones del proyecto. El líder del equipo durante su instalación configura el directorio que servirá como servidor de datos del proyecto, e invita a los miembros del equipo a formar parte de dicho proyecto. De esta manera el líder mantiene un control centralizado de todos los cuadernos de trabajos de los integrantes del equipo; teniendo acceso a cada una de sus métricas [14].

PSM Insight v4.2.2: Constituye una herramienta de medición, desarrollada en software libre, que implementa el proceso completo de PSM y posibilita:

- Implementar PSM Insight en un área de trabajo.
- Ajustar las necesidades de información a la herramienta.
- Configurar las plantillas de PSM acorde a un proyecto.
- Seleccionar y especificar medidas relevantes.
- Crear y analizar indicadores complejos.
- Importar datos de otras aplicaciones.
- Aplicar PSM y los principios ISO/IEC 15939 en los proyectos.

A continuación exponemos un ejemplo del empleo de esta herramienta de medición: ¿Se desea evaluar la fiabilidad del software, hardware o sistema?

Seleccionamos un modelo de fiabilidad para crear un archivo de datos dentro del programa analítico de software SMERFS, incorporado dentro de PSM Insight v4.

“Las herramientas automatizadas constituyen un soporte esencial para agilizar el proceso de medición, logrando el manejo y procesamiento de un gran volumen de información, y el acceso a la misma desde diversos orígenes”.

1.7 ¿Que es el PSP?

En su artículo Personal Software Process Ever Gutiérrez Castillo define al Proceso de Software Personal como una versión pequeña del Modelo de Capacidad de Madurez Integral (CMMI), el que se caracteriza por ser de uso personal y se aplica a programas pequeños de menos de 10.000 líneas de código. Se centra en la administración del tiempo y en la administración de la calidad a través de la eliminación temprana de defectos.

1.8 Utilización de los Repositorios a nivel mundial.

La reutilización es muy importante hoy día en el desarrollo de software ya que, entre otros beneficios, disminuye los costos y tiempo de construcción del mismo, pero para esto se requiere de un entorno soportado por tecnología y, desde esta perspectiva, los repositorios serían un paso más en el proceso para integrar la reutilización.

1.8.1 ¿Qué es un Repositorio?

Un Repositorio es un sitio centralizado donde se almacena y mantiene información digital, habitualmente bases de datos o archivos informáticos. Suelen contar con sistemas de Backup y mantenimiento preventivo y correctivo, lo que hace que la información se pueda recuperar en el caso que la computadora quede inutilizable. Es un lugar en el que se almacenan datos actualizados e históricos, a menudo en un servidor. A veces se le denomina depósito o depot.

Un repositorio posibilita la accesibilidad total a los trabajos que son cedidos y autoarchivados voluntariamente por los propios investigadores, instituciones u otros propietarios en su nombre, y la preservación del contenido es asegurada a largo plazo.

1.8.2 Tipos de repositorios

Los Repositorios se clasifican en Temáticos e Institucionales:

1.8.2.1 Repositorios Temáticos

Los Repositorios Temáticos fueron los primeros en aparecer. Son creados en torno a una disciplina y, por supuesto, es imposible que sean completos. No existe forma alguna de obligar a los autores a que remitan sus trabajos hacia él.

Añadir además, que estos Repositorios constituyen como tal, un conjunto de servicios para almacenar y hacer accesibles materiales de investigación en formato digital del producto de la investigación llevada a cabo por alguna comunidad, cuyas características más importantes son:

- El contenido es depositado por el propietario, autor o una tercera persona en su nombre.
- Libre accesibilidad.
- Preservación a largo plazo.

1.8.2.2 Repositorios Institucionales

Los Repositorios Institucionales, como lo dice su nombre, recogen la producción de una institución en específico y es la forma más extendida; actualmente, se centran en una organización (universidad, departamento, instituto, sociedades científicas). En estos Repositorios se pueden definir políticas para que los miembros añadan contenidos. Son incluidos en esta clasificación también los Repositorios de tesis doctorales.

Debido a que su función principal es almacenar la producción de alguna institución, son de gran importancia ya que, favorecen la difusión y preservación de sus contenidos y aumenta el impacto de la producción científica.

1.8.2.3 Modelos de gestión de Repositorios

Existen tres modelos de gestión de Repositorios:

- **El modelo centralizado:** Los trabajos se depositan directamente en un archivo nacional accesible a los usuarios y proveedores de servicios.
- **El modelo distribuido:** Los trabajos se almacenan en cualquiera de los repositorios institucionales o temáticos de acceso abierto e interoperables. Sus metadatos se recolectan y son accesibles a usuarios y proveedores de servicios.
- **El modelo por recolección (harvesting):** Variante del modelo distribuido en el que los metadatos recolectados se mejoran y normalizan primero y luego se hacen accesibles a usuarios y proveedores de servicios [15].

1.8.3 Ventajas de la implantación de Repositorios.

Los Repositorios facilitan de un modo extensible, el almacenamiento, explotación, consulta y rehúso de toda la información contenida en ellos, además de estas razones cabe destacar que los repositorios favorecen la difusión y posibilidad de poder acceder a los datos que en él se tengan almacenados, minimiza las barreras económicas pues disminuye los costos para la adquisición de la información y, entre otras, tiene bajo costo de implementación.

1.8.4 Repositorios existentes a nivel mundial

El primer Repositorio en crearse fue ArXiv, fundado por Paúl Ginsparg en 1991 en Los Álamos, Estados Unidos, para la Física de Altas Energías, las Matemáticas y las Ciencias de la Computación. Actualmente, contiene alrededor de 300 000 trabajos y se utiliza ampliamente por investigadores de todos los continentes. En estos momentos, se administra desde la Universidad de Cornell.

Su éxito lo sitúa como el modelo de difusión científica más efectivo en el Movimiento de acceso abierto, el cual se basa en colocar a disposición de la comunidad científica y del público general, en forma gratuita y libre, artículos científicos y materiales docentes para la investigación por medio de su publicación en revistas de acceso abierto y el depósito de estos en Repositorios Institucionales o Temáticos con igual acceso.

En 1996, se creó REPEN, Research Papers for Economics, una iniciativa para crear una base de datos de acceso público en economía y disciplinas relacionadas, y en 1997, CogPrints, desarrollado por Steven Harnad en la Universidad de Southampton, Reino Unido, en el área de psicología, neurociencias y lingüística.

En África sólo existen 8 Repositorios Institucionales. De los cuales, 7 pertenecen a Sudáfrica, que es uno de los países subdesarrollados en los cuales es posible observar un creciente interés de investigadores y profesionales de la información hacia el Movimiento de acceso abierto y el tema de las políticas para la implementación de sus estrategias, lo que no implica que exista un alto nivel de reconocimiento de esta actividad en el país.

En Asia existen 50 Repositorios, la mayor cantidad pertenece a Japón que reporta 24 y a la India con 18. La India está a la vanguardia del resto de los países subdesarrollados, tanto en términos de crecimiento económico como de productividad científica, y lidera el movimiento de acceso abierto y la creación de Repositorios Institucionales.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

En la región de Australasia existen 61 Repositorios, de ellos pertenecen 52 a Australia y 9 a Nueva Zelanda.

En Alemania una de las organizaciones que se destaca es Max Planck Gesellschaft (MPG), que inició el proyecto *EDoc* de Repositorio Institucional para sus investigadores.

Reino Unido es el tercer país, después de Estados Unidos y Alemania, con mayor cantidad de Repositorios, la mayoría establecidos en universidades. Entre los proyectos que han favorecido el desarrollo de los Repositorios se encuentra el SHERPA/ROMEO.

La Universidad de Southampton lidera la práctica de autoarchivo, al acumular el mayor porcentaje de trabajos depositados, gracias al establecimiento de una efectiva política de autoarchivo. Además, fue aquí donde se desarrolló el software Eprint, una de las plataformas más utilizadas para Repositorios.

Francia es uno de los países europeos que muestra mayor interés en proporcionar acceso en línea a la información científica sobre la base de dos estrategias: la digitalización de sus revistas y la implementación de Repositorios de acceso abierto. En este aspecto se destaca la iniciativa del *Centre pour la Communication Scientifique, Centre National pour la Recherche Scientifique (CNRS)* que hospeda varios de los Repositorios franceses.

En América del Sur, existen 38 Repositorios, la mayor cantidad de ellos pertenecen a Brasil con 25 y le continúa Chile con 5.

En Brasil se encuentra *Bioline Internacional* de 1993, como servicio de acceso abierto de publicaciones científicas, producidas en países en vía de desarrollo y especializado en biociencias, contiene la producción científica de los países integrantes de *Bioline*. El Repositorio, con más de cuarenta revistas, es gestionado por bibliotecarios de la Universidad de Toronto, junto con El Centro de Referencia para el Desarrollo de la Información de Brasil y *Bioline/UK*.

En América del Norte, de 284 Repositorios existentes, 254 pertenecen a los Estados Unidos y el resto a Canadá.

En Estados Unidos los Repositorios Institucionales son clara y ampliamente reconocidos como infraestructuras esenciales para la comunicación científica en el mundo digital.

Europa es una de las regiones más destacadas en esta actividad, ya que los países que la conforman se desempeñan activamente en todas las iniciativas y proyectos relacionados con el acceso abierto.

El CERN (Centro Europeo de Investigaciones Nucleares) es uno de los primeros líderes en esta área y sus Repositorios incluyen alrededor de 360 000 documentos a texto completo. Desarrolló la plataforma *CDSware* que constituye una de las más utilizadas a nivel mundial para la implementación de Repositorios.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

PubMed Central (PMC) es uno de los Repositorios de carácter temático más antiguo creado en el 2001, y con mayor éxito. Especializado en Medicina, se trata del archivo del NIH (National Institutes of Health) gestionado por la National Library of Medicine (NLM) de los Estados Unidos. En estos últimos años se ha convertido en una fuente de referencia para investigadores de todo el mundo. Su éxito ha hecho que se cree una red llamada PMC International con el objetivo de establecer archivos abiertos en colaboración con instituciones locales de cada país. Uno de ellos es UK PubMed Central. Se trata de un Repositorio creado a comienzos de 2007 en el Reino Unido. El objetivo de PMC es preservar y facilitar el acceso sin restricciones a la literatura médica.

Como ejemplo de Depósito Institucional en Europa existe el denominado DSpace@Cambridge. En abril de 2006, tras una fase de proyecto, se convirtió en un servicio estratégico de la Universidad de Cambridge gestionado conjuntamente por la biblioteca y el servicio de informática. Su objetivo es preservar y difundir los materiales digitales, tanto de investigación como docentes, creados por personal de/ o relacionado por cualquier motivo con la Universidad.

eDoc es el Depósito Institucional de todos los institutos Max Planck de Alemania. Sus objetivos, como en otros casos de Repositorios Institucionales, son conservar la memoria científica de la institución, y explorar nuevos modelos de comunicación científica. Fue creado en 2003. El sistema está organizado por colecciones. Cada una de ellas corresponde a contenidos de un instituto concreto.

eDoc pretende proporcionar acceso a toda la producción científica de los investigadores que trabajan para el Max Planck, independientemente de los tipos de publicación o formatos de ficheros.

E-LIS Eprints in Library and Information Science es un archivo abierto de carácter internacional especializado en Biblioteconomía, Documentación y disciplinas relacionadas. Su nacimiento se sitúa en 2003, como proyecto financiado por el Ministerio de Cultura, en la Universidad Politécnica de Valencia. Actualmente está alojado en máquinas del Consorcio Interuniversitario Lombardo Elaborazione Automática (CILEA) en Italia.

E-PrintsUCM es un Repositorio Institucional de la Universidad Complutense de Madrid. Se trata de uno de los archivos institucionales más antiguos del país ya que data de 2003. Entre los objetivos del archivo están el incrementar el acceso y la difusión de la investigación desarrollada en la universidad, así como permitir una mayor visibilidad e impacto de la investigación publicada.

TDX (Tesis Doctoral en Xarxa): es un Repositorio cooperativo que contiene, en formato digital, las tesis doctorales leídas en las universidades de Cataluña y de otras comunidades autónomas. Es el Repositorio con más tradición del país pues el proyecto nació a partir de un convenio firmado en 1999. Hasta mayo del 2007, el *OpenDOAR*, que no es más que un Directorio académico de Repositorios de Acceso Abierto, recogía 881 Repositorios en todo el mundo y de ellos 434 en Europa, casi el 50% del

total: Alemania 112, Reino Unido 99, Holanda 44, Francia 32, Suecia 31, Italia 24, Bélgica 15 y España 14. El resto de los países europeos presentaba una cantidad menor de repositorios. Norte América contaba con 284, Australasia con 63, 38 en Sur América, África con 8 y solo 4 en Centro América. Ya para abril del 2008 la situación ha cambiado bastante, pues cada vez se vuelve más grande el número de Repositorios que recoge OpenDOAR, y esto se puede observar en la siguiente figura.

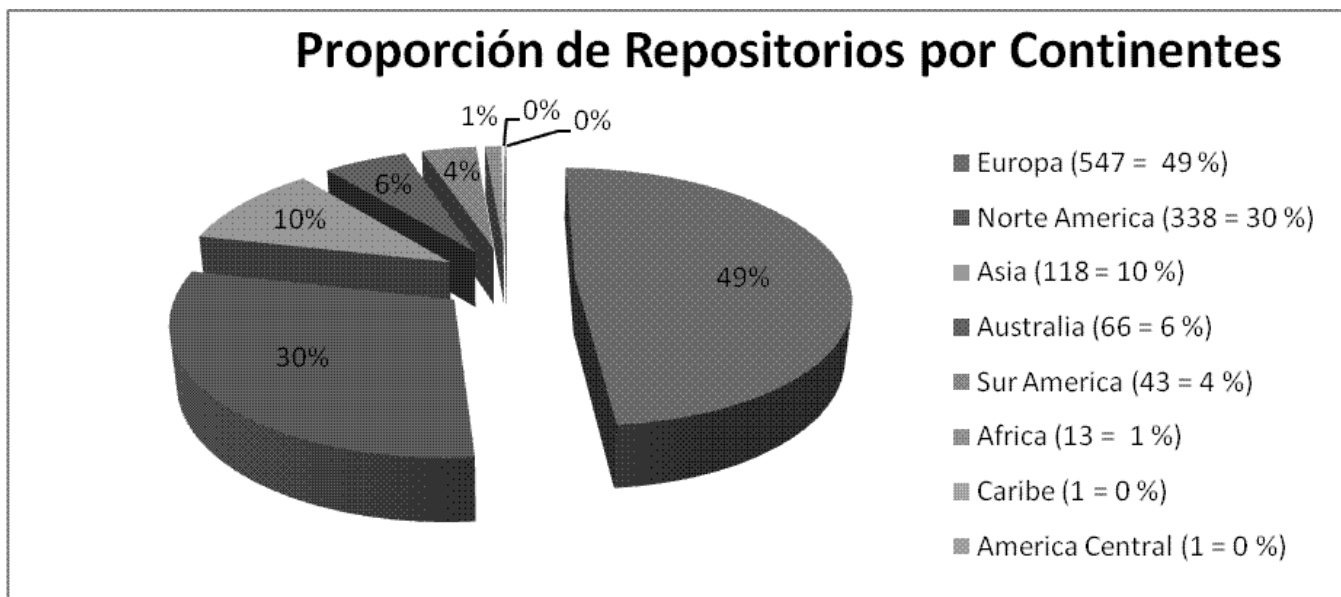


Figura 1. Proporción de Repositorios por continentes, abril 2008

1.8.5 Situación de los repositorios en Cuba

Fueron entrevistados algunos expertos pertenecientes a distintas ramas con el objetivo de determinar el estado de la actividad de implantación de Repositorios en nuestro país, y según la consulta que se les hizo, se pudo concluir que, en Cuba aún no existen Repositorios Institucionales como tal, sino proyectos que se acercan en algunas características, establecidos en varias de las instituciones con más desarrollo en el contexto informacional; aunque se reconocen los beneficios de los Repositorios Institucionales para elevar la visibilidad de la producción científica cubana y maximizar el intercambio de información en el país.

Un ejemplo de lo que se ha hecho hasta ahora en Cuba lo constituye un Centro de Recursos Virtuales con que cuenta la Facultad de Matemática y Computación (Matcom) de la Universidad de La Habana, creado a finales del año 2005, con el objetivo primordial de facilitar el acceso de los estudiantes, profesores e investigadores de la facultad a la publicación y creación de recursos digitales en línea. La

biblioteca tiene como propósito centralizar la mayor cantidad posible de documentos en formato digital, ya sea libros, revistas, artículos, conferencias, trabajos de diploma de pregrado, adquiridos por diversas vías, para colocarlos a disposición de la comunidad académica de la institución y de otras comunidades académicas interesadas.

1.8.6 Situación de los repositorios en la UCI

Según la indagación científica realizada por el autor de este trabajo en la Universidad de las Ciencias Informáticas acerca de la situación actual en que se encuentra enfrascada la escuela, respecto a los Repositorios y a la necesidad real de almacenar en ellos información, se pudo conocer que se cuenta con un proyecto para impulsar el desarrollo de software en la UCI, conocido como GForgeUCI, el cual tiene como objetivo fundamental proveer a la comunidad universitaria de un ambiente para el desarrollo colaborativo. Este está soportado por GForge, una herramienta que permite desarrollar proyectos de forma comunitaria y no presencial, basándose en técnicas de gestión de la calidad del software, y provee hospedaje para proyectos, foros, listas de discusión, seguimiento de errores, además de herramientas para controlar el acceso al código fuente en el Repositorio Subversión, entre otras facilidades.

Aunque existe este Repositorio, todos los proyectos de cada una de las facultades por las que está conformada la UCI no hacen uso de él, sino que se auxilian en la mayoría de los casos, de alguno que se haga exclusivamente para un proyecto determinado y al que tienen acceso el líder, los miembros del proyecto y alguna que otra persona a la que se le otorguen los privilegios, observándose que un problema clásico durante el desarrollo de software es cómo registrar las modificaciones realizadas al código fuente, documentación y otros recursos para poder en cualquier momento deshacerlas o simplemente revisarlas. Surge otro problema cuando varios desarrolladores realizan modificaciones al mismo tiempo sobre el mismo recurso publicado, produciendo ciertas inconsistencias.

De lo anterior inferimos que durante el desarrollo de un software, sus componentes son publicados en un repositorio común y pueden ser accedidos y modificados en cualquier momento. Una versión del software puede considerarse una publicación de sus componentes en un instante de tiempo dado resultado de un grupo de modificaciones. Otro problema es controlar quiénes pueden acceder y modificar las versiones.

El proceso de registrar, sincronizar y permitir los accesos y modificaciones del software se conoce con el nombre Control de Versiones. El Control de Versiones puede realizarse de manera manual pero no sería sencillo y estaría sujeto a los errores humanos. Surgen entonces los Controladores de Versiones para la gestión automática de las versiones de las componentes del software.

1.8.7 Herramientas para el Control de Versiones

Las herramientas controladoras de versiones permiten el almacenamiento y control de cualquier tipo de fichero, código fuente, documentos, ejecutables, entre otros. Con la aplicación del Control de Versiones se garantiza el acceso y recuperación de versiones anteriores de su proyecto.

Estas herramientas permiten:

- Crear carpetas de trabajo para almacenar ficheros de manera local para su modificación.
- Subir al repositorio los ficheros controlados (check in).
- Descargar los ficheros del repositorio hacia la carpeta de trabajo (check out).
- Ver diferencias entre versiones.
- Pedir una versión anterior del producto previamente almacenada en el repositorio indicando una fecha o una etiqueta.
- Desarrollo de versiones en paralelo.
- Unión de versiones desarrolladas en paralelo.

1.8.7.1 Sistema de Control de Versiones (CVS)

El CVS mantiene el registro de todo el trabajo y los cambios en los ficheros (código fuente principalmente) que forman parte de un proyecto y permite que distintos desarrolladores (potencialmente situados a gran distancia) colaboren. Lo que hace a CVS especialmente útil no es sólo el control de versiones, sino el control de concurrencia que permite. En los sistemas tradicionales de control de versiones, un desarrollador consigue una copia del fichero, lo modifica y después devuelve la nueva versión, durante todo este proceso, ningún otro desarrollador tiene permiso para acceder a ese fichero. En cambio CVS permite que varios desarrolladores estén trabajando a la vez sobre el mismo fichero y en la mayoría de los casos es capaz también de resolver automáticamente los conflictos que se producen al entregar las modificaciones. Es por esto que CVS es especialmente útil en los proyectos al estilo código abierto, desarrollados a través de Internet, ya que permite a cada desarrollador trabajar con independencia y sin tener que preocuparse demasiado de las modificaciones que estén haciendo los demás, pero posee limitaciones, el protocolo CVS no provee una manera de que los directorios puedan ser eliminados o renombrados, cada archivo en cada subdirectorio debe ser eliminado y re-agregado con el nuevo nombre. Los archivos en el repositorio sobre la plataforma CVS deben ser eliminados y luego volver a agregarlos con el nuevo nombre.

1.8.7.2 Subversion

El Software Subversion; un controlador de versiones que permite reemplazar al popular Sistema de Control de Versiones (CVS), que posee varias deficiencias, permitiendo un mejor control de las versiones pues mejora todas las operaciones de actualización, eliminación, renombramiento y movimiento de archivos. Una característica importante de Subversión es que, a diferencia de CVS, los archivos versionados no tienen cada uno un número de revisión independiente, sino que todo el repositorio tiene un único número de versión que identifica un estado común de todos los archivos dentro del mismo en cierto punto del tiempo.

Características principales:

- Permite el seguimiento de los archivos y directorios a través de copias y renombrados.
- Se envían sólo las diferencias en ambas direcciones (en CVS siempre se envían al servidor archivos completos).
- Puede ser servido, mediante Apache, sobre WebDAV/DeltaV.
- Maneja eficientemente archivos binarios (a diferencia de CVS que los trata internamente como si fueran de texto).

1.8.7.3 TortoiseSVN

TortoiseSVN es un cliente gratuito de código abierto para el sistema de control de versiones Subversion. Integrado en la shell de Windows, por ejemplo el “explorador”, y ni siquiera está obligado a usar el Explorador de Windows. Los menús contextuales de TortoiseSVN también funcionan en otros administradores de archivos, y en la ventana Fichero/Abrir que es común a la mayoría de aplicaciones estándar de Windows. Todos los comandos de Subversion están disponibles desde el menú contextual del explorador. TortoiseSVN añade su propio submenú. Por lo antes descrito se utilizará el software TortoiseSVN, por sus ventajas para el mejor funcionamiento del repositorio creado.

1.9 Conclusiones

De lo anteriormente analizado se concluye, la necesidad existente en la UCI de recolectar toda la información productiva y la importancia de la planificación y existencia de métodos de estimación para lograr una calidad óptima en los productos de software, así como las herramientas de medición y del control de versiones. También la importancia de la creación de un Repositorio Central de Medición que

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

permite almacenar datos de proyectos ya finalizados que ayudan a planificar, estimar y a la toma de decisiones en proyectos futuros con un margen de error más acotado que el existente, de ahí que el capítulo siguiente abarque la descripción de esta propuesta.

Capítulo 2: Descripción de la Propuesta

2.1 Introducción

En este capítulo se hace una descripción de la solución propuesta, consistente en la creación de un Repositorio Central de Medición que permite almacenar datos de proyectos ya finalizados que ayudan a planificar, estimar y a la toma de decisiones en proyectos futuros con un margen de error más acotado que el existente, además de métricas usadas y medidas obtenidas para aumentar el nivel de información cuantificable de los proyectos. Se realiza una descripción del flujo de información que permite analizar los datos de múltiples proyectos que se guardan en el Repositorio, con vistas a arribar a la propuesta de solución del Repositorio Central de Medición para la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

2.2 Descripción del flujo de información que permite analizar los datos de múltiples proyectos que se guardan en un Repositorio

A continuación se sintetiza el desarrollo del flujo de información con respecto a las mediciones. La necesidad de Información está en correspondencia directa con conceptos medibles, los cuales admiten subconceptos medibles, los mismos constituyen mediciones que se realizan sobre entidades y atributos presentes en las mismas. Las mediciones producen medidas y a su vez determinan distintas formas de medir como métricas y estas generan indicadores, esto solo se puede hacer analizando los datos de múltiples proyectos, almacenados en el repositorio del que se obtiene la información requerida con respecto a las mediciones. **Ver Figura 2.**

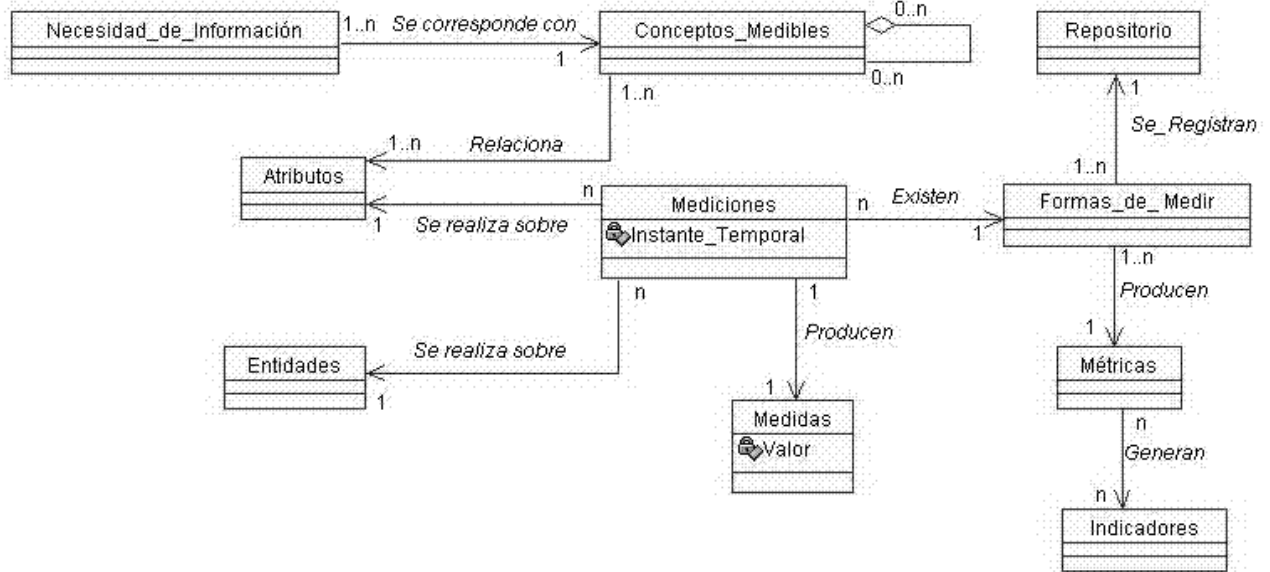


Figura 2. Flujo de Información

2.3 Descripción de la propuesta de Repositorio Central de Medición para la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI)

Para la descripción de la propuesta se toma como referencia fundamental la tesis presentada en opción al título de Máster en Informática Aplicada, del maestrante Maypher Román Durán, donde establece la Propuesta de Repositorio Central de Mediciones de la UCI a un nivel macro reflejando en su propuesta principalmente todo el flujo de información cómo es que se efectúa, así como la relación entre los roles participantes y los documentos que se obtienen[16].

La necesidad existente en la UCI de contar con un sitio centralizado donde se almacene y mantenga información digital para ser usado por todos los interesados en utilizar las medidas según las necesidades de información que se tengan, fue el motor impulsor para investigar y el resultado propuesto a continuación, debido a la necesidad que se impone en la universidad para dar los primeros pasos en las estimaciones y planificaciones de proyectos de software.

En la **Figura 3**. se muestra en gran medida y a partir de lo que propone PSM el flujo de información cómo es que se maneja desde los niveles inferiores que en este caso serían los proyectos UCI, conformando los proyectos por facultades y llegando hasta el nivel más alto en la escalera de la universidad donde a nivel central se conformarán los umbrales e indicadores para realizar estimaciones y planificaciones más realistas partiendo de análisis, necesidades de información,

Capítulo 2: Descripción de la Propuesta

identificación de riesgos, toma de decisiones, entre otros factores relacionados con el tema de las métricas de software como eje central que aglomera grandes riquezas en el mundo de software.

La propuesta que se realiza en esta tesis parte de lo descrito visualmente en esta imagen, centrando todo el contenido en lo que representa la estructura como tal del repositorio de información.

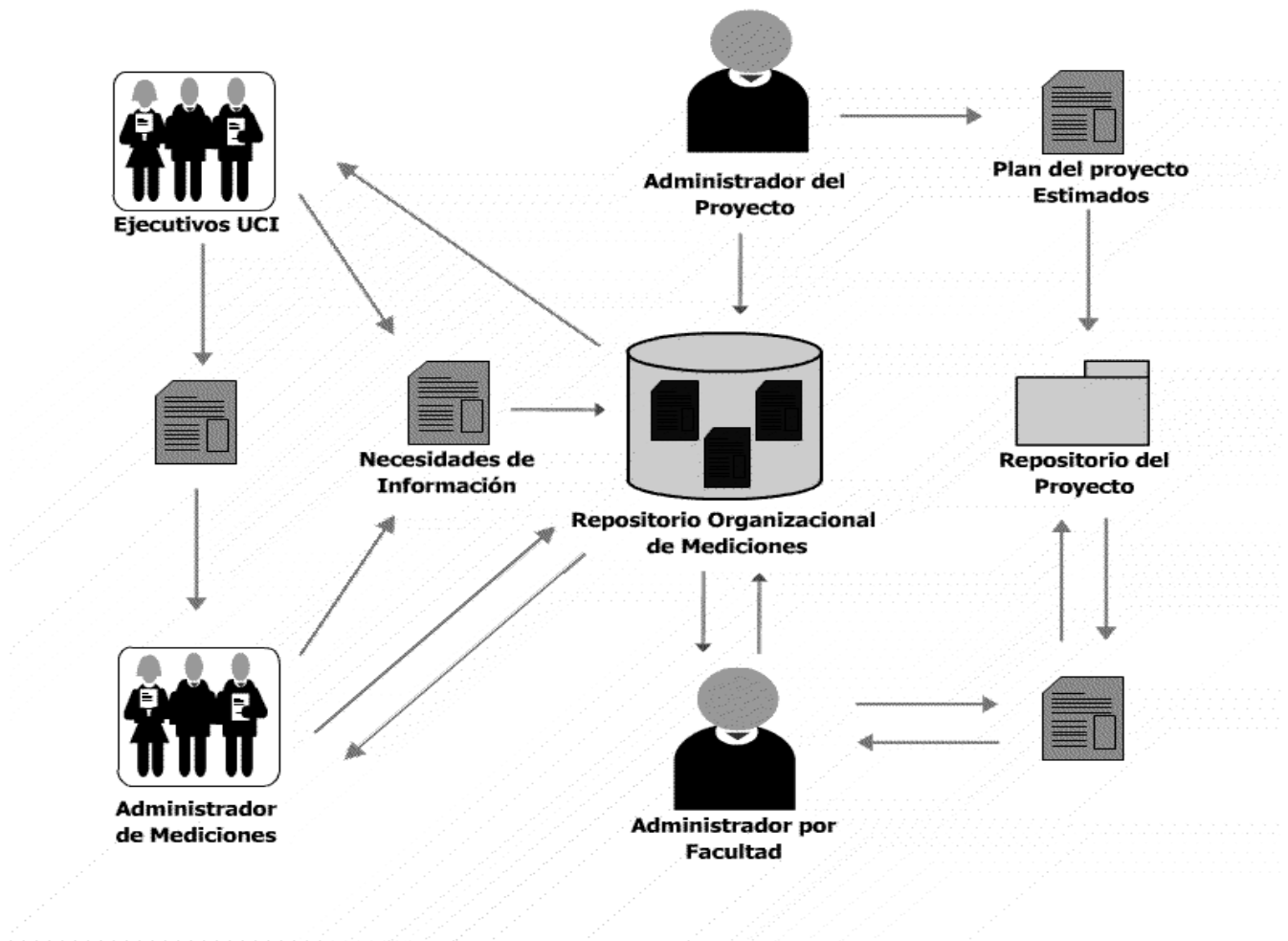


Figura 3. Flujo de información con respecto al repositorio a nivel macro para la UCI

En este flujo de información, se analizan los roles que intervienen, los documentos que se obtienen, su desarrollo y las actividades.

Capítulo 2: Descripción de la Propuesta

2.3.1 Roles que intervienen en el proceso de medición

El Administrador de Proyecto, es la persona responsable dentro del proyecto, que para su labor de planificación y estimación se nutre de los datos históricos de proyectos existentes. Este rol solo va a tener permiso de lectura sobre los documentos de la facultad y permiso de lectura y escritura sobre los documentos de su proyecto. Se prevén estas restricciones debido a que se conserven en orden todas las informaciones propias del proyecto y además que se puedan beneficiar de las informaciones centrales que a la vez es uno de los objetivos esenciales de la propuesta de repositorio central, enfatizando que a los administradores de proyectos no les interesa saber las informaciones de otros proyectos que puedan ser confidenciales, solo las tomas de decisiones centrales para trabajar las estimaciones en base a los indicadores registrados.

Puede ser desempeñado en un momento determinado por el líder del proyecto, el planificador, el analista principal y el responsable de calidad, ya que estos roles siempre están en contacto directos con sus desarrolladores obteniendo y brindando información, además de destacar también las responsabilidades muy asociadas con el proceso de medición y las capacidades de liderazgo. La información recogida se guardará a la vez en el repositorio propio del proyecto y en el repositorio central. La esencia es asegurar que en el repositorio central esté toda la información que haga falta aunque exista lo esencial en el repositorio del proyecto, aunque como una recomendación propia de esta tesis en un futuro se debe implementar un método de optimizar la información en un solo lugar para evitar los retrabajos y las duplicaciones de las informaciones.

El Administrador de la Facultad que a su vez es el Asesor de Calidad, va a procesar la información de todos los proyectos suministrada por los administradores, estableciendo únicos números e indicadores para enviarlos al Repositorio Central UCI, tendrá permiso de lectura sobre los documentos del proyecto a su nivel, así como a los almacenados en el Repositorio Central. Se considera que este rol lo debe asumir el asesor de calidad de cada facultad ya que este está estrechamente vinculado con la Dirección de Calidad de Software y el que se reúne con cierta periodicidad con sus directivos para retroalimentarse de toda la información que se procesa a nivel central y transmitirlo en la facultad.

A nivel UCI se cuenta con los Ejecutivos y los Administradores de Medición. Los primeros van a interesarse por las informaciones que resulten de los análisis de todos los proyectos de las facultades llevándolos hasta el nivel central, no tendrán permiso de escritura sobre los documentos de la facultad ni de los proyectos, pero si pueden hacer un control de cambios en algunos documentos a nivel UCI. Los segundos procesan toda la información a nivel central tienen permiso de lectura tanto a nivel de proyecto como a nivel de facultades, muestran los indicadores y toda la información que se genera a nivel UCI para analizarla, realizar los cambios pertinentes y tener dominio de las estadísticas.

2.3.1.1 ¿Quiénes son exactamente los Administradores de Mediciones en la UCI?

En la Dirección de Calidad de Software están definidos cuatro grupos de trabajo:

- El grupo de Auditoría.
- El grupo de Laboratorios de Pruebas.
- El grupo de Aseguramiento de la Calidad.
- El grupo de Métricas.

Exactamente los integrantes del grupo de métricas son los administradores que controlan todo el Repositorio y junto a los otros roles y la colaboración hasta del último rol que se desempeña en un proyecto mantienen actualizado este repositorio central.

Resulta interesante antes de arribar a la estructura como tal del repositorio hacer un reconocimiento de la estructuración UCI, para así poder comparar el nivel de similitud con que está concebida la propuesta y a propósito de forma precisa mantener el mismo flujo de información que se tiene hasta el momento cuando la universidad tiene que tomar decisiones y no necesariamente para este caso de las mediciones, sino para todo en general.

2.4 Estructura organizacional del flujo de información a nivel UCI

La Universidad de las Ciencias Informáticas cuenta con 10 facultades que participan en el desarrollo y producción de software para diferentes clientes tanto nacionales como extranjeros, cada facultad desarrolla productos de acuerdo a su perfil: Software Libre, Multimedia, Seguridad Informática entre otros. Cuenta con una Dirección de Producción y una Dirección de Calidad; esta última integrada por el Grupo de Aseguramiento de la Calidad, el Grupo de Auditoría, el Grupo de Laboratorios de Pruebas y el Grupo de Métricas. En el tercer nivel tenemos los proyectos pertenecientes a cada una de las facultades con sus miembros, los cuales van a realizar las mediciones que se guardan en el Repositorio Central UCI, para establecer los indicadores y los umbrales. **Ver Figura 4.**

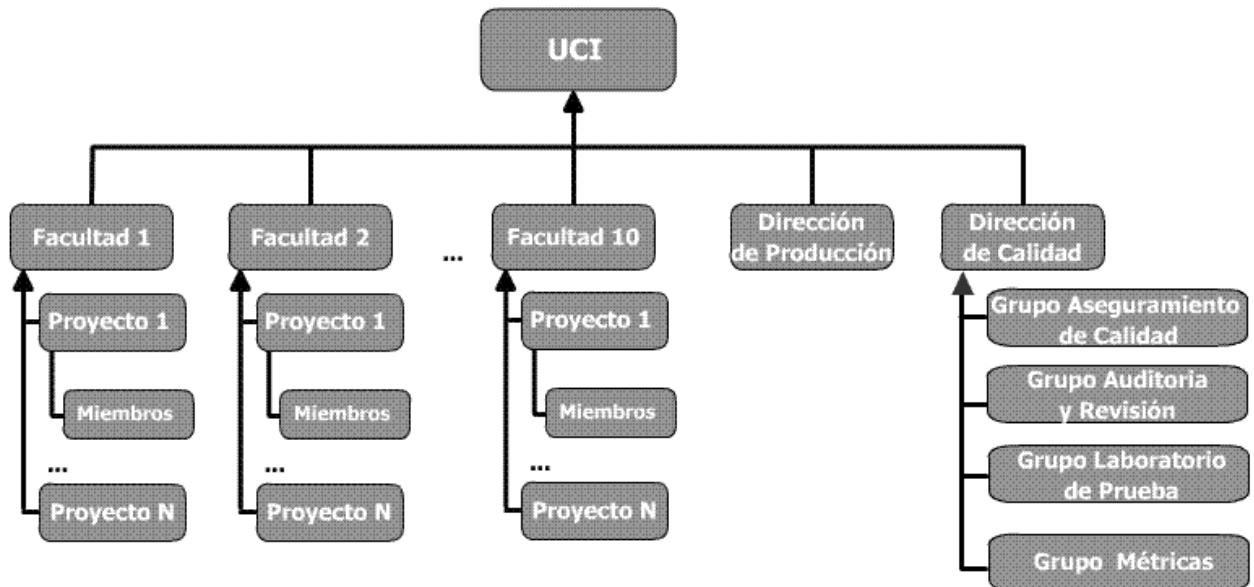


Figura 4. Estructura organizacional del flujo de información a nivel UCI

2.5 Situación de la UCI con respecto a la medición de software

Según una encuesta realizada(**Ver Anexo 1**)en la Universidad a directivos, desarrolladores y personas que tienen los principales roles en los proyectos de cada una de las facultades, se ha manifestado que aunque parece que los términos: medición, métricas, medida, que tan importantes son en el proceso de desarrollo de software, son bastante conocidos, no es así, ya que muchos los conocen y no los usan y otros ni siquiera tienen conocimiento de ellos ni de su respectiva importancia; y esto lo demuestran los resultados que arrojó dicha encuesta, donde una de las preguntas triviales era si se poseían registros de mediciones relevantes de los proyectos de las facultad a las que pertenecían al menos, que permitieran realizar estimaciones para planificaciones futuras, análisis de avances o cualquier otro estudio a favor de mejorar los procesos de desarrollo a los proyectos. Los resultados mostrados en la siguiente figura hablan por si solo con datos estadísticos notándose la gran diferencia que asciende a más de la media de los propios líderes y principales desarrolladores de proyectos que tienen desconocimiento del tema. **Ver Figura 5.**

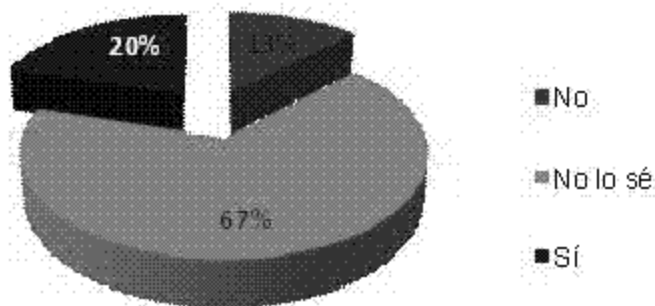


Figura 5. Encuesta

Lo más positivo es que todos los encuestados concordaron en que si se fuese a establecer un proceso de mejora en los proyectos de las facultades los objetivos medibles que priorizarían en primer lugar serían los de obtener un personal con desempeño óptimo en su rol, alcanzar una planificación lo más real posible y lograr un mecanismo de control del proyecto que permita estar al tanto de su estado en cualquier momento. Estos objetivos ciertamente están acorde a lo que se necesita en la UCI, pero en el resto de los puntos se reflejó que no se está trabajando como se debe para obtener el mejor provecho del proyecto que se desarrolla y poder tomar experiencias para proyectos futuros; tal es así que un 58% de los directivos de cada una de las facultades no tiene conocimiento de los indicadores que permiten notar que alguno de sus proyectos está en una situación alarmante y carecen de mecanismos para mantenerse actualizados acerca de ellos. Un 66% posee en su facultad mecanismos para obtener datos estadísticos de los proyectos, el resto afirma que también poseen pero que no les aportan lo suficiente.

Se puede observar también la gran desinformación que existe y esto se ve en las estadísticas que reflejan que un 67% de estos directivos no saben si poseen registros de mediciones relevantes de los proyectos de su facultad, que permitan realizar estimaciones para planificaciones futuras, análisis de avances o cualquier otro estudio a favor de mejorar los procesos de desarrollo o los proyectos, el 13% no poseen estos registros, solo el 20% afirma que en su facultad si se llevan los informes.

Otro problema es que aunque el 81% conoce la importancia que tiene medir elementos del proceso de desarrollo, proyecto y producto obtenido, para mejorar la calidad de los mismos y además, el resto está de acuerdo pero añade que se puede sustituir por otras prácticas o simplemente obviarse, aún se ve como el 38% (la mayor parte) de las personas que asumen los principales roles en cada uno de los

Capítulo 2: Descripción de la Propuesta

proyectos no aplican métricas, el 28% las aplica solo en algunas ocasiones, el 15% no conoce el término del que se habla y, solo una ínfima parte, el 19% las utiliza.

En el caso de los desarrolladores el 41% no mide y/o lleva un registro de sus resultados personales y su avance en el trabajo, el 25% lo lleva en dependencia de si se lo piden o no y el 34% si mantiene sus registros.

A partir de estos resultados de diagnóstico se puede arribar a la conclusión de que no se está haciendo el uso adecuado de las métricas o la medición, lo que la mayoría de las veces implica problemas como falta de calidad en los productos, que constituye un efecto no deseado para cualquier institución de prestigio.

Es por esto que se hace necesario contar con un equipo de medición y con un Repositorio de Información que permita el análisis de los resultados relativos a las mediciones, así como la información necesaria para la interpretación de estos datos y los criterios de medida utilizados.

2.5.1 Roles involucrados en la medición

Como ya se sabe, la medición es una herramienta primaria para los administradores de software y de sistemas, que contribuyen a asegurar que los productos cumplan los objetivos definidos, es por ello que en la Universidad se debe definir un proceso de medición para llevar un control de los proyectos que se desarrollan en la misma.

Las personas involucradas en el proceso de medición requieren de un entrenamiento en mediciones de software, con el fin de adquirir las habilidades necesarias para desempeñar sus roles en las tareas relacionadas con las siguientes áreas de responsabilidades:

- Políticas de medición, planes y definiciones.
- Generación de datos.
- Base de Datos de mediciones.
- Análisis y Reportes [18].

Los principales roles que deben estar implicados son:

- **Administrador ejecutivo:** Domina las capacidades y limitaciones del proceso de medición para que la información que brinde cumpla sus objetivos.
- **Administrador del proyecto:** Domina los procesos y productos de ingeniería, para analizar los resultados de medición que les son presentados accionando de forma efectiva y que el proceso de colección de los datos sea confiable.

Capítulo 2: Descripción de la Propuesta

- **Administrador de medición:** Domina determinados procesos de ingeniería, así como en habilidades básicas de medición, en análisis avanzados, tales como estimación, modelación y análisis.
- **Equipo del proyecto:** Una vez entrenados como proveedores de datos, dominan los requisitos de colección y su relación con los productos y procesos de ingeniería y cómo los datos de medición serán usados para satisfacer las necesidades de información del proyecto y de la organización.

En la siguiente tabla se describen los requisitos mínimos a cumplir por los roles involucrados. **Ver Tabla 1.**

Tabla 1. Roles y Requisitos mínimos a cumplir

Roles & Requisitos mínimos a cumplir.				
Requisitos Mínimos a cumplir	Administrador Ejecutivo	Administrador de Proyecto	Administrador de Medición	Equipo de Proyectos
Ingeniería de Software y Gestión de Software.	x	x	x	x
Medición de Software (Básico)				x
Medición de Software (Avanzado)	x	x	x	
Recopilación de datos de medición.		x	x	x
Administración de Mediciones.		x	x	x
Análisis de Mediciones.	x		x	
Conocimientos sobre estadística Avanzada.			x	

Con lo antes expuesto corroboramos que el personal involucrado en el proceso de medición en el contexto de la UCI debe estar capacitado, para ello la institución debe contemplar cursos de adiestramiento (Diplomados, Cursos de Posgrados) tanto en el cuarto nivel de enseñanza; así como la inclusión en los programas de estudio de un sistema conocimientos con temáticas relacionadas con técnicas de mediciones de software en la etapa de pregrado de los estudiantes que la puedan ejercitar dentro de las disciplinas que contemplen este perfil con el objetivo de adquirir habilidades durante la ejecución de un programa efectivo de mediciones de software.

2.6 Colección y Análisis de datos

Consideramos oportuno señalar que para lograr una correcta colección y análisis de los datos es necesario realizar una correcta selección del proceso de medición a emplear, que responda a las necesidades de información de los administradores de proyectos para ello debemos aplicar todas las tareas que contempla la Actividad de Aplicar las Medidas, lo que redundará en la calidad de la información que se brinda.

Al respecto expresa Lord Kelvin “Cuando puedas medir lo que estás diciendo y expresarlo en números, sabrás algo acerca de eso; pero cuando no puedes medirlo, cuando no puedes expresarlo en números, tus conocimientos serán escasos y no satisfactorios”.

2.6.1 Actividad de Aplicar las Medidas

Valoramos entonces que la primera tarea a realizar es Colectar y Procesar Datos, lo que permite recopilar los datos de medición y someterlos a análisis, como segunda tarea le sigue el Análisis de las Temáticas, donde los datos previamente recopilados son convertidos en información para ser usada por el equipo del proyecto. Como tercera tarea Realizar Recomendaciones la que incluye dos pasos fundamentales, reportar la información de la medición e identificar cursos alternativos de acciones lo cual permite a los administradores de proyectos tomar decisiones y ejecutar acciones correctivas con respecto a las temáticas del proyecto a partir de las no conformidades detectadas.

La Actividad de Aplicar las Medidas se repite periódicamente a lo largo del ciclo de vida del proyecto. El siguiente gráfico muestra las principales tareas para coleccionar, procesar y analizar los datos de medición que brindan una retroalimentación para la toma efectiva de decisiones. **Ver Figura 6.**

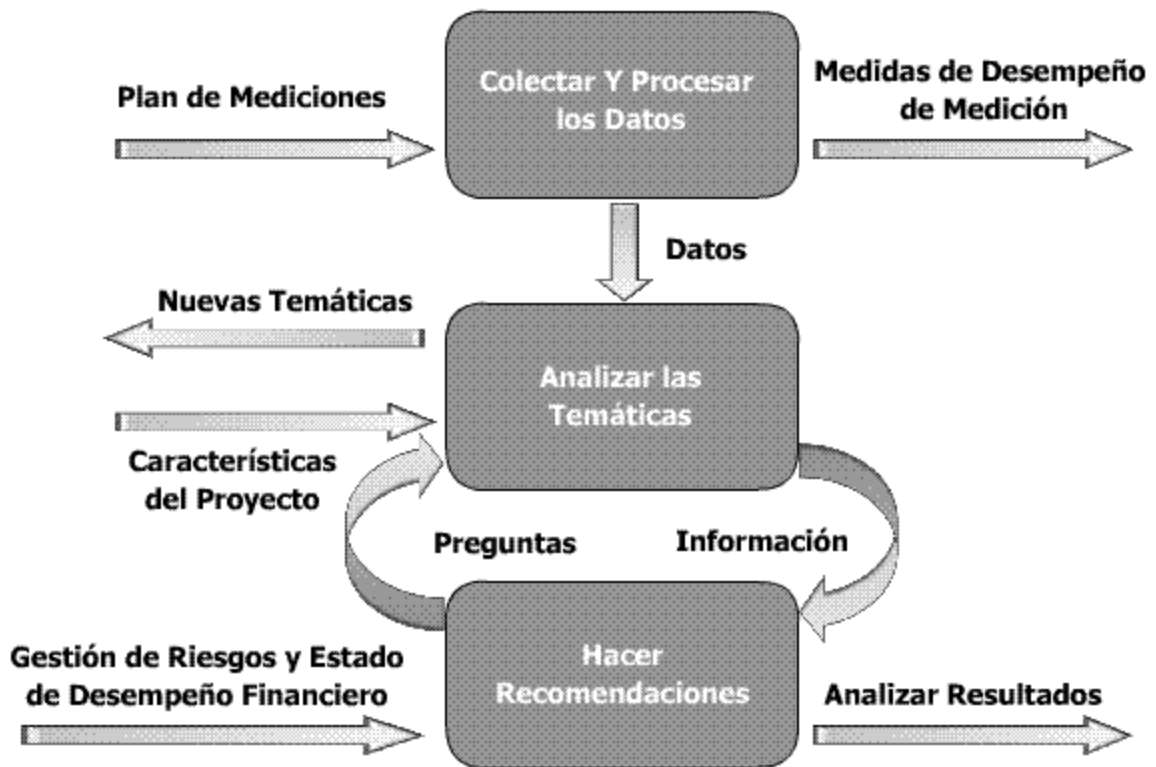


Figura 6. Tareas de la actividad Aplicar las Medidas

2.6.1.1 Tarea de Colectar y Procesar datos

Para la colección y procesamiento de los datos se emplean tres pasos, el primero consiste en coleccionar datos a través de formularios y herramientas automatizadas, como segundo la verificación y la última es la Normalización de los datos para posterior análisis.

- **Colectar Datos:** Los Analistas de Medición cuentan con los datos de medición que les suministra el personal responsable de generarlos para su procesamiento. Para el acceso a estos se utilizan mecanismos tales como: Acceso directo o compartido, Copias duras, Copias electrónicas de ficheros y/o bases de datos, Datos exportados.
- **Verificar Datos:** La calidad de los datos depende de los resultados de la medición, para verificar estos tener en cuenta; la precisión cuando se registran y la veracidad con la que se envían e identificados con sus fechas de colección y su fuente, para poder asociarlos tanto a eventos dentro del proyecto como a las diferentes fuentes.

Capítulo 2: Descripción de la Propuesta

Algunas consideraciones sobre el proceso de medición sufren cambios durante el proyecto, aspecto que complica la verificación de los datos. A medida que el proyecto evoluciona deben ser actualizadas o revisadas las estructuras de agregación, los componentes del producto, los procesos del ciclo de vida e incluso las definiciones de la medición.

- **Normalizar Datos:** Para analizar este aspecto debemos ser consecuentes con la definición del concepto de Normalización el que se entiende como: el proceso de convertir datos en una unidad común de medida y/o nivel de agregación, de manera que puedan ser comparados o combinados con otros datos.

Por lo que inferimos que los datos en su etapa inicial deben ser normalizados antes de ser analizados, este proceso debe realizarse de forma cuidadosa y guardar evidencia documental de las reglas y procedimientos empleados. **Ver Figura 7.**

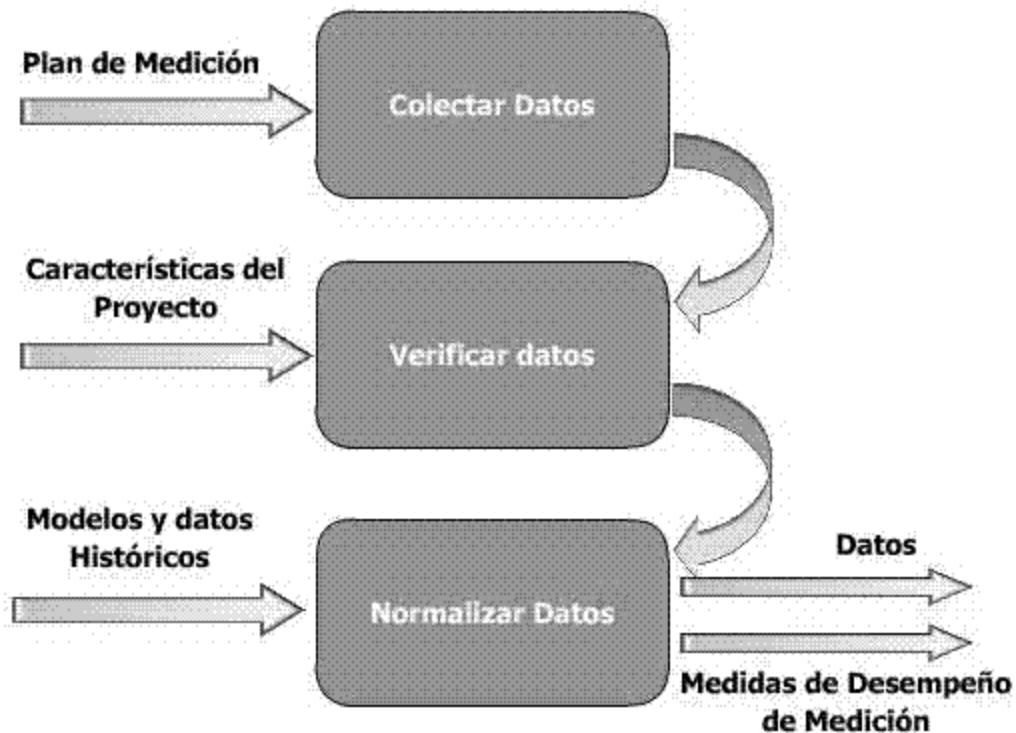


Figura 7. Pasos que conforman la tarea de Colectar y Procesar Datos

2.7 Reporte de Resultados

Este aspecto guarda estrecha relación con la segunda y última tarea en la actividad de Aplicar Medidas de PSM, con la de Analizar las Temáticas y Hacer recomendaciones. Ambas se interrelacionan y retroalimentan, la primera identifica y evalúa alternativas; el resultado de este análisis es presentado a los administradores de proyectos en forma de resumen, reporte o mensajes para realizar recomendaciones y tomar decisiones relacionadas con las temáticas específicas del proyecto, esto se logra con el monitoreo continuo del proyecto a partir de un sistemático Reporte de los Resultados que permite ir detectando nuevas no conformidades e ir realizando nuevas acciones correctivas.

Entre los participantes del proyecto debe existir una interacción y una comunicación objetiva promovida por el sistema de reporte. La comunicación debe incluir: evaluación completa del proyecto, identificación de problemas específicos, riesgos y falta de información, recomendaciones y nuevas temáticas potenciales.

2.8 Evaluación de la medición

Como hemos señalado anteriormente el proceso de medición sistemático de los proyectos nos proporciona el estado de las temáticas incluidas en el, de forma que el administrador pueda tomar decisiones. La última actividad principal en el proceso de medición incluye evaluar el programa de medición e identificar las mejoras.

A medida que avanza la ejecución del proyecto y se valla midiendo esporádicamente encontraremos nuevas medidas, métodos de procesamiento y análisis de los datos por lo que se señala que en el proceso de medición la evaluación de este constituye una actividad principal.

Para cumplimentar con La actividad de Evaluar la Medición, debemos tener en cuenta las siguientes tareas.

- **Evaluar las Medidas e Indicadores:** A través de estos indicadores y datos de medición el administrador del proyecto satisface sus necesidades de información.
- **Evaluar el Proceso de Medición:** Evalúa la efectividad de los procesos de medición del proyecto. Esta evaluación involucra tres dimensiones:
 - Desempeño cuantitativo del proceso: Medición de las entradas, salidas y efectos del proceso de medición.
 - Conformidad entre el proceso de medición y el plan de medición: Comparación del proceso de medición a una descripción de su empleo.

Capítulo 2: Descripción de la Propuesta

- Capacidad del proceso de medición relativo a un estándar: Comparación del proceso de medición a una referencia o proceso de madurez.

A nuestro juicio las tres dimensiones deben ser evaluadas periódicamente.

- **Actualizar la Base de Experiencia:**

- Identifica las lecciones aprendidas de la evaluación de los productos y procesos, las que pueden ser implementadas en el proyecto actual y otras benefician proyectos futuros.
- Tiene en cuenta las fortalezas y debilidades del enfoque de medición, detectando el funcionamiento de los elementos.

- **Identificar e Implementar Mejoras:** Identifica acciones específicas para mejorar las medidas del proyecto y los indicadores, o el proceso de medición. Los cambios son implementados ajustando el Plan de Medición a través de la actividad de Ajustar las Medidas.

Se deben evaluar regularmente las medidas, los indicadores y el proceso. Los planes de evaluación deben ser parte del Plan de Medición o del Plan Organizacional de Mejora de Procesos.

Los procesos pueden ser mejorados haciendo cambios que mejoren sus capacidades actuales o mediante el reemplazo de subprocesos existentes con otros que son más efectivos o eficientes.

2.9 Evaluación de las medidas y los indicadores

Maypher Román Durán expresa: "... esta tarea evalúa los productos del proceso de medición como las medidas, indicadores y resultados del análisis".

La efectividad de los productos de medición antes mencionados, puede ser evaluada con criterios predefinidos. Los siguientes criterios son adaptados de la ISO/IEC 15939, Procesos de Medición de Software. Algunos de estos criterios son específicos para las medidas, indicadores o resultados del análisis. No son necesariamente, independientes unos de otros.

- Uso de los productos de medición.
- Confianza en los resultados de medición.
- Ajuste de los resultados de medición con respecto a los propósitos.
- Comprensión de los resultados de medición.
- Satisfacción de las consideraciones de un Modelo de Indicador.
- Precisión de la medición.
- Fiabilidad de la medición [20].

2.10 Estructura interna del Repositorio Central de Información

En la universidad no existen datos históricos relacionados con el tiempo, esfuerzo, costos, recursos, duración cronológica del esfuerzo humano, entre otros, lo que implica una serie de inconvenientes como es el caso de no poder realizar un análisis cuantitativo sobre la realización de un proyecto, o de saber cuáles son las causas de posibles errores, tampoco los líderes tienen la posibilidad de hacer planes exactos a raíz de datos recopilados anteriormente, por lo que una mala planificación de proyectos puede conllevar a problemas más difíciles y costosos de resolver, que implican un aumento en el tiempo y como consecuencia una mala calidad del producto, es por ello que en la Universidad de las Ciencias Informáticas hay que crear un lugar formal, es decir, un Repositorio donde a partir del almacenamiento de datos de proyectos en desarrollo y culminados y de información de métricas usadas y medidas obtenidas se puedan establecer líneas bases de estimaciones, para guiarse y adaptarla a nuevos proyectos con características distintas, y así llevar a cabo una buena estimación y planificación de otros productos. **Ver Figura 8.**

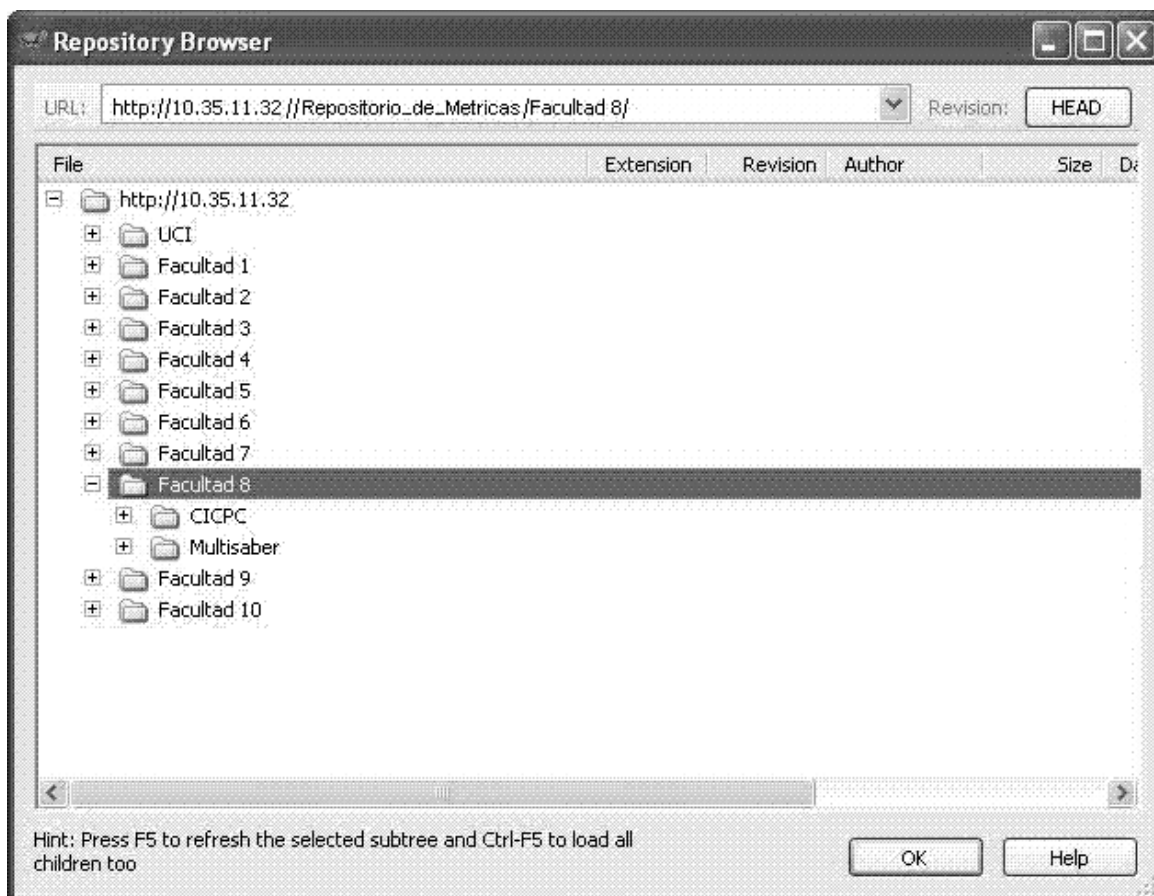


Figura 8. Estructura interna del Repositorio Central de Medición

2.10.1 A nivel UCI

El Repositorio Central UCI, va a tener la misma información genérica resumida que se crea desde los proyectos hasta las facultades, en él van a existir una serie de carpetas como:

- Plan de Medición. Este plan de medición es macro para todos los proyectos, el cual servirá de referencia para que cada proyecto lo adapte y adopte su propio plan de medición. Es el documento que dice cómo medir.
- Documento oficial de métricas generales para el control y seguimiento de los proyectos de la universidad. Este se irá retroalimentando y actualizando continuamente con las experiencias en el proceso de medición de los proyectos. Contendrá las métricas en base a los objetivos de medición que vayan definiéndose y las necesidades de información. Es el documento que dice qué medir.
- Indicadores UCI. Establecen los umbrales y métodos de estimación, esta información nos permite estimar el tiempo de duración de proyectos e identificar su magnitud. Los umbrales de estimación serán útiles para retroalimentar y actualizar el método de estimación de la universidad y poder planificar los proyectos cuando se comienzan a desarrollar, por eso se necesitan los umbrales de medición a través de los indicadores que se obtienen a partir de las métricas las cuales son fruto de la combinación de varias mediciones a través de atributos.
- Reportes son resúmenes que provienen desde los proyectos y facultades, para realizar recomendaciones y tomar decisiones relacionadas con las temáticas específicas del proyecto.
 - Resultados del Análisis de la Viabilidad, facilita detectar los riesgos que pueda presentar el proyecto a través del ciclo de vida del software a medida que los planes son desarrollados y revisados.
 - Resultados del Análisis del Desempeño, determina si el proyecto está alcanzando los planes definidos su objetivo es brindar información para tomar decisiones en tiempo que afecten el resultado del proyecto, se divide en 4 pasos, el primero evalúa el desempeño actual contra el plan, si se identifican problemas o riesgos se ejecutarán los otros, el segundo paso es evaluar el impacto del problema localizando sus fuentes y evaluando el alcance del mismo, a continuación se predice el resultado del proyecto, y si este resultado no cumple los objetivos del proyecto, son identificadas las acciones alternativas y evaluadas. La información resultante es proporcionada al administrador del proyecto para que tome las decisiones.

Capítulo 2: Descripción de la Propuesta

- Resultados del Análisis de los Registros Históricos contra las estimaciones, identifica los problemas, lo que permite cuantificar la diferencia entre lo planificado y lo real.
- Resultados de las Auditorías a las Mediciones. Mediante las auditorías se reportarán las No Conformidades detectadas luego de realizar revisiones sobre las mediciones en los proyectos, estas se efectúan mediante revisiones a los resultados de análisis de los proyectos, la existencia del plan de proyecto (en el expediente de proyecto), reportes de encuestas a usuarios, la existencia del rol de planificador y el documento donde se definen las actividades y responsabilidades del mismo, así como también los indicadores propios del proyecto luego de ejecutar las mediciones, mediante esta actividad contactamos que los proyectos están ajustándose al repositorio y que se documenta la información medida, para poder tener los registros históricos.

Toda la información anterior se recoge tanto a nivel de facultad como a nivel de proyectos en específicos y de esta forma queda establecido el flujo de información en el repositorio central.

2.10.1.1 A nivel de Facultad

Facultad X

- Resultados de Medición General de la Facultad: Con la aplicación de las métricas definidas y las mediciones almacenadas. Herramienta Process Dashboard, Excel.
- Resultados de Medición del proyecto. Los proyectos podrán medir con las herramientas que mejor consideren teniendo en cuenta que existen varias como por ejemplo el Process Dashboard (PD), Excel, entre otras. Se da la flexibilidad debido a que por ejemplo a veces los programadores que trabajan sobre la plataforma de desarrollo java la ejecución del PD afecta en el rendimiento de la estación de trabajo, pero es importante que la información esté documentada.
 - Plan estratégico del proyecto. Se define a nivel de proyecto como más factible sea, pero la estrategia empleada debe estar documentada. (Iteraciones, fases, etapas).
 - Plan de Medición. Ajustado al proyecto siempre siguiendo las características del Plan Macro definido a nivel UCI.
 - Documento de Métricas propias del proyecto. Esta información es importante que esté documentada porque en algún momento puede servir de referencia y retroalimentación a otros proyectos.
 - Reportes:
 - Los registros históricos contra las estimaciones y las posibilidades de ajuste.

Capítulo 2: Descripción de la Propuesta

- La viabilidad en el plan de desarrollo. Identificación de los riesgos generales de la facultad.
 - Análisis del desempeño de cada proyecto. Estado de problemas que afecten al proyecto y alternativas de solución y propuestas de acciones de mejoras.
 - Indicadores de los proyectos.
- **Reportes de la facultad sobre el análisis de:**
- Resultados del Análisis de la Viabilidad. Identificación de los riesgos generales de la facultad.
 - Resultados del Análisis del Desempeño. Estado de problemas que afecten al proyecto y alternativas de solución y propuestas de acciones de mejoras.
 - Resultados del Análisis de los Registros Históricos contra las estimaciones y la posibilidad de ajuste.
 - Resultados de las Auditorías a las Mediciones. Mediante las auditorías se reportarán las No Conformidades detectadas luego de realizar revisiones sobre las mediciones en los proyectos cómo se efectúan, revisiones sobre los resultados de análisis de los proyectos, la existencia del plan de proyecto (En el expediente de proyecto), reportes de encuestas a usuarios, la existencia del rol de planificador y el documento donde se definen las actividades y responsabilidades del mismo, así como también los indicadores propios del proyecto luego de ejecutar las mediciones.
 - Resultados de Medición del proyecto x2.
- **Indicadores de la facultad.** Estos indicadores serán extraídos del análisis de todos los reportes. Llevará una plantilla normalizada centralmente que se deberá respetar por todos los responsables de utilizarla.

2.11 Conclusiones

- La medición es una herramienta primaria para los administradores de software y de sistema, que contribuyen a asegurar que los productos cumplan los objetivos definidos por lo que las personas involucradas en el proceso de medición requieren de un entrenamiento en mediciones de software con el fin de adquirir las habilidades necesarias para desempeñar sus roles.
- Los roles involucrados en el proceso de medición son: Administrador Ejecutivo, Administrador de Proyecto, Administrador de Medición y el Equipo del Proyecto.

Capítulo 2: Descripción de la Propuesta

- Las actividades fundamentales que integran el proceso de medición de PSM son: Ajustar las Medidas, Aplicar las Medidas, Implementar el Proceso y Evaluar la Medición.
- Las herramientas nos permiten coleccionar, procesar y analizar los datos una vez definidos los requisitos de medición y los procedimientos.
- Se establece la descripción del flujo de información que permite analizar los datos de distintos proyectos que se almacenan en el Repositorio.
- La creación de la estructura interna del Repositorio Central de Medición donde a partir del almacenamiento de datos de proyectos en desarrollo y culminados y de información de métricas usadas y medidas obtenidas se puedan establecer líneas bases de estimaciones, para guiarse y adaptarlas a nuevos proyectos con características distintas, y así llevar a cabo una buena estimación y planificación de otros productos.

Capítulo 3: Evaluación de la Propuesta

3.1 Introducción

Se presenta la validación de la propuesta presentada, mediante el criterio de un Comité de Expertos. Se realizó un análisis estadístico de la información recopilada en las encuestas aplicadas a dichos expertos, donde se evaluó cualitativa y cuantitativamente, la calidad de la propuesta presentada en este trabajo y se describen las técnicas que fueron empleadas y los resultados obtenidos en la evaluación.

3.2 Método para la validación de la propuesta

Para la validación y aceptación del proceso que se presenta en el Capítulo 2 se utilizó el método de experto, que permite tomar decisiones para aceptar o no la propuesta de acuerdo con los criterios definidos.

Para llevar a cabo el desarrollo del mismo se efectuaron un conjunto de pasos:

1. Se elabora los criterios de evaluación de acuerdo a las características de la propuesta y se organizan por grupos.

Grupo No. 1: Criterios de mérito científico

- Valor científico de la propuesta.
- Calidad de la investigación.
- Aporte científico.
- Novedad científica.

Grupo No.2: Criterios de implantación

- Satisfacción de las necesidades de los ingenieros de software.
- Necesidad del empleo de la propuesta.
- Solución del problema existente para centralizar los indicadores y resultados para realizar las estimaciones de los futuros proyectos de software en la universidad.

Grupo No.3: Criterios de flexibilidad

- Adaptabilidad a proyectos de software.
- Uso de las estructuras de información desde el nivel de proyecto hasta la UCI y viceversa.
- Los resultados de informaciones que se solicitan resultan fáciles de interpretar.

Capítulo 3: Evaluación de la Propuesta

Grupo No.4: Criterios de impacto

- Repercusión en los proyectos productivos.
 - Aceptación de la propuesta
 - Posibilidades de aplicación.
 - Impacto en el área para la cual está destinada.
2. Se le asigna un peso relativo a cada grupo de criterios de acuerdo al porcentaje que representa cada grupo del total y los intereses a evaluar.
 Grupo No. 1..... 25
 Grupo No. 2..... 30
 Grupo No. 3..... 20
 Grupo No. 4..... 25
 3. Se organiza un comité de expertos con una cantidad mínima de 7 teniendo en cuenta su especialidad, grado científico y currículo.
 4. Se les entrega a los expertos la propuesta para que estudien el tema a evaluar y dos modelos, uno para que valore el peso relativo de cada criterio (**Ver Anexo 2**) y otro para realizar una evaluación cuantitativa de cada criterio con una escala de 1-5 y la apreciación cualitativa con una clasificación final del proyecto en excelente, bueno, aceptable, cuestionable y malo. También se da la posibilidad de dar su opinión haciendo una valoración final del proyecto, emitiendo todas aquellas consideraciones que estimaron convenientes (**Ver Anexo 3**).
 5. Después de recibir los valores del peso relativo de cada criterio se construye la Tabla 2.
 - Sea C el número de criterios que van a evaluarse y E el número de expertos que realizan la evaluación.

Tabla 2. Resultado del trabajo de expertos

G	C/E	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	Ep
25	C1								
	C2								
	C3								
	C4								
30	C5								
	C6								
	C7								

Capítulo 3: Evaluación de la Propuesta

G	C/E	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	Ep
	C8								
10	C9								
	C10								
35	C11								
	C12								
	C13								
	C14								
T									

6. Se verifica la consistencia en el trabajo de los expertos, para lo que se utiliza el coeficiente de concordancia de Kendall y el estadígrafo Chi cuadrado (X^2). Se sigue el procedimiento siguiente:

- Para cada criterio se determina:
 - ΣE : Sumatoria del peso dado por cada experto
 - Ep: Puntuación promedio del peso dado por cada experto
 - $M\Sigma E$: media de los ΣE
 - ΔC : Diferencia entre ΣE y $M\Sigma E$
- Se determina la desviación de la media, que posteriormente se eleva al cuadrado para obtener la dispersión (S) por la expresión

$$S = \Sigma (\Sigma E - \Sigma \Sigma E / C)^2$$
- Conociendo la dispersión se puede calcular el coeficiente de concordancia de Kendall (W)

$$W = S / E^2 (C^3 - C) / 12$$
- El coeficiente de concordancia de Kendall permite calcular el Chi cuadrado real

$$X^2 = E (C-1) W$$
- Los valores obtenidos se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Tabla para el cálculo de concordancia de Kendall

Expertos/Criterios	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	ΣE	Ep	Ep	ΔC^2
C1								0	0	0	0
C2								0	0	0	0

Capítulo 3: Evaluación de la Propuesta

Expertos/Criterios	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	ΣE	Ep	Ep	$\Delta C2$
C3								0	0	0	0
C4								0	0	0	0
C5								0	0	0	0
C6								0	0	0	0
C7								0	0	0	0
C8								0	0	0	0
C9								0	0	0	0
C10								0	0	0	0
C11								0	0	0	0
C12								0	0	0	0
C13								0	0	0	0
C14								0	0	0	0
DC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M ΣE	0										
W	0										
X2	0										

- El Chi cuadrado calculado se compara con el obtenido de las tablas estadísticas.
- Si se cumple:
 $X2_{real} < X2(\alpha, c-1)$

Existe concordancia en el trabajo de expertos.

- Si no existe concordancia se hace necesario repetir el trabajo de expertos.
- Después de comprobar la consistencia del trabajo de expertos se puede definir el peso relativo de cada criterio (P).
- Conociendo el peso de cada criterio y la calificación dada por los evaluadores en una escala de 1-5 se puede construir la Tabla 4, para obtener el valor de $P \times c$, donde (c), es el criterio promedio concebido por los expertos.

Tabla 4. Tabla de calificación de cada criterio

Criterios	Calificación (c)					P	P x c
	1	2	3	4	5		

Capítulo 3: Evaluación de la Propuesta

Criterios	Calificación (c)					P	P x c
	1	2	3	4	5		
C1							
C2							
C3							
C4							
C5							
C6							
C7							
C8							
C9							
C10							
C11							
C12							
C13							
C14							
Total							
IA							

10. Se calcula el Índice de aceptación del proyecto (IA).

$$IA = \Sigma (P \times c) / 5$$

11. Por último se determina la probabilidad de éxito de la propuesta

Rangos predefinidos de Índice de Aceptación.

IA > 0,7 Existe alta probabilidad de éxito

0,7 > IA > 0,5 Existe probabilidad media de éxito

0,5 > IA > 0,3 Probabilidad de éxito baja

0,3 > IA Fracaso seguro

Por lo que la probabilidad de éxito es:

Capítulo 3: Evaluación de la Propuesta

3.3 Análisis de la evaluación técnica de la propuesta

Se utilizaron 7 expertos para que dieran su opinión y valoraran la propuesta. Primeramente los expertos emitieron su juicio para darle peso a cada criterio con la cual se elaboró la tabla de los valores de peso relativo de cada criterio **(Ver anexo 4)**.

Luego se llevaron los valores de la tabla para el cálculo de concordancia entre los expertos **(Ver anexo 5)**.

El resultado de los cálculos fueron los siguientes:

χ^2 real es 23.6873, para seleccionar el χ^2 de la tabla se toma $1-\alpha = 0.99$, donde α es el error permisible, entonces $\alpha = 0.01$. Debe cumplirse que $\chi^2 < \chi^2(\alpha, c-1)$

De esta forma quedaría:

$23.6873 < 27.6882$ por lo que se puede afirmar que existe concordancia entre los expertos, por lo que se puede pasar a la construcción de la tabla de clasificación de cada criterio para saber el índice de aceptación de la propuesta **(Ver anexo 6)**.

Después de tener todos los datos en la tabla se calcula el valor del Índice de Aceptación (IA) que sería: 0.8962, se compara el valor con los valores que aparecen a continuación para saber la valoración de la propuesta.

$IA > 0,7$ Existe alta probabilidad de éxito

$0,7 > IA > 0,5$ Existe probabilidad media de éxito

$0,5 > IA > 0,3$ Probabilidad de éxito baja

$0,3 > IA$ Fracaso seguro

Por lo que la probabilidad de éxito es alta.

3.4 Conclusiones

Se usó el método multicriterio para determinar si la propuesta es viable. Se analizó el resultado de aplicar dicho método, en el cual se obtuvo una probabilidad de éxito alta, indicando que la aplicación de la propuesta proporcionará resultados favorables y que lo planteado hasta el momento brinda un aporte significativo capaz de resolver los problemas existentes por los que se inició la investigación.

Conclusiones

El análisis teórico de la información acopiada y los resultados obtenidos de los instrumentos aplicados, nos permiten formular las conclusiones siguientes:

1. Se diseñó la estructura interna del Repositorio Central de Medición para la UCI, donde a partir del almacenamiento de datos de proyectos se podrá establecer líneas bases de estimaciones, con un margen lo más acotado posible a la realidad en la universidad.
2. El método de validación de expertos permitió llegar al consenso de que la propuesta es una idea válida, indicando que su aplicación proporcionará resultados favorables y que lo planteado brinda un aporte significativo, capaz de resolver los problemas existentes por lo que se inició esta investigación.

Recomendaciones

A partir de las investigaciones realizadas y la propuesta de la estructura del Repositorio Central de Medición para la UCI, se recomienda:

- Actualizar los documentos internos para cada carpeta definida en la estructura del Repositorio Central de Medición para la UCI.
- Comunicar la propuesta a la dirección de IP.
- Montar el repositorio oficialmente en la IP.
- Utilizar el documento de tesis como literatura de consulta para próximas investigaciones.

Referencias bibliográficas.

1. Departamento de Estandarización, N.y.A.T. (2007) Normas y estándares de interoperabilidad. Volume, 56.
2. Oropeza, M.V. (1997) La calidad y la Ingeniería de software. DOI: 707.
3. informática, D.d.c.d.c.y.a. (1999) Control de calidad en los sistemas. Volumen, 10.
4. informática, D.d.c.d.c.y.a. (1999) Control de calidad en los sistemas. Volumen, 10.
5. Díaz, D.R.B.y.H.f., Análisis del Método de Estimación empleado para el desarrollo del proyecto SIGEP. 2007, Universidad de las Ciencias Informáticas: Habana. p. 89.
6. Concepción, P. Planificación de Proyectos de Software.
7. Durán., I.M.R., PSM: Una propuesta para la medición de software en la Universidad de las Ciencias Informáticas., in Vicerrectoría de Formación. 2007, UCI: Habana. p. 153.
8. Durán., I.M.R., PSM: Una propuesta para la medición de software en la Universidad de las Ciencias Informáticas., in Vicerrectoría de Formación. 2007, UCI: Habana. p. 153.
9. Concepción, P. Planificación de Proyectos de Software.
10. Rendón, J.P.G. Ingeniería del software. (Una aproximación a la medición de la calidad). Monografías.com.
11. Giraldo, O.P. Métricas, Estimación y Planificación en Proyectos de Software. Volumen, 10.
12. Coral Calero, M.P., Macario Polo, Francisco Ruiz (2000) Métricas para la Evaluación de la Complejidad de Bases de Datos Relacionales. Volumen, 10.
13. informática, D.d.c.d.c.y.a. (1999) Control de calidad en los sistemas. Volumen, 10.
14. Román Durán Maypher. PSM: Una propuesta para la medición de Software en la Universidad de las ciencias Informáticas. Tesis de Maestría. La Habana, UCI, 2007. 146p. Anexos.
15. Tarragó, L.G.F.C.y.L.N.S. (2007) Los repositorios institucionales: análisis de la situación internacional y principios generales para Cuba.
16. Román Durán Maypher. PSM: Una propuesta para la medición de Software en la Universidad de las ciencias Informáticas. Tesis de Maestría. La Habana, UCI, 2007. 146p. Anexos.
17. Román Durán Maypher. PSM: Una propuesta para la medición de Software en la Universidad de las ciencias Informáticas. Tesis de Maestría. La Habana, UCI, 2007. 146p. Anexos.
18. Durán, I.M.R. Mediciones Prácticas de Software y Sistemas (PSM): una propuesta para la producción de software en la UCI. 2007 [cited 2008 13/04/08]; Available from:

Referencias Bibliográficas








[http://www.informaticahabana.com/evento_virtual/files/Informatica-2007%20\(10%20diapositivas\).ppt#303](http://www.informaticahabana.com/evento_virtual/files/Informatica-2007%20(10%20diapositivas).ppt#303).

19. Román Durán Maypher. PSM: Una propuesta para la medición de Software en la Universidad de las ciencias Informáticas. Tesis de Maestría. La Habana, UCI, 2007. 146p. Anexos.
20. Román Durán Maypher. PSM: Una propuesta para la medición de Software en la Universidad de las ciencias Informáticas. Tesis de Maestría. La Habana, UCI, 2007. 146p. Anexos.

Bibliografía:

-  Adell, J.: La navegación hipertextual en el World-Wide Web: implicaciones para el diseño de materiales educativos. II Congreso de Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación para la Educación. Edutec'95. Palma de Mallorca, 1995.
-  Altamiranda, J. Manual de Usuario Para el Uso del GForge. 2006, n° Disponible en:
http://sistemas.fsl.fundacite-merida.gob.ve/docman/view.php/16/126/Manual_usuario_GForge.pdf.
-  Álvarez Cárdenas, Sofía. Sitio para la implementación de las mejores prácticas de software. I Congreso Internacional de Tecnología y Contenidos de Multimedia en Medios Digitales. Cuba.
-  Bertoa M. F.; Olsina, L., Lafuente G. J., Martín M. A., Katrib M., Vallecillo A. “Un Marco Conceptual para la Definición y Explotación de Métricas de Calidad”, Submitted paper. 2002.
-  Delgado Ramsés. Expediente de proyecto v 2.0. Universidad Ciencias Informáticas (UCI). s/p.
-  Dekkers A Carol. “Function points: Refresher course”. Digital Systems Report. Vol. 211 No. 3 PA.
-  García Consuegra Rodríguez, Dialys Aliaska; Shelton Nadal, Ronald; García Pérez, Ana María. Automatización de la gestión de la calidad de una organización de software partiendo de la medición del tamaño.
<http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/feria2006/Trabajo%209.doc>.
-  http://www.sedic.es/autoformacion/acceso_abierto/6-ejemplosrepositorios.html.
-  <http://www.bootlog.cl/blog/tips/que-son-los-repositorios-en-linux/>.
-  http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol16_6_07/aci061207.htm.
-  http://www.ucentral.cl/bibliotecas/ponencias/nelly_cornejo.pdf.
-  <http://www.cmaj.es/2007/10/07/disenio-tecnico-de-una-aplicacion-repositorio-de-datos/>.
-  <http://www.ati.es/gt/calidad-software/presentacion.htm>.
-  Martín¹, Ma de los A. M. F. Bertoa², A. Vallecillo², L. Olsina¹. Hacia un Enfoque Semántico para la Catalogación de Métricas. *_1GIDIS, Departamento de Informática, UNLPam. La Pampa, Argentina_*
-  Pedro Carlos Pérez Martinto. El diseño metodológico de la investigación científica. Teoría de Muestreo: población y muestra. Diseño experimental y métodos. UCI. s/a. s/p.

Bibliografía

-  Pedro Carlos Pérez Martinto. El proceso de investigación científica. Estructura. Referencias bibliográficas y Normas. UCI. s/a. s/p.
-  Pedro Carlos Pérez Martinto. Generalidades del proceso de Investigación. UCI. s/a. s/p.
-  Plataforma GForge. Disponible en: <http://sistemas.fsl.fundacitemerida.gob.ve/docman/view.php/16/116/GForge.pdf>.
-  Pressman S. Roger. Ingeniería de Software Un enfoque Práctico. México: Mc Graw Hill, Cuarta Edición, 1998.
-  Requerimientos y Servicios de GForge. 2006, Disponible en: <http://sistemas.fsl.fundacitemerida.gob.ve/docman/view.php/16/22/GFORGE.pdf>.
-  Román Durán Maypher. PSM: Una propuesta para la medición de Software en la Universidad de las ciencias Informáticas. Tesis de Maestría. La Habana, UCI, 2007. 146p. Anexos.
-  Software Process DashBoard Initiative.
<http://processdash.sourceforge.net/default.html>.

Anexos

Anexo 1. Encuesta

Con motivo de estar realizando una investigación relacionada con la creación en la Universidad de las Ciencias Informáticas de un Repositorio Central de Medición que permita almacenar datos de proyectos ya finalizados que ayuden a planificar, estimar y a la toma de decisiones en proyectos futuros con un margen de error más acotado que el existente, además de métricas usadas y medidas obtenidas para aumentar el nivel de información cuantificable de los proyectos, le solicitamos tenga la amabilidad de responder la presente encuesta pues seguramente que con su intervención contribuirá positivamente a los resultados; por lo que anticipadamente le ofrecemos nuestro agradecimiento.

Se le realizó en la Universidad a directivos, desarrolladores y personas que tienen los principales roles en los proyectos de cada una de las facultades.

1. ¿Poseen registros de mediciones relevantes de los proyectos de las facultad a las que pertenecen o al menos, que permitan realizar estimaciones para planificaciones futuras, análisis de avances o cualquier otro estudio a favor de mejorar los procesos de desarrollo a los proyectos?.

SI_____ NO_____ NO LO SE _____ ¿Por qué?.

2. ¿Conoce usted la importancia que tiene medir elementos del proceso de desarrollo, proyecto y producto obtenido, para mejorar la calidad de los mismos?.

SI_____ NO_____ NO LO SE _____ ¿Por qué?.

Anexo 2. Guía para informar el peso de los criterios

Modelo No. 1

Guía para informar el peso de los criterios.

Fecha de recepción: _____

Fecha de entrega: _____

Nombre y Apellidos del evaluador: _____

Le otorgará un peso a cada criterio de acuerdo a su opinión y el peso total de cada grupo debe sumar:

- Grupo No.1 _____ 25
- Grupo No.2 _____ 30
- Grupo No.3 _____ 20
- Grupo No.4 _____ 25

Para que el peso total asignado sea 100.

Grupo No. 1: Criterios de mérito científico

1. Valor científico de la propuesta.

Peso _____

2. Calidad de la investigación.

Peso _____

3. Aporte científico.

Peso _____

4. Novedad científica.

Peso _____

Grupo No. 2: Criterios implantación

5. Satisfacción de las necesidades de los ingenieros de software.

Peso _____

6. Necesidad del empleo de la propuesta.

Peso _____

7. Solución del problema existente para centralizar los indicadores y resultados para realizar las estimaciones de los futuros proyectos de software en la universidad.

Peso _____

Grupo No.3: Criterios de flexibilidad.

8. Adaptabilidad a proyectos de software.

Peso _____

9. Uso de las estructuras de información desde el nivel de proyecto hasta la UCI y viceversa.

Peso_____

10. Los resultados de informaciones que se solicitan resultan fáciles de interpretar.

Peso_____

Grupo No.4: Criterios de impacto.

11. Repercusión en entidades en los proyectos de software.

Peso_____

12. Aceptación de la propuesta.

Peso_____

13. Posibilidades de aplicación.

Peso_____

14. Impacto en el área para la cual está destinada.

Peso_____

Anexo 3. Guía para la evaluación

Modelo No. 2

Guía para la evaluación.

Fecha de recepción: _____

Fecha de entrega: _____

Nombre y Apellidos del evaluador: _____

- Criterios de medida que se evalúan en una escala de 1 - 5

Grupo No. 1: Criterios de mérito científico

1. Valor científico de la propuesta.

Peso_____

2. Calidad de la investigación.

Peso_____

3. Aporte científico.

Peso_____

4. Novedad científica.

Peso_____

Grupo No. 2: Criterios implantación

5. Satisfacción de las necesidades de los ingenieros de software.

Peso_____

6. Necesidad del empleo de la propuesta.

Peso_____

7. Solución del problema existente para centralizar los indicadores y resultados para realizar las estimaciones de los futuros proyectos de software en la universidad.

Peso_____

Grupo No.3: Criterios de flexibilidad.

8. Adaptabilidad a proyectos productivos independientemente de la metodología a usar.

Peso_____

9. Uso de las estructuras de información desde el nivel de proyecto hasta la UCI y viceversa.

Peso_____

10. Los resultados de informaciones que se solicitan resultan fáciles de interpretar.

Peso_____

Grupo No.4: Criterios de impacto

11. Repercusión en entidades en los proyectos de software.

Peso_____

12. Aceptación de la propuesta.

Peso_____

13. Posibilidades de aplicación.

Peso_____

14. Impacto en el área para la cual está destinada.

Peso_____

▪ Categoría final del proyecto

___ Excelente: Alta novedad científica, con aplicabilidad y resultados relevantes.

___ Bueno: Novedad científica, resultados destacados.

___ Aceptable: Suficientemente bueno con reservas.

___ Cuestionable: No tiene relevancia científica y los resultados son malos.

___ Malo: No aplicable.

▪ Valoración final

Sugerencias del evaluador para mejorar la calidad del proyecto.

Elementos críticos que deben mejorarse.

Anexo 4. Tabla de los valores del peso relativo a cada criterio

G	C/E	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	Ep
25	C1	8	5	5	7	5	5	6	5.8571
	C2	7	8	10	8	10	10	8	8.7142
	C3	5	7	5	5	5	5	6	5.4285
	C4	5	5	5	5	5	5	5	5
30	C5	10	5	5	5	5	7	10	6.7142
	C6	10	15	10	10	10	15	10	11.4285
	C7	10	10	15	15	15	8	10	11.8571
20	C8	7	5	5	7	6	6	7	6.1428
	C9	7	10	5	7	6	8	7	7.1428
	C10	6	5	10	6	8	6	6	6.7142
25	C11	7	5	5	5	6	6	5	5.5714
	C12	6	4	5	5	7	6	5	5.4285
	C13	6	8	10	7	6	7	7	7.2857
	C14	6	8	5	8	6	6	8	6.7142
T		100	100	100	100	100	100	100	99.9992

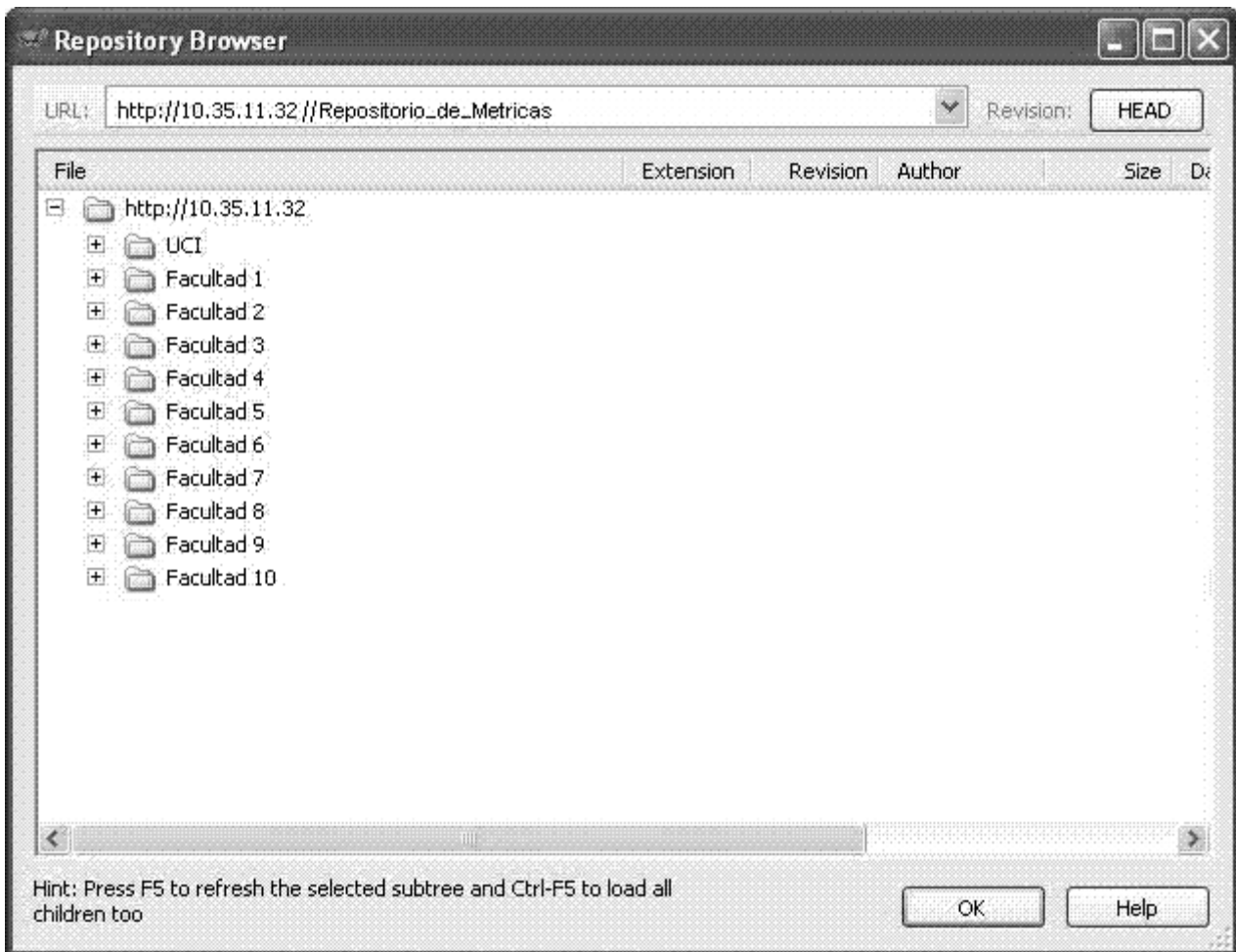
Anexo 5. Tabla para el cálculo de concordancia

Expertos/Criterios	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	ΣE	Ep	ΔC	ΔC ²
C1	8	5	5	7	5	5	6	41	5.8571	9	81
C2	7	8	10	8	10	10	8	61	8.7142	11	121
C3	5	7	5	5	5	5	6	38	5.4285	12	144
C4	5	5	5	5	5	5	5	35	5	15	225
C5	10	5	5	5	5	7	10	47	6.7142	3	9
C6	10	15	10	10	10	15	10	80	11.4285	30	900
C7	10	10	15	15	15	8	10	83	11.8571	33	1089
C8	7	5	5	7	6	6	7	43	6.1428	7	49
C9	7	10	5	7	6	8	7	50	7.1428	0	0
C10	6	5	10	6	8	6	6	47	6.7142	3	9
C11	7	5	5	5	6	6	5	39	5.5714	11	121
C12	6	4	5	5	7	6	5	38	5.4285	12	144
C13	6	8	10	7	6	7	7	51	7.2857	1	1
C14	6	8	5	8	6	6	8	47	6.7142	3	9
DC	100	100	100	100	100	100	100	100	100	150	2902
M ΣE	50										
W	0.2603										
X ²	23.6873										

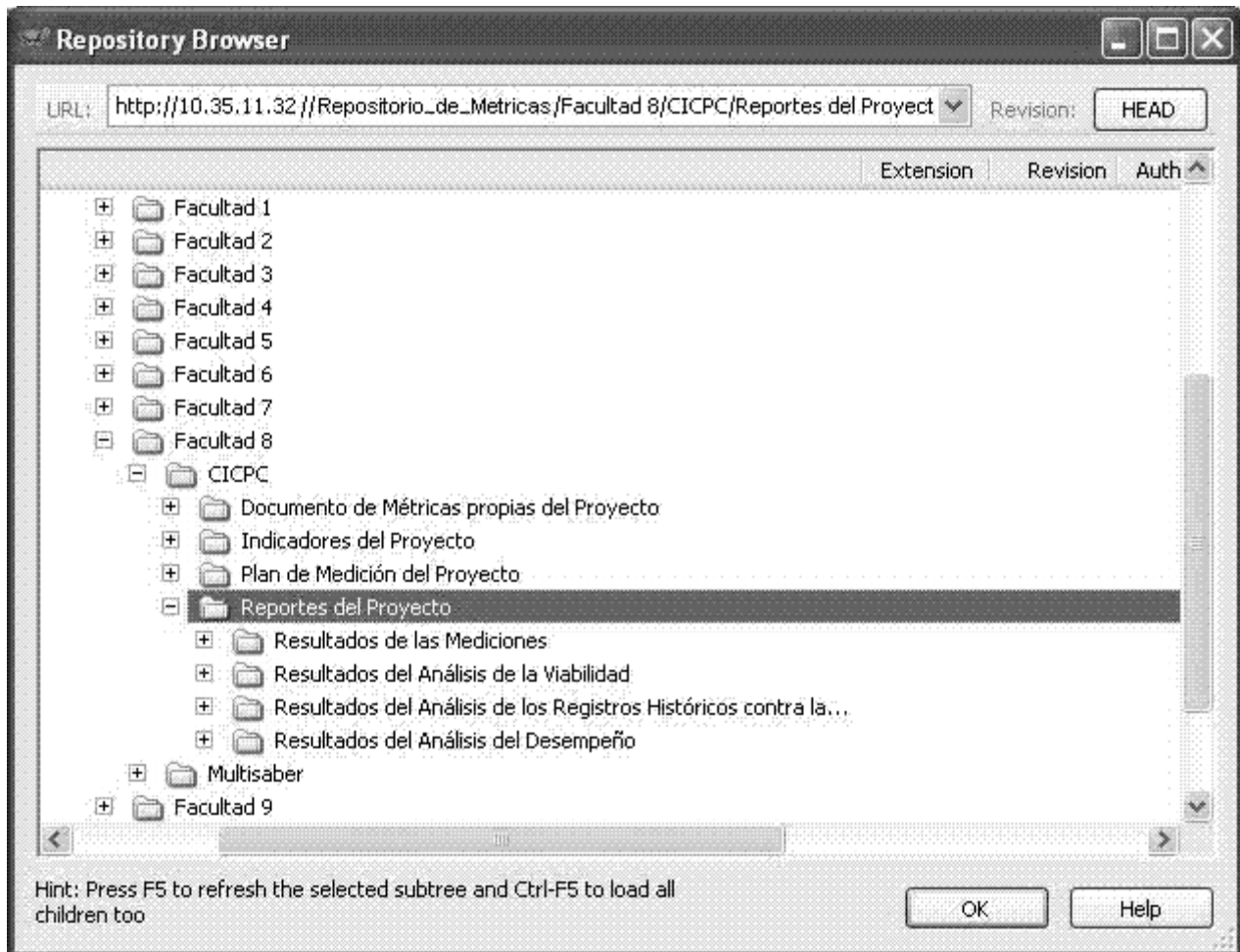
Anexo 6. Tabla para la calificación de cada criterio

Criterios	Calificación (c)					P	P x c
	1	2	3	4	5		
C1				X		0.0585	0.234
C2					X	0.0871	0.4355
C3				X		0.0542	0.2168
C4				X		0.05	0.2
C5				X		0.0671	0.2684
C6				X		0.1142	0.4568
C7					X	0.1185	0.5925
C8				X		0.0614	0.2456
C9					X	0.0714	0.357
C10					X	0.0671	0.3355
C11				X		0.0557	0.2228
C12				X		0.0542	0.2168
C13					X	0.0728	0.364
C14					X	0.0671	0.3355
Total							4.4812
IA	0.8962						

Anexo 7. Estructura interna del Repositorio Central de Medicación



Anexo 8. Estructura interna del Repositorio Central de Medición



Glosario de Términos

Artefactos: Son los elementos de entrada y salida de las actividades. Son productos tangibles del proyecto. Las cosas que el proyecto produce o usa para componer el producto final (modelos, documentos, código, ejecutables...).

Proceso: Cualquier actividad, o conjunto de actividades, que utiliza recursos para transformar entradas en salidas.

Proyecto: Proceso único consistente en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y de finalización, llevadas a cabo para lograr un objetivo conforme con requisitos específicos.

Indicadores: Un indicador es una medida o grupo de medidas que proporcionan visión en el contexto del proyecto. Un indicador puede ser llamado métrica en otras herramientas de medición de software. Los indicadores frecuentemente hacen comparaciones entre dos valores, tales como valores planificados contra el valor actual. Un indicador es usualmente un gráfico o una tabla. Ayudan a comprender los aspectos de su proyecto, y brindan información objetiva para evitar problemas futuros.

Indicadores: Métricas que se calculan a partir del resultado de otras métricas calculadas.

Indicador de software: Combinación de diferentes métricas que proporciona una visión resumida del producto o del proceso de construcción de software.

Indicador: Medición que se puede realizar para estimar o pronosticar otra medida.

Roles: Define el comportamiento y responsabilidad de un individuo o grupos de individuos involucrado en el proceso.

Medidas: Es la forma de cuantificar aspectos de un proceso de software o producto. Son tipos de datos específicos que se pueden monitorear en el proyecto. Se caracterizan por estructuras, atributos y elementos de datos. Las medidas son la base para la entrada de datos, y son también usadas para crear los indicadores para monitorear el estado del proyecto.

Validación: Confirmación mediante el suministro de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica prevista.

Medición: Uso de una métrica para asignar un valor de una escala (que puede ser un número o categoría) a un atributo de una entidad.

Métrica: Determinado método de medición, así como la escala de medición.

Medición al proceso: Evaluar productividad del personal asociado al proyecto.

Software: Se refiere a los programas y datos almacenados en un ordenador.