

## **Capítulo III**

## Capítulo 3. Métricas y la Confiabilidad en la Ingeniería del Software

En este capítulo se definirá el concepto métrica y la relación que lleva este concepto con la confiabilidad en la ingeniería del software. Las métricas de software como tema, es un área que lleva siendo estudiada aproximadamente 30 años, pero apenas esta siendo penetrada en la corriente principal de la ingeniería del software. La principal razón por la que esto ocurre es que la mayoría de las actividades que realizan las métricas del software no han podido tratar los requerimientos más importantes.

La capacidad de poder entregar un software confiable para las empresas en los tiempos establecidos, continua hoy en día siendo una dificultad bastante grande a la que las empresas se enfrentan, en algunas empresas el software es entregado demasiado tarde y esto ocasiona gastos que sobrepasen generalmente lo límites de gastos establecido. La confiabilidad del código entregado depende estrechamente de la calidad de los procesos y productos del software desarrollado, la documentación de los requerimientos, el código, los planes de prueba y las pruebas en general (Gustafson, Tan y Weaver, 1993).

La definición de **métrica** se entiende como “el proceso por el cual los números o símbolos son asignados a atributos en el mundo real, tal como son descritos en las reglas que se definieron anteriormente” (Tabla 3.1, Tabla 3.2) (Pressman, 2002).

Entidades	Atributos
Productos	Internos
Especificación	Tamaño, reutilización, redundancia, funcionalidad, correcta sintaxis...
Diseño	Tamaño, reutilización, acoplada, cohesividad, herencia, funcionalidad...
Código	Funcionalidad, complejidad del algoritmo, control del flujo de estructura...
Prueba de datos	Tamaño, nivel de cobertura...
Proceso	
Construcción de la especificación	Tiempo, esfuerzo, cambio de número de requerimientos...
Detalle del diseño	Tiempo, esfuerzo, numero de errores que se encontraron en la especificación
Pruebas	Tiempo, esfuerzo, numero de errores de código encontrados...

**Tabla 3.1.** Clasificación de las actividades medibles del software (Atributos internos)

Entidades	Atributos
Productos	Externos
Especificación	Comprensibilidad, capacidad de mantenimiento
Diseño	Calidad, complejidad y capacidad de mantenimiento
Código	Confiabilidad, usabilidad, capacidad de mantenimientos, reusabilidad
Prueba de datos	Calidad, reusabilidad
Proceso	
Construcción de la especificación	Calidad, costo estabilidad...
Detalle del diseño	Costo, costo efectivo

**Tabla 3.2.** Clasificación de las actividades medibles del software (Atributos externos)

### 3.1 Confiabilidad como un Atributo de la Calidad

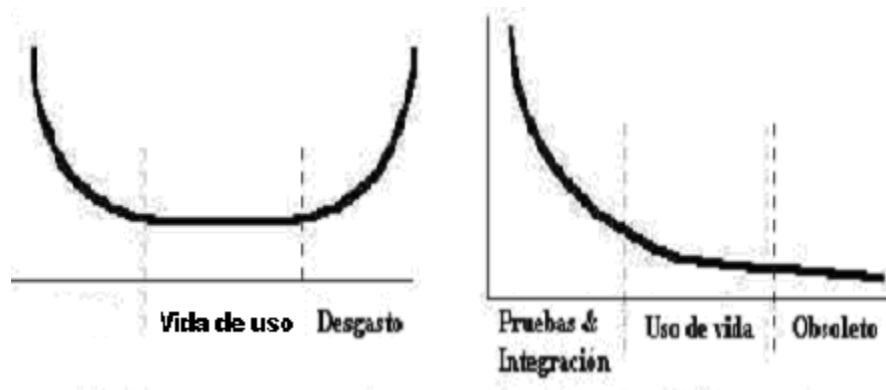
El software en general no puede tocarse, aun así es un punto esencial para el buen funcionamiento de las computadoras. Por eso es necesario que la confiabilidad sea un asunto medible y evaluado, como lo es el hardware. La IEEE define el manejo de confiabilidad en el software como “el proceso de optimización de la confiabilidad en el software por un programa que se enfatiza en la prevención de errores en el software, detección y eliminación de las averías que puedan presentar y en el uso de mediciones para maximizar la confiabilidad en la restricción de proyectos, calendarios y su propio funcionamiento”.

Usando las definiciones y hablando un poco de lo que tocamos en el capítulo dos tenemos que la confiabilidad en el software está englobada en tres actividades, las cuales son:

- Prevención de errores.
- Detectar y remover las averías que se encuentren.
- Maximizar la medición de la confiabilidad (Específicamente refiriéndonos a las dos actividades anteriores).

Los términos de error, avería y fallo a menudo son usados con el mismo propósito pero tienen diferentes significados. El término de avería fue descrito en el capítulo dos, un error es un defecto de software que llega a causar un fallo y fallo es una salida no aceptable de un programa en operación desde los requerimientos del programa.

Es muy importante el reconocer que existe una diferencia entre índice de fallo de hardware y el índice de fallo de software. A continuación en la figura 3.1, se trata de explicar la diferencia que llega a existir entre el software y el hardware..



### Índice de Falla del Hardware Índice de Falla del Software

**Figura 3.1.** Diferencia entre los índices de falla (Fenton & Neil, 2000)

En el hardware el número de errores iniciales es muy alto, pero se va decrementando conforme el número de componentes se van identificando. Al final, cuando el objeto termina su tiempo de vida de uso, el número de errores se volverá de nuevo a incrementar. En el software, sin embargo, tiene diferentes índices de error por fallo. Para el software al principio el índice de error es demasiado alto y se va reduciendo conforme se encuentran los errores. A diferencia del hardware, el tiempo de vida del software se termina cuando éste se convierte en obsoleto.

Existen diferentes modelos para la calidad del software, aun así en la mayoría de los modelos, la confiabilidad es uno de los criterios, atributos o características que regularmente son incorporados. Diferentes estándares de la IEEE (ISO 9126) definen seis características de la calidad, una de ellas es la confiabilidad. El manejo de un programa de confiabilidad requiere el establecimiento balanceado de un conjunto de objetivos de calidad y la identificación intermedia de estos objetivos participará en lograr los objetivos de calidad del usuario. Desde confiabilidad como un atributo de la calidad se puede concluir que la confiabilidad en el software depende de software de alta calidad.

La construcción de software de alta calidad depende de la aplicación de los atributos de calidad en cada fase del ciclo de vida del desarrollo de software con énfasis en la prevención del error, especialmente en las fases cortas de ciclo de vida de un programa. Las métricas se necesitan en cada fase del desarrollo para poder medir los atributos aplicables a la calidad (Std. 982.2-1988) e incluyen el siguiente esquema, indicando la relación con las diferentes fases del ciclo (Evans, Marciniak, 1987). Para una descripción mas profunda de los siguientes conceptos consultar al autor Pressman.

- Concepto
- Requerimientos
- Diseño
- Implementación
- Pruebas
- Instalación y comprobación

- Operación y mantenimiento
- Retiro

Enfocando la prevención del error basado en alta confiabilidad, necesitamos identificar y asegurar los atributos de la calidad aplicables al ciclo de vida. Los conceptos que se describen anteriormente no se profundizan en este documento ya que son temas que han sido desarrollados en otras tesis de la UDLA.

## **3.2 Métricas en el software**

Las métricas en el software han sido utilizadas por diferentes programadores para ayudar a mejorar la confiabilidad identificada en las distintas áreas de la especificación de requerimientos y de código que pueden llegar a causar errores potenciales (SATC, 1998).

Los requerimientos especifican la funcionalidad que debe estar incluida al final del proyecto de software. Es importante que los requerimientos queden escritos para que no vayan a existir malos entendidos entre el desarrollador y el cliente.

Las métricas del hardware no son realmente adecuadas para el software ya que se basan en componentes o en la necesidad de reemplazar un componente después de que ha fallado y se asume que el diseño ha sido corregido. Regularmente los fracasos en el

software implican fracasos de diseño, a menudo el sistema puede continuar disponible a pesar de que un error en este ha ocurrido (Strelich, 1988).

Algunas métricas de la confiabilidad en el software son (Sommerville, 1995), (Kafura, Dennis, 2003), (Musa, 2002):

- **Probabilidad de caída en demanda (POFOD):** Esta es una medida que menciona que la probabilidad que el sistema fallará cuando se realice el requerimiento de algún pedido.  
POFOD = 0.001 y significa que 1 de 1000 requerimientos llegó a fallar  
Métrica que es relevante en sistemas de seguridad crítica o sistemas que regularmente no deben detenerse.
- **Taza de ocurrencia del error (ROCOF):** Esta medida menciona la frecuencia con la cual ocurre un comportamiento inesperado del sistema.  
ROCOF de 0.02 significa que 2 fracasos llegan a ser probables en cada 100 unidades del tiempo de operación.  
Métrica que es relevante en sistemas operativos o sistemas de procesos de transferencia.
- **Tiempo de falla (MTTF):** Medida del tiempo entre las fallas observadas.  
MTTF de 500 significa que el tiempo de falla viene siendo de 500 unidades de tiempo



Métrica que es relevante en sistemas de transferencias largas

- **Disponibilidad:** Esta medida nos dice cuan probable es que el sistema esté disponible para su uso. Analiza el tiempo de reparación hasta cuando se vuelve a encender dentro de una cuenta.

Disponibilidad de 0.998 significa que el software esta disponible 998 de 1000 unidades de tiempo.

### 3.2.1 Categorías de la confiabilidad en Ingeniería

En la confiabilidad de la ingeniería se puede distinguir entre la misión de confiabilidad de algún dispositivo, el cual ha sido construido para llevar a cabo el funcionamiento de una tarea, así como también la operación de confiabilidad de un sistema la cual puede ser o no ejecutada interminablemente para el funcionamiento de un cierto tipo de misiones (Jones, 1988). En la fiabilidad de la ingeniería existen diferentes categorías de tiempo, las cuales describiré a continuación:

#### **Categoría “Uso-Relativo del tiempo”**

- Tiempo de operación: Es el intervalo en el cual el sistema está en operación.
- Calendario de operación del tiempo: Es el calendario en el cual un sistema tiene que estar en operación.
- Tiempo libre: Es cuando el sistema se encuentra fuera de servicio.
- Marcador del tiempo: Es el período de tiempo en el cual el sistema se almacena como repuesto.

## Categoría de tiempo en condición del equipo

**Tiempo encendido:** Es el intervalo de tiempo en el cual el sistema se empieza o está listo para operarse.

**Tiempo apagado:** Es el intervalo de tiempo en el cual el sistema no se puede operar, a su vez este tiempo se particiona en tres partes.

- Tiempo de administración.
- Tiempo activo de reparación.
- Tiempo de logística.

Algunas métricas que se tienen en la ingeniería las cuales van ligadas con nuestro tema son:

Disponibilidad intrínseca: 
$$\frac{\textit{TiempoDeOperacion}}{\textit{TiempoDeOperacion} * \textit{TiempoActivoDeReparacion}}$$

Disponibilidad: 
$$\frac{\textit{TiempoDeOperacion}}{\textit{TiempoDeOperacion} * \textit{TiempoDeApagado}}$$

Operación de preparación: 
$$\frac{\textit{TiempoDeEncendido}}{\textit{TiempoTotalDeCalendario}}$$

La falla es un concepto que se define como “cualquier salida que entregue el paquete o software que se encuentre fuera del comportamiento del sistema”.referencia.

La realización de esta tesis nos ayudará a comprender mejor las diferentes aplicaciones que tienen los métodos que se utilizan en la ingeniería del software, así como también se definirán los diferentes niveles de confiabilidad que pueden existir y la manera de cuantificarlos.