

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 2



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

Título: Diseño de un procedimiento para evaluar la confiabilidad de los productos con tecnología Postgres, de DATEC.

Autores: Katy Espronceda Jorge.

Yelina León Sosa

Tutores: Ing. Liudmila Borges Calvo

La Habana, Cuba

Junio 2010

Índice

Introducción.....	1
Capítulo I: Fundamentación Teórica	7
Introducción.....	7
1.1 Definiciones de Calidad	7
1.1.1-Calidad en la UCI	8
1.2.1-NC ISO 9126	10
1.2.2. Modelo McCall	11
1.2.3 Modelo de Boehm	13
1.3-Confiabilidad	14
1.3.1 Confiabilidad y sus subcaracterísticas según el modelo de Boehm, McCall y la NC ISO/IEC 9126.....	15
1.3.2 Integración de las subcaracterísticas con los conceptos RASIS	17
1.4- Razones para medir los procesos del software y los productos	19
1.4.1- Proceso de Medición	20
1.5-Proceso de Evaluación	20
1.5.1-Objetivo de la evaluación de software	20
1.5.2-Tipos de evaluaciones durante el proceso de desarrollo	21
1.5.3-Técnicas de evaluación.....	22
1.6-Proceso de evaluación de software	25
1.6.1-Estándares de evaluación.	26
1.6.2-Proceso para evaluar un software según la ISO 14598 basado en ISO/IEC 9126	30
1.7-Conclusiones parciales.....	32

Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento para evaluar la confiabilidad de los productos con tecnología Postgres	33
2.1-Introducción.....	33
2.2- Análisis de la situación actual en el DATEC	33
2.2.1-Resultados de la entrevista	37
2.2.2-Conclusiones de los resultados de las entrevistas.....	40
2.3-El procedimiento como alternativa de solución.....	41
2.4-Propuesta del Procedimiento para evaluar la confiabilidad de los productos según sus tecnologías	43
2.4.1-Propósito	43
2.4.2-Preparación de la Evaluación	43
2.5-Estructura del procedimiento.....	44
2.5.1- Seleccionar el tipo de producto	44
2.5.2- Seleccionar la etapa a evaluar.....	44
2.5.3-Recopilación de datos	48
2.5.4 - Establecimiento del peso	55
2.5.5- Valorar los resultados en términos de confiabilidad	56
2.6-Conclusiones parciales.....	59
Capítulo III: Validación de los resultados	60
3.1-Introducción.....	60
3.2- Método de experto	60
3.3-Selección de expertos	60
3.4-Elaboración de la encuesta a desarrollar	61
3.5-Opiniones de los Especialistas encuestados.....	61
3.6- Resultados de la valoración de los especialistas.....	63

3.7-Aplicación del procedimiento propuesto en un producto real	65
3.8-Conclusiones parciales.....	69
Conclusiones.....	70
Recomendaciones	71
Referencias bibliográficas.....	72

Índice de figuras.

Figura 1 Estructura de la Dirección de Calidad de software.....	9
Figura 2 Características y subcaracterísticas según NC ISO 9126	11
Figura 3 Estructura jerárquica de características según el Modelo de Boehm	14
Figura 4 Modelo V.....	23
Figura 5 Modelo en V de evaluación del software por fases	24
Figura 6 Proceso de revisión técnica formal.....	25
Figura 7 Estructura de la ISO 15504.....	28
Figura 8 Proceso de evaluación de la ISO 14598	31
Figura 9 Pasos para realizar el procedimiento de evaluación	44
Figura 10 Escala de Puntuación.....	56
Figura 11 Criterio de los especialistas	64
Figura 12 División por módulos del Generador de Reportes.....	65

Índice de tablas

Tabla 1 Factores y criterios según el Modelo McCall	13
Tabla 2 Personas entrevistadas	37
Tabla 3 Etapas por fases en la línea de Herramientas y Soluciones Integrales	47
Tabla 4 Etapas por fases en la línea de Almacenes de datos.....	48
Tabla 5 Métricas y pruebas para la etapa Inicial.....	49
Tabla 6 Métricas y pruebas para la etapa de Intermedia	49
Tabla 7 Métricas y pruebas para la etapa Final	51
Tabla 8 Pesos de las subcaracterísticas.....	55
Tabla 9 Rangos de los resultados de las métricas y pruebas	56
Tabla 10 Resultados de las subcaracterísticas.....	57
Tabla 11 Rangos de los resultados de la evaluación	58
Tabla 12 Escala para el resultado final	58
Tabla 13 Resultado de las encuestas de los especialistas	64

Resumen

En este trabajo se presenta un Procedimiento para la evaluación de la confiabilidad de los productos con tecnología Postgres en el Centro de Tecnología de Datos (DATEC). Su realización estuvo motivada por los riesgos en los que pueden incidir los productos en el centro al no efectuarse un proceso de evaluación constante en los mismos, el cual puede ocasionar que el software no tenga la calidad requerida.

Para la confección del procedimiento se analizaron de manera exhaustiva algunos de los modelos y conceptos relacionados con la calidad, confiabilidad y la evaluación en los procesos de desarrollo de software. Esto permitió la selección de un conjunto de aspectos que se utilizaron como guía para la elaboración del procedimiento, efectuándose luego la validación y la aplicación del mismo.

Este procedimiento permite evaluar el producto en diferentes etapas del ciclo de desarrollo y por lo tanto brinda la posibilidad de poder comparar los resultados obtenidos con evaluaciones realizadas anteriormente en el mismo. Además de poder encontrar y corregir los errores a tiempo y finalmente determinar cuán confiable puede ser el producto desarrollado. Se pretende que sirva de base para futuras investigaciones sobre el tema y se haga extensiva su aplicación y/o adaptación a todos los proyectos de la UCI.

Palabras claves: Evaluación, Calidad, Confiabilidad, Procedimiento, Proceso de evaluación.

Introducción

En la actualidad se vive en una sociedad vinculada estrechamente a los avances tecnológicos donde el desarrollo vertiginoso y la competitividad entre las empresas que desarrollan software han hecho que los sectores tanto económicos como sociales dependan de esta tecnología. La calidad en los productos de software es una exigencia creciente, donde el alta oferta y demanda que existe a nivel internacional muchas veces provoca insuficiencias e imperfecciones en el software, constituyendo estas faltas, riesgos para el fracaso del producto.

El problema radica en que la calidad de lo que se está desarrollando es poca o no es suficiente para lo que se requiere. Por lo tanto, es necesario guiarse por estándares o normas establecidas que permitan evaluar la calidad de un producto. Regirse por ellos garantizaría que el producto final aporte la calidad requerida y satisfaga las necesidades declaradas e implícitas de los usuarios.

Para determinar el nivel de calidad de un producto se deben aplicar métricas, revisiones o pruebas que permitan comprobar el grado de cumplimiento con respecto a las especificaciones iniciales del sistema y la existencia total de las características que determinan la calidad. Para lograr la misma se tienen en cuenta modelos de calidad y dentro de estos, características como son la funcionalidad, la usabilidad, la confiabilidad, la eficiencia, la mantenibilidad, corrección, flexibilidad, facilidad de uso, la portabilidad, entre otras.

La confiabilidad es la probabilidad (habilidad) de un elemento de realizar una función requerida en determinadas condiciones y durante un cierto período de tiempo. Se puede decir que es "la calidad en el tiempo" [1]. Un software confiable garantiza una alta disponibilidad y es capaz de protegerse a sí mismo de intrusiones accidentales o programadas. Además asegura un funcionamiento correcto durante un tiempo establecido, pudiendo lograr así el paso de la certificación para entrar en el mercado.

Según la Organización Internacional para la Estandarización conocida como ISO y los diferentes modelos de calidad esta característica posee un conjunto de subcaracterísticas que no pueden dejar de estar presente durante el desarrollo de un software para que el mismo logre cumplir su función. Ellas son: completitud, exactitud, simplicidad, consistencia, tolerancia a fallos, precisión, madurez y recuperabilidad.

En el país la Industria Cubana del Software (INCUSOFT) fue creada con el objetivo de aunar los esfuerzos individuales que han venido realizando diversas instituciones del país en este campo para alcanzar una fortaleza que permita incursionar, con más efectividad, en los mercados extranjeros y a pesar de ser relativamente nueva, trabaja incansablemente para lograr el incremento de la informatización de la sociedad y el aumento del desarrollo económico. En la actualidad se ha trazado como meta convertirse en una significativa fuente de ingresos para el país, como resultado del correcto aprovechamiento de las ventajas del alto capital humano disponible. Para ello se trabaja profundamente en el mejoramiento del proceso de desarrollo del software ya que los clientes cada vez se vuelven más exigentes.

La Universidad de la Ciencias Informáticas (UCI) junto a otras entidades es el motor impulsor en el país del desarrollo de software. La misma cuenta con varios centros de desarrollo de software entre los que se encuentra DATEC (Data technologic), el cual tiene como misión proveer soluciones integrales y consultorías relacionadas con tecnologías de bases de datos y análisis de información. Además de desarrollar nuevas tecnologías de bases de datos, de procesamiento y representación de la información a partir del desarrollo de proyectos de I+D (enfoque a la soberanía tecnológica) y contribuir con su trabajo al cumplimiento de las misiones fundamentales de la Universidad: la formación y la producción de software. Los software requieren de una buena calidad para poder ser comercializados y para lograrlo la Universidad se rige por algunas normas ISO y modelos de calidad.

En el Centro de Tecnología de Datos para lograr la calidad de los productos existe una planilla llamada Plan de Calidad de Trabajo Actual, en el cual se describe cómo se asegurará la calidad de los productos, los artefactos y procesos del centro. El Plan de Aseguramiento de la Calidad sirve como guía para institucionalizar la garantía de la calidad de software y la misma tiene como objetivos:

- La mejora continua de la calidad y confiabilidad del software.
- El uso del Modelo V como guía de desarrollo de software.
- Detectar, registrar y corregir los defectos cuanto antes en el ciclo de vida del software y darle seguimiento a los mismos.
- Disminuir los riesgos y las desviaciones.

- La corrección del producto final respecto a las necesidades del usuario.
- Verificar si el producto satisface sus especificaciones o los atributos de calidad fijados.
- Verificar la correcta estructuración de los expedientes de proyectos teniendo en cuenta los artefactos generados en cada una de las fases.

En DATEC no existe un mecanismo para evaluar la confiabilidad de los productos y para comprobar su calidad. Estos antes de ser entregados al cliente, son probados mediante el Modelo V que tiene como objetivo minimizar los riesgos del proyecto, garantizar la calidad y reducir los costos totales a lo largo del ciclo de vida del producto.

Es válido aclarar que si no se realiza un detallado análisis de la confiabilidad el producto pudiera verse afectado, pues el código podría resultar complejo y difícil de entender. En el momento del levantamiento de los requisitos podrían omitirse algunos, implicando esto faltas en el diseño y en la implementación. Otros riesgos asociados pudieran ser que los resultados obtenidos no sean los esperados, que el producto no sea capaz de prevenir o detectar los errores o fallos a tiempo y no se pueda retornar a un estado estable, provocando fallos totales y pérdida de información, costos sumamente grandes de mantenimiento, riesgos de integridad del producto, que los cálculos no sean los precisos, resultados no acordes con lo especificado en los requisitos, entre otros.

Si el centro contara con algún método que permita evaluar o llevar un control de la confiabilidad de los productos que producen, se podría evitar exponer los mismos a riesgos que atenten contra esta característica tan importante. De esta forma los productos que desarrollan en el centro saldrían con mejor calidad.

Por los elementos antes expuestos surge el siguiente **problema científico**:

¿Cómo evaluar la confiabilidad de los productos diseñados con tecnología Postgres en el Centro de Tecnología de Datos?

Para dar solución al problema planteado se propone como **objeto de estudio**: La confiabilidad de los productos de software, el cual se enmarca en el siguiente **campo de acción**: Evaluación de la confiabilidad de los productos de DATEC.

La **idea a defender** que se establece en la presente investigación es la siguiente: En DATEC la evaluación de la confiabilidad de los productos se puede desarrollar a través de un procedimiento de evaluación.

Se plantea como **objetivo general** de la investigación: Diseñar un procedimiento para evaluar la confiabilidad de los productos desarrollados con tecnología Postgres pertenecientes a DATEC.

Objetivos específicos.

1. Elaborar el marco teórico de la Investigación.
2. Caracterizar la situación existente en torno al proceso de evaluación de la confiabilidad de los productos diseñados con tecnología Postgres en DATEC.
3. Elaborar un método científico que permita evaluar la confiabilidad de los productos de DATEC.
4. Aplicar el procedimiento diseñado en los productos existentes desarrollados con las tecnologías Postgres pertenecientes a DATEC.

Para dar cumplimiento al objetivo planteado se han trazado las siguientes **Tareas de la Investigación**:

- Análisis de los modelos de calidad tales como ISO/IEC 9126-1:2001, NC ISO/IEC 9126-1:2005, ISO/IEC TR 9126-n:200n, McCall, Boehm, y los diferentes modelos de evaluación.
- Análisis de los métodos y procedimientos que se emplean para evaluar la confiabilidad de un producto y los riesgos potenciales asociados a la misma.
- Evaluación de la información obtenida a partir de los métodos teóricos.

- Identificación de los potenciales involucrados en el tema y caracterización de su marco de actuación apoyándose en los métodos empíricos (Observación, Encuesta, Entrevista, Análisis de documentos, Criterios de especialistas).
- Adaptación de algunos métodos evaluativos encontrados en función del entorno en el que se realiza la investigación.
- Realización de la validación mediante el criterio de especialistas.
- Selección de una muestra de productos desarrollados en DATEC con tecnología Postgres para aplicar el procedimiento diseñado.
- Evaluación de la efectividad el procedimiento diseñado utilizando métodos estadísticos.

Con la realización del presente trabajo se espera obtener los siguientes **resultados**:

- Procedimiento para efectuar una evaluación de la confiabilidad de los productos de software desarrollados con tecnología Postgres.
- Evaluar la efectividad del procedimiento a partir del criterio de especialistas en el tema de la presente investigación y su aplicación en uno de los productos desarrollado en el Centro de Tecnologías de Datos.

Se utilizó el método teórico:

Método Analítico - Sintético: Se utilizará para hacer un estudio detallado de las teorías, tendencias y documentos relacionados con la calidad, la evaluación y la confiabilidad se puede sintetizar los elementos más importantes y de mayor utilidad para el desarrollo del trabajo y en el momento de proponer una solución acertada.

Método Modelación: Se utilizará para hacer una representación y modelado del proceso en estudio y de la información obtenida.

Los métodos empíricos utilizados fueron:

Método Observación: Para recopilar las informaciones y conceptos importantes e investigar el problema en su manifestación externa.

Método Entrevista: Se utilizará para sostener una conversación entre el investigador y los especialistas para obtener información sobre la situación problemática. Su uso constituye un medio para el conocimiento cualitativo de las características particulares del centro.

Encuesta: Se utilizó para la validación de la propuesta que se presenta en la investigación.

Análisis de documentos: Se utiliza para estudiar y analizar, documentos, estándares, normas y referencias para así poder llegar a conclusiones sobre el tema.

Criterios de especialistas: Para conocer su criterios en los temas tratados.

El presente trabajo de diploma consta de una introducción, 3 capítulos con la intención de realizar una división por los contenidos que serán tratados, las conclusiones generales, recomendaciones, referencias bibliográficas utilizadas durante el desarrollo del trabajo, los anexos que complementan el cuerpo del trabajo y que son necesarios para su entendimiento y por último el glosario de términos:

En el Capítulo I Fundamentación Teórica: En este capítulo se hace un análisis de la actualidad internacional y nacional sobre el tema de la evaluación de la confiabilidad del software profundizando en los términos referentes al mismo, además se abordan las principales definiciones que se tienen en cuenta durante todo el trabajo.

En el **Capítulo II** Propuesta de Solución: En este capítulo se presenta la Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento para evaluar la confiabilidad de los productos con tecnología Postgres.

En el **Capítulo III** Validación y Aplicación de la Propuesta. En este capítulo se aplica la validación de la propuesta en un producto del centro y mediante el criterio de especialistas.

Capítulo I: Fundamentación Teórica

Introducción

Durante el desarrollo del presente capítulo se exponen los principales conceptos relacionados con la calidad y la evaluación del software. También se analizan profundamente las subcaracterísticas que intervienen en la calidad durante el proceso de desarrollo del software, siendo éstas un punto de partida que determinan el campo en el cual se desarrolla este trabajo: la confiabilidad. Se incluye además en el estado del arte el tema tratado, a nivel internacional, nacional y de la Universidad, y las ideas que en la actualidad han servido de base para la solución del problema que se enfrenta, sobre las que se profundiza más adelante.

1.1 Definiciones de Calidad

La calidad de software actualmente se ha convertido en la meta principal para cualquier empresa productora de software en cualquier parte del mundo. Está dirigida a satisfacer conceptos amplios, tales como metas de costos, calidad, entrega y el incremento de la satisfacción del cliente, esto último como objetivo primordial.

Resulta suficientemente clara la definición que ofrece Pressman, *“Concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente”* [2].

“La calidad del software es el conjunto de cualidades que lo caracterizan y que determinan su utilidad y existencia. La calidad es sinónimo de eficiencia, flexibilidad, corrección, confiabilidad, mantenibilidad, portabilidad, usabilidad, seguridad e integridad.” Aquí relacionan todos los atributos o factores que forman parte de la calidad de un software. [3].

Las definiciones anteriores conducen a la conclusión de que la calidad resume las características, propiedades, cualidades y en general atributos propios de un producto, que determinan sobre este la

ausencia de defectos y la conformidad de todo el personal que de una forma u otra se vinculan con él, dígame productores, clientes, usuarios.

En términos de software existen dos tipos de calidad en los sistemas: [4]

Calidad de diseño: Son especificaciones, características, programas específicos, procedimientos, que prometen producir un servicio vendible que el cliente requiere, calidad de servicio esperada, implica el servicio más útil.

Calidad de conformación: Es la medida de la eficiencia en el logro de los resultados por la calidad esperada. Calidad de servicio resultante implica mayor confiabilidad de trabajo.

Luego de analizar los distintos conceptos se puede decir que la principal muestra de calidad es que el usuario quede satisfecho con el producto, que el mismo no contenga errores, sea seguro y de fácil entendimiento. La aplicación de un estándar es un factor importante en la obtención de productos con calidad y existen un conjunto de características que tienen que estar implícitas en el buen desarrollo de los mismos.

1.1.1-Calidad en la UCI

La Universidad de las Ciencias Informáticas es un centro productivo, cuya misión es producir software y servicios informáticos a partir de la vinculación estudio – trabajo como modelo de formación. Es considerada la mayor organización productora de software en el país. En la actualidad el centro está acometiendo un proyecto de mejora de sus procesos basado en el modelo CMMI (Capability Maturity Model Integration) y con la contratación de los servicios de consultoría del SIE Center (Software Industry Excellence Center) del Tecnológico de Monterrey. El proceso de mejora está encaminado a que la Universidad alcance en el 2010 una certificación internacional del nivel 2 del modelo CMMI.

La UCI cuenta con el Centro de Calidad del Software (CALISOFT) que es una organización enfocada a contribuir al desarrollo de la industria cubana de software facilitando la implementación de las mejores prácticas en el proceso de desarrollo y/o mantenimiento de software. Es la entidad responsable de la evaluación y certificación de productos, procesos y organizaciones según normas nacionales e

internacionales y de la asesoría, adiestramiento y formación continua de los especialistas en el país en los temas de calidad e ingeniería de software.

La Dirección de Calidad de Software de la UCI tiene como misión garantizar el crecimiento continuo de la producción de software con calidad en la organización; a través de la definición de procesos siguiendo las especificaciones de metodologías, estándares y modelos de desarrollo de software, brindando asesorías, entrenamiento, métodos de medición y servicios de verificación-validación a las diferentes entidades.

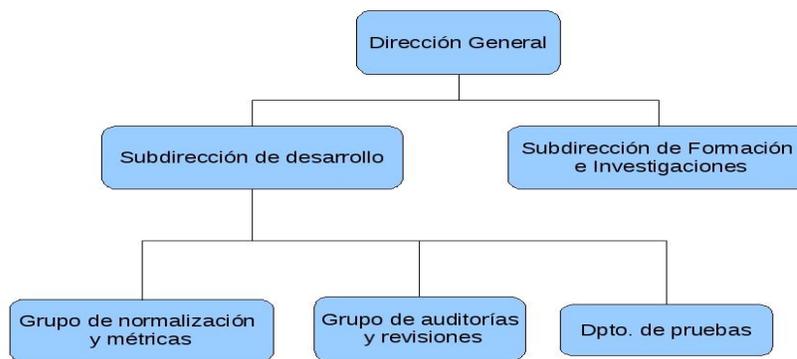


Figura 1 Estructura de la Dirección de Calidad de software

En la Universidad ya se encuentran definidos y en pilotos los siete procesos del nivel 2 de CMMI: Aseguramiento de la Calidad a Procesos y Productos (PPQA), Administración de Requisitos (REQM), Planeación del Proyecto (PP), Monitoreo y Control del Proyecto (PMC), Medición y Análisis (MA), Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM) y Administración de la Configuración (CM).

1.2-Estándares y modelos de calidad

Pressman indica que los factores que afectan a la calidad del software no cambian, por lo que resulta útil el estudio de los modelos de calidad que han sido propuestos en este sentido desde los años 70 dado que los factores de calidad presentados para entonces siguen siendo válidos. Un modelo de calidad es un conjunto de buenas prácticas para el ciclo de vida del software, enfocado en los procesos de gestión y desarrollo de proyectos. [2]

Los estándares de calidad son aquellos que permiten definir un conjunto de criterios de desarrollo que guían la forma en que se aplica la Ingeniería del Software. Los estándares suministran los medios para

que todos los procesos se realicen de la misma forma y son una guía para lograr la productividad y la calidad. [5]

ISO es la Organización Internacional de Estandarización (en algunos casos Organización Internacional de Normalización) y fue creada para medir y asegurar la calidad en la producción. Suele llamársele así por ser las siglas en inglés de International Standards Organization.

El número de estándares y propuestas internacionales y regionales relacionadas con la calidad de software para empresas aumenta cada día. Ejemplo de esto son los modelos CMMI, SPICE e ISO 9001 que están entre los más extendidos internacionalmente. Los dos primeros están reconocidos como los más completos, aunque probablemente sea ISO 9001 el de mayor implantación en las organizaciones, quizás por ser hasta ahora el de más fácil cumplimiento.

1.2.1-NC ISO 9126

El estándar Norma Cubana ISO/IEC 9126, aprobada por la oficina de estandarización en Cuba, ha sido desarrollado en un intento de identificar los atributos claves de calidad para un producto de software. Es una simplificación del Modelo de McCall e identifica seis características básicas de calidad que pueden estar presentes en cualquier producto de software.

La norma cubana ISO/IEC 9126 en su primera parte presenta el concepto de calidad del producto descompuesto en calidad interna, externa y en uso. Las necesidades de calidad del usuario sobre el producto software contribuyen a especificar los requisitos de calidad externa y estos a su vez los de calidad interna. El cumplimiento de los requisitos de calidad interna, externa y en uso se deben comprobar en un proceso que permita evaluar la calidad a través de las métricas. La calidad interna se mide a través de métricas internas del producto, es decir, miden estos aspectos, sin considerar su comportamiento y entorno. La calidad externa, se mide a través de métricas externas en donde el producto se encuentra generalmente en estado de ejecución y la calidad en uso, se intenta medir las percepciones y reacciones de los usuarios, pertenecientes a perfiles determinados, interactuando con el producto en escenarios específicos de uso.

El modelo de calidad establecido en la primera parte del estándar, NC ISO 9126-1, clasifica la calidad del software en un conjunto de características las cuales tienen dentro varias subcaracterísticas que se muestran en la siguiente figura 2: [6]



Figura 2 Características y subcaracterísticas según NC ISO 9126

1.2.2. Modelo McCall

El modelo de McCall describe la calidad como un concepto elaborado mediante relaciones jerárquicas entre factores de calidad, en base a criterios y métricas de calidad. Este enfoque es sistemático, y permite cuantificar la calidad a través de las siguientes fases: [2]

- Determinación de los factores que influyen sobre la calidad del software.
- Identificación de los criterios para juzgar cada factor.
- Definición de las métricas de los criterios y establecimiento de una función de normalización que define la relación entre las métricas de cada criterio y los factores correspondientes.
- Evaluación de las métricas.

- Correlación de las métricas a un conjunto de guías que cualquier equipo de desarrollo podría seguir.
- Desarrollo de las recomendaciones para la colección de métricas en el modelo de McCall. Los factores de calidad se concentran en tres ejes o puntos de vista de un producto de software: características operativas, capacidad de cambios y adaptabilidad a nuevos entornos o transición, desde los cuales el usuario puede contemplar la calidad de un producto, basándose en once factores de calidad organizados en torno a los tres ejes y a su vez cada factor se desglosa en otros criterios:[2]

Factor	Criterios
Facilidad de uso	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidad de operación - Facilidad de Comunicación - Facilidad de Aprendizaje
Integridad	<ul style="list-style-type: none"> - Control de Accesos - Facilidad de Auditoría
Corrección	<ul style="list-style-type: none"> - Completitud - Consistencia - Trazabilidad
Fiabilidad ¹	<ul style="list-style-type: none"> - Precisión - Consistencia - Tolerancia a fallos - Modularidad - Simplicidad
Eficiencia	<ul style="list-style-type: none"> - Eficiencia en ejecución - Eficiencia en almacenamiento
Facilidad de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Simplicidad - Consistencia - Concisión - Auto descripción
Facilidad de Prueba	<ul style="list-style-type: none"> - Simplicidad - Auto descripción - Instrumentación
Flexibilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Auto descripción - Capacidad de expansión

¹ Se utiliza fiabilidad porque McCall lo define así en el modelo, pero en el trabajo de Diploma se define el término como confiabilidad.

	<ul style="list-style-type: none"> - Generalidad - Modularidad
Reusabilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Generalidad - Modularidad - Independencia entre Sistema y Software - Independencia del hardware
Interoperabilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Modularidad - Compatibilidad de comunicaciones - Compatibilidad de datos
Portabilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Auto descripción - Independencia entre Sistema y Software - Independencia del hardware

Tabla 1 Factores y criterios según el Modelo McCall

1.2.3 Modelo de Boehm

El modelo de Boehm (1978) agrega algunas características a las existentes en el modelo de McCall y representa una estructura jerárquica de características, cada una de las cuales contribuye a la calidad total. Consiste en un modelo de descomposición de características de calidad del software en 3 niveles (usos principales, componentes intermedios y componentes primitivos) previos a la aplicación de métricas. Este modelo plantea factores de calidad formados por criterios de calidad y métricas respectivas.

El modelo de Boehm tiene como finalidad que a través de la calidad del software que el mismo realice lo que desea el usuario, utilice recursos informáticos de manera correcta y eficiente, sea fácil de utilizar y aprender; sea bien diseñado, codificado, probado y mantenido. Este modelo es similar al de McCall ya que presenta una jerarquía de características, está basado en un amplio rango de características e incorpora 19 criterios que incluyen características de performance del hardware las cuales se muestran en la figura 3. [7]

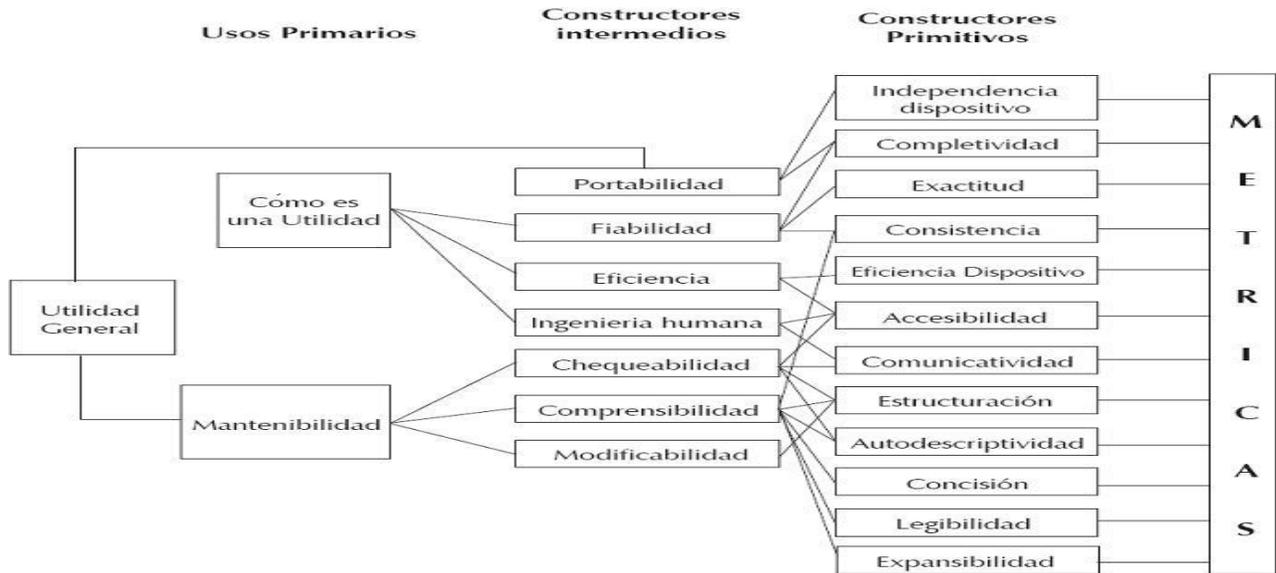


Figura 3 Estructura jerárquica de características según el Modelo de Boehm

1.3-Confiabilidad

Como se explica anteriormente la calidad de los productos depende de varias características que facilitan la eficiencia, el éxito del mismo y dentro de ellas la confiabilidad tiene un gran desempeño. Los usuarios en todo tipo de contextos y para todo tipo de sistemas, demandan productos que hagan lo que tienen que hacer de manera segura y confiable, es decir, que exigen funcionalidad, cumpliendo sus especificaciones; pero sin renunciar a aspectos cada vez más importantes como son la confiabilidad, la seguridad, la disponibilidad o la facilidad de mantenimiento de sus sistemas.

Algunas definiciones de confiabilidad:

El término confiabilidad es descrito como el nivel de consistencia interna o estabilidad de un instrumento cualquiera de medición (prueba) a medida que pasa el tiempo. Existen diferentes maneras de establecer un sistema fiable, por ejemplo: coeficiente de equivalencia, coeficiente de estabilidad, coeficiente de consistencia interna, confiabilidad entre evaluadores. [21]

Según la definición informática, el término Confiabilidad, representa una característica de los sistemas informáticos por la que se mide el tiempo de funcionamiento sin fallos. [22]

La confiabilidad en un producto de software, así como la calidad del mismo, es un factor clave desde el inicio de la ingeniería del software. Ser confiable implica que el producto debe ser fácil de utilizar y mantener, debe contar con la capacidad requerida para evitar fallos y debe ofrecer un comportamiento seguro en caso de un fallo grave, asegurando la continuidad del servicio ofrecido en un periodo de tiempo establecido.

Las limitaciones en confiabilidad son debidas a fallos en los requerimientos, diseño o implementación. Las mismas dependen de la manera en que se utiliza el producto de software y de las opciones del programa seleccionadas, más que del tiempo transcurrido. [7]

1.3.1 Confiabilidad y sus subcaracterísticas según el modelo de Boehm, McCall y la NC ISO/IEC 9126

Después de estudiar los diferentes modelos, es evidente que la confiabilidad está dada por un conjunto de subcaracterísticas necesarias para el desarrollo de un buen software, de las cuales solo se explicarán a continuación las que se van a utilizar en la propuesta:

Según Modelo Boehm: [7]

- **Completitud:** Se refiere a la no existencia de información sin declarar o definir, como objetos o entidades, en una especificación de requisitos. Los requisitos que no cumplen con la propiedad de completitud se omiten, en el momento del diseño, afectando la calidad del software.
- **Exactitud:** La capacidad del producto de software para proporcionar resultados correctos o efectos convenidos con el grado necesario de precisión. (Esto incluye el grado necesario de precisión de los valores calculados).

Según Modelo McCall: [2]

- **Consistencia:** Atributos del software que proporcionan uniformidad en las técnicas y notaciones de diseño e implementación utilizadas.
- **Precisión:** Atributos del software que proporcionan el grado de precisión requerido en los cálculos y los resultados.

- **Simplicidad:** Atributos del software que posibilitan la implementación de funciones de la forma más comprensible posible.

Según Norma Cubana ISO 9126: [6]

- **Madurez:** La capacidad del producto software para evitar fallas como resultado de fallas en el software. Los atributos asociados a madurez son:
 - Presencia de errores: El objetivo de ese atributo es evaluar la existencia de errores en el producto. A menor cantidad de errores se tiene mayor madurez en el producto.
 - Prevención de fallas por errores internos: El objetivo de ese atributo es evaluar la capacidad de prevenir fallas ocasionadas por errores internos del programa. Para este atributo se deben tener en cuenta las posibles acciones preventivas que puede realizar el programa.
 - Evolución: El objetivo de ese atributo es evaluar la transformación gradual que ha presentado el producto y está comprendida por un conjunto de modificaciones contenidas en diferentes versiones liberadas en el transcurso del tiempo.
- **Tolerancia a fallas:** La capacidad del producto software para mantener un nivel de desempeño especificado en casos de fallas (en el software) o de que se infrinjan sus enlaces especificados. (El nivel de desempeño especificado puede incluir la capacidad de falla segura). Es un aspecto crítico para aplicaciones a gran escala. Es importante que los productos o sistemas tengan la posibilidad de manejar cierto tipo de fallos del sistema o de alguna tarea de la aplicación, o de lo contrario podrían no llegar a completarse. Debería haber algún modo de detectar y responder automáticamente a ciertos fallos del sistema o al menos ofrecer cierta información al usuario en el caso de producirse un fallo.
- **Recuperabilidad:** La capacidad del producto software para restablecer su nivel de desempeño y recuperar los datos directamente afectados en caso de falla (así como con el tiempo y el esfuerzo necesario para ello). Después de una falla, un producto de software algunas veces será dado de baja por cierto período de tiempo, esta longitud de tiempo es evaluada para su recuperabilidad.

1.3.2 Integración de las subcaracterísticas con los conceptos RASIS

Debido a la importancia de que un software sea confiable se cree necesario integrar a las subcaracterísticas de la confiabilidad el RASIS, que responde a las siglas en inglés de las palabras (Reliability-fiabilidad, Availability - disponibilidad, Serviceability - servicialidad, Integrity - integridad y Security - seguridad).

- **Confiabilidad:** Es la probabilidad de un elemento de realizar una función requerida en determinadas condiciones y durante un cierto período de tiempo.

Propósito:

- Minimizar la ocurrencia de fallas del sistema durante su operación.
 - Controlar la ocurrencia de fallas del sistema en el momento en que se esté operando en el mismo.
 - Llevar un registro de las fallas del sistema, surgidas durante la operación.
- **Disponibilidad:** Mide el grado con el que los recursos del sistema están disponibles para su uso por el usuario final a lo largo de un tiempo dado.

Propósito:

- Permitir la continuidad de operación del sistema mientras dure sin parar, aunque ocurran fallas.
- Verificar que se realice una operación continua del sistema tan larga como sea posible sin interrupciones, aún si ocurre un fallo.
- Mantener la operación continua del sistema.
- Controlar el tiempo de operación continua del sistema, y la cantidad de interrupciones que pueden ocurrir.

- **Servicialidad:** Condición donde no sólo opera el sistema, sino también donde los requerimientos del usuario son satisfechos.

Propósito:

- Permitir detección anticipada y reparación de fallas.
 - Controlar que el usuario pueda usar el sistema completamente, y así satisfacer sus requerimientos.
 - Lograr que el procesamiento se realice en el tiempo de respuesta requerido por el usuario.
 - Detectar de forma temprana las fallas, y repararlas.
- **Integridad:** Grado en que puede controlarse el acceso al software o a los datos por personal no autorizado. (McCall).

Propósito:

- Mantener consistencia de los datos.
 - Controlar que el usuario pueda usar el sistema completamente, y así satisfacer sus requerimientos.
 - Lograr que el procedimiento se realice en el tiempo de respuesta requerido por el usuario.
 - Detectar de forma temprana las fallas y repararlas.
- **Seguridad:** Atributos que miden la habilidad para prevenir accesos no autorizados, ya sea accidentales o deliberados, tanto a programas como a datos.

Propósito:

- Aumentar la seguridad del sistema.
- Controlar la seguridad del sistema.
- Verificar una correcta autenticación de los usuarios.
- Lograr que la información este protegida.

Es necesario tener un control de las todas y cada una de las subcaracterísticas de la confiabilidad incluidas en el RASIS para lograr la accesibilidad del sistema, evitar la corrupción, mal uso de los datos.

1.4- Razones para medir los procesos del software y los productos

Las métricas y las pruebas surgen de la necesidad de medir, probar y evaluar la calidad de los productos para conocer finalmente si el producto cumple con las satisfacciones del cliente. Las aplicaciones de las métricas son necesarias para la mejora de la calidad del proceso del software y por consiguiente la del producto.

Hay cuatro razones para medir los procesos del software, los productos y los recursos. [20]

Caracterizar: Para comprender mejor los procesos, los productos, los recursos y los entornos y para establecer las líneas base para las comparaciones con evaluaciones futuras.

Evaluar: Para determinar el estado con respecto al diseño. Las medidas permiten conocer cuándo los proyectos y procesos están perdiendo la pista, de modo que puedan ponerse bajo control. Además para valorar si se cumplen o no los objetivos de calidad trazados y para evaluar el impacto de la tecnología y las mejoras en los productos y procesos.

Predecir: Para poder planificar. Los valores que se observan para algunos atributos pueden ser utilizados para predecir otros, lo que contribuye a establecer objetivos alcanzables para el coste, planificación y calidad, de manera que se puedan aplicar los recursos apropiados.

Mejorar: Se mide para mejorar cuando se recoge la información cuantitativa que ayuda a identificar obstáculos, problemas de raíz, ineficiencias y otras oportunidades para mejorar la calidad del producto y el rendimiento del proceso.

1.4.1- Proceso de Medición

Todo proceso de medición del software tiene como objetivo fundamental satisfacer necesidades de información a partir de las cuales se deben identificar las entidades y los atributos que deben ser medidos.

El proceso de medición, se caracteriza en cinco actividades las cuales se muestran a continuación:

Formulación: Obtención de medidas y métricas del software apropiadas para la presentación del software en cuestión.

Colección: Mecanismo empleado para acumular datos necesarios para obtener las métricas formuladas.

Análisis: Cálculo de las métricas y la aplicación de herramientas matemáticas.

Interpretación: La evaluación de los resultados de las métricas en un esfuerzo por conseguir una visión interna de la calidad de la presentación.

Retroalimentación: Recomendaciones obtenidas de la interpretación de métricas y técnicas transmitidas al equipo de desarrollo de software.

1.5-Proceso de Evaluación

La evaluación es un proceso que se realiza utilizando herramientas, técnicas y siguiendo una serie de pasos los cuales no se pueden dejar de cumplir para que se realice una evaluación exitosa. Esta no solo se realiza al producto, sino también al proceso. Según Hoffman en 1999 *la evaluación es el análisis de desempeño, la valoración de resultados, medida de capacidad y la apreciación del “todo”*. La misma valora el rendimiento laboral, el cumplimiento de las tareas trazadas y el comportamiento de las actividades. [8]

1.5.1-Objetivo de la evaluación de software

La evaluación se realiza con el objetivo de corregir posibles deficiencias durante el proceso de desarrollo del software y posterior a su liberación para verificar su integración, su eficiencia y los resultados que brinda con el propósito de introducir mejoras antes de editar la versión definitiva.

La evaluación puede ser clasificada de tres formas diferentes si se tiene en cuenta el momento en que se efectúa la misma: [9]

- **Evaluación previa:** Se realiza para determinar la situación inicial de un producto (software) o proyecto. La envergadura del problema se conoce a través de sistemas de evaluación cuantitativos y cualitativos, lo que hace posible seleccionar todos los mecanismos y recursos necesarios e indispensables para satisfacer las necesidades.
- **Evaluación media:** Se realiza para determinar si el producto o proyecto se rige por las buenas prácticas de Ingeniería de Software y si los recursos que se ponen a disposición del equipo de trabajo son utilizados según lo programado. El principal objetivo de esta evaluación es detectar todos aquellos problemas que influyen directamente en el ritmo de confección del producto. Se evalúa mediante procedimientos que permitan una evaluación cuantitativa y cualitativa.
- **Evaluación final:** Se realiza al finalizar el producto o proyecto, su objetivo principal es determinar el nivel de cumplimiento de todas las metas trazadas.

1.5.2-Tipos de evaluaciones durante el proceso de desarrollo

No resulta tan fácil determinar la calidad, y la confiabilidad, como característica importantísima de ella, sin embargo para ello existen técnicas de evaluación que contribuyen a integrar la confiabilidad en el proceso de desarrollo, que según el Estándar IEEE 729 del año 1983 propuesto se definen como: [10]

- **Verificación:** Proceso de determinar si los productos de una cierta fase del desarrollo de software cumplen o no los requisitos establecidos durante la fase anterior.
- **Validación:** Proceso de evaluación del software al final del proceso de desarrollo para asegurar el cumplimiento de las necesidades del cliente.

El proceso de verificación tiene que ver típicamente con errores en la transformación (de los requisitos de diseño, del diseño al código). Mientras que la validación tiene que ver con errores de los desarrolladores al malinterpretar las necesidades del cliente. La única persona que puede validar el software es el cliente, ya que será quien pueda detectar si hubo o no errores en la interpretación de sus necesidades. De esta forma la verificación ayuda a comprobar si se ha construido el producto correctamente, mientras que la validación ayuda a comprobar si se ha construido el producto correcto por lo que para el desarrollo de la tesis se va a utilizar la verificación debido a sus características.

1.5.3-Técnicas de evaluación

Tanto para la realización de verificaciones como de validaciones se pueden utilizar distintos tipos de técnicas. En general, estas técnicas se agrupan en dos categorías: [10]

- **Técnicas de Evaluación Estáticas (Revisiones):** Buscan faltas sobre el sistema en reposo. Esto es, estudian los distintos modelos que componen el sistema software buscando posibles faltas en los mismos. Así pues, estas técnicas se pueden aplicar, tanto a requisitos como a modelos de análisis, diseño y código.
- **Técnicas de Evaluación Dinámicas (Pruebas):** Generan entradas al sistema con el objetivo de detectar fallos, cuando el sistema ejecuta dichas entradas. Los fallos se observan cuando se detectan incongruencias entre la salida esperada y la salida real. La aplicación de técnicas dinámicas es también conocida como pruebas de software y se aplican generalmente sobre código puesto que es, hoy por hoy, el único producto ejecutable del desarrollo.

Las técnicas estáticas, dado que detectan faltas, su corrección es más directa. Mientras que las técnicas dinámicas, como se centran en los fallos su proceso de depuración asociado es mucho más complejo, puesto que se debe, primero, buscar la falta que provoca el fallo y posteriormente corregirlo.

La evaluación estática es el único modo disponible de evaluación de artefactos para las primeras fases del proceso de desarrollo análisis y diseño, cuando no existe código. Esta idea se muestra en la Figura 4 en la que se observa que la evaluación estática se realiza en el mismo sentido en que se van generando los productos del desarrollo de software, mientras que la dinámica se realiza en sentido inverso.

El modelo V es una representación gráfica del ciclo de vida del desarrollo de los sistemas. Este modelo despliega un método bien estructurado en el cual cada fase se pueda poner en ejecución por la documentación detallada de la fase anterior. Las actividades de como diseñar las pruebas empiezan al principio del proyecto antes de la codificación y por lo tanto ahorran una cantidad enorme del tiempo del proyecto.

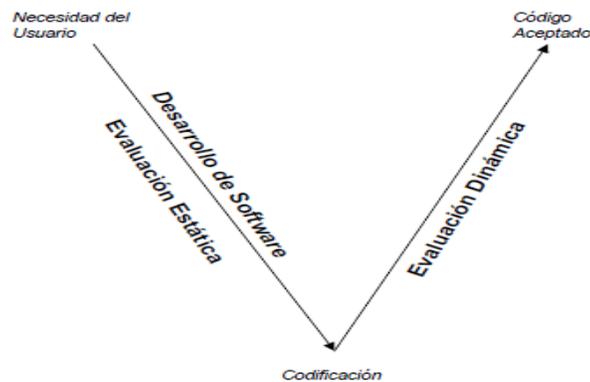


Figura 4 Modelo V

La evaluación estática se realiza en paralelo al proceso de construcción, constando de una actividad de evaluación emparejada con cada actividad de desarrollo. Las actividades de revisión marcan el punto de decisión para el paso a la siguiente actividad de desarrollo. Es decir, la actividad de requisitos interactúa con la actividad de revisión de requisitos en un bucle de mejora iterativa hasta el momento en que la calidad de los requisitos permite abordar la subsiguiente fase de desarrollo. Lo mismo ocurre con el diseño arquitectónico: sufrirá una mejora iterativa hasta que su nivel de calidad permita pasar al diseño detallado y así, sucesivamente. Nótese que esto también ocurre en la fase de codificación. La actividad siguiente a la de implementación es la fase de pruebas unitarias. No obstante, antes de pasar a ella, los programas deberán evaluarse estáticamente. Del mismo modo que se ha hecho con los otros productos. La Figura 5 muestra en detalle la aplicación de las técnicas estáticas y dinámicas para evaluar software.

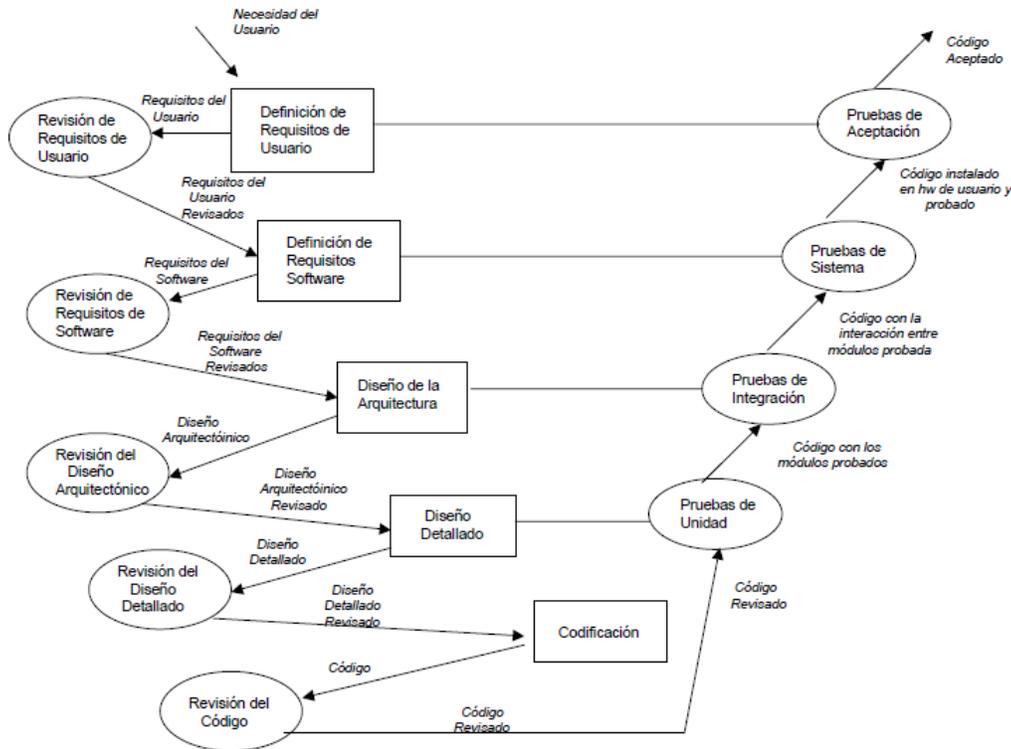


Figura 5 Modelo en V de evaluación del software por fases

Una vez realizadas estas revisiones se procede con la evaluación dinámica, que se realiza sobre el código y mediante las pruebas indicadas. Existen varios tipos de revisiones como son las Revisiones informales, Revisiones formales o Inspecciones y Auditorías, las mismas se aplican dependiendo de qué se busca y cómo se analiza ese producto. De los tipos de revisiones se estudiaron las Revisiones formales y se llegó a la conclusión de que los participantes son responsables de la confiabilidad de la evaluación, y generan un informe que refleja el acto de la revisión. Por tanto, sólo se considera como técnica de evaluación las Revisiones formales.

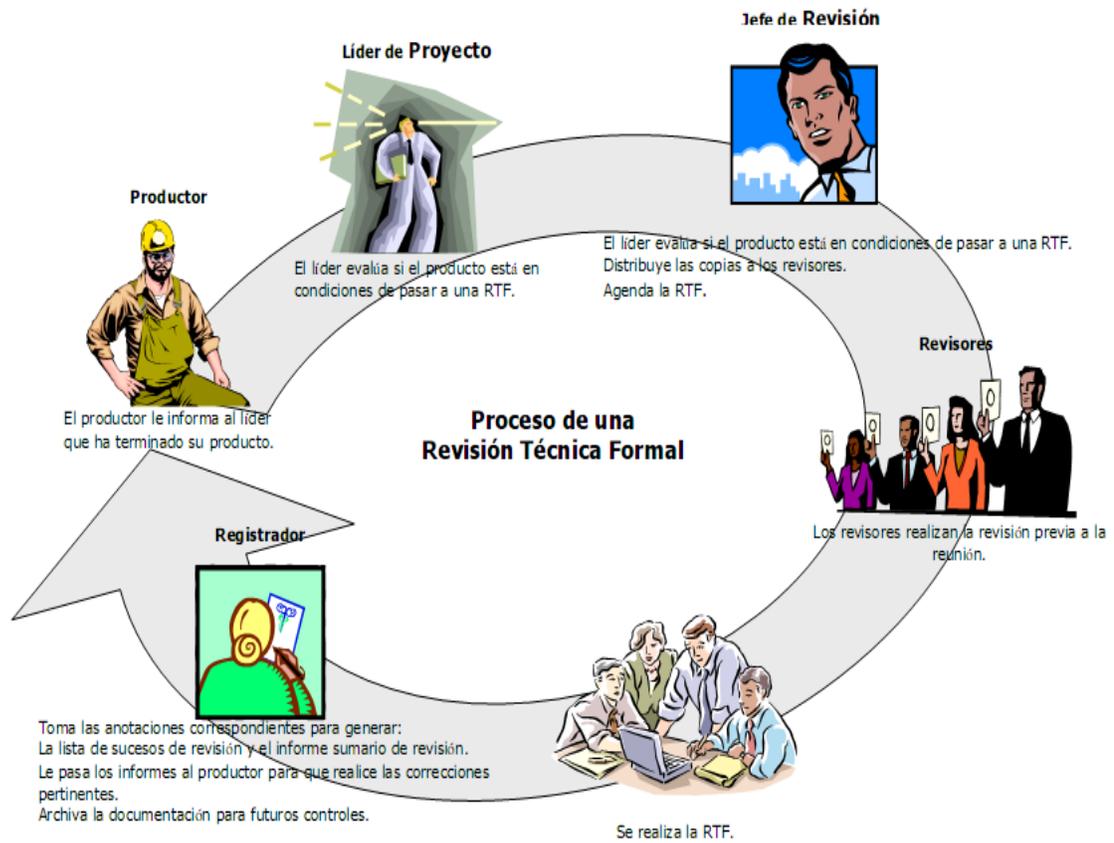


Figura 6 Proceso de revisión técnica formal

1.6-Proceso de evaluación de software

Un proceso de evaluación constituye una oportunidad para tener el control y garantizar el buen desarrollo de cualquier proyecto, así como tener una idea clara y precisa del nivel de madurez con que se realizan las diferentes actividades que se llevan a cabo durante el mismo. A través de este proceso se pretende conocer qué tanto un proyecto ha logrado consumir sus objetivos o bien qué tanta capacidad tendría para cumplirlos. Además permite la rectificación de errores y la planificación correcta de estrategias para el perfeccionamiento, por lo que puede ser considerada una actividad encauzada a mejorar la eficacia de los Proyectos Productivos en relación con sus metas.

La calidad en la UCI define un proceso de evaluación como un conjunto de una o más auditorías, revisiones y diagnósticos planificados o solicitados para un período de tiempo determinado, dirigidas hacia un propósito y una organización productiva específica.

1.6.1-Estándares de evaluación.

Los estándares de evaluación y mejora de procesos, desempeñan un concluyente papel al reconocer, integrar, medir y optimizar el uso de las buenas prácticas existentes para desarrollar un producto software. Muchas son las necesidades por las cuales se utilizan los diferentes modelos de evaluación de procesos de desarrollo de software existentes, por ejemplo: minimizar la complejidad y relatividad para lograr la calidad de un software, tratar diversas perspectivas de modelado, gestionar la evolución de los cambios y asegurar su consistencia constituyen algunas de estas necesidades.

Existen diferentes modelos de evaluación de la calidad que sirven como guía para desarrollar un producto completo y evaluar la misma de los cuales se estudiaron la ISO 14598, ISO15504 y la ISO 12207.

ISO 14598

La serie de normas ISO/IEC 14598 indica los requisitos a tener en cuenta para la aplicación de los métodos de medición y para el proceso de evaluación, proporcionando un entorno de trabajo para la evaluación de la calidad de diferentes tipos de productos software. La ISO/IEC 14598 consta de seis partes que especifican el proceso a seguir para evaluar software: [11]

ISO/IEC 14598-1 Visión general.

ISO/IEC 14598-2 Planificación y Gestión.

ISO/IEC 14598-3 Procedimiento para desarrolladores.

ISO/IEC 14598-4 Procedimiento para compradores.

ISO/IEC 14598-5 Procedimiento para evaluadores.

ISO/IEC 14598-6 Documentación de los módulos de evaluación.

La quinta parte de la Norma ISO/IEC 14598 se ajusta a las necesidades actuales del equipo ya que especifica y explica el procedimiento por el cual los evaluadores del software se pueden guiar para desarrollar este proceso de evaluación. Esta parte de la norma proporciona requisitos y recomendaciones para la implantación práctica de la evaluación del producto software y puede ser usada para aplicar los conceptos descritos en la Norma ISO/IEC 9126.

Uno de los principales objetivos del proceso de evaluación descrito en esta parte es promover las siguientes características deseables en el proceso de evaluación:

- **Repetitividad:** La evaluación repetida del mismo producto con respecto a la misma especificación de evaluación por el mismo evaluador debería producir resultados que pueden ser aceptados por ser idénticos.
- **Reproducibilidad:** La evaluación repetida del mismo producto con respecto a la misma especificación de evaluación por un evaluador diferente debería producir resultados que pueden ser aceptados por ser idénticos.
- **Imparcialidad:** La evaluación no debería estar orientada hacia un resultado particular.
- **Objetividad:** Los resultados de la evaluación deberían ser ciertos, por ejemplo, no influidos por los sentimientos u opiniones del evaluador. [11]

Con el fin de satisfacer resultados de un proceso de evaluación repetibles, reproducibles, imparciales y objetivos, el evaluador debe actuar en un contexto organizacional que le provea la necesaria garantía y recursos para obtener calidad en sus actividades. Para satisfacer estas necesidades, el estándar prescribe guías que establecen las responsabilidades del solicitante y del evaluador. Entre otras, se establecen responsabilidades contractuales de confidencialidad, responsabilidades técnicas y tecnológicas, legales, de provisión de recursos e información en tiempo y forma.

ISO15504 (SPICE)

La norma internacional ISO/IEC 15504 fue desarrollada inicialmente por el proyecto denominado SPICE (de sus siglas en inglés de Software Process Improvement and Capability Determination) orientada a

elaborar normas para la evaluación de los procesos de software. Luego de publicar el primer grupo de normas la ISO/IEC 15504 pasó a convertirse en una norma para Evaluar Procesos en general y no circunscribirse únicamente a procesos software, con la consiguiente reestructuración de todas sus partes y el establecimiento de nuevas líneas de trabajo.

La ISO/IEC 15504 proporciona una base para realizar evaluaciones de la capacidad de los procesos de software y permite reflejar los resultados obtenidos sobre una escala común, que puede usarse, por una parte, para comprobar la evolución de una organización en el tiempo o para observar su situación respecto a la competencia, y por la otra, para la definición de estrategias de mejora.

El proyecto SPICE tiene entre sus objetivos principales desarrollar un borrador de trabajo para un estándar para la evaluación de procesos de software y promover la transferencia de tecnología de la evaluación de procesos de software a la industria del software a nivel mundial.

El modelo SPICE o ISO / IEC FDIS 15504, se divide en 9 partes, de ellas hay 4 relacionadas en la evaluación de procesos de desarrollo de software. Parte 2 (Realización de una Evaluación). Parte 3 (Realización de una Guía sobre la Evaluación). Parte 4 (Orientación sobre el Uso de los Resultados de la Evaluación). Parte 5 (Un Ejemplar Modelo de Evaluación de Proceso).

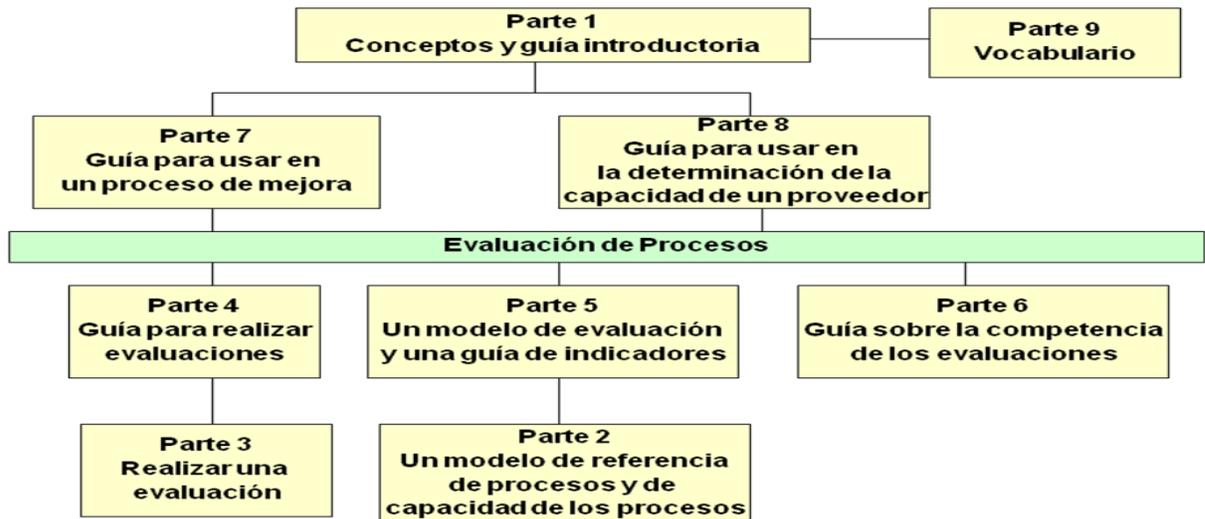


Figura 7 Estructura de la ISO 15504

La parte 2 define los requisitos para realizar el proceso de evaluación, las bases para el proceso de evaluación. El proceso de evaluación se basa en un modelo bidimensional que contiene un proceso de dimensión y capacidad. La dimensión de la capacidad consiste en un marco de medición que incluye seis niveles de capacidad de procesos y sus atributos. [12]

Nivel 0 Proceso Incompleto: El proceso no se aplica o no logra su propósito. En este nivel hay poca o ninguna evidencia de cualquier tipo de proceso de obtención de los objetivos.

Nivel 1 Proceso Realizado: El proceso es aplicado y logra su propósito.

Nivel 2 Proceso Gestionado: El proceso descrito anteriormente se aplica de modo gestionado (previsto, controlado y ajustado). Su labor es verificar que los productos estén adecuadamente establecidos, controlados y mantenidos.

Nivel 3 Proceso Establecido: Gestionado el proceso descrito anteriormente, se aplica mediante un proceso definido que es capaz de lograr los resultados esperados.

Nivel 4 Proceso Predecible: El proceso descrito anteriormente establecido, ahora opera dentro de límites definidos para alcanzar los resultados de su proceso.

Nivel 5 Proceso En optimización: El proceso anteriormente descrito es predecible, existe mejora continua para satisfacer los objetivos y proyectarlos.

ISO 12207

Esta norma presenta un modelo de procesos de referencia del ciclo de vida del software que son fundamentales para una buena ingeniería de software y cubre las mejores prácticas. Los procesos son descritos en términos de lograr los propósitos y resultados. Además precisa las actividades y tareas requeridas para implementar a alto nivel los procesos para alcanzar las capacidades deseadas para los adquirientes, proveedores, desarrolladores, responsables de mantenimiento y operadores del sistema que contiene el software. El modelo de referencia es también usado para proveer una base común para diferentes modelos y métodos asegurando que la evaluación sea realizada en un contexto común. [13]

Los procesos definidos en el estándar ISO/IEC 12207 contribuyen a dar soporte a las responsabilidades claves de definir el proceso, medir el proceso, controlar el proceso y mejorar el proceso de la Gestión de Procesos Software.

Propósito:

Establecer un marco común para el ciclo de vida del software para:

- Adquirir, suministrar, desarrollar, operar y mantener el software.
- Gestionar, controlar y mejorar el proceso.
- Como base para el comercio internacional de software.

1.6.2-Proceso para evaluar un software según la ISO 14598 basado en ISO/IEC 9126

El estándar define los subprocesos necesarios para analizar los requerimientos de evaluación, para especificarlos, diseñarlos (planificarlos), ejecutar las acciones de evaluación, y obtener conclusiones (recomendaciones) para cualquier tipo de artefacto de software. El mismo se puede usar para: 1) evaluar productos existentes, o 2) para evaluar productos en desarrollo (en este caso, el proceso de evaluación debe sincronizarse con el proceso de desarrollo).

El proceso de evaluación según el estándar ISO/IEC 14598, comprende a cinco subprocesos, con sus respectivas entradas y salidas, como se aprecia en la figura 8. Los subprocesos son los siguientes: [11]

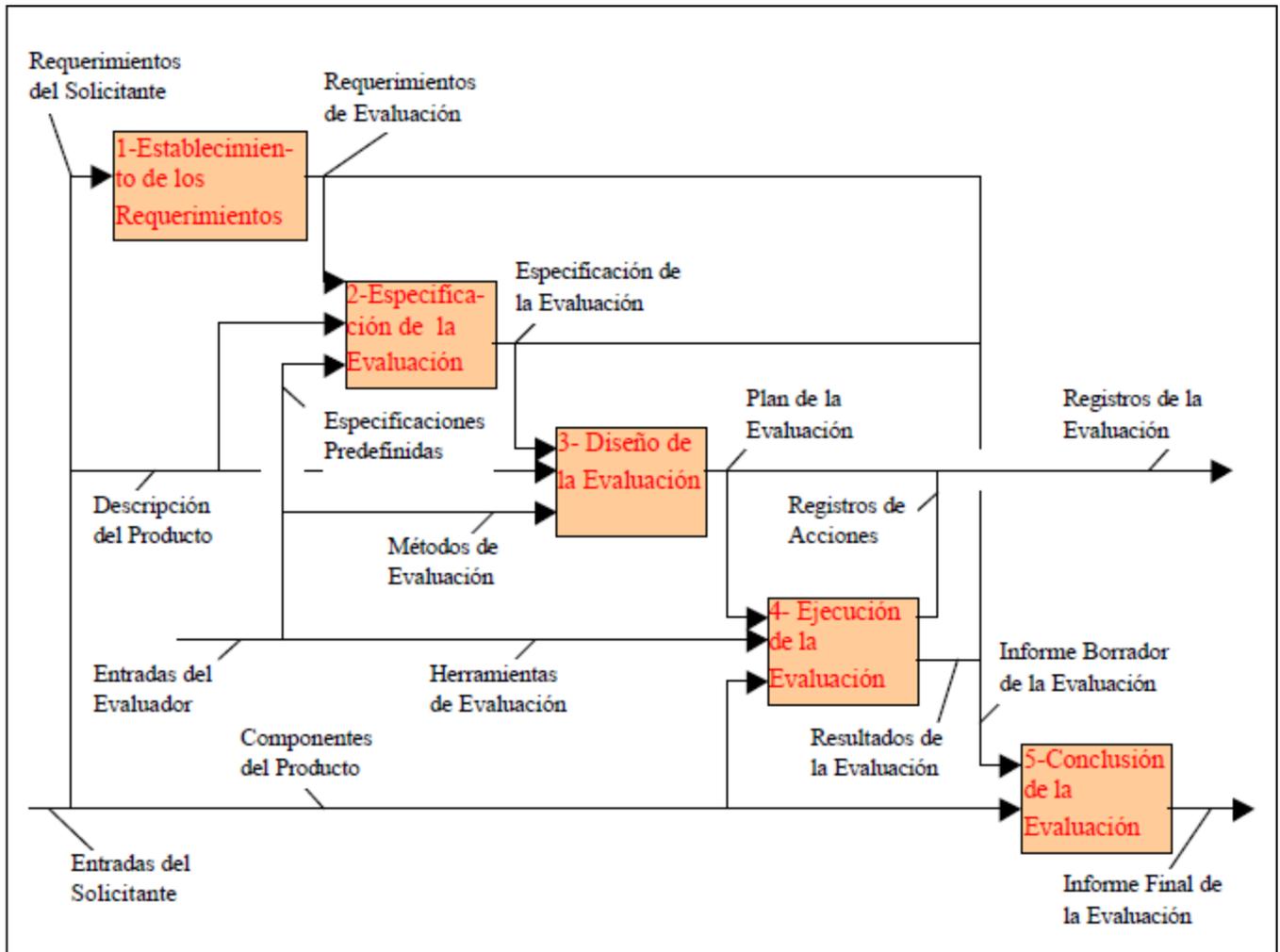


Figura 8 Proceso de evaluación de la ISO 14598

Todo proceso de evaluación de software deberá partir de una evaluación cuantitativa y derivar en una evaluación cualitativa, siendo todo el proceso documentado y deberá cumplir con los siguientes pasos: [11]

- 1- Establecer el propósito de la evaluación:
- 2- Identificar el tipo de producto.

- 3- Especificar el Modelo de Calidad.
- 4 -Seleccionar métricas.
- 5-Establecer niveles, escalas para las métricas.
- 6- Establecer criterios de valoración.
- 7- Tomar medidas.
- 8- Comparar con los criterios.
- 9 -Valorar resultados.
- 10 -Documentación.

1.7-Conclusiones parciales

En el presente capítulo, a partir de la investigación realizada, se analizaron los principales conceptos referentes a la calidad de los productos de software, además, se llevó a cabo el estudio de un conjunto de normas y modelos de calidad así como sus características y subcaracterísticas. Se realizó un análisis más profundo de las subcaracterísticas de la confiabilidad, pues se consideran un factor importante para lograr una buena calidad en un software, así como algunas de las técnicas de evaluación existentes fundamentales para obtener el éxito de la misma.

Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento para evaluar la confiabilidad de los productos con tecnología Postgres

2.1-Introducción

Cuando se tiene la idea de desarrollar un software se requiere que los analistas, diseñadores, desarrolladores y todo el personal que interviene en el proceso, apliquen correctamente características de calidad para que el producto final sea capaz de satisfacer las necesidades del cliente. En el presente capítulo se realiza la descripción de la propuesta que tiene como objetivo el presente trabajo, para ello es necesario realizar una entrevista para conocer la situación existente en DATEC. Se definen las fases necesarias para establecer una evaluación con calidad, dentro de estos se adaptan las métricas estandarizadas internacionalmente seleccionadas para el proceso de evaluación.

2.2- Análisis de la situación actual en el DATEC

Para fundamentar la problemática existente en DATEC fue necesario conocer como está estructurado el centro, los grupos de trabajo que tiene, los roles y las responsabilidades que ocupan las personas, así como las principales herramientas y tecnologías que utilizan. Para esto fue necesario el estudio de los métodos empíricos y de los mismos se seleccionó la entrevista que a través de ella se expone la situación actual del centro referente a los resultados del análisis de la evaluación de la calidad y la confiabilidad de los productos. La entrevista está enfocada a cómo se comporta en el centro la evaluación, la confiabilidad y sus subcaracterísticas. (**Anexo 7**)

DATEC está conformado por tres líneas de trabajo las cuales están divididas a su vez por grupos. A continuación se representa la estructura del centro:

1- Línea de Herramientas y Soluciones Integrales.

Objetivo de la línea

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

Desarrollar herramientas de análisis de datos que cubran las necesidades relacionadas con la inteligencia de negocio, generación de reporte, minería de datos, análisis estadísticos, extracción, transformación y carga de datos.

Grupos en los que se encuentra dividido.

- **Análisis:** Identifica los requerimientos de la solución y valida que se cumplan los requisitos con la calidad requerida.
- **Arquitectura:** Establece la arquitectura de los sistemas, diseña los componentes del sistema y desarrollar los componentes más importantes.
- **Desarrollo:** Implementa todos los componentes de los productos y documenta todas las clases que se desarrollaron.

Principales herramientas y tecnologías que utilizan.

Linux (Ubuntu 9, 10).

Symfony, Propel, ExtJs.

PHP Report, Net Beans.

Erwin.

Visual Paradigm for UML.

Eclipse, Net Beans y Zend studio.

PostgreSQL.

2- Línea de Almacenes de datos.

Objetivo de la línea.

Desarrollar soluciones que sirvan como apoyo a la toma de decisiones estratégicas.

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

Grupos en los que se encuentra dividido.

Almacenes de Datos (DWH): Diseña el modelo de datos de la solución, genera el modelo físico de datos y los documenta, despliega y mantiene los componentes del Repositorio de Datos.

Extracción, Transformación y Carga (ETL): Integra los datos existentes en las distintas fuentes y los lleva hasta el Repositorio de Datos.

Inteligencia de Negocio (BI): Define la arquitectura de información para la aplicación. Diseña e implementa en la Herramienta de BI los requerimientos definidos por el cliente.

Análisis: Realiza el flujo de Requerimiento y gestiona durante todo el ciclo de vida el cumplimiento de los requerimientos.

Principales herramientas y tecnologías que utilizan.

PostgreSQL 8.3.

Talend Open Profiler.

Mondrian OLAP Server.

BI Server, Nagios.

Metadata Editor.

Report Designer.

Kettle (Pentaho Data Integrator).

3- Línea de PostgreSQL

Objetivo de la línea

- Contribuir a la soberanía tecnológica desarrollando tecnologías de bases de datos libres, tomando como base a PostgreSQL.

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

- Proveer soluciones integrales y consultorías relacionadas con la explotación de PostgreSQL

Grupos en los que se encuentra dividido.

Soluciones de clústeres de altas prestaciones para PostgreSQL: Proporciona soluciones de clústeres de alta disponibilidad para PostgreSQL.

Soluciones de replicación de datos: Brinda servicios de implantación y transferencia de soluciones de réplicas de datos para servidores PostgreSQL.

Personalización de PostgreSQL: Se encarga actualmente de la elaboración de una propuesta del PostgreSQL Empresarial Cubano.

Personalización del Redmine: Brinda mantenimiento al Redmine como herramienta de gestión de proyectos. Se le da seguimiento al Portal de la Comunidad Técnica Cubana de PostgreSQL.

Principales herramientas y tecnologías que utilizan.

PostgreSQL.

En la entrevista se realizaron preguntas buscando obtener si aplican métricas, si hacen pruebas o revisiones, que tributan de cierta forma a la confiabilidad de los productos, relacionadas principalmente a si se evalúa la misma y cómo se hace. También están dirigidas al conocimiento y cumplimiento de las subcaracterísticas asociadas a la confiabilidad, así como las tecnologías y/o herramientas que se utilizan. Para el desarrollo exitoso de la misma fue necesario recopilar información de varios roles de las diferentes líneas y grupos de trabajo. A continuación los nombres de cada uno de ellos:

Nombre y Apellidos	Rol	Línea a la que pertenece
Marcos Ortiz Valmaseda.	Jefe del grupo de Personalización de PostgreSQL.	Postgres.
Mabel Medina Rodríguez	Analista.	Almacenes de Datos.
Asnioby Hernández López	Jefe de la línea.	Almacenes de Datos.
Anisley Delfino Rodríguez	Jefa del grupo de BI.	Almacenes de Datos.

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

Daymel Bonne Solís.	Arquitecto de Software	Línea de Herramientas y Soluciones Integrales.
Ernesto Herrera	Arquitecto.	Línea de Herramientas y Soluciones Integrales.
Adisleydis Rodríguez Pino	Analista	Línea de Herramientas y Soluciones Integrales.
Roberto Sarmiento	Arquitecto.	Línea de Herramientas y Soluciones Integrales
Daimí Bretones Lorenzo.	Asesora de Calidad.	

Tabla 2 Personas entrevistadas

2.2.1-Resultados de la entrevista

Como resultado de las entrevistas en el tema de **la tolerancia ante fallos** los entrevistados coinciden en que la mayoría de las técnicas que se utilizan para detectar los fallos se basan en el estudio de las posibles fallas que pueden existir y cómo evitarlas, dependiendo del tipo de producto o tecnología. Al finalizar cada iteración los fallos encontrados por los analistas se documentan y se reportan al grupo de desarrollo, pero no son analizados. Las herramientas como Mondrian OLAP Server y Kettle (Pentaho Data Integration) tienen fallas con una regularidad media por su mal uso afectando principalmente la productividad.

En la Línea de Herramientas y Soluciones integrales **la recuperabilidad** en caso de algún problema, el sistema podrá volver a la normalidad de forma automática dependiendo del estado del servidor de control de versiones y la cantidad de información, aunque en ocasiones cuando no se puede cargar información es imprescindible la presencia humana para el restablecimiento del mismo.

Con respecto a la subcaracterística de **completitud** es importante que toda la información necesaria para definir el problema esté en las especificaciones, estas no deben contener objetos o entidades no definidas. Según los entrevistados no se cumple al 100% con estos criterios y existen dificultades porque no se hace

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

correctamente el levantamiento de requisitos, y esto ocasiona errores en las especificaciones. Estos errores pueden ser arrastrados en todo el ciclo de desarrollo afectando la calidad del producto.

Considerando las opiniones dadas vinculadas a la **simplicidad y la consistencia**, en DATEC se tiene muy en cuenta la reutilización del código. Para ello los desarrolladores utilizan estándares de codificación y trabajan para que la implementación de las funciones se haga de una manera clara y sencilla, sin interferir, en la optimización del código. Luego la implementación de las funciones se registran en un repositorio donde se gestionan las versiones de las mismas, llamado sistema de control de versiones. Además se comprueba que las tareas asignadas por los programadores se cumplan al máximo y en caso contrario poder corregir los errores a tiempo.

Sobre la **madurez** los interrogados plantean que entre los errores más frecuentes se encuentran los errores de formato, de ortografía, de validación, de inconsistencia con los tipos de datos y de coherencia en los tipos de datos que se manejan. Además en ocasiones el diseño en pantalla y las interfaces no son satisfactorios. Un atributo importante dentro de la madurez es la prevención de fallas por errores internos y para ello se deben tener en cuenta las posibles acciones preventivas que puede realizar el programa.

Solo en la línea de PostgreSQL se realiza la prevención desde el mismo levantamiento de requisitos hasta el despliegue del sistema, por el impacto que tiene el sistema gestor de base de datos (SGBD) sobre el rendimiento satisfactorio del sistema completo. Esta prevención se hace siguiendo un esquema básico de desarrollo, en dependencia de las funcionalidades que se usen del gestor, y de los errores que se pueden dar y así se tiene mucho menos riesgos de que falle la implementación. Aunque se traten de prevenir las fallas existen dificultades debido a que los errores que se detectan no son analizados ni controlados. Se realizan pruebas mientras haya errores con el objetivo de corregirlos y no interesa cuantas pruebas se necesiten hacer.

En cuanto a la **exactitud y precisión** se pudo deducir que los resultados obtenidos casi siempre son los esperados, o al menos se acercan a lo que se pretende. Aunque se puede señalar que los datos de esta exactitud no son registrados, y por tanto no se pueden comparar con el resultado actual para poder calcular o valorar cuán exacta es la respuesta dada.

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

DATEC desarrolla tecnologías bases como bases de datos, análisis de datos y soportes al desarrollo, de las cuales algunas son propias del centro y otras personalizadas. Entre las tecnologías de base de datos que desarrollan están la Comunidad Nacional PostgreSQL, el Clúster de altas prestaciones de PostgreSQL como tecnologías propias y las Soluciones de réplicas de datos y el Paquete de guías para la calidad de las bases de datos como tecnologías personalizadas. De la tecnología de análisis de datos está la extensión y mejora del framework base para la generación de reportes PHPReport como personalizada y el paquete herramientas para el análisis de datos PATDSI como propias. Entre la tecnología de soporte de desarrollo está la Metodología para soluciones de inteligencia de negocios, el Framework para el desarrollo con ExtJS y la Plataforma para la generación de ayudas y libros electrónicos como propia, entre otras.

En cuanto a las **tecnologías y herramientas**, el único SGBD que utilizan en el centro es PostgreSQL por sus potencialidades, es un gestor de código abierto, de libre distribución y presenta innumerables funcionalidades muy útiles en la administración de BD, entre otras razones. Además como ya se conoce en el centro existe una línea que está desarrollando sobre el gestor, y consta de suficiente soporte. Postgres es un punto crítico de fallas, por lo que es uno de los puntos claves en la configuración y despliegue del sistema, y se le da un seguimiento profundo al mismo. El centro cuenta con un proyecto llamado Personalización de PostgreSQL para mitigar todos estos fallos y construir un SGBD basado en PostgreSQL para las empresas cubanas con una mayor posibilidad de soporte. Actualmente no se está trabajando con Oracle como gestor de base de datos aunque el mismo se considera como uno de los sistemas de bases de datos más completos, destacando el soporte de transacciones, la estabilidad, la escalabilidad y el soporte multiplataforma.

Como frameworks de desarrollo se utiliza Simphony y Cedrux basado en Zend Studio que en ocasiones presenta problemas con su plug-in para el versionado a la hora de confirmar los cambios y Open SourceRequirements Management Tool (OSRMT) el cual carece de algunas funcionalidades importantes en el campo de la administración de requisitos y puede atentar contra la confiabilidad del producto cuando no son bien utilizadas y no se explotan al máximo sus potencialidades. Symfony se usa como librería base para la programación debido a que permite que los programadores sean mucho más productivos a la vez que crean código de más calidad y más fácil de mantener.

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

Utilizan como metodología para la Línea Almacenes de Datos y BI de DATEC Kimball, la misma se tomó como base porque crea los conceptos de hechos y dimensiones, lo que indudablemente es muy eficaz en el proceso de la toma de decisiones y proporciona mayor agilidad en el proceso de desarrollo. Propone ir construyendo el Almacén de Datos a través de la construcción de los Mercados de Datos departamentales, lo que constituye una estrategia buena y coincide con la división lógica de las empresas, entidades y organismos. Kimball cubre todas las fases por las que pasa la construcción de un almacén de datos, desde el levantamiento de información inicial hasta la implementación de la herramienta de Inteligencia de Negocio. Es una metodología mixta que reúne elementos de varias metodologías de desarrollo de proyectos de integración de datos.

Como metodología para la Línea de Herramientas y Soluciones Integrales se utiliza Open Up, esta metodología divide el proyecto en iteraciones que son planeadas sobre intervalos de tiempo definido en semanas, dichas iteraciones se centran dando cumplimiento a los objetivos definidos previamente en el plan para cada una, por parte del equipo de desarrollo donde cada ciclo iterativo debe concebir como resultado un demo o un ejecutable con funcionalidades específicas. Open Up en cada iteración del ciclo de vida, incrementa progresivamente los objetivos de las iteraciones anteriores añadiendo nuevas funcionalidades a las versiones estables del software que se tiene hasta el momento.

Usan Business Intelligence Pentaho porque es una solución realizada en Java de código abierto flexible y muy potente que cubre prácticamente todas las necesidades. Pentaho asegura la escalabilidad, la integración y la portabilidad.

2.2.2-Conclusiones de los resultados de las entrevistas.

Luego de realizar un análisis de los resultados en las entrevistas de todas subcaracterísticas se pudo apreciar que no se evalúa la calidad que pueda tener un producto para satisfacer las necesidades del cliente. No se tiene en consideración la capacidad de recuperación ante fallos, si la retroalimentación es adecuada o si la interfaz es flexible entre otros aspectos. No se valora la madurez que puede alcanzar el mismo a través del ciclo de desarrollo, ni cuán críticos puede resultar un error, un defecto o una falla y si este puede ser prevenido o detectado a tiempo.

2.3-El procedimiento como alternativa de solución

Toda investigación debe mostrar algunos de los resultados científicos que propone alcanzar para completar su objetivo y al mismo tiempo dar solución a su problema científico. Según los resultados científicos la **estrategia** es un conjunto de acciones que se llevan a cabo para lograr un determinado objetivo, es decir es un grupo de decisiones fijadas en un determinado momento, que proceden del proceso organizacional y que integra misión, objetivos y secuencia de acciones administrativas en un todo independiente.[14]

Mientras que un **sistema** es la unión de elementos que, ordenados, relacionados o dispuestos según una ley o principio, sirven a un fin o función, funcionando como un todo. También se define como un todo unitario organizado, compuesto por dos o más partes, componentes o subsistemas interdependientes y delineados por los límites. Según la IEEE Standard Dictionary of Electrical and Electronic Terms *“un sistema es un todo integrado, aunque compuesto de estructuras diversas y especializadas. Cualquier sistema tiene un número de objetivos, y los pesos asignados a cada uno de ellos pueden variar ampliamente de un sistema a otro. Un sistema ejecuta una función imposible de realizar por una cualquiera de las partes individuales”* [15]

Sin embargo la **metodología** es una serie de pasos que se siguen para realizar acciones propias de una investigación, es decir una guía que indica qué hacer y cómo actuar cuando se quiere obtener resultados en algún tipo de investigación. Una metodología es necesaria si se quiere gestionar adecuadamente los proyectos y debe guiar a la organización en el desarrollo de los objetivos. En el contexto de la investigación son muchas las metodologías que es posible seguir, sin embargo, existen 2 grandes grupos que incluyen a otras más específicas. Se trata de la metodología de investigación cuantitativa y la cualitativa. [16]

La metodología cuantitativa es aquella que permite la obtención de información a partir de la cuantificación de los datos sobre variables, mientras que la metodología cualitativa, evitando la cuantificación de los datos, produce registros narrativos de los fenómenos investigados. En este tipo de metodología los datos se obtienen por medio de la observación y las entrevistas, entre otros. La diferencia más importante entre la metodología cuantitativa y la cualitativa es que la primera logra sus conclusiones a través de la correlación entre variables cuantificadas, y así poder realizar generalizaciones y producir datos objetivos,

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

mientras que la segunda estudia la relación entre las variables obtenidas a partir de la observación en contextos estructurales y situacionales.

Un **modelo** es un conjunto de buenas prácticas para el ciclo de vida del software, enfocado en los procesos de gestión y desarrollo de proyectos. Un modelo de calidad requiere de la planificación, organización, control de proyectos y del estricto cumplimiento de las actividades planificadas para asegurar que el software cumpla con los criterios esperados y con lo que el cliente necesita. Como desventaja plantea que es necesario que cada uno de los miembros tenga el compromiso y la disciplina de seguir el plan que se establezca. Debe de llenar toda la documentación requerida que incluye sus registros, planificación, las plantillas o formularios. Se debe de contar con un buen conjunto de métricas y parámetros de calidad, lo cual, para algunas organizaciones, puede ser difícil de definir. [17]

Finalmente un **procedimiento** es una serie de pasos, claramente definidos, que permiten trabajar correctamente y disminuye la posibilidad de fallos. Es un modo de ejecutar determinadas operaciones. Conjunto de actividades o tareas ordenadas sistemáticamente cuya ejecución con informaciones y datos específicos da lugar a la resolución de asuntos concretos. [18]

Después de analizar lo que es un modelo, una metodología, una estrategia y un procedimiento, se seleccionó para diseñar la propuesta de solución el procedimiento debido a que sirve como guía para la evaluación por sus características. El procedimiento propuesto está basado en el estándar de evaluación de la calidad ISO 14598 pues dentro de él se describe un proceso de evaluación el cual sirve como guía de trabajo para evaluar la calidad de todos los tipos de productos y establece requisitos para métodos de medición y evaluación de los productos de software. Esta norma permite la selección y registro de los indicadores que pueden ser medidos y evaluados a partir de resultados durante las fases de desarrollo para que en base a éstos se tomen decisiones acerca del proyecto. Establece un proceso sistemático de la evaluación de productos de software para garantizar que el mismo cumpla con los requisitos inicialmente especificados.

2.4-Propuesta del Procedimiento para evaluar la confiabilidad de los productos según sus tecnologías

Este procedimiento define de forma detallada los pasos para llevar a cabo la evaluación de la confiabilidad de los productos de DATEC. Se realiza con el fin de evaluar el producto en todas sus etapas y corregir los errores para que el final tenga una mejor calidad, su nivel de confiabilidad sea más alto y así satisfacer las necesidades del cliente.

2.4.1-Propósito

Evaluar la confiabilidad de los productos a través del cumplimiento de cada una de sus subcaracterísticas mediante:

- El tipo de evaluación verificación.
- Las revisiones formales o inspecciones.
- Las pruebas.
- La aplicación de métricas.

Alcance.

Este procedimiento abarca todos los productos desarrollados en DATEC con tecnología Postgres.

2.4.2-Preparación de la Evaluación

Para obtener buenos resultados en la evaluación es necesaria una preparación previa de la misma y al menos un mínimo de conocimiento. Con esta se pretende que todos los implicados entiendan el objetivo de la actividad que se va a desarrollar. Uno de los principales puntos que se debe tener en cuenta en esta preparación es la necesidad de que todos los implicados tengan dominio de la calidad así como sólidos conocimientos del procedimiento para evaluar, que sean responsables con su actividad y no cometan fraude en la evaluación, de lo contrario no se cumplirá el objetivo de saber cuán confiable es el producto analizado.

2.5-Estructura del procedimiento

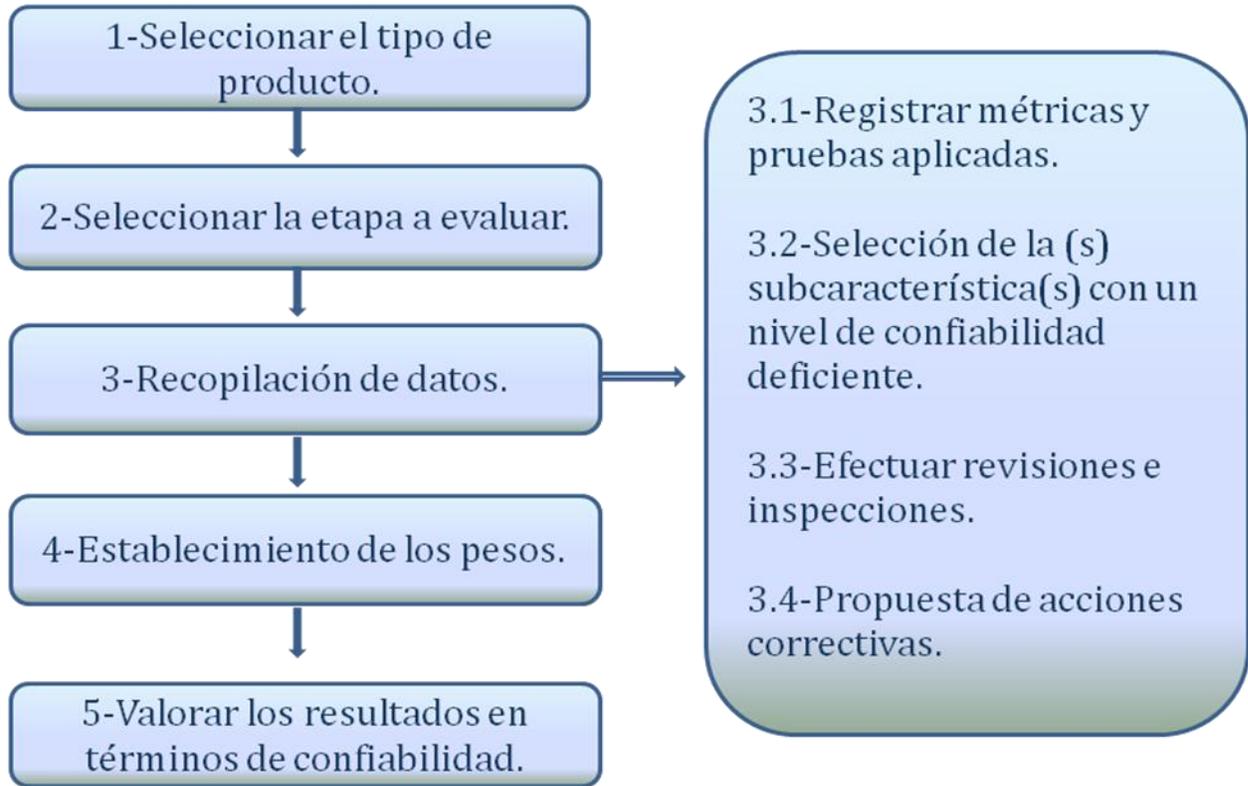


Figura 9 Pasos para realizar el procedimiento de evaluación

2.5.1- Seleccionar el tipo de producto

El presente procedimiento va a ser aplicado a los productos desarrollados con tecnología Postgres de DATEC. La evaluación de los productos va a depender de las líneas de trabajo a las que pertenezcan. En las líneas de Herramientas y Soluciones Integrales se utiliza como metodología Open Up, donde se desarrollan específicamente productos clasificados como software de gestión y en la línea de Almacenes de Datos se utiliza la metodología Kimball para el desarrollo de almacenes de datos. En la línea de Postgres no se va a evaluar porque ellos no desarrollan ningún producto.

2.5.2- Seleccionar la etapa a evaluar

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

Para cada línea de trabajo se establecieron tres etapas que recogen dentro el ciclo de vida del proyecto y es importante tener en cuenta cuáles son las subcaracterísticas que se pueden aplicar en las mismas. La evaluación se puede realizar en cualquier etapa del ciclo de vida del producto, ya sea para detectar y corregir defectos en etapas tempranas que pueden acarrear grandes beneficios o al final del producto para conocer el nivel de confiabilidad del mismo. A continuación se representan (Tabla 3 y Tabla 4)

Objetivos de las subcaracterísticas en las etapas.

Compleitud.

- Verificar que se encuentre especificado todo lo que tiene que hacer el sistema.
- Verificar que tanto el diseño como el código estén completos.

Exactitud.

- Verificar que la respuesta obtenida concuerde con la respuesta esperada cuando se realicen pruebas al producto.

Consistencia.

- Verificar que no existan requisitos contradictorios.
- Verificar que el diseño y el código sean consistente entre todas sus partes. No puede indicarse algo en una parte del diseño y/o código, y lo contrario en otra.

Precisión.

- Verificar cuán precisas son las respuestas obtenidas por el software.
- Comprobar a medida que se realicen pruebas que las respuestas obtenidas sean semejantes a la respuesta anterior.

Simplicidad.

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

- Lograr que la implementación sea lo más sencilla posible
- Aplicar estándares de codificación para una mejor organización del código fuente.
- Conseguir que se utilice la reutilización de código para facilitar un desarrollo posterior.

Madurez.

- Lograr que el producto sea capaz de prevenir fallas por errores internos.
- Verificar la evolución del producto a medida que se va desarrollando.
- Registrar todos los errores y/o fallos que se encuentren en el producto para poder corregirlos.

Tolerancia a fallas.

- Verificar que el producto pueda controlar los fallos ocasionados por el sistema.
- Registrar los fallos ocurridos.
- Verificar la capacidad del software de seguir funcionando en caso de un fallo.

Recuperabilidad.

- Verificar que el software tenga la capacidad de restablecer un nivel de ejecución en caso de fallo.
- Controlar que el software tiene la capacidad de recuperar datos que han sido afectados por un fallo total.

Líneas de Herramientas y Soluciones Integrales.														
Etapas	Fases del ciclo de vida	Subcaracterística a evaluar en esta etapa												
		C	M	S	Co	T	P	E	R	I	F	Su	Se	D

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

Inicial	-Análisis.	X	X	X	X										
Intermedia	-Arquitectura - Implementación	X	X	X	X	X		X	X						
Final	- Pruebas de integración. -Pruebas de Liberación		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 3 Etapas por fases en la línea de Herramientas y Soluciones Integrales

Línea de Almacenes de datos.															
Etapas	Fases del ciclo de vida	Subcaracterística a evaluar en esta etapa													
		C	M	S	Co	T	P	E	R	I	F	Su	Se	D	
Inicial	-Estudio preliminar -Requisitos	X	X	X	X										
Intermedia	-Arquitectura y Diseño - Implementación	X	X	X	X	X		X	X						
Final	- Pruebas. -Pruebas de Liberación		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

Tabla 4 Etapas por fases en la línea de Almacenes de datos

Abreviaturas.

C: consistencia.	Co: completitud	E: exactitud	P: precisión
M: madurez	T: tolerancia a fallas	R: recuperabilidad	S: simplicidad.
I: integridad	F: confiabilidad	Su: seguridad	Se: servicialidad
D: disponibilidad			

2.5.3-Recopilación de datos

En este paso de recopilación de datos se van a realizar una serie de acciones que no se pueden dejar de cumplir para obtener el resultado de la confiabilidad de un producto determinado en el centro DATEC. Estos datos deben ser registrados para poder comparar cuando se realicen otras evaluaciones y lograr determinar si el proyecto realmente ha disminuido los riesgos y es más confiable.

I- Registrar métricas y pruebas aplicadas

Según los resultados de la medición y de las pruebas realizadas se van a recopilar los datos de los mismos respectivamente para la evaluación. Es necesario tener presente cuál es la métrica y/o prueba que se puede aplicar en cada etapa según los indicadores que plantea, ya que no siempre pueden ser aplicadas en todas las etapas. Es importante realizar una selección adecuada para que no ocurran equivocaciones que pueden acarrear al fracaso o a tomar decisiones incorrectas. A las subcaracterística de la confiabilidad se le sumaron las pruebas de las características del RASIS debido a que la integridad, fiabilidad, seguridad, servicialidad y disponibilidad son importantes para que un software sea confiable. A continuación la plantilla 1 Registro de Datos (Ver Tabla 5, Tabla 6).

Métricas y pruebas para la etapa Inicial				
Subcaracterística	Métrica	Nivel de confiabilidad de las métricas	Prueba	Nivel de confiabilidad de las pruebas.

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

Madurez	- Proporción de corrección de errores. -Proporción estimada de corrección de errores. -Densidad estimada de posibles errores.			
Simplicidad				
Consistencia				
Compleitud				

Tabla 5 Métricas y pruebas para la etapa Inicial

Métricas y pruebas para la etapa Intermedia				
Subcaracterística	Métrica	Nivel de confiabilidad de las métricas	Prueba	Nivel de confiabilidad de las pruebas.
Madurez	- Proporción de corrección de errores. -Proporción estimada de corrección de errores. -Densidad estimada de posibles errores.			
Tolerancia ante fallos.	-Anulación de interrupciones.			
Recuperabilidad	-Facilidad de recuperación. -Tiempo perdido		-Pruebas de recuperación.	
Exactitud	-Exactitud esperada			
Compleitud	-Compleitud de la Implementación funcional -Cobertura de la implementación funcional			
Simplicidad	-Complejidad Ciclomática de Thomas McCabe		-Pruebas de usabilidad. -Pruebas de operación.	
Consistencia	-Especificidad de los requisitos.			

Tabla 6 Métricas y pruebas para la etapa de Intermedia

Métricas y pruebas para la etapa Final				
Subcaracterística	Métrica	Nivel de confiabilidad	Prueba	Nivel de confiabilidad

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

		dad de las métricas		de las pruebas.
Madurez	<ul style="list-style-type: none"> -Tiempo promedio entre fallas. - Proporción de solución de fallas. - Proporción estimada de solución de fallas. - Proporción de corrección de errores. -Proporción estimada de corrección de errores. -Densidad estimada de posibles errores -Densidad de errores -Densidad de fallas. -Intensidad de fallos totales contra casos de prueba. - Cobertura de las pruebas - Madurez de las pruebas. -Adecuación de pruebas. -Densidad estimada de posibles fallas -Superación de la prueba 		<ul style="list-style-type: none"> -Prueba Negativa. -Prueba de componentes. -Pruebas de estructurales. -Pruebas del sistema (Pruebas de Volumen y Prueba de integridad de los datos y de la base de datos. 	
Tolerancia ante fallos.	<ul style="list-style-type: none"> -Anulación de interrupciones. -Anulación de fallas. -Disminución de funcionamiento incorrecto -Anulación de operaciones incorrectas. 		<ul style="list-style-type: none"> -Pruebas de Sistema (Pruebas de Volumen, Prueba de integridad de los datos y de la base de datos. -Prueba de Fallas y Recuperación) - Prueba de Valores Límites. - Prueba Bajo Stress. - Prueba Negativa. 	
Recuperabilidad	<ul style="list-style-type: none"> -Facilidad de recuperabilidad. -Tiempo perdido - Tiempo medio de inactividad - Tiempo medio de recuperación -Recargabilidad 		<ul style="list-style-type: none"> -Prueba de recuperabilidad. -Pruebas del sistema(Prueba de integridad de los datos y de la base de datos, Pruebas de Estrés, Prueba de Fallas y Recuperación) 	

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

	- Restaurabilidad - Efectividad de la restauración - Disponibilidad total - Tiempo estimado de reinicio			
Exactitud	- Exactitud esperada - Variación de las respuestas del software		- Pruebas de Integración	
Precisión	- Proporción de las respuestas obtenidas		- Pruebas de Integración. - Pruebas Funcionales. - Pruebas de Aceptación y pruebas unitarias. - Pruebas de rendimiento.	
Disponibilidad	Disponibilidad		- Pruebas de disponibilidad de datos.	
Seguridad			- Pruebas de seguridad y control.	
Servicialidad	- Tiempo medio entre fallas.			
Integración			- Pruebas de Integración. - Prueba de Estrés y de volumen.	
Confiabilidad	- Tiempo medio entre fallas.		- Pruebas de Integridad, Estructura y de Stress.	

Tabla 7 Métricas y pruebas para la etapa Final

II- Selección de la (s) subcaracterística(s) con un nivel de confiabilidad deficiente

Luego de haberse recopilado los datos en la platilla de Registro de Datos se procede a registrar las subcaracterísticas que proporcionaron un nivel bajo de confiabilidad. Para ello se hará uso de la platilla 2 Registro de Resultados Bajos, la cual debe mostrar además el nivel de confiabilidad de cada métrica y/o prueba realizada y los indicadores que analizan. (**Anexo 1**) y (**Anexo 2**)

III- Propuesta de revisiones

Luego de analizar el resultado de las pruebas y/o métricas que obtuvieron un nivel bajo, se propone realizar revisiones para detectar y corregir los errores y las faltas del sistema en los requisitos, diseño, arquitectura y el código. Para realizar estas tareas, el Revisor Técnico Formal va a utilizar las listas de chequeo² propuestas para las revisiones (Ver Anexo 3), (Ver Anexo 4) y (Ver Anexo 5) y registrar los resultados de las mismas. Mientras el revisor técnico va efectuando dicha actividad, al detectar cualquier error, problema o incongruencia en las etapas donde se realizan las revisiones, va a ser el responsable de llenar un documento titulado Registro de No Conformidades ³(Ver Anexo 6), donde será registrada la no conformidad encontrada. Este documento se le hará llegar al responsable de mitigar o eliminar el problema y además será el encargado de registrar si se le dio respuesta a las No Conformidades.

IV- Acciones correctivas

Con el objetivo de eliminar las causas de las no conformidades y prevenir que no vuelvan a ocurrir se entrevistaron a un grupo de personas con diferentes roles en distintos proyectos para así proponer las siguientes acciones correctivas:

Etapas Iniciales:

- Verificar que el requisito sea no ambiguo.
- Verificar que el requisito sea especificado por escrito.
- Verificar que el requisito sea posible de probar o verificar.
- Verificar que el requisito sea descrito como una característica del sistema.

² Para la realización de las listas de chequeo se utilizaron las de Calidad UCI.

³ Este documento es basado en Registro de defectos y dificultades detectados de CALISOFT.

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

- Verificar que el requisito sea lo más abstracto y conciso posibles.
- Verificar que cada requisito se vea reflejado en al menos un caso de uso.
- Verificar la completitud de los casos de uso.
- Verificar la correctitud de los casos de uso.
- Verificar la consistencia de los casos de uso.
- Verificar la complejidad de los casos de uso.
- Verificar que cada caso de uso se vea reflejado en al menos un prototipo de interfaz.
- Verificar que todos los requisitos puedan ser probados en una serie finita de pasos. Con el objetivo de saber si el requisito podrá ser o no una funcionalidad capaz de satisfacer las expectativas del futuro del sistema.
- Verificar que la especificación de requisitos sea la que realmente necesita el cliente, para verificar que se estén validando los requisitos correctos.

Etapa Intermedia:

- Identificar rangos de valores límites de las entradas del software.
- Diseñar casos de prueba por cada rango de valores de entrada.
- Ejecutar casos de prueba.
- Generar un informe de resultados de casos de prueba en cuanto a tiempo de respuesta real y esperada.
- Generar un informe de resultados de casos de prueba en cuanto a acciones ejecutadas reales y esperadas.

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

- Generar un informe de resultados de casos de prueba en cuanto a clases y métodos invocados.
- Generar un informe de resultados de casos de prueba en cuanto a líneas de código ejecutadas, respuestas esperadas y obtenidas.
- Identificación de respuestas válidas y erróneas por casos de prueba.
- Identificación de los casos de pruebas que generan resultados incorrectos.
- Agrupación de los casos de pruebas que generan resultados incorrectos en cuanto a sus características.
- Verificar los efectos para distintas agrupaciones de los casos de pruebas que generan resultados incorrectos e informe de los resultados.
- Deducción de las causas del fallo por los efectos y las agrupaciones de los casos de pruebas.
- Atacar las causas del fallo encontradas.
- Volver a ejecutar los casos de pruebas.
- Generar nuevos casos de pruebas que cumplan las mismas características. Informe de resultados.

Etapa Final:

- Aplicar apropiadamente las regla del negocio.
- Que los resultados esperados ocurran cuando se usen datos válidos.
- Que sean desplegados los mensajes apropiados de error y precaución cuando se usan datos inválidos.

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

- Verificar las funciones incorrectas o ausentes, errores de interfaz, errores en estructuras de datos o en accesos a las Bases de Datos externas, errores de rendimiento, errores de inicialización y terminación.

2.5.4 - Establecimiento del peso

Para la asignación de los pesos de las subcaracterísticas se definió que los evaluadores y los jefes de los productos son los responsables de establecer los mismos de acuerdo a las necesidades del cliente y del tipo de productos, debido a que no todos los productos tienen que ser altamente confiables.

El peso de las subcaracterísticas se establecen en un rango de 0 a 1 y los mismos pueden variar de acuerdo al nivel de importancia que tenga en la etapa que se está evaluando. Siempre cumpliendo con que la sumatoria del peso de todas las subcaracterísticas de la etapa evaluada va a ser igual a 1. A continuación se muestran los mismos en la tabla 8.

No	Subcaracterística	Peso
1	Consistencia	
2	Madurez	
3	Simplicidad	
4	Complejidad	
5	Tolerancia a fallos	
6	Precisión	
7	Exactitud	
8	Recuperabilidad	
9	Integridad	
10	Confiablez	
11	Disponibilidad	
12	Seguridad	
13	Servicialidad	

Tabla 8 Pesos de las subcaracterísticas

Luego de haberle asignado peso a las subcaracterísticas se va a realizar una valoración de los resultados obtenidos en la aplicación de las métricas y/o pruebas y finalmente emitir un criterio del estado de la confiabilidad.

2.5.5- Valorar los resultados en términos de confiabilidad

Para determinar el nivel de la confiabilidad del producto se debe evaluar la misma en cada una de las etapas y luego establecer un resultado final. En caso de que a una subcaracterística se le apliquen pruebas y métricas, los resultados cualitativos se llevan a cuantitativos en la escala de puntuación, se suman y se dividen entre dos y ese valor obtenido se lleva a la escala de la tabla siguiente:

Rangos de los resultados de las métricas y pruebas	
0 a 2.9	Baja
3 a 3.9	Media
4 a 5	Alta

Tabla 9 Rangos de los resultados de las métricas y pruebas

Inicialmente se recopilan los datos cualitativos de los niveles de confiabilidad de cada una de las subcaracterísticas que se recogen en la planilla de Registro de Datos y se procede al establecimiento de las escalas de puntuación de la siguiente forma:

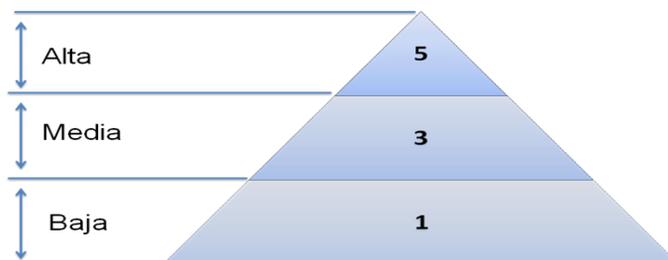


Figura 10 Escala de Puntuación

No	Subcaracterística	Resultado cualitativo	Valor cuantitativo
1	Consistencia		
2	Madurez		
3	Simplicidad		
4	Compleitud		
5	Tolerancia a fallos		
6	Precisión		
7	Exactitud		
8	Recuperabilidad		
9	Integridad		

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

10	Confiabilidad		
11	Disponibilidad		
12	Seguridad		
13	Servicialidad		

Tabla 10 Resultados de las subcaracterísticas

Luego de obtener los datos necesarios se aplica la fórmula para calcular el grado de confiabilidad de los productos en cada una de las etapas.

$$\text{Conf} = \sum_{i=1}^n \text{peso} * \text{Escala Puntuación}$$

Esta fórmula se obtiene mediante la suma ponderada de las subcaracterísticas. Se ha llevado a cabo partiendo de la opinión de expertos mediante el método Delphi. Esta es la forma más adecuada de calcular la importancia relativa de las variables de diferente naturaleza y sus pesos relativos.

Conf: El resultado de la evaluación de la confiabilidad en una etapa.

Peso: El peso de la subcaracterística.

Escala Puntuación: Resultado obtenido de las subcaracterísticas.

N: Cantidad de etapas en las que se va a evaluar el producto.

I: Etapa que se está evaluando.

Después de obtener el valor cuantitativo en la etapa que se evalúa se ubica el mismo en el rango de los resultados de la evaluación para determinar el nivel de confiabilidad y proporcionar un resultado cualitativo.

Rangos de los resultados de la evaluación en cada una de las etapas	
0 a 2.9	Baja

[Capítulo II: Caracterización de la situación existente en DATEC. Propuesta de un procedimiento]

3 a 3.9	Media
4 a 5	Alta

Tabla 11 Rangos de los resultados de la evaluación

Este procedimiento se efectúa en todas las etapas que se van a evaluar para luego llegar a un resultado final de la confiabilidad.

Finalmente para obtener el resultado de la confiabilidad total del producto en todas las etapa se aplica el siguiente cálculo:

$$\text{ConfTotal} = \sum_{i=1}^n \text{conf}$$

ConfTotal: La confiabilidad total del producto.

Conf: La confiabilidad del producto en cada una de las etapas.

N: Cantidad de etapas en que se evaluó el producto.

I: Etapa

Finalmente para obtener un resultado cualitativo de la confiabilidad total del producto se multiplica el valor máximo de cada rango de la tabla 11 por la cantidad de etapas en que se está aplicando el procedimiento.

Escala para el resultado final		
Dos etapas	Tres etapas	Nivel cualitativo
0 a 5.8	0 a 8.7	Baja
5.9 a 7.8	8.8 a 11.7	Media
7.9 a 10	11.8 a 15	Alta

Tabla 12 Escala para el resultado final

La realización de todos los pasos del procedimiento correctamente va a proporcionar una noción de cómo se encuentra la confiabilidad en cada una de las etapas. El mismo brinda la posibilidad de poder detectar

errores, propone acciones correctivas y finalmente corregir los mismos para cuando el proyecto culmine tenga un nivel de confiabilidad más alto que el inicial.

2.6-Conclusiones parciales

En el desarrollo de este capítulo se realizó un procedimiento para la evaluación de la confiabilidad de los productos de acuerdo a la tecnología del Centro de Almacenes de Datos. Para conocer la situación actual del centro fue necesario el uso de las entrevistas para así identificar los riesgos asociados a la confiabilidad en los que incide DATEC. En su realización se tuvo en cuenta el alcance y objetivos de la misma, con el propósito de poder evaluar la confiabilidad y así garantizar su calidad.

El procedimiento propuesto fue realizado según las características particulares de la confiabilidad basadas en algunos de los modelos de calidad. Se definieron los pasos a seguir para la aplicación del mismo y para lograr un mejor control de todos los datos se realizaron un conjunto de plantillas que posibilitan a personas que no están directamente vinculados con la evaluación, conozcan cómo se realizó todo el procedimiento, así como sus resultados.

Capítulo III: Validación de los resultados

3.1-Introducción

En el presente capítulo para la aceptación del procedimiento propuesto de evaluar la confiabilidad de los productos, se seleccionarán un grupo de especialistas a los cuales se les realizará una encuesta para comprobar la efectividad y eficiencia del mismo. Para la validación de la propuesta de solución también se aplicará el procedimiento en algún producto del Centro de Tecnología de Datos con el objetivo de calcular el nivel de eficiencia de la propuesta.

3.2- Método de experto

Para la validación de la tesis se utilizó el método de experto el cual se basa en la consulta a personas que tienen grandes conocimientos sobre calidad. Se entrevistaron varios especialistas con conocimiento sobre el tema y se les aplicó una encuesta con una serie de preguntas. Los mismos expusieron sus criterios con respecto al procedimiento propuesto, valoraron su desempeño, dieron sus recomendaciones y finalmente una evaluación a la propuesta.

Esta validación por expertos es basada en el método Delphi, el cual consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre el tema. Actualmente es habitual realizar la encuesta haciendo uso del correo electrónico o mediante cuestionarios. [19]

3.3-Selección de expertos

Para la selección de los expertos se necesita conocer el concepto del mismo. Se entiende por experto, tanto al individuo en sí, como a un grupo de personas u organizaciones capaces de ofrecer valoración conclusiva de un problema en cuestión y hacer recomendaciones respecto a sus momentos fundamentales con un máximo de competencia. [19]

La UCI cuenta con pocos expertos y para la validación solo se pudieron contactar especialistas. Para la selección de los mismos se tomaron en cuenta las áreas de conocimientos que están asociadas a la solución del procedimiento propuesto y que atributan en la conformación del mismo de manera directa o

indirecta, ya que aportan elementos y conceptos claves para su elaboración. Las áreas que fueron definidas y que tienen relación con el procedimiento a evaluar son:

- Calidad y Gestión del Software.
- Normas y estándares internacionales de calidad.
- Confiabilidad.
- Evaluación de la calidad de los productos software

Todos los posibles candidatos tenían conocimiento general de todos los temas abordados o al menos uno en las áreas de conocimiento que abarca el procedimiento propuesto. En total se escogieron 7 especialistas integrantes de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

3.4-Elaboración de la encuesta a desarrollar

Para la confección de la encuesta a desarrollar se tuvieron en cuenta los principios básicos que debería cumplir el procedimiento para su puesta en práctica en el Centro de Almacenes de Datos. La misma fue conformada con preguntas de tipos contables y abiertas, estas últimas permiten a los encuestados hacer una valoración crítica del tema, lo cual es muy importante para conocer posibles limitaciones o ineficiencias del procedimiento propuesto (Ver Anexo 8). En todos los casos los especialistas recibieron la documentación del procedimiento propuesto y se les requirió cumplir con un plazo de tiempo determinado para dar las respuestas o hacer las preguntas pertinentes que les hubiesen surgido al estudiar el documento presentado.

3.5-Opiniones de los Especialistas encuestados

Especialista 1: Ing. Carlos Luis Hernández Hernández. Grupo de Calidad de DATEC

El especialista considera que el procedimiento propuesto es un paso de avance en el estudio de la confiabilidad y su aplicación dentro de los proyectos productivos en DATEC pues le atribuye a la misma una importancia alta en la calidad. Considera además que servirá para disminuir el esfuerzo en el momento de corregir errores en el software en desarrollo y por consiguiente contribuirá además a mejorar

la calidad del mismo. El encuestado recomienda que el procedimiento se aplique en un proyecto real para saber si realmente se obtienen los resultados esperados.

Especialista 2: Ing. Kariné Ramos Blanco. Grupo de Métrica Y Normalización

El especialista cree que el procedimiento de evaluación de la confiabilidad propuesto va a ser muy útil para los proyectos de desarrollo de software de DATEC, pues considera esta subcaracterística como un elemento primordial para obtener una buena calidad. Opina que el método de evaluación propuesto cumple su objetivo pues propone formas para resolver los problemas que se encuentren respecto a la confiabilidad del software y una guía de acciones para corregir estos problemas.

Especialista 3: Ing. Daimí Bretones Lorenzo. Grupo de Calidad de DATEC.

La especialista cree que el procedimiento sirve para poder conocer la confiabilidad del software en el Centro de Tecnología de Datos mediante un proceso de evaluación entre la comisión evaluadora encargada del mismo. Considera además que servirá para disminuir el esfuerzo en el momento de corregir errores en el software en desarrollo y contribuirá a mejorar la calidad del mismo. Además opina que los pasos definidos en el procedimiento para efectuar la evaluación de la confiabilidad de los productos son adecuados para el desarrollo del mismo. La encuestada recomienda detallar mejor las actividades y tratar de identificar mejor los roles involucrados.

Especialista 4: Ing. Alejandro Rodríguez Reyes. Facultad # 2.

El especialista opina que la propuesta dada se va a reducir grandemente el esfuerzo a la hora de corregir errores, porque mientras más temprano se detecte el error más sencillo será su corrección. Además le confiere a la confiabilidad un alto nivel de importancia pues un producto poco confiable es un producto poco usable y tener una forma para evaluar la confiabilidad de un producto en todas las etapas de su desarrollo es vital para la supervivencia del proyecto. También piensa que los pasos descritos en el procedimiento son suficientes para evaluar la confiabilidad de un proyecto.

El encuestado recomienda agregar al procedimiento algún mecanismo para medir la calidad con que se realiza el mismo, y proponer en él una plantilla de personal necesario para realizar esta actividad sin tener que afectar al equipo que está desarrollando el proyecto.

Especialista 5: Ing. Lissete González Gallo. Grupo de Calidad DATEC

La especialista considera que el procedimiento propuesto cumple con su objetivo que es evaluar la confiabilidad de los productos pero opina que las actividades descritas en el mismo pudieran ser más detalladas. Le concede a la confiabilidad una alta importancia en dependencia de producto que se esté desarrollando. Además piensa que al poder detectar los errores en etapas tempranas y poder corregirlos se estaría ayudando a obtener un producto confiable y por lo tanto con buena calidad.

Especialista 6: Ing. Yenly Pérez Núñez. Departamento de Pruebas de Software.

La especialista considera que el procedimiento propuesto contribuirá a mejorar la calidad del proceso y del producto, organiza el tema de la evaluación de confiabilidad en proyectos de software y disminuye el esfuerzo a realizar en el proceso de evaluación. Con respecto a los pasos planteados opina que pudieran ser descritos detalladamente y considera que el procedimiento en cuanto a la adaptabilidad, posibilidad de aplicación y satisfacción de las necesidades de los proyectos productivos con respecto a la confiabilidad sería fácil para la evaluación de los mismos.

Especialista 7: Ing. Sonia González del Sol. Grupo de Calidad DATEC.

La especialista piensa que el procedimiento verifica durante las distintas etapas de desarrollo de un software la confiabilidad del producto que se está evaluando y que esta es una buena práctica para lograr que este cumpla al final con los resultados esperados. Además la especialista cree que los pasos presentados en la propuesta están Bastante Adecuados y son los necesarios para efectuar la evaluación de la confiabilidad de los productos en DATEC y que este procedimiento pudiera llevarse a cabo en los demás proyectos de la Universidad. Le atribuye a la confiabilidad un nivel alto de importancia pero considera que existen también otras subcaracterísticas que influyen en la calidad del mismo. La entrevista recomienda para un mejor entendimiento describir mejor las actividades del procedimiento.

3.6- Resultados de la valoración de los especialistas

En la tabla siguiente se muestran los resultados de las cada uno de los especialistas.

Especialista Preguntas	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7
1	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
2	Muy Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
3	Adecuada	Bastante adecuada	Bastante adecuada	Adecuada	Bastante adecuada	Bastante adecuada	Adecuada
4	Alta	Alta	Media	Alta	Alta	Alta	Media
5	4	5	4	4	4	4	4
6	-	-	-	-	-	-	-
7	Si	Si	Si	Si	Parcialmente	Si	Si

Tabla 13 Resultado de las encuestas de los especialistas

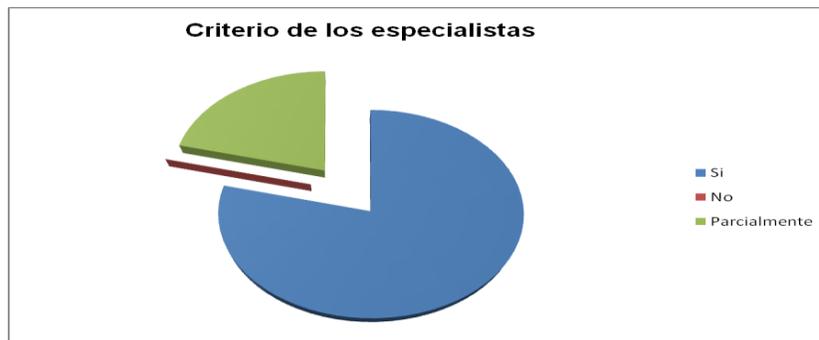


Figura 11 Criterio de los especialistas

En la validación por especialistas algunos sugieren que se aplique el procedimiento propuesto en varios productos para así comprobar la efectividad del mismo, el cuál no se pudo cumplir porque en el Centro de Almacenes de Datos solo brindó un producto para aplicarle el procedimiento. Lo ideal hubiera sido aplicarlo en varios productos del centro y en todas las etapas para así ver si cumplía al 100% con el objetivo. Otra recomendación por parte de algunos de los especialistas fue que se detallaran más las actividades del procedimiento, las cuales se describieron mejor para un buen entendimiento con el encargado de realizar la evaluación.

3.7-Aplicación del procedimiento propuesto en un producto real

Para aplicar el procedimiento en el centro se tomó como ejemplo el proyecto Generador de Reportes perteneciente a la Líneas de Herramientas y Soluciones Integrales. Este proyecto es una plataforma que funciona como un sistema independiente que conecta a Bases de Datos para la confección de los Reportes (Oracle, MySQL, PostgreSQL).

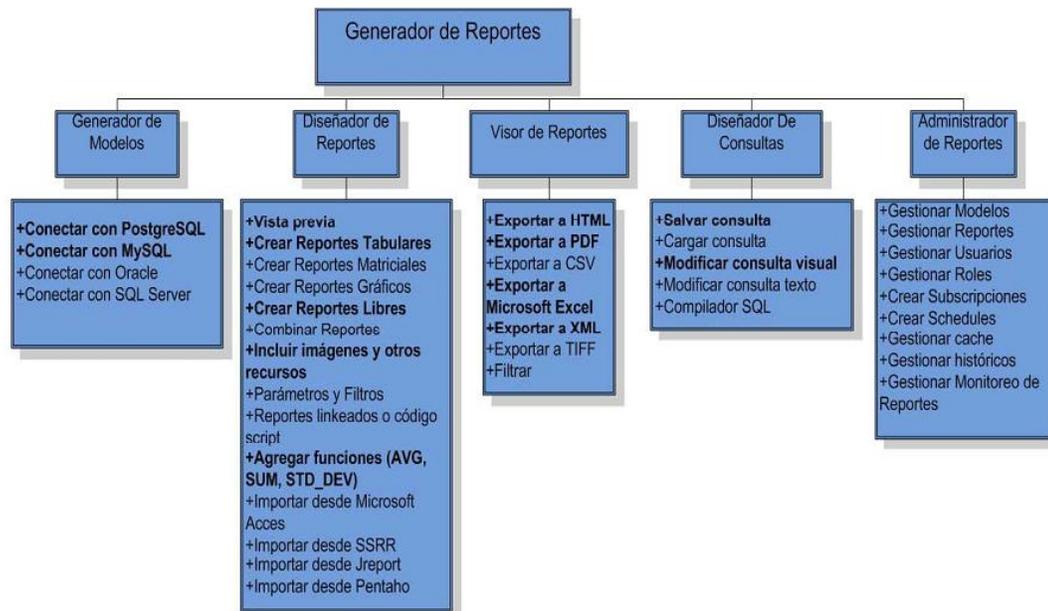


Figura 12 División por módulos del Generador de Reportes

Durante el proceso de evaluación se tuvo en cuenta que el producto estaba terminado, por lo tanto no fue necesario evaluar en todas las etapas del ciclo de vida del mismo, ya que solo se pretende determinar el nivel de confiabilidad del producto en su totalidad. A pesar de faltar documentación se registró la mayor cantidad de datos posible para el éxito del procedimiento. Hubiese resultado óptimo realizar la evaluación en cada fase del producto a medida que ese se iba desarrollando.

Ejemplo del procedimiento aplicado.

1-Tipo de producto: Proyecto Generador de Reportes perteneciente a la Línea de Herramientas y Soluciones Integrales.

2-Etapa a evaluar: La evaluación se va a realizar solo en la etapa final pues no existe documentación registrada de la etapa inicial y la intermedia.

		Subcaracterística a evaluar en esta etapa									
Etapa	Fases del ciclo de vida	M	T	P	E	R	I	F	Su	Se	D
Final	Prueba	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

M: (madurez), T: (tolerancia ante fallos), P: (precisión), E: (exactitud), R: (recuperabilidad)

I: (integridad), F: (confiabilidad), Su: (seguridad), Se: (Servicialidad), D: (disponibilidad)

3-Seleccionar métricas y pruebas aplicadas.

Es muy importante resaltar en este paso que no se pudieron aplicar todas las métricas y pruebas que se proponen en esta etapa, pues no se encontraba registrada toda la documentación para adquirir los datos necesarios para medir y probar.

Métricas y pruebas aplicadas en la etapa final.				
Subcaracterística	Métrica	Nivel de confiabilidad de las métricas	Prueba	Nivel de confiabilidad de las pruebas.
Madurez	-Resolución de fallas. -Errores eliminados. -Intensidad de fallos totales contra casos de prueba posibles fallas.	BAJO	-Pruebas del sistema (Pruebas de Volumen y Prueba de integridad de los datos y de la base de datos).	MEDIO
Tolerancia ante fallos.	-Anulación de fallas.	MEDIO	-Pruebas de Sistema(Pruebas de Volumen, Prueba de integridad de los datos y de la base de datos y Prueba de Fallas y Recuperación)	MEDIO

Recuperabilidad	-----		-Pruebas del sistema(Prueba de integridad de los datos y de la base de datos, Pruebas de Estrés, Prueba de Fallas y Recuperación)	MEDIO
Exactitud	-Exactitud esperada -Variación de las respuestas del software	ALTO	-----	
Precisión	-Proporción de las respuestas obtenidas	ALTO	-Pruebas Funcionales.	ALTO
Integridad	-----		-----	
Confiabilidad	-----		-----	
Seguridad	-----		-----	
Servicialidad	-----		-----	
Disponibilidad	-----		-----	

4-Selección de las subcaracterísticas con un nivel de confiabilidad deficiente.

Se registran los resultados de las métricas que obtuvieron un nivel bajo de confiabilidad.

Nombre de la Subcaracterística	Nombre de la Métrica	Indicadores	Nivel de Confiabilidad de cada métrica
Madurez	-Resolución de fallas.	-Número de fallas resueltas. (A= 0) -Total de fallas descubiertas. (A= 8)	BAJO
	-Errores eliminados	-Número de defectos corregidos. (C=90) -Total de defectos descubiertos. (D=29)	BAJO

	-Intensidad de fallos totales contra casos de prueba posibles fallas.	--Número total de fallos totales detectados. (A= 29) -Número de casos de pruebas ejecutados. (A= 156)	BAJO
--	---	--	------

5- Propuesta de revisiones.

Luego de realizar un análisis de las métricas que dieron un nivel bajo de confiabilidad y sus indicadores, se propone que se realicen revisiones en la etapa inicial e intermedia con el objetivo de detectar errores que se pudieron arrastrar hasta la etapa final y corregirlos. Estos resultados de las revisiones se registran en el documento de Registro de las No conformidades para tenerlos en cuenta en un futuro para una nueva versión del producto.

6- Acciones correctivas.

Se proponen las acciones correctivas del epígrafe 2.5.3 punto IV con el objetivo de eliminar errores para una próxima versión y que el producto tenga una mejor calidad.

7- Establecimiento del peso.

En esta etapa se le dio peso a las subcaracterísticas por su nivel de importancia.

No	Subcaracterística	Peso
2	Madurez	0.3
5	Tolerancia a fallos	0.3
6	Precisión	0.2
7	Exactitud	0.2
8	Recuperabilidad	0.2
9	Integridad	No se pudieron aplicar
10	Confiabilidad	No se pudieron aplicar
11	Seguridad	No se pudieron aplicar
12	Servicialidad	No se pudieron aplicar
13	Disponibilidad	No se pudieron aplicar

8- Valorar los resultados en términos de confiabilidad.

Los resultados de las métricas y/o pruebas.

No	Subcaracterística	Resultado cualitativo	Valor cuantitativo
2	Madurez	BAJO	1
5	Tolerancia a fallos	MEDIO	3
6	Precisión	ALTO	5
7	Exactitud	ALTO	5
8	Recuperabilidad	MEDIO	3
9	Integridad	No se pudieron aplicar	No se pudieron aplicar
10	Confiabilidad	No se pudieron aplicar	No se pudieron aplicar
11	Seguridad	No se pudieron aplicar	No se pudieron aplicar
12	Servicialidad	No se pudieron aplicar	No se pudieron aplicar
13	Disponibilidad	No se pudieron aplicar	No se pudieron aplicar

$$\text{Conf} = 0.3 \cdot 1 + 0.3 \cdot 3 + 0.2 \cdot 5 + 0.2 \cdot 5 + 0.2 \cdot 3 = 3.8$$

Luego de haber realizado los cálculos pertinentes se puede decir que la confiabilidad del producto es MEDIA porque no todos los indicadores tienen un nivel de cumplimiento alto. Es por esto que se proponen las revisiones en posibles versiones obtener un producto con un alto nivel de confiabilidad y por ende una mejor calidad.

3.8-Conclusiones parciales

Después de haber analizado los resultados de los especialistas y realizado la validación del procedimiento en un producto real, se puede decir que la propuesta cumple con los objetivos propuestos que es evaluar la confiabilidad de los productos en DATEC y evitar posibles errores. La aplicación de todos los pasos del procedimiento desde la etapa inicial del producto minimizaría los riesgos asociadas a la confiabilidad y así se obtendría una mejor calidad. El procedimiento solo se aplicó en un producto pues este fue el que el centro ofreció para la validación de la propuesta, además no se pudo aplicar en todas las etapas del ciclo de vida del producto por la falta de documentación, pero aun así se logró obtener el nivel de confiabilidad del producto.

Conclusiones

Al finalizar la presente investigación se dio cumplimiento al objetivo general concebido, con este se provee al Centro de Tecnologías de Datos (DATEC) un Procedimiento para evaluar la confiabilidad de los productos con tecnología Postgres, con el cual se logrará el incremento de la confiabilidad y la calidad final de los productos que se desarrollan en centro, a partir de la detección de defectos críticos y corrección en etapas tempranas del software. Para la realización de la propuesta se estudiaron algunos modelos de calidad y de evaluación así como las técnicas de evaluación existentes.

En el desarrollo de este trabajo se cumplieron todos los objetivos planteados:

- La propuesta abarca las subcaracterísticas de la confiabilidad como son: madurez, tolerancia a fallos, recuperabilidad, consistencia, completitud, exactitud, simplicidad, precisión, integridad, disponibilidad, confiabilidad, seguridad y servicialidad.
- La propuesta fue aplicada en un producto llamado Generador de Reportes del DATEC en el cual se obtuvieron buenos resultados.
- Con el propósito de determinar la aplicabilidad del método y verificar que cumpla con los objetivos para el cual fue creado, se realizó una entrevista a especialistas en los temas de Calidad del Software.

Recomendaciones

A modo general los objetivos trazados al inicio del trabajo han sido logrados, pero al mismo tiempo, a lo largo del proceso de desarrollo, ha quedado claro que la propuesta es sólo la primera fase de una investigación que puede ser mucho más adelante. Por tanto se hacen las siguientes recomendaciones:

- Continuar la investigación para incluirle a la propuesta nuevas ideas que colaboren en su refinamiento.
- Informatizar el procedimiento para facilitar el trabajo y disminuir la complejidad producida por la cantidad de cálculos que este conlleva.
- Extender el procedimiento propuesto para realizar la evaluación de la confiabilidad en todos los proyectos de la UCI, con el fin de lograr una mayor calidad en los productos de software realizados en la Universidad.

Referencias bibliográficas

- [1] Giovanna Elizabeth Castillo Estrada .Estudio de redes neuronales para detectar y diagnosticar fallos en un motor de combustión interna.Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico - Eléctrico.Piura, noviembre 2005.
- [2] ERIKA CAMACHO, FABIO CARDESO,GABRIEL NUÑEZ ARQUITECTURAS DE SOFTWARE .ABRIL – 2004. prof.usb.ve/lmendoza/.../PS.../Guia%20Arquitectura%20v.2.pdf.
- [3] Oscar M. Fernández Carrasco¹, Delba García León² y Alfa Beltrán Benavides³. Informes Técnicos.Un enfoque actual sobre la calidad del software.ACIMED 3(3):40-42, septiembre-diciembre, 1995.
- [4] Departamento de Control de Calidad y Auditoría Informática (DCCAI) “Control de calidad en los sistemas” Dirección General de Servicios de Cómputo Académico. (pp. 5) Publicado: 29/06/1999. Disponible en: <<http://sistemas.dgsca.unam.mx/publica/pdf/califormat.PDF>> (24/11/06)
- [5] Fernanda Scalone.Overview sobre Modelos/Estándares de Calidad del software.
- [6] ISO/IEC_9126-1 (2001). Ingeniería de software. Calidad del producto. Parte 1. Modelo de la.
- [7] APRUEBAN DOCUMENTO “GUÍA TÉCNICA SOBRE EVALUACIÓN DE SOFTWARE PARA LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA”.RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 139-2004-PCM.Lima, 27 de mayo de 2004.
- [9] Laura E. Allende Escalera .ISSUES EN LA EVALUACIÓN ALTERNA DEL APRENDIZAJE DE ESTUDIANTES.
- [10]. Leodanys Salgado Céspedes, Yoe Laurencio Rodríguez.“Evaluación del Proceso de Gestión de Configuración de los Proyectos Productivos.”Ciudad de la Habana. Junio, 2008”.TD-1792-08 pdf. [En línea]
- [11] Natalia Juristo, Ana M. Moreno, Sira Vegas.TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE SOFTWARE.Versión: 12.0.Fecha: 17 de octubre de 2006. [En línea]

- [12] ISO/ IEC 15504 SPICE. Modelo de evaluación, mejora y capacidad software. www.aetic.es/CLI_AETIC/.../PresentacionSPICE_Pryma.pdf.
- [13] F. J. Pino, F. Garcia, F. Ruiz, M. Piattini. Adaptación de las Normas ISO/IEC 12207:2002 e ISO/IEC 15504:2003 para la Evaluación de la Madurez de Procesos Software en Países en Desarrollo.
- [14] DR. MARIO ROVERE. <http://gsdl.sld.cu/collect/ad/index/assoc/HASH01c4.dir/doc.doc>.
- [15] Artículo DAEDALUS - DATA, DECISIONS AND LANGUAGE, S. A Empresa DAEDALUS 1998. www.daedalus.es/.../sistemas...sistemas/que-es-un-sistema/
- [16] Artículo. www.buenastareas.com/.../La-Metodologia.../28745.html. [En línea]
- [17] Artículo Modelos de Gestión de la Calidad del Software. modelosdegestiondelacalidad.blogspot.com/. Sábado 12 de enero de 2008
- [18] Lisandra Saborit Dieguez. 2008. Procedimiento para la evaluación de la planificación de los proyectos productivos de la FAC 3. La habana : s.n., 2008. 90 páginas.
- [19] Caseres, E. 2006. El método Delphi. Características. 2006. <http://www.codesyntax.com>.
- [20] Roger S. PRESSMAN. Ingeniería del Software. Un Enfoque Práctico. 5ta Edición. 1998. p.
- [21] Barba, Dr. Robertta H. "Fiabilidad" Universidad Estatal de San José. (pp. 1) Publicado: 2004. Disponible en: <<http://www.sjsu.edu/depts/it/edit221sp/wk7rel.pdf>> (23/11/06)
- [22] Núñez Camalleá, Noel Luis; Coutin Ronald. "Diccionario de Informática" Editorial Científico -Técnica. Publicado: 2005. (12/06).