

PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La Presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización en Ingeniería de Software y Sistemas de Información, mediante el Sistema 1 de Adopción, durante los meses de setiembre a noviembre del 2004, utilizando como antecedente la norma ISO/IEC TR 9126-3:2003 Software Engineering – Product Quality. Parte 3: Internal metrics.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Ingeniería de Software y Sistemas de Información presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – CRT, con fecha 2004-11-24, el PNTP-ISO/IEC-TR 9126-3:2004 para su revisión y aprobación; siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2005-01-27. No habiéndose presentado ninguna observación, fue oficializado como Norma Técnica Peruana **NTP-ISO/IEC-TR 9126-3:2005 INGENIERÍA DE SOFTWARE. Calidad del Producto. Parte 3: Métricas internas**, 1^a Edición, el 20 de marzo del 2005.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana es una adopción de la norma ISO/IEC TR 9126-3:2003. La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

ENTIDAD	REPRESENTANTE
Secretaría	Pontificia Universidad Católica del Perú
Presidente	Zalatiel Carranza Avalos
Secretario	Abraham Eliseo Dávila Ramón
Asociación de Bancos del Perú	Iván Estrada Montano
APESOFT	Paúl Deza Díaz Marcelo De la Cruz

Congreso de la República	Héctor Gordillo Fernández Carlos Castro Paragulla
CORPAC S.A.	Jaime Marcas Campos Sebastian Rafaile Huamayalli
ESSALUD	Pedro Vásquez Campos Pablo Borja Godoy
IBM del Perú S.A.	Ricardo Haro Gianfranco Gugliandolo
Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática – ONGEI Presidencia del Consejo de Ministros	César Vilchez Inga
Petróleos del Perú –PETRO PERU S.A.	Felix Llap Yesán
Pontificia Universidad Católica del Perú	José Antonio Pow Sang Portillo Karin Ana Melendez Llave
QUIPUDATA S.A. (Corp. Backus)	Wilfredo Kleeberg Hidalgo Mery Zúñiga Gamero
Sociedad Nacional de industrias	Ewen Juarez
SUNAT	Rosa Carrasco Aguado José Luis Tang Andujar
Superintendencia de Banca y Seguros	Oscar Merino Fernández Lola Arteaga de la Gala
Telefónica	Fernando De los Ríos Boggio
UNISYS DEL PERU	Jaime Castillo Espinoza Luis Romero
Universidad de Lima	María Cecilia Moreno Moreno
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas	Ludvik D. Medic Ilver Anache Pupo
Southern Perú	Arturo Cueto Aservi Boris Gilberto Sulca Solari

INTRODUCCIÓN

Esta Norma Técnica Peruana ofrece métricas internas para la evaluación de los atributos de seis características de calidad interna, definidas en la NTP-ISO/IEC 9126-1. Las métricas listadas en esta NTP no buscan ser un conjunto exhaustivo.

Desarrolladores, evaluadores, gerentes de calidad y compradores deberán seleccionar métricas de esta NTP para la definición de requerimientos, la evaluación de productos software, la medición de aspectos cualitativos y otros propósitos. Ellos pueden incluso modificar las métricas o emplear métricas que no se encuentren incluidas aquí. Esta NTP se aplica a cualquier tipo de producto software, aún cuando las métricas no sean siempre aplicables a todo tipo de productos software.

La NTP-ISO/IEC 9126-1 define los términos para las características cualitativas de software y la forma en que tales características pueden descomponerse en sub características. Sin embargo, la NTP-ISO/IEC 9126-1 no describe la forma en que tales sub características podrían evaluarse. Esta NTP define las métricas internas, ISO/IEC TR 9126-3 define las métricas internas e ISO/IEC TR 9126-4 define las métricas de calidad en uso, para la medición de las características o sub características. Las métricas internas miden el software en sí, las métricas externas miden el comportamiento del sistema basado en el computador que incluye el software y las métricas de calidad en uso miden los efectos del uso del software en un contexto específico de uso.

Se pretende que esta NTP sea utilizado junto a la NTP-ISO/IEC 9126-1. Se recomienda la lectura previa de las NTP-ISO/IEC 14598-1 y NTP-ISO/IEC 9126-1, antes del empleo de esta NTP, particularmente si el lector no está familiarizado con el uso de las métricas de software para la especificación y evaluación del producto.

Los capítulos 1 al 7 y los anexos A al D son los mismos para esta NTP, NTP-ISO/IEC-TR 9126-2, e ISO/IEC 9126-4.

---000Oooo---

INGENIERÍA DE SOFTWARE. Calidad del producto. Parte 3: Métricas internas

1. ALCANCE

La presente Norma Técnica Peruana define las métricas internas para la medición cuantitativa de la calidad interna del software en términos de características y sub características definidas en la NTP-ISO/IEC 9126-1 y se pretende que sea utilizado junto con la NTP-ISO/IEC 9126-1.

Esta NTP contiene:

- I. Una explicación de la forma de aplicación de las métricas de calidad del software.
- II. Un conjunto básico de métricas para cada sub característica.
- III. Un ejemplo de la forma en que se aplican las métricas durante el ciclo de vida del producto software.

Esta NTP no asigna un rango de valores de estas métricas a niveles determinados o a grados de conformidad dado que estos valores se definen para cada producto software o para una parte del producto software, debido a su naturaleza, dependiendo en factores tales como la categoría del software, el nivel de integración y las necesidades del usuario. Algunos atributos pueden poseer un adecuado rango de valores, los mismos que no dependen de las necesidades específicas del usuario sino de factores genéricos, por ejemplo, factores humanos cognoscitivos.

Esta NTP puede aplicarse a todo tipo de software para cualquier aplicación. Los usuarios de esta NTP pueden elegir o modificar y aplicar las métricas y medición de esta NTP o quizás definir la aplicación de métricas específicas para su dominio de aplicación individual. Por ejemplo, la medición específica de características de calidad tales como la seguridad e integridad¹ pueden encontrarse en las Normas Internacionales o reportes técnicos proporcionados por el IEC 65 y ISO/IEC JTC 1/SC 27.

¹ El término *Safety* ha sido traducido al español como Integridad. Así mismo *Security* como seguridad.

Entre los usuarios a los que está destinado esta NTP se incluyen:

- Comprador (el individuo u organización que adquiere u obtiene un sistema, producto o servicio software de un proveedor);
- Evaluador (el individuo u organización que realiza la evaluación. Un evaluador puede ser, por ejemplo, un laboratorio de prueba, el departamento de calidad de una organización de desarrollo de software, una organización gubernamental o un usuario);
- Desarrollador (el individuo u organización que realiza labores de desarrollo, incluyendo el análisis, diseño y comprobación hasta la aceptación durante el proceso del ciclo de vida del software);
- Responsable de mantenimiento (el individuo u organización que realiza labores de mantenimiento y servicio);
- Proveedor (el individuo u organización que tiene un compromiso contractual con el comprador para el suministro de un sistema, producto o servicio de software, bajo los términos de un contrato) al evaluar la calidad del software en una prueba de calificación;
- Usuario (el individuo u organización que emplea el producto software para realizar una función específica) al evaluar la calidad del producto software en una prueba de aceptación;
- Gerente de calidad (el individuo u organización que realiza una evaluación sistemática del producto o servicio software) al evaluar la calidad del software como parte de la garantía y control de calidad;

2. CONFORMIDAD

En esta NTP no existen requerimientos de conformidad.

NOTA: Los requerimientos de conformidad general se encuentran en la NTP-ISO/IEC 9126-1
Modelo de calidad.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

3.1 Normas Técnicas Peruanas

- | | | |
|-------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.1.1 | NTP-ISO 9000:2001 | SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD. Fundamentos y vocabularios |
| 3.1.2 | NTP-ISO/IEC 9126-1:2004 | INGENIERÍA DE SOFTWARE. Calidad del producto. Parte 1: Modelo de calidad |
| 3.1.3 | NTP-ISO/IEC-TR 9126-2:2004 | INGENIERÍA DE SOFTWARE. Calidad del producto. Parte 2: Métricas externas |
| 3.1.4 | NTP-ISO/IEC 12207:2004 | TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN. Procesos del ciclo de vida del software |
| 3.1.5 | NTP-ISO/IEC 14598-1:2005 | TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN. Evaluación del producto software. Parte 1: Visión general. |

3.2 Normas Técnicas Internacionales

- | | | |
|-------|------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 3.2.1 | ISO/IEC TR 9126-3:2003 | SOFTWARE ENGINEERING. Product quality. Part 3: Internal metrics |
|-------|------------------------|-----------------------------------------------------------------|

3.2.2	ISO/IEC TR 9126-4:2004	SOFTWARE ENGINEERING. Product quality. Part 4: Quality in use metrics
3.2.3	ISO/IEC 14143-1:1998	INFORMATION TECHNOLOGY. Software measurement. Functional size measurement. Part 1: Definition of concepts
3.2.4	ISO/IEC 14598-3:2000	SOFTWARE ENGINEERING. Product evaluation. Part 3: Process for developers
3.2.5	ISO/IEC 14756:1999	INFORMATION TECHNOLOGY. Measurement and rating of performance of computer-based software systems
3.2.6	ISO/IEC 2382-1:1993	INFORMATION TECHNOLOGY. Vocabulary - Part 1: Fundamental terms
3.2.7	ISO/IEC 2382-20:1990	INFORMATION TECHNOLOGY. Vocabulary. Part 20: System development
3.2.8	ISO 9241-10:1996	ERGONOMIC REQUIREMENTS FOR OFFICE WORK WITH VISUAL DISPLAY TERMINALS (VDTs). Part 10: Dialogue principles

4. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las definiciones dadas en la NTP-ISO/IEC 14598-1 y NTP-ISO/IEC 9126-1. Estas se encuentran listadas en el Anexo D.

5. ABREVIATURA DE TÉRMINOS

En esta NTP se utilizan las siguientes abreviaturas:

ACS (*SQA*²) - Aseguramiento de la Calidad del Software (Responsable de ACS)

PCVS (*SLCP*³) - Procesos del Ciclo de Vida del Software

6. USO DE MÉTRICAS DE CALIDAD DE SOFTWARE

Estos Reportes Técnicos (NTP-ISO/IEC TR 9126-2 Métricas externas, ISO/IEC TR 9126-3 Métricas Internas e ISO/IEC TR 9126-4 Métricas de calidad en uso) ofrecen un conjunto de métricas de calidad de software (externas, internas y métricas de calidad en uso) que pueden emplearse junto con la NTP-ISO/IEC 9126-1 Modelo de Calidad. El usuario de estos Reportes Técnicos puede modificar las métricas definidas, y/o incluso emplear métricas no listadas aquí. El usuario, al emplear una métrica nueva o modificada no identificada en estos Reportes Técnicos, deberá especificar la forma en que las métricas se relacionan con el modelo de calidad o cualquier otro modelo de calidad substituto que se esté empleando de la NTP-ISO/IEC 9126-1.

El usuario de estos Reportes Técnicos deberá seleccionar las características y subcaracterísticas de calidad de la NTP-ISO/IEC 9126-1 que habrán de evaluarse, identificar las mediciones directas e indirectas apropiadas y luego interpretar en forma objetiva el resultado de la medición. El usuario de estos Reportes Técnicos puede incluso seleccionar determinado proceso de evaluación de la calidad del producto durante el ciclo de vida del software de la serie de normas de la ISO/IEC 14598. Estos proporcionan métodos de medición, valoración y evaluación de la calidad del producto software. Se pretende que estos sean empleados por los desarrolladores, compradores, y evaluadores independientes, particularmente aquellos responsables de la evaluación de productos software (véase Figura 1).

² De las siglas en inglés de *Software quality assurance*.

³ De las siglas en inglés de *Software life cycle processes*

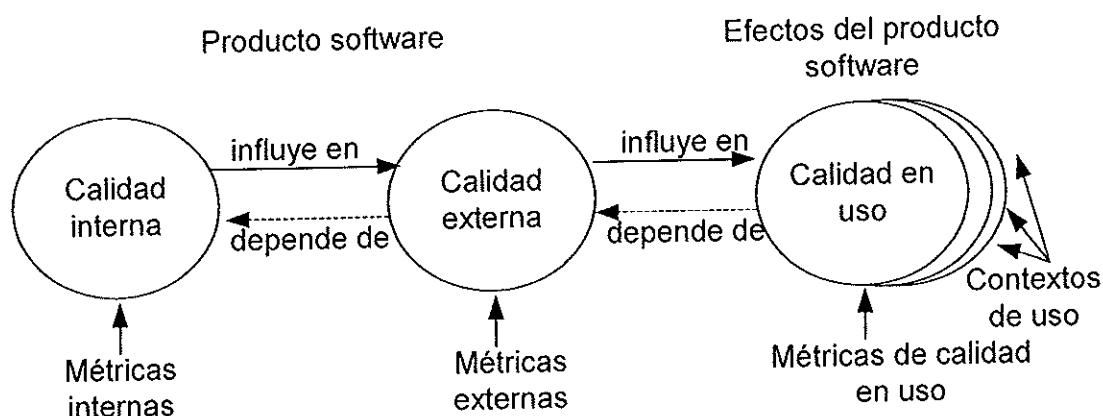


FIGURA 1 – Relación entre tipos de métricas

Las métricas internas pueden aplicarse a los productos software no ejecutables durante sus etapas de desarrollo (tales como una solicitud de propuesta, definición de requerimientos, especificación de diseños o código fuente). Las métricas internas le ofrecen al usuario la capacidad de medir la calidad de los entregables intermedios y de esta forma estar en capacidad de predecir la calidad del producto final. Esto le permite al usuario identificar los problemas de calidad e iniciar las medidas correctivas tan temprano como sea posible dentro del ciclo de vida del desarrollo.

Las métricas externas pueden emplearse para medir la calidad del producto software mediante la evaluación del comportamiento del sistema del cual es parte. Las métricas externas pueden utilizarse sólo durante las diferentes etapas de prueba del proceso del ciclo de vida y durante cualquiera de las etapas operativas. La medición se lleva a cabo al ejecutar el producto software en el entorno dentro del cual se pretende que opere el sistema.

Las métricas de calidad en uso, miden si un producto satisface las necesidades de usuarios específicos para alcanzar objetivos específicos con efectividad, productividad, seguridad y satisfacción dentro de un contexto de uso específico. Esto sólo puede lograrse dentro de un entorno realista del sistema.

Las necesidades de calidad del usuario pueden especificarse como requerimientos de calidad a través de métricas de calidad en uso, métricas externas y en algunas ocasiones de métricas internas. Los requerimientos especificados por las métricas deberán emplearse como un criterio al momento de evaluar un producto.

Se recomienda emplear las métricas internas guardando una estrecha relación con las métricas externas establecidas de manera que éstas se puedan emplear para predecir los valores de las métricas externas. Sin embargo, a menudo resulta difícil diseñar un modelo teórico riguroso que guarde una estrecha relación entre las métricas internas y externas. De tal forma, se podría diseñar un modelo hipotético que puede contener ambigüedad y a partir de él puede modelarse estadísticamente el grado de relación durante el uso de las métricas.

En el apartado A.4 de la NTP-ISO/IEC 9126-1 se ofrecen algunas recomendaciones y requisitos relacionados con la validez y confiabilidad. En el Anexo A de esta NTP se muestran algunas consideraciones adicionales detalladas sobre el uso de las métricas.

7. FORMA DE LEER Y USAR LAS TABLAS DE MÉTRICAS

En la NTP-ISO/IEC 9126-1 se encuentran las métricas enumeradas en el capítulo 7, clasificándolas en características y sub características. Para cada métrica presente en la tabla se brinda la siguiente información:

- a) Nombre de la métrica: Las métricas correspondientes de las tablas de métricas internas y las tablas de métricas externas, poseen nombres similares.
- b) Propósito de la métrica: Se expresa en forma de una pregunta que habrá de responderse a través de la aplicación de la métrica.
- c) Método de aplicación: Proporciona una idea general de su aplicación.
- d) Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos: Ofrece la fórmula de medición explicando los significados de los elementos de datos utilizados.
NOTA: En algunos casos se propone más de una fórmula para una métrica determinada.
- e) Interpretación del valor medido: provee el rango y preferencia de valores.
- f) Tipo de escala métrica: muestra el tipo de escala empleada por determinada métrica. Los tipos utilizados son: nominal, ordinal, de intervalo, ratio y absoluta.

NOTA: En el Anexo C se ofrece una explicación más detallada al respecto.

g) Tipo de medida: los tipos empleados son: tipo dimensión o tamaño (por ejemplo: dimensión de función y tamaño de fuente), tipo tiempo (por ejemplo: tiempo transcurrido, tiempo de usuario), tipo cantidad (por ejemplo: número de cambios o variaciones, número de errores).

NOTA: En el Anexo C se ofrece una explicación más detallada.

- h) Entrada para la medición: La fuente de datos utilizada en la medición.
- i) Referencia PCVS NTP-ISO/IEC 12207: Identifica el o los procesos del ciclo de vida del software en los cuales se aplica la métrica.
- j) Audiencia objetivo: identifica a los usuarios de los resultados de la medición.

8. TABLAS DE MÉTRICAS

Las métricas enumeradas en este documento no pretenden ser un conjunto exhaustivo y pueden no haber sido validadas. Se enumeran en características y sub características de calidad de software, según su orden de aparición en la NTP-ISO/IEC 9126-1.

Las métricas que pueden aplicarse no se limitan a las listadas en este documento. En otros documentos relacionados se señalan otras métricas específicas adicionales para propósitos particulares, tales como medición de tamaño funcional o medición de la eficiencia en tiempo exacto.

NOTA 1: Es recomendable referirse a una métrica específica o forma de medición de normas específicas, reportes técnicos o directivas. La medición del Tamaño funcional está definida en la ISO/IEC 14143. En la ISO/IEC 14756, se puede hacer referencia a un ejemplo de medición de eficiencia en tiempo exacto.

Antes de su aplicación, las métricas deben validarse en un entorno específico. (Véase Anexo A).

NOTA 2: La relación de métricas que aquí se presentan no está terminada y deberá revisarse en futuras versiones de esta NTP. Los lectores de la presente NTP están invitados a brindarnos toda la información que consideren pertinente. Para cualquier correspondencia dirigirse a: Comité de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPÍ Atención: Comité Técnico de Normalización en Ingeniería de Software y Sistemas de Información.

8.1 Métricas de funcionalidad

Las métricas internas de funcionalidad se usan para predecir si el producto software en cuestión satisfacerá los requerimientos funcionales y las necesidades implícitas del usuario que se han pre establecido.

8.1.1 Métricas de aplicabilidad

Las métricas internas de aplicabilidad indican un conjunto de atributos para evaluar explícitamente funciones de las tareas preestablecidas, y para determinar su idoneidad para realizar las tareas.

8.1.2 Métricas de precisión

Las métricas internas de precisión indican un conjunto de atributos para evaluar la capacidad del producto software para alcanzar resultados correctos o aceptables.

8.1.3 Métricas de interoperabilidad

Las métricas internas de interoperabilidad indican un conjunto de atributos para evaluar la capacidad de interacción del producto software con los sistemas designados.

8.1.4 Métricas de seguridad

Las métricas internas de seguridad indican un conjunto de atributos para evaluar la capacidad del producto software para evitar accesos ilícitos al sistema y/o a los datos.

8.1.5 Métricas de conformidad de funcionalidad

Las métricas internas de conformidad de funcionalidad indican un conjunto de atributos para evaluar la capacidad del producto software para cumplir con normas, convenciones o regulaciones de la organización usuaria en relación con la funcionalidad.

TABLA 8.1.1 - Métricas de aplicabilidad

Métricas internas de aplicabilidad		Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Adecuación funcional	¿Cuán adecuadas son las funciones revisadas?	Contar el número de funciones implementadas en las que se detectó problemas para realizar las tareas especificadas y comparar con las funciones implementadas. Se puede medir lo siguiente: - todas o parte de las especificaciones de diseño - módulos/partes completadas de productos software	$X = 1-A/B$ A = Número de funciones en las que se detectó problemas durante la evaluación B = Número de funciones revisadas	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	$X =$ Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos Absoluta	6.5 Validación 6.6 Revisión conjunta - Diseno Código fuente Reporte de revisión	Evaluador Desarrollador
Integridad de implementación funcional	¿Cuán completa es la implementación funcional?	Contar el número de funciones faltantes detectadas en la evaluación y comparar con el número de funciones descritas en la especificación de requerimientos	$X = 1-A/B$ A = Número de funciones faltantes detectadas en la evaluación B = Número de funciones descritas en la especificación de requerimientos	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	$X =$ Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos Absoluta	6.5 Validación 6.6 Revisión conjunta - Diseno Código fuente Reporte de revisión	Evaluador Desarrollador

NOTA: La entrada al proceso de medición es la especificación de requerimientos actualizada. Cualquier cambio identificado durante el ciclo de vida debe ser aplicado a la especificación de requerimientos antes de usarla en el proceso de medición.

TABLA 8.1.1 - Métricas de aplicabilidad (continuación)

Métricas internas de aplicabilidad								
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medio	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Cobertura de la implementación funcional	¿Cuán correcta es la implementación funcional?	Contar el número de funciones faltantes o implementadas incorrectamente y comparar con el número de funciones descritas en la especificación de requerimientos	$X = 1-A/B$ A = Número de funciones faltantes o implementadas incorrectamente que se detectaron B = Número de funciones descritas en la especificación de requerimientos	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta $X =$ Cantidad/ Cantidad $A =$ Cantidad $B =$ Cantidad	Especificación de requerimientos. Diseño Código fuente Reporte de revisión	6.5 Validación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador
NOTAS:								
Revisión por ítem funcional. La entrada al proceso de medición es la especificación de requerimientos actualizada. Cualquier cambio identificado durante el ciclo de vida debe ser aplicado a la especificación de requerimientos antes de usarla en el proceso de medición.								
Estabilidad (volatilidad) de la especificación funcional	¿Cuán estable es la especificación funcional durante el ciclo de vida de desarrollo?	Contar el número de funciones cambiadas (añadidas, modificadas, o eliminadas) durante la fase del desarrollo durante la fase del ciclo de vida de desarrollo	$X = 1-A/B$ A = Número de funciones cambiadas durante la fase del ciclo de vida de desarrollo B = Número de funciones descritas en la especificación de requerimientos	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta $X =$ Cantidad/ Cantidad $A =$ Cantidad $B =$ Cantidad	Especificación de requerimientos. Reporte de revisión	6.5 Validación 6.3 Aseguramiento de la calidad 5.3 Pruebas de calificación 6.8 Resolución de problemas 5.4 Operación	Desarrollador Responsable de mantenimiento

TABLA 8.1.2 - Métricas de precisión

Métricas internas de precisión		Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Exactitud de cálculos	¿Cuán completamente se implementaron los requerimientos de exactitud?	Contar el número de funciones que han implementado los requerimientos de exactitud y comparar con el número de funciones con requerimientos de exactitud específicos, confirmados en la evaluación.	$X = A/B$ A = Número de funciones en las que se ha implementado los requerimientos de exactitud específicos, confirmados en la evaluación. B = Número de funciones para las cuales se necesita implementar requerimientos de exactitud específicos.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta $X =$ Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimiento s. Diseno Código fuente Reporte de revisión	6.5 Validación conjunta 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador
Precisión	¿Cuán completamente se implementaron los niveles específicos de precisión en los items de datos?	Contar el número de items de datos que cumplen con los requerimientos de niveles de precisión específicos y comparar con el número total de items de datos con requerimientos de niveles de precisión especificados	$X = A/B$ A = Número de items de datos implementados con niveles de precisión específicos, confirmados en la evaluación. B = Número de items de datos que requieren niveles de precisión especificados.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta $X =$ Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimiento s. Diseno Código fuente Reporte de revisión	6.5 Validación conjunta 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador

TABLA 8.1.3 - Métricas de interoperabilidad

Métricas internas de interoperabilidad						
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición
Intercambiabilidad de datos (basado en formatos de datos)	¿Cuán correctamente se implementaron los formatos de datos de interfaces?	Contar el número de formatos de datos de interfaces que se han implementado correctamente según las especificaciones, y comparar con el número de formatos de datos que deben ser intercambiados según las especificaciones.	$X = A/B$ A = Número de formatos de datos de las interfaces que se han implementado correctamente según las especificaciones. B = Número de formatos de datos que deben ser intercambiados según las especificaciones.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absolute $X =$ Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos Diseño Código fuente Reporte de revisión
Consistencia de las interfaces	¿Cuán correctamente se implementaron los protocolos de interfaz?	Contar el número de protocolos de interfaz que se implementaron correctamente según las especificaciones y comparar con el número de protocolos de interfaz que deben implementarse según las especificaciones.	$X = A/B$ A = Número de protocolos de interfaz que implementan un formato consistente según las especificaciones confirmadas en la revisión. B = Número de protocolos de interfaz que deben implementarse según las especificaciones.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absolute $X =$ Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos Diseño Código fuente Reporte de revisión

TABLA 8.1.4 - Métricas de seguridad

Métricas internas de seguridad						
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición
Auditoría de accesos	¿Cuán auditables son los accesos?	Contar el número de tipos de acceso que se han registrado correctamente según las especificaciones y comparar con el número de tipos de acceso requeridos para ingresar según las especificaciones.	$X = A/B$ A = Número de tipos de acceso que han ingresado según las especificaciones. B = Número de tipos de acceso requeridos para ingresar según las especificaciones.	$0 \leq X \leq 1$ Mientras más cercano a 1, más auditables.	Absoluta	$X =$ Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad
Control de acceso	¿Cuán controlables son los accesos al sistema?	Contar el número de requerimientos de control de accesos implementados correctamente según las especificaciones y comparar con el número de requerimientos de control de accesos en las especificaciones.	$X = A/B$ A = Número de requerimientos de control de accesos implementados correctamente según las especificaciones. B = Número de requerimientos de control de accesos en las especificaciones.	$0 \leq X \leq 1$ Mientras más cercano a 1, más controlable.	Absoluta	$X =$ Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad
Prevención de corrupción de datos	¿Cuán completa es la implementación de prevención de corrupción de datos?	Contar el número de instancias de prevención de corrupción de datos implementadas según lo especificado y comparar con el número de instancias de operaciones/accesos especificadas en los requerimientos según su capacidad para corromper/destruir datos.	$X = A/B$ A = Número de instancias de prevención de corrupción de datos implementadas según lo especificado, confirmadas en la revisión. B = Número de instancias de operaciones/accesos especificadas en los requerimientos según su capacidad para corromper/destruir datos.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	$X =$ Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad

NOTA: Considerar niveles de seguridad cuando se utilice esta métrica.

TABLA 8.1.4 - Métricas de seguridad (continuación)

Métricas internas de seguridad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Encriptación de datos	¿Cuán completa es la implementación de encriptación de datos?	Contar el número de instancias para encriptar/desencriptar de items de datos implementadas según lo especificado y comparar con el número de instancias de items de datos que requieren facilidades para encriptar/desencriptar datos según las especificaciones.	$X = A/B$ A = Número de instancias de encriptación/desencriptación de items de datos implementadas según lo especificado, confirmadas en la revisión. B = Número de instancias de items de datos que requieren facilidades de encriptación/desencriptación de datos según las especificaciones.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta X = Cantidad Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos Disenio Código fuente Reporte de revisión	6.5 Validación	Desarrollador

NOTA

Encriptación de datos usada; por ejemplo; datos en base de datos abierta, datos en un sistema público de comunicaciones.

TABLA 8.1.5 - Métricas de conformidad de funcionalidad

Métricas internas de conformidad de funcionalidad									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCV/S ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Conformidad de funcionalidad	¿Cuán conforme está la funcionalidad del producto con las regulaciones, normas y convenciones?	Contar el número de ítems que requieren conformidad y que lo han logrado, y comparar con el número de ítems que requieren conformidad según las especificaciones.	$X = A/B$ A = Número de ítems correctamente implementados confirmados en la revisión relacionados con la conformidad de funcionalidad. B = Número total de ítems de funcionalidad que requieren conformidad.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	$X =$ Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificaci ón de conformidad de normas, o convencione s o regulacione s relacionadas Diseño Código fuente	6.5 Validación conjunta 6.6 Revisión	Evaluador Desarrollador
Conformidad con normas para interfaces	¿Cuán conformes están las interfaces entre sistemas con las regulaciones, normas y convenciones?	Contar el número de interfaces que logran la conformidad requerida y comparar con el número de interfaces que requieren conformidad según las especificaciones.	$X = A/B$ A = Número de interfaces correctamente implementadas según lo especificado, confirmadas en la revisión. B = Número total de interfaces que requieren conformidad.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	$X =$ Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificaci ón de requerimient os Diseño Código fuente	6.5 Validación conjunta 6.6 Revisión	Evaluador Desarrollador

OTA
Todos los atributos especificados de una norma deben ser revisados.

8.2 Métricas de fiabilidad

Las métricas internas de fiabilidad se usan para predecir si el producto software en cuestión satisfacerá las necesidades de fiabilidad pre establecidas, durante el desarrollo del producto software.

8.2.1 Métricas de madurez

Las métricas internas de madurez indican un conjunto de atributos para evaluar la madurez del software.

8.2.2 Métricas de tolerancia a fallos

Las métricas internas de tolerancia a fallos indican un conjunto de atributos para evaluar la capacidad del producto software para mantener el nivel de rendimiento deseado en caso de fallas operacionales o de incumplimiento de su interfaz especificada.

8.2.3 Métricas de recuperabilidad

Las métricas internas de recuperabilidad indican un conjunto de atributos para evaluar la capacidad del producto software de restablecer un nivel adecuado de rendimiento y recuperación de los datos directamente afectados, en caso que ocurra una falla.

8.2.4 Métricas de conformidad de fiabilidad

Las métricas internas de conformidad de fiabilidad indican un conjunto de atributos para evaluar la capacidad del producto software para cumplir con normas, convenciones o regulaciones de la organización usuaria en relación con la fiabilidad.

TABLA 8.2.1 - Métricas de madurez

Métricas internas de madurez						
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición
Detección de fallas	¿Cuántas fallas fueron detectadas en el producto revisado?	Contar el número de fallas detectadas en la revisión y comparar con el número de fallas estimadas que se espera se detecte en esta fase.	$X = A/B$ A = Número Absoluto de fallas detectadas en la revisión. B = Número de fallas estimadas que se espera se detecte en la revisión (usando datos históricos o un modelo de referencia).	$0 \leq X$ Un valor alto de X implica buena calidad de producto, mientras que si $A=0$ no necesariamente implica que el producto revisado esté libre de fallas.	Absoluta $X = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Cantidad}}$ $A = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Cantidad}}$ $B = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Cantidad}}$	El valor A proviene del reporte de revisión El valor B proviene de la base de datos de la organización
NOTAS						
1	Esta métrica debe utilizarse para hacer predicciones durante la fase de desarrollo.					
2	Es necesario convertir el valor (X) al intervalo $<0,1>$ si se hace suma de características.					
Eliminación de fallas	¿Cuántas fallas fueron corregidas?	Contar el número de fallas corregidas durante el diseño/codificación.	$X = A$ A = Número de fallas corregidas en diseño/codificación.	$0 \leq X$ Un valor alto de X implica que quedan menos fallas	Ratio $X = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Cantidad}}$ $A = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Cantidad}}$	El valor A proviene del reporte de remoción de fallas
NOTAS						
1	Es necesario convertir el valor (X) al intervalo $<0,1>$ si se hace suma de características.					
Proporción de fallas removidas	¿Cuál es la proporción de fallas removidas?	Contar el número de fallas removidas durante el diseño/codificación y comparar con el número de fallas detectadas en la revisión durante el diseño/codificación.	$Y = A/B$ A = Número de fallas corregidas en diseño/codificación. B = Número de fallas detectadas en la revisión.	$0 \leq Y \leq 1$ Mientras más cercano a 1, mejor (más fallas removidas).	Absoluta $Y = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Cantidad}}$ $B = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Cantidad}}$	El valor B proviene del reporte de revisión
NOTAS						
1	Es necesario convertir el valor (Y) al intervalo $<0,1>$ si se hace suma de características.					

TABLA 8.2.1 - Métricas de madurez (continuación)

Métricas de madurez internas		Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Suficiencia de pruebas	¿Cuántos de los casos de prueba requeridos están cubiertos por el plan de pruebas?	Contar el número de casos de prueba planeados y comparar con el número de casos de prueba requeridos para obtener una adecuada cobertura de pruebas.	X = A/B A = Número de casos de prueba diseñados que están en el plan de pruebas y confirmados en la revisión B = Número de casos de prueba requeridos	0 <= X Cuando X es mayor es lo mejor.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	El valor A proviene del plan de pruebas El valor B proviene de los requerimientos	6.3 Aseguramiento de calidad 6.8 Resolución de problemas 6.4 Verificación	Desarrollador Responsable de mantenimiento

TABLA 8.2.2 - Métricas de tolerancia a fallas

Métricas Internas de tolerancia a fallas		Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Previsión de fallos	¿Cuántos patrones de fallas se pusieron bajo control para evitar fallas serias y críticas?	Contar el número de patrones de fallas evitadas y comparar con el número de patrones de fallas a ser considerados.	$X = A/B$ A = Número total de patrones de fallas que consideran prevención en diseño/código. B = Número de patrones de fallas que deben considerarse.	0 <= X Cuando X es mayor, mejor evitación de fallas	Absolute X = Cantidad/Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	El valor A proviene del reporte de revisión El valor B proviene del documento de especificación de requerimientos	6.4 Verificación 6.5 Validación conjunta 6.6 Revisión 6.8 Resolución de problemas	Desarrollador Evaluador Responsable de mantenimiento	
Prevención de operación incorrecta	¿Cuántas funciones se han implementado con capacidad de prevención de operación incorrecta?	Contar el número de funciones implementadas para evitar fallas críticas y serias causadas por operación incorrecta y comparar con el número de patrones de operación incorrecta que deben considerarse.	$X = A/B$ A = Número de funciones implementadas para evitar patrones de operación incorrecta. B = Número de patrones de operación incorrecta que deben considerarse.	0 <= X Cuando X es mayor, es la prevención de operación incorrecta	Absolute X = Cantidad/Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	El valor A proviene del reporte de revisión El valor B proviene del documento de especificación de requerimientos	6.4 Verificación 6.5 Validación conjunta 6.6 Revisión 6.8 Resolución de problemas	Desarrollador Evaluador Responsable de mantenimiento	

TABLA 8.2.3 - Métricas de recuperabilidad

Métricas internas de recuperabilidad						
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala métrica	Entradas para la medición
Capacidad de restauración	¿Cuán capaz es el sistema de restaurarse a sí mismo después de un evento anormal o a solicitud?	Contar el número de requerimientos de restauración implementados y comparar con el número de requerimientos de restauración en las especificaciones.	$X = A/B$ A = Número de requerimientos de restauración implementados confirmados en la revisión. B = Número de requerimientos de restauración en las especificaciones.	$0 \leq X \leq 1$ Cuando X es mayor, mejor restaurabilidad	Absoluta $X = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Cantidad}}$ A = Cantidad B = Cantidad	El valor A proviene del reporte de revisión El valor B proviene de los requerimientos o del documento de diseño
Efectividad de la capacidad de restauración	¿Cuán efectiva es la capacidad de restauración?	Contar el número de requerimientos de restauración implementados que cumplen con los tiempos de restauración esperados.	$X = A/B$ A = Número de requerimientos de restauración implementados que cumplen con los tiempos de restauración esperados. B = Número de requerimientos de restauración con tiempos esperados específicos.	$0 \leq X \leq 1$ Cuando X es mayor, mejor efectividad	Absoluta $X = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Cantidad}}$ A = Cantidad B = Cantidad	El valor A proviene del reporte de revisión El valor B proviene de los requerimientos o del documento de diseño

TABLA 8.2.4 - Métricas de conformidad de fiabilidad

Métricas internas de conformidad de fiabilidad		Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Conformidad de fiabilidad	Propósito de la métrica ¿Cuán conforme es la fiabilidad del producto en aplicación en comparación con las regulaciones, normas y convenciones?	Contar el número de ítems que requieren conformidad de fiabilidad y que la alcanzaron, y comparar con el número de ítems que requieren conformidad según las especificaciones.	$X = A/B$ A = Número de ítems correctamente implementados relacionados con la conformidad de fiabilidad, en la evaluación. B = Número total de ítems de conformidad de fiabilidad.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de conformidad y normas, convenciones y regulaciones relacionadas. Diseno Código fuente Reporte de revisión	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador

8.3 Métricas de usabilidad

Las métricas internas de usabilidad son usadas para predecir la extensión en la que el software puede ser entendido, aprendido, operado, atractivo y conforme con las guías y regulaciones de uso.

NOTA: Debería ser posible que las mediciones tomadas sean usadas para establecer criterios de aceptación o para hacer comparaciones entre productos. Esto significa que las mediciones deberían contar elementos de valores conocidos. Los resultados deberían reportar el valor promedio y el error estándar del promedio.

8.3.1 Métricas de entendibilidad

Las métricas internas de entendibilidad son usadas para determinar si los usuarios pueden ser capaces de seleccionar el producto software que sea apropiado para su uso. Las métricas internas de entendibilidad evaluarán si los nuevos usuarios son capaces de entender:

- Si el software es apropiado.
- Cómo puede ser usado para tareas específicas.

8.3.2 Métricas de facilidad de aprendizaje

Las métricas internas de facilidad de aprendizaje miden cuánto tiempo puede tomar al usuario aprender determinadas funciones, y la eficiencia de los sistemas de ayuda y documentación.

La facilidad de aprendizaje está relacionada en gran medida con el entendimiento, y las mediciones de entendimiento pueden ser indicadores para medir el grado de facilidad para aprender a utilizar un software.

8.3.3 Métricas de operabilidad

Las métricas internas de operabilidad evalúan si los usuarios pueden operar y controlar el software. Las métricas de operabilidad pueden ser categorizadas por los principios de diálogo en la ISO 9241-10:

- Conveniencia del software para la tarea.
- Auto-descripción del software.
- Control del software.
- Conformidad del software en relación con las expectativas del usuario.
- Tolerancia de error del software.
- Conveniencia del software para la individualización.

La elección de las funciones a examinar será influenciada por la frecuencia esperada de uso de las funciones, la importancia de las funciones, y cualquier error previsto en las funciones.

8.3.4 Métricas de atractividad

Las métricas internas de atractividad evalúan la apariencia del software, y serán influenciadas por factores tales como el diseño y colores de las pantallas. Esto es particularmente importante para productos comerciales.

8.3.5 Métricas de conformidad de usabilidad

Las métricas internas de conformidad de usabilidad indican un conjunto de atributos para evaluar la capacidad del producto software para cumplir con normas, convenciones o regulaciones de la organización usuaria en relación con la usabilidad.

TABLA 8.3.1 - Métricas de entendibilidad

Métricas internas de entendibilidad			Referencia PCyS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Entradas para la medición	
Claridad de la descripción	¿Qué proporción de funciones (o tipos de funciones) son descritas en la descripción del producto?	Contar el número de funciones que son adecuadamente descritas y comparar con el número total de funciones en el producto.	X = A / B A = Número de funciones (o tipos de funciones) descritas en la descripción del producto. B =Número Total de Funciones (o tipos de funciones).	Interpretación del valor medido 0 <= X <= 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor
Capacidad de demostración	¿Qué proporción de las funciones que requieren demostración tienen la capacidad de demostración ?	Contar el número de funciones que tengan la capacidad de demostración y comparar con el número total de funciones que requieran una demostración	X = A / B A = Número de funciones demostradas y confirmadas en la revisión. B = Número total de funciones que requieren la capacidad de demostración	Tipo de medida Absoluta X =Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad Especificación de requerimientos. Disefío Reporte de revisión

TABLA 8.3.1 - Métricas de entendibilidad (Continuación)

Métricas Internas de entendibilidad						
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición
Funciones evidentes	¿Qué proporción de las funciones del producto son evidentes para el usuario?	Contar el número de funciones que son evidentes para el usuario y comparar con el número total de funciones.	$X = A / B$ A = Número de funciones (o tipos de funciones) evidentes para el usuario. B = número total de funciones (o tipos de funciones).	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta $X = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Cantidad}}$ $A = \text{Cantidad}$ $B = \text{Cantidad}$	Referencia PCVS ISO/IEC 12207 Especificación de requerimientos. Diseño Reporte de revisión
NOTA:	Esto indica si los usuarios van a poder ubicar adecuadamente las funciones al explorar la interfaz (por ejemplo, al inspeccionar los menús).					
Función de comprensión	¿Qué proporción de las funciones del producto será el usuario capaz de entender en forma correcta?	Contar el número de funciones presentes en las interfaces donde el propósito es entendible y comparar con el número de funciones presentes en la interfaz de los usuarios.	$X = A / B$ A = Número de funciones presentes en las interfaces de los usuarios cuyo propósito es entendido por el usuario. B = Número total de funciones presentes en las interfaces del usuario.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cerca a 1 es lo mejor.	Absoluta $X = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Cantidad}}$ $A = \text{Cantidad}$ $B = \text{Cantidad}$	Especificación de requerimientos. Diseño Reporte de revisión

TABLA 8.3.2 - Métricas de facilidad de aprendizaje

Métricas Internas de facilidad de aprendizaje	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Integridad de la documentación del usuario y/o facilidad de ayuda	¿Qué proporción de las funciones son descriptas en la documentación para el usuario y/o facilidades de ayuda?	Contar el número de funciones implementadas con facilidades de ayuda y/o documentación y comparar con el número total de funciones del producto	X = A / B A = Número de funciones descriptas B = Número total de funciones provistas	0 <= X <= 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos. Diseno Reporte de revisión	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador

NOTA:
Tres métricas son posibles: Integridad de la documentación, integridad de facilidad de ayuda o integridad de ayuda y documentación usadas en combinación.

TABLA 8.3.3 - Métricas de operabilidad

Métricas Internas de operabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Revisión de la validez de la entrada	¿Qué proporción de los elementos de entrada proveen mecanismos para validación de datos?	Contar el número de elementos de entrada que son validados y comparar con el número total de elementos de entrada que podrían ser validados.	$X = A / B$ A = Número de elementos de entrada que son validados. B = Número de elementos de entrada que podrían ser validados.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1, es lo mejor.	Absoluta	$X = \text{Cantidad/ Cantidad}$	Especificación de requerimientos.	Desarrollador Evaluador
Capacidad de cancelar operación de usuario	¿Qué proporción de las funciones pueden ser canceladas antes de haber sido completado con su tarea y comparar con el número de funciones que requieren la capacidad de cancelación?	Contar el número de funciones implementadas que pueden ser canceladas por el usuario antes de haber sido completado con su tarea y comparar con el número de funciones que requieren la capacidad de cancelación.	$X = A / B$ A = Número de funciones implementadas que pueden ser canceladas por el usuario. B = Número de funciones que requieren la capacidad de cancelación.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1, indica una mejor capacidad de cancelación.	Absoluta	$X = \text{Cantidad/ Cantidad}$	Especificación de requerimientos.	Desarrollador Evaluador
							Reporte de revisión	Reporte de revisión

TABLA 8.3.3 - Métricas de operabilidad (continuación)

Métricas internas de operabilidad			Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación							
Capacidad de deshacer operación de usuario	¿Qué proporción de las funciones pueden ser deshechas?	Contar el número de funciones implementadas que pueden ser deshechas luego que ya completaron su tarea y comparar con el número total de funciones	$X = A / B$ A = Número de funciones implementadas que pueden ser deshechados por los usuarios. B = Número de funciones para deshacer funciones.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1, indica una mejor capacidad para deshacer funciones.	Absoluta	$X = \text{Cantidad/Cantidad}$	Especificación de requerimientos.	6.4 Verificación conjunta	Desarrollador
NOTA: Ya sea un deshacer simple o múltiple (después de acciones subsiguientes) puede ser evaluados.									
Personalización	¿Qué proporción de las funciones pueden ser personalizadas a durante la operación?	Contar el número de funciones implementadas que pueden ser personalizadas por el usuario durante su operación y comparar con el número de funciones que requieren la capacidad de ser personalizadas.	$X = A / B$ A = Número de funciones que pueden ser personalizadas durante la operación. B = Número de funciones que requieren la capacidad de ser personalizadas.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	$X = \text{Cantidad/Cantidad}$	Especificación de requerimientos.	6.4 Verificación conjunta	Desarrollador
							Diseno	6.6 Revisión conjunta	Evaluador
							Reporte de revisión		

TABLA 8.3.3 - Métricas de operabilidad (continuación)

cas Internas de operabilidad		Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
bre de métrica	Propósito de la métrica		X = A / B A = Número de funciones que pueden ser personalizadas por usuarios con discapacidad física y comparar con el número total de funciones	0 <= X <= 1 Lo más cercano a 1, indica una mejor capacidad para atender a las personas con incapacidades físicas	Absoluta X = Cantidad/ Cantidad		6.4 Verificación conjunta 6.6 Revisión	Desarrollador Evaluador
abilida sica	¿Qué proporción de las funciones pueden ser personalizadas para el acceso de usuarios con discapacidad física?					Diseño Reporte de revisión		

los de discapacidad físicas son: incapacidad para usar el ratón (*mouse*) y la ceguera.

TABLA 8.3.3 - Métricas de operabilidad (continuación)

Métricas internas de operaciones		Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Nombre de métrica	Propósito de la métrica							
Capacidad para monitorear el desarrollo de las operaciones	¿Qué proporción de las funciones tienen la capacidad para monitorear el estado de las operaciones?	Contar el número de funciones implementadas, cuyo estado puede ser monitorizado y comparar con el número de funciones que requieren la capacidad de monitoreo.	$X = A / B$ A = Número de funciones que tienen la capacidad de monitorear su estado. B = Número de funciones que requieren la capacidad de monitorear su estado.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	$X = \text{Cantidad}$ $A = \text{Cantidad}$ $B = \text{Cantidad}$	6.4 Verificación conjunta 6.6 Revisión	Desarrollador Evaluador
NOTA: "Estado" incluye el monitoreo del progreso								
Consistencia operacional	¿Qué proporción de las operaciones se comportan de forma similar a las operaciones de otras partes del sistema?	Contar el número de las instancias de las operaciones que tengan un comportamiento inconsistente y comparar con el número total de operaciones.	$X = 1 - A / B$ A = Número de instancias de las operaciones que tengan un comportamiento inconsistente y comparar con el número total de operaciones. B = Número total de operaciones.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	$X = \text{Cantidad}$ $A = \text{Cantidad}$ $B = \text{Cantidad}$	6.4 Verificación conjunta 6.6 Revisión	Desarrollador Evaluador
Claridad de mensajes	¿Qué proporción de los mensajes son auto-explicativos?	Contar el número de mensajes implementados con explicaciones claras y comparar con el número total de mensajes.	$X = A / B$ A = Número de mensajes implementados con explicaciones claras y comparar con el número total de mensajes. B = Número de mensajes implementados	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	$X = \text{Cantidad}$ $A = \text{Cantidad}$ $B = \text{Cantidad}$	6.4 Verificación conjunta 6.6 Revisión	Desarrollador Evaluador
NOTA: Los mensajes de error claros son aquellos que explican al usuario que acción tomar para recuperarse del error								

TABLA 8.3.3 - Métricas de operabilidad (continuación)

Métricas internas de operaciones		Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Nombre de métrica	Propósito de la métrica								
Claridad de la interfaz	¿Qué proporción de los elementos de la interfaz son auto-explicativos?	Contar el número de elementos de la interfaz que sean auto-explicativos y comparar con el número total de elementos de interfaz.	$X = A / B$ A = Número de elementos de interfaz que son auto-explicativos. B = Número total de elementos de interfaz.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	$X = \text{Cantidad/Cantidad}$ $A = \text{Cantidad}$ $B = \text{Cantidad}$	Especificación de requerimientos. Diseno	6.4 Verificación conjunta 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Evaluador
NOTA: Los elementos son auto-explicativos cuando usan texto puro o proveen "ayuda" o "consejos" (<i>tool tips</i>)									
Capacidad para recuperarse de un error operacional	¿Qué proporción de las funciones pueden tolerar un error del usuario?	Contar el número de funciones que hayan sido implementadas con un manejo de errores y comparar con el total del número de funciones que requieren la capacidad de tolerancia de errores.	$X = A / B$ A = Número de funciones implementadas con manejo de una tolerancia al error. B = Número total de funciones que requieren la capacidad de manejo de errores.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	$X = \text{Cantidad/Cantidad}$ $A = \text{Cantidad}$ $B = \text{Cantidad}$	Especificación de requerimientos. Diseno	6.4 Verificación conjunta 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Evaluador

TABLA 8.3.4 - Métricas de atractividad

Métricas internas de atraktividad							
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207
Interacción atractiva	¿Qué tan atractiva es la interfaz del usuario?	Aplicar cuestionario a los usuarios	Interrogar al usuario para conocer su opinión sobre la apariencia de la interfaz, tomando en cuenta atributos, tales como colores o diseños gráficos.	Clasificación de la evaluación	Ordinal	X = Cantidad (Cantidad es un puntaje)	6.4 Verificación conjunta 6.6 Revisión
Personalización de la apariencia de la interfaz	¿Qué proporción de los elementos de interfaz del usuario puede ser personalizada en cuanto a apariencia?	Inspección (por un experto)	X = A / B A = Número de tipos de elementos de la interfaz que pueden ser personalizados B = Número total de tipos de elementos de la interfaz	0 <= X <= 1 Lo más cercano a 1, es lo mejor.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	6.4 Verificación conjunta 6.6 Revisión

NOTA:
Esto puede ser basado en modelos de pantallas o simulaciones

TABLA 8.3.5 - Métricas de conformidad de usabilidad

Métricas de conformidad de usabilidad		Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audencia objetivo
Nombre de métrica	Conformidad de usabilidad									
Conformidad de usabilidad	¿En qué medida la conformidad del producto debe aplicar regulaciones, normas y convenciones de usabilidad?	Contar el número de elementos que requieran conformidad y que hayan cumplido dicha conformidad y comparar con el número de elementos que requieren conformidad en la especificación	$X = A / B$ A = Número de elementos implementados de forma correcta y que estén relacionados con la conformidad aprobada en la evaluación. B = Número total de ítems que requieren conformidad.	0<= X <=1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	X = Cantidad/Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificaciones de conformidad y normas, convenciones o regulaciones relacionadas.	6.4 Verificación conjunta 6.6 Revisión	Evaluador Desarrollador	

8.4 Métricas de eficiencia

Las métricas internas de eficiencia son usadas para predecir la eficiencia del comportamiento del producto software durante pruebas y operación. Para medir la eficiencia, las condiciones deberían ser definidas, por ejemplo, la configuración del hardware y del software en un ambiente de referencia debería ser definida como parte de las especificaciones del software. Cuando se cita valores medidos de comportamiento en el tiempo, el ambiente también debería ser referenciado.

8.4.1 Métricas de comportamiento en el tiempo

Las métricas internas de comportamiento en el tiempo indican un conjunto de atributos para predecir el comportamiento en el tiempo del sistema computacional, incluyendo al producto software durante las pruebas y la operación.

8.4.2 Métricas de utilización de recursos

Las métricas internas de utilización de los recursos indican un conjunto de atributos para predecir la utilización de los recursos del hardware por el sistema computacional, incluyendo al producto software durante las pruebas y la operación.

8.4.3 Métricas de conformidad de eficiencia

Las métricas internas de conformidad de eficiencia indican un conjunto de atributos para evaluar la capacidad del producto software para cumplir con: normas, convenciones o regulaciones de la organización usuaria con relación a la eficiencia.

TABLA 8.4.1 - Métricas del comportamiento en el tiempo

Métricas internas del comportamiento en el tiempo						
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida
tiempo de respuesta	¿Cuál es el tiempo estimado para completar una tarea específica?	Evaluar la eficiencia del sistema operativo y las llamadas de las aplicaciones.	X = tiempo (calculado o simulado)	Lo menor es lo mejor	Ratio	X = Tiempo
tiempo de rendimiento	¿Cuál es el número estimado de tareas que pueden ser realizadas durante una unidad de tiempo?	Evaluar la eficiencia de la manipulación de recursos del sistema.	X = Número de tareas por unidad de tiempo	Lo mayor es lo mejor.	Ratio	X = Cantidad

TABLA 8.4.1 - Métricas del comportamiento en el tiempo (continuación)

Métricas internas del comportamiento en el tiempo	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Tiempo de retorno	¿Cuál es el tiempo estimado para completar un grupo de tareas relacionadas como un trabajo en lote?	Evaluuar la eficiencia del sistema operativo y las llamadas de las aplicaciones. Estimar el tiempo de respuesta para completar un grupo de tareas relacionadas basándose en lo anterior. Lo siguiente podrá ser medido: - Todo o parte de la especificación del diseño - Probar toda la ruta de la transacción - Pruebas completas de los módulos o partes del producto software - El producto software completo durante la fase de prueba	X = tiempo (calculado o simulado)	Lo menor es lo mejor	Ratio	X = Tiempo	Sistema operativo conocido. Tiempo estimado en llamadas al sistema	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Evaluador

TABLA 8.4.2 - Métricas de utilización de los recursos

Métricas interna de utilización de los recursos						
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Entradas para la medición
Utilización de entradas y salidas	¿Cuál es la utilización estimada de entradas y salidas requeridas para la aplicación.	Estimar la utilización de entradas y salidas requeridas para la aplicación.	X = Número de Buffers (calculados o simulados).	Lo menor es lo mejor	Ratio	X = Tamaño Código fuente
Densidad de los mensajes de entrada y salida	¿Cuál es la densidad de los mensajes relacionados a la utilización de entradas y salidas que se encuentran en las líneas de código responsables de llamadas al sistema?	Contar el número de errores o advertencias relacionadas a las fallas en las entradas y salidas y comparar con el número estimado de líneas de código responsables de llamadas al sistema.	X = A / B A = Número de mensajes de error relacionados con fallas de entrada y salida. B = Número de líneas de código directamente relacionadas a llamadas al sistema.	Lo mayor es lo mejor	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad
Utilización de memoria	¿Cuál es el tamaño estimado de memoria que ocupará el producto para completar una tarea específica?	Estimar el requerimiento de memoria	X = Tamaño en bytes (calculado o estimado).	Lo menor es lo mejor	Ratio	X = Tamaño Código fuente

Referencia PCVS ISO/IEC 12207
6.4 Verificación
Desarrollador

Referencia PCVS ISO/IEC 12207
6.4 Verificación
Desarrollador

Referencia PCVS ISO/IEC 12207
6.4 Verificación
Desarrollador

TABLA 8.4.2 - Métricas de utilización de los recursos (continuación)

Métrica interna de utilización de los recursos	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Densidad de mensajes en la utilización de memoria	¿Cuál es la densidad de los mensajes relacionados a la utilización de la memoria en las líneas de código que son responsables de llamadas al sistema?	Contar el número de errores o advertencias relacionadas a las fallas en la utilización de la memoria y comparar con el número estimado de líneas de código responsables de llamadas al sistema	X = A / B A = Número de mensajes de error relacionados a fallas de memoria. B = Número de líneas de código directamente relacionadas a llamadas al sistema	Lo mayor es lo mejor	Ratio	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Código fuente	6.4 Verificación	Desarrollador
Utilización de la transmisión	¿Cuál es la cantidad estimada de la utilización de la transmisión de recursos?	Estimar la utilización de los recursos de transmisión estimando el volumen de transmisión.	X = bits / tiempo (calculado o estimado)	Lo menor es lo mejor	Ratio	X = Tiempo	Sistema operativo conocido. Tiempo estimado en llamadas al sistema	6.4 Verificación	Desarrollador

TABLA 8.4.3 - Métricas de conformidad de eficiencia

Métricas Internas del conformidad de eficiencia						
Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición
Conformidad	¿En qué medida cumple la eficiencia del producto con respecto a regulaciones, normas y convenciones aplicables?	Contar el número de elementos que requieren conformidad y que han sido cumplidos y comparar con el número de elementos que requieren conformidad en la especificación.	X = A / B A = Número de elementos implementados relacionados a la conformidad de eficiencia. B = Número total de ítems de conformidad	0<= X <=1 Lo más cerca de 1, es lo mejor.	X = Cantidad/ Cantidad Absoluta	Referencia PCVS ISO/IEC 12207 Especificación de conformidad y normas, convenciones o regulaciones relacionadas. Diseno Código Fuente Reporte de revisión

TABLA 8.5.1 - Métricas de analizabilidad

Métricas internas de analizabilidad		Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audencia objetivo
Nombre de la métrica	Detailed description								
Registro de actividades	¿Qué tan completo es el registro de los cambios en el sistema?	Contar el número de cambios registrados en el sistema.	$X = A / B$ A = Número de cambios registrados de acuerdo a las especificaciones, confirmados en la revisión. B = Número de cambios que deberían ser registrados de acuerdo a las especificaciones.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cerca a 1, significa que se tiene mayor cantidad de cambios registrados para registrar el estado del sistema.	Absoluta	$X = \text{Cantidad}/\text{Cantidad}$ $A = \text{Cantidad}$ $B = \text{Cantidad}$	El valor de A viene del reporte de revisión. El valor de B viene del requerimiento de especificaciones	6.4 Verificación conjunta 6.6 Revisión conjunta	Mantenimiento Usuario
Preparación de funciones de diagnóstico	¿Qué tan completa es la provisión de funciones de diagnóstico?	Contar el número de funciones de diagnóstico implementadas como se han especificado y comparar con el número de funciones de diagnóstico requeridas en la especificación.	$X = A / B$ A = Número de funciones de diagnóstico implementadas y confirmadas en la revisión. B = Número de funciones de diagnóstico requeridas.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cerca a 1, provee una mejor implementación de las funciones de diagnóstico	Absoluta	$X = \text{Cantidad}/\text{Cantidad}$ $A = \text{Cantidad}$ $B = \text{Cantidad}$	El valor de A viene del reporte de revisión. El valor de B viene del requerimiento de especificaciones	6.4 Verificación conjunta 6.6 Revisión conjunta	Mantenimiento Usuario

8.5 Métricas de facilidad de mantenimiento

Las métricas internas de facilidad de mantenimiento son usadas para predecir el nivel del esfuerzo requerido para modificar el producto software.

8.5.1 Métricas de analizabilidad

Las métricas internas de analizabilidad indican un conjunto de atributos para predecir el esfuerzo o recursos requeridos por el personal de mantenimiento o usuarios al tratar de diagnosticar deficiencias o causas de fallas, o para identificar partes que serán modificadas en el producto software.

8.5.2 Métricas de cambiabilidad

Las métricas internas de cambiabilidad indican un conjunto de atributos para predecir el esfuerzo requerido por el personal de mantenimiento o usuarios cuando se trata de implementar una modificación específica en el producto software.

8.5.3 Métricas de estabilidad

Las métricas internas de estabilidad indican un conjunto de atributos para predecir cuán estable es un producto software ante cualquier modificación.

8.5.4 Métricas de testeabilidad

Las métricas internas de testeabilidad indican un conjunto de atributos para predecir la cantidad de funciones de pruebas autónomas que han sido diseñadas e implementadas y que se encuentran presentes en el producto software.

8.5.5 Métricas de conformidad de facilidad de mantenimiento

Las métricas internas de conformidad de mantenimiento indican un conjunto de atributos para medir la capacidad del producto software para cumplir: normas, convenciones, regulaciones de la organización con relación al mantenimiento del software .

TABLA 8.5.2 - Métricas de cambiabilidad

ícas internas de cambiabilidad		Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
istro de cambios	¿Son los cambios a las especificaciones y módulos registrados adecuadamente en el código y haciendo uso de comentarios?	Registrar el ratio del módulo de cambio de información.	$X = A / B$ A = Número de cambios en funciones y/o módulos que tienen comentarios, confirmado en la revisión. B = Número total de funciones y/o módulos alterados desde la primera versión del código.	0 <= X <= 1 Lo más cercano a 1, indica un mayor registro. Cuando el control de cambio indica 0, significa un pobre control de cambios ó pequeños cambios, alta estabilidad	Absoluta X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Sistema de control de configuración. Registro de versiones.	6.4. Verificación conjunta 6.6. Revisión	Desarrollador Mantenimiento Evaluador	

TABLA 8.5.3 - Métricas de estabilidad

Métricas internas de estabilidad		Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 1207	Audiencia objetivo
Impacto de cambios	¿Cuál es la frecuencia de los impactos adversos después de la modificación?	Contar el número de impactos adversos detectados después de la modificación y comparar con el número de modificaciones realizadas.	$X = 1-A / B$ A = Número de impactos adversos detectados después de la modificación B = Número de modificaciones hechas	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cerca de 1 es lo mejor	Absoluta	$X = \text{Cantidad/Cantidad}$ A = Cantidad B = Cantidad	Desarrollador Mantenimiento. Evaluador
Impacto de la modificación	¿Qué tan grande es el impacto de la modificación en el producto software?	Contar el número de variables afectadas en una modificación y comparar con el número total de variables en el producto.	$X = A/B$ A = Número de variables de datos afectadas por la modificación, confirmado en la revisión B = Número total de variables	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cerca de 0, menor es el impacto de la modificación	Absoluta	$X = \text{Cantidad/Cantidad}$ A = Cantidad B = Cantidad	Desarrollador Mantenimiento. Evaluador

COMENTARIO:
Variable impactada es:

- a) Toda variable en la instrucción que fue cambiada.
- b) Variable que está en la misma instrucción que las variables indicadas en a).

TABLA 8.5.4 - Métricas de estabilidad

Métricas interinas de prueba		Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audencia objetivo
Nombre de la métrica	Propósito de la métrica								
Complejidad	¿Qué tan completa es la capacidad de las funciones de prueba incorporadas?	Contar el número de funciones de pruebas incorporadas según lo especificado y comparar con el número de funciones incorporadas de pruebas incorporadas, y estipuladas en el requerimiento	$X = A / B$ A = Número de funciones de pruebas incorporadas según lo especificado, confirmadas en una revisión. B = Número de funciones incorporadas de pruebas requeridas	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	$X = \text{Cantidad}/\text{Cantidad}$ A = Cantidad B = Cantidad	A viene del documento de revisión. B viene del documento de requerimientos o diseño	6.4 Verificación conjunta 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Mantenimiento Evaluador
Autonomía e la estabilidad	¿Cuán independiente mente puede ser probado el software?	Contar el número de dependencias que se tiene con otros sistemas para pruebas que hayan sido simulados y comparar con el número total de dependencias con otros sistemas para pruebas.	$X = A / B$ A = Número de dependencias con otros sistemas que hayan sido simulados. B = Número total de pruebas de dependencia con otros sistemas.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	$X = \text{Cantidad}/\text{Cantidad}$ A = Cantidad B = Cantidad	A viene del documento de revisión. B viene del documento de requerimientos o diseño	6.4 Verificación conjunta 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Mantenimiento Evaluador
Capacidad para observar el progreso de las pruebas	¿Qué tan completos se muestran los resultados durante las pruebas?	Contar el número de puntos de comprobación implementados según lo especificado, comparar con el número de puntos de comprobación requeridos por el diseño.	$X = A / B$ A = Número de puntos de comprobación implementados según lo especificado, confirmados en una revisión. B = Número de puntos de comprobación diseñados.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	$X = \text{Cantidad}/\text{Cantidad}$ A = Cantidad B = Cantidad	A viene del documento de revisión. B viene del documento de requerimientos o diseño	6.4 Verificación conjunta 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Mantenimiento Evaluador

TABLA 8.5.5 - Métricas de conformidad de facilidad de mantenimiento

Métricas internas de conformidad de facilidad de mantenimiento			Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audencia objetivo
Nombre de métrica	Conformidad de facilidad de mantenimiento	Evaluador								
Conformidad de facilidad de mantenimiento	¿Qué tanto cumple la facilidad de mantenimiento del producto con respecto a las regulaciones, normas o convenciones aplicables?	Contar el número de elementos que cumplen la facilidad de mantenimiento del producto con respecto a las regulaciones, normas o convenciones aplicables?	X = A / B A = Número de elementos implementados en forma correcta con respecto a la conformidad de facilidad de mantenimiento, comprobados en una revisión. B = Número total de elementos conformes.	X = A / B A = Número de elementos implementados en forma correcta con respecto a la conformidad de facilidad de mantenimiento, comprobados en una revisión. B = Número total de elementos conformes.	0 <= X <= 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador	

8.6 Métricas de portabilidad

Las métricas internas de portabilidad se usan para predecir el efecto que el producto software pueda tener en el comportamiento del implementador o del sistema durante la actividad de portabilidad.

8.6.1 Métricas de adaptabilidad

Las métricas internas de adaptabilidad indican un conjunto de atributos para predecir el impacto que el producto software pueda tener en el esfuerzo del usuario que está tratando de adaptar el producto software a diferentes ambientes especificados.

8.6.2 Métricas de instalación

Las métricas internas de instalación indican un conjunto de atributos para predecir el impacto que el producto software pueda tener en el esfuerzo del usuario que está tratando de instalar el software en un ambiente especificado por el usuario.

8.6.3 Métricas de co existencia

Las métricas internas de co existencia indican un conjunto de atributos para predecir el impacto que el producto software pueda tener en otros productos software que comparten los mismos recursos operacionales de hardware.

8.6.4 Métricas de reemplazabilidad

Las métricas internas de reemplazabilidad indican un conjunto de atributos para predecir el impacto que el producto software pueda tener en el esfuerzo del usuario que está tratando de utilizar el software en lugar de otro software especificado en un ambiente y contexto de uso especificado.

8.6.5 Métricas de conformidad de portabilidad

Las métricas internas de conformidad de portabilidad indican un grupo de atributos para evaluar la capacidad del producto software para cumplir con normas, convenciones o regulaciones de la organización usuaria en relación con la portabilidad.

TABLA 8.6.1 - Métricas de adaptabilidad

Métricas internas de adaptabilidad		Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Auditoría objetivo
Adaptabilidad de estructuras de datos	¿Cuán adaptable es el producto a cambios en las estructuras de datos?	Contar el número de estructuras de datos, que son operables y no tienen ninguna limitación después de la adaptación y comparar con el número total de estructuras de datos que requieren capacidad de adaptación.	$X = A/B$ A = Número de las estructuras de datos que son operables y no tienen ninguna limitación después de la adaptación, confirmado en la revisión. B = Número total de las estructuras de datos que requieren capacidad de adaptación.	0<= X <= 1 Cuarto más cercano a 1 es lo mejor	Absolute $X =$ Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación n de requerimient os Diseño Reporte de revisión	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Mantenimiento Evaluador	
Adaptabilidad del hardware al entorno (adaptabilidad a dispositivos de hardware e instalaciones de redes)	¿Cuán adaptable es el producto a los cambios del entorno relacionado al hardware?	Contar el número de funciones implementadas que son capaces de alcanzar resultados en entornos de hardware múltiples especificados y comparar con el número de funciones con requisitos de capacidad de adaptación al entorno del hardware.	$X = A/B$ A = Número de las funciones implementadas que son capaces de alcanzar resultados en el entorno de hardware múltiples según lo especificado, confirmado en la revisión. B = Número total de funciones con requisitos de capacidad de adaptación al entorno del hardware.	0<= X <= 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absolute $X =$ Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificaci ón n de requerimient os Diseño Reporte de revisión	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Mantenimiento Evaluador	

TABLA 8.6.1 - Métricas de adaptabilidad (continuación)

Métricas internas de adaptabilidad		Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Nombre de métrica	Propósito de la métrica							
Adaptabilidad al entorno organizacional (adaptabilidad a la organización y a la infraestructura de la misma)	¿Cuán adaptable es el producto al cambio organizacional?	Contar el número de las funciones implementadas que son capaces de alcanzar los resultados requeridos en organizaciones múltiples según lo especificado y comparar con el número de funciones con requisitos de adaptabilidad al entorno organizacional.	$X = A/B$ A = Número de las funciones implementadas que son capaces de alcanzar los resultados requeridos en el ambiente de organizaciones y de negocio múltiples según lo especificado, confirmado en la revisión B = Número total de funciones con requisitos de adaptabilidad al ambiente de la organización.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta $X = \frac{\text{Cantidad/ Cantidad}}{\text{Cantidad/ Cantidad}}$ A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de Requerimientos Diseño Reporte de revisión	6.4 Verificación conjunta 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Mantenimiento Evaluador
Facilidad de portabilidad para el usuario	¿Cuánto esfuerzo es necesario para realizar operaciones portables al producto?	Contar el número de las funciones implementadas que son capaces de soportar la facilidad de adaptación del usuario según lo especificado y comparar con el número de funciones con facilidad de adaptación a los requisitos de capacidad.	$X = A/B$ A = Número de las funciones que soportan la facilidad de la adaptación del usuario según lo especificado, confirmado en la revisión. B = Número de funciones con facilidad de adaptación a los requisitos de capacidad.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta $X = \frac{\text{Cantidad/ Cantidad}}{\text{Cantidad/ Cantidad}}$ A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de Requerimientos Diseño Reporte de revisión	6.4 Verificación conjunta 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Mantenimiento Evaluador
Adaptabilidad al entorno del sistema software (adaptabilidad al sistema operativo, al software de redes y al software de la aplicación instalada)	¿Cuán adaptable es el producto a los cambios del entorno relacionados del software del sistema?	Contar el número de funciones implementadas que son capaces de alcanzar los resultados requeridos en entornos múltiples de sistemas de software según lo especificado y comparar con el número de funciones con requisitos de capacidad de adaptación del entorno del software del sistema.	$X = A/B$ A = Número de las funciones implementadas que son capaces de alcanzar los resultados requeridos en el entorno múltiple especificado del software del sistema según lo especificado, confirmado en la revisión. B = Número total de funciones con requisitos de capacidad de adaptación del software del sistema.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta $X = \frac{\text{Cantidad/ Cantidad}}{\text{Cantidad/ Cantidad}}$ A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de Requerimientos Diseño Reporte de revisión	6.4 Verificación conjunta 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Mantenimiento Evaluador

TABLA 8.6.2 - Métricas de instalabilidad

Métrica interna de instalabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Auditorio objetivo
Facilidad de instalación	¿Cuán fácil es repetir el proceso de instalación?	Contar el número de reinstalaciones implementadas y comparar con el número de operaciones de reinstalación requeridas.	$X = A/B$ A = Número de reinstalaciones implementadas, confirmadas en la revisión. B = Número total de operaciones de instalación requeridas.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	$X =$ Cantidad/ Cantidad $A =$ Cantidad $B =$ Cantidad	6.5 Validación Reporte de revisión	Desarrollador
Fuerzo de instalación	¿Qué nivel de esfuerzo se requiere para la instalación?	Contar el número de tareas de instalación automatizadas y comparar con el número de tareas definidas de la instalación.	$X = A/B$ A= Número de tareas automatizadas implementadas, confirmadas en la revisión. B= Número de tareas de instalación requeridas. COMENTARIO(S): Ejemplo: número de ventanas/comandos/operaciones manuales para alcanzar el objetivo operativo.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	$X =$ Cantidad/ Cantidad $A =$ Cantidad $B =$ Cantidad	6.5 Validación Reporte de revisión	Desarrollador
Flexibilidad de instalación	¿Cuán flexible y personalizable (s) es la capacidad de la instalación?	Contar el número de operaciones de instalación personalizable implementadas según lo especificado y comparar con el número de operaciones de instalaciones con requisitos de instalación personalizable.	$X = A/B$ A = Número de operaciones de instalación personalizable implementadas y confirmadas en la revisión. B = Número de operaciones con capacidad de personalización requerida. COMENTARIO(S): Personalizable: Ejemplo, anidado, profundidad, número de paneles.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	$X =$ Cantidad/ Cantidad $A =$ Cantidad $B =$ Cantidad	6.5 Validación Especificació n de Requerimient os Reporte de revisión	Desarrollador

TABLA 8.6.3 - Métricas de co-existencia

Métricas internas de co-existencia			Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Capacidad de co existencia	¿Cuán flexible es el producto para compartir su entorno sin impactos adversos con otros productos?	Contar el número de entidades con las que el producto puede coexistir según lo especificado y comparar con el número de entidades en el entorno de producción que requieren co existencia.	X = A/B	0<= X <= 1	A = Número de entidades con las que el producto puede coexistir según lo especificado. B = Número de entidades en producción que requieren co existencia.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificació n = Requerimient os Diseño Reporte de revisión	6.4 Verificació n de Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador Mantenimient o

TABLA 8.6.4 - Métricas de reemplazabilidad

Métricas internas de reemplazabilidad		Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audencia objetivo
Nombre de métrica	Propósito de la métrica									
Uso continuo de los datos	¿Cuál es la cantidad de datos originales que permanecen sin cambios después del reemplazo con este producto?	Contar el número de elementos de datos, que continúan siendo utilizados después de! reemplazo según lo especificado y comparar con el número total de elementos de datos requeridos para ser usados por los datos anteriores después del reemplazo de software.	$X = A/B$ A = Número de elementos de datos de software que continúan siendo usados según lo especificado después del reemplazo, confirmado en la evaluación. B = Número de elementos de datos anteriores requeridos para ser usados por el software anterior.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	$X = \text{Cantidad}/\text{Cantidad}$ A = Cantidad B = Cantidad	Diseno Código Fuente Reporte de revisión Reporte de Pruebas	6.4 Verificación conjunta 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador Mantenimiento	
Invariabilidad de la función	¿Cuál es la cantidad de funciones que permanecen sin cambios?	Contar el número de funciones cubiertas por el nuevo software que produce resultados similares y comparar con el número de funciones del software anterior.	$X = A/B$ A = Número de funciones cubiertas por el nuevo software que produce resultados similares, confirmado en la revisión. B = Número funciones del software anterior.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	$X = \text{Cantidad}/\text{Cantidad}$ A = Cantidad B = Cantidad	Diseno Código Fuente Reporte de revisión Reporte de Pruebas	6.4 Verificación conjunta 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador Mantenimiento	

TABLA 8.6.5 - Métricas de la conformidad de portabilidad

Métricas internas de la conformidad de portabilidad		Método de aplicación	Medición, fórmulas y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Contar el número de ítems que requieren que la conformidad haya sido satisfecha y comparar con el número de artículos que requieren conformidad según la especificación.	$X = A/B$ A = Número de artículos correctamente implementados relacionados con la conformidad referente a la portabilidad, confirmada en la evaluación. B = Número total de artículos confirmados.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	$X = \text{Cantidad}/\text{Cantidad}$ A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de conformidad a los estándares, convenciones o regulaciones relacionadas. Diseño Código Fuente Reporte de revisión	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador

ANEXO A (INFORMATIVO)

CONSIDERACIONES CUANDO SE UTILIZAN MÉTRICAS

A.1 Interpretación de la medición

A.1.1 Diferencias potenciales entre contextos de uso de prueba y operacional

Cuando planifique el uso de métricas o interprete mediciones es importante tener una clara comprensión del contexto de uso del software y cualquier potencial diferencia entre las pruebas y los contextos de uso operacionales. Por ejemplo, la medida del “tiempo requerido para aprender una operación” es frecuentemente diferente entre los operadores hábiles y operadores no hábiles en sistemas software similares. Ejemplos de diferencias potenciales son proporcionadas más abajo.

a) Diferencias entre entornos de prueba y entornos operacionales

¿Hay diferencias significativas entre los entornos de pruebas y la ejecución operacional en entornos de usuario?

Los siguientes son ejemplos de estas diferencias:

- Pruebas con alto / comparable / bajo desempeño de CPU de la computadora operacional.
- Pruebas con alto / comparable / bajo desempeño de redes y comunicaciones operacionales.
- Pruebas con alto / comparable / bajo desempeño del sistema operativo operacional.

- Pruebas con alto / comparable / bajo desempeño del interfaz de usuario operacional.

b) Diferencias entre ejecución de prueba y ejecución operacional real

¿Hay diferencias significativas entre la ejecución de pruebas y la ejecución operacional en el entorno de usuario?.

Los siguientes son ejemplos de estas diferencias:

- Cobertura de funcionalidad en ambiente de pruebas.
- Ratio de muestras de casos de prueba.
- Prueba automática de transacciones en tiempo real.
- Prueba de stress.
- Operación de 24 horas, 7 días a la semana (sin parar).
- Nivel de adecuación de los datos para pruebas de excepciones y errores.
- Procesamiento periódico.
- Utilización de recursos.
- Niveles de interrupción.
- Presión de producción.
- Distacciones.

c) Perfil de usuario bajo observación

¿Hay diferencias significativas entre los perfiles de usuarios de pruebas y los perfiles de usuarios operacionales?

Los siguientes son ejemplos de estas diferencias:

- Mezcla de tipos de usuarios.
- Niveles de habilidad de usuario.
- Usuarios especialistas o usuarios promedios.
- Grupos de usuarios restringidos o usuarios públicos.

A.1.2 Temas que afectan la validez de los resultados

Los siguientes temas pueden afectar la validez de los datos que han sido recopilados.

- a) Procedimientos para recolectar resultados de evaluaciones
 - Automáticamente con herramientas o facilidades / recolectadas manualmente / cuestionarios o entrevistas;
- b) Fuentes de resultados de la evaluación
 - Reportes de los desarrolladores / reporte de los revisores / reporte de los evaluadores.
- c) Validación de datos de resultados
 - Comprobación por los mismos desarrolladores / inspección por evaluadores independientes.

A.1.3 Balance de los recursos de medición

¿Es el balance de medidas usado en cada etapa apropiado para el propósito de evaluación?

Es importante balancear el esfuerzo usado para aplicar un rango apropiado de métricas para medición de calidad interna, calidad externa y calidad en uso.

A.1.4 Corrección de especificación

¿Hay diferencias significativas entre las especificaciones de software y las necesidades operacionales reales?

Las mediciones tomadas durante la evaluación del producto software en diferentes etapas son comparados contra las especificaciones del producto. Por lo tanto, es de mucha importancia asegurar por verificación y validación que las especificaciones del producto usadas para la evaluación reflejen las necesidades actuales y reales en operación.

A.2 Validación de métricas

A.2.1 Propiedades deseables para las métricas

Para obtener resultados válidos de una evaluación de la calidad, las métricas deben tener las propiedades establecidas más abajo. Si una métrica no tiene estas propiedades, la descripción de la métrica debe explicar las restricciones asociadas sobre su validez y, tanto como sea posible, como esta situación puede ser manejada.

- a) **Fiabilidad (de la métrica):** La fiabilidad está asociada con el error aleatorio. Una métrica está libre de error aleatorio, si las variaciones aleatorias no afectan el resultado de la métrica.
- b) **Repetibilidad (de la métrica):** El uso repetido de la métrica para el mismo producto usando la misma especificación de evaluación (incluyendo el mismo entorno), tipos de usuario, y entorno por los mismos evaluadores, debe producir los mismos resultados dentro de las tolerancias apropiadas. La tolerancia apropiada debe incluir cosas como fatiga y efecto de aprendizaje.
- c) **Reproducibilidad (de la métrica):** El uso de la métrica para el mismo producto usando la misma especificación de evaluación (incluyendo el mismo entorno), tipos de usuario, y entorno por diferentes evaluadores, debe producir los mismos resultados dentro de las tolerancias apropiadas.
- Nota 1: Es recomendable usar análisis estadístico para medir la variabilidad de los resultados.
- d) **Disponibilidad (de la métrica):** La métrica debe indicar claramente las condiciones (por ejemplo presencia de atributos específicos) que restringen su uso.

- e) **Indicatividad (de la métrica):** Capacidad de la métrica de identificar partes o ítems del software que deben ser mejorados, obtenidos de la comparación de resultados medidos y los esperados.

NOTA 2: La métrica seleccionada o propuesta debe proveer evidencia documentada de la disponibilidad de la métrica para su uso, al contrario de aquellos que requieren de sólo inspección del proyecto.

- f) **Correctitud (de la medición):** La métrica debería tener las siguientes propiedades:

- 1) **Objetividad (de la medición):** Los resultados de la métrica y los datos entrada deberían ser verdaderos; por ejemplo no influenciados por los sentimientos o las opiniones del evaluador, usuario de prueba, etc, (excepto para métricas de satisfacción o atracción, donde los sentimientos y opiniones del usuario son medidas).
- 2) **Imparcialidad (de la medición):** La medición no debería ser desviada hacia ningún resultado particular.
- 3) **Precisión suficiente (de la medición):** La precisión es determinada por el diseño de la métrica y particularmente por la elección de la definición usada como la base para la métrica. El usuario de la métrica describirá la precisión y sensibilidad de la métrica.

- g) **Significancia (de la medición):** La medición debería producir resultados significativos acerca del comportamiento del software o las características de calidad.

La métrica debe ser también costo - efectiva: esto es, métricas más costosas deberían de proveer resultados más valiosos.

A.2.2 Demostración de la validez de las métricas

El usuario de las métricas debería identificar los métodos para demostrar la validez de las métricas, tal como se muestra a continuación:

a) Correlación

La variación en los valores de las características de calidad (las mediciones de las métricas principales en uso operacional), explicada por la variación en los valores de la métrica, está dado por el cuadrado del coeficiente lineal.

Un evaluador puede predecir las características de calidad sin medirlas directamente usando métricas correlacionadas.

b) Rastreo

Si una métrica M está directamente relacionada con un valor Q de las características de calidad (las mediciones de las métricas principales en el uso operacional) con un producto o proceso dado, entonces un cambio de valor de $Q(T_1)$ a $Q(T_2)$, se acompañaría de un cambio en el valor de la métrica de $M(T_1)$ a $M(T_2)$, en la misma dirección (por ejemplo, si Q aumenta, M aumenta).

Un evaluador puede detectar movimientos de características de calidad a lo largo de un intervalo de tiempo sin medirlos directamente, usando aquellas métricas que tienen la capacidad de rastreo.

c) Consistencia

Si los valores de las características de calidad (las mediciones de las métricas principales en el uso operacional) Q_1, Q_2, \dots, Q_n correspondientes a los productos o procesos 1, 2, ..., n, tienen la relación $Q_1 > Q_2 > \dots > Q_n$ entonces los valores de las métricas correspondientes tendrían la relación $M_1 > M_2 > \dots > M_n$.

Un evaluador puede notar componentes de software propensos a errores y excepciones usando aquellas métricas que tienen la capacidad de consistencia.

d) Predictibilidad

Si una métrica es usada en un tiempo T_1 para predecir un valor Q de una característica de calidad (las mediciones de las métricas principales en el uso operacional) en T_2 , el error de la predicción que es $\{(predicho Q(T_2) - actual Q(T_2)) / actual Q(T_2)\}$, debería estar dentro del rango de error de predicción permitido.

Un evaluador puede predecir el movimiento de características de calidad en el futuro usando estas métricas con predictibilidad de medición.

e) Discriminación

Una métrica debería ser capaz de discriminar entre el software de alta y baja calidad.

Un evaluador puede categorizar componentes del software y clasificar los valores de las características de calidad usando aquellas métricas que tienen la capacidad de discriminar.

A.3 Uso de métricas para estimación (juicio) y predicción (pronóstico)

Estimación y predicción de las características de calidad del producto software en las etapas más tempranas son dos de los usos más recompensantes de las métricas.

A.3.1 Predicción de características de calidad por datos actuales

a) Predicción por análisis de regresión

Cuando se predice el valor futuro (medida) de la misma característica (atributo) usando el valor actual (datos) de él (atributo), es útil un análisis de regresión basado en un conjunto de datos que son observados en un período suficiente de tiempo.

Por ejemplo, el valor de TMEF (tiempo medio entre fallas) que se obtiene durante la etapa de pruebas (actividades) puede usarse para estimar el TMEF en la etapa de operación.

b) Predicción por análisis de correlación

Cuando se predice el valor futuro (medida) de una característica (atributo) usando los valores medidos de un atributo diferente, es útil un análisis de correlación usando una función validada que muestre la correlación.

Por ejemplo, la complejidad de los módulos durante la fase de codificación puede usarse para predecir tiempos o esfuerzos requeridos para la modificación y prueba de los programas durante el proceso de mantenimiento.

A.3.2 Estimación de características de calidad en hechos actuales

a) Estimación por análisis de correlación

Es útil un análisis de correlación cuando se estiman los valores de un atributo que no son medibles directamente o si hay cualquier otra medida que tiene una correlación fuerte con la medida en cuestión.

Por ejemplo, debido a que el número de fallas no detectadas en un producto software no es medible, puede estimarse usando el número y tendencia de faltas detectadas.

Aquellas métricas que se usan para predecir los atributos que no son medibles directamente deben estimarse como se explica a continuación:

- Usando modelos para predecir el atributo;
- Usando fórmulas para predecir el atributo;
- Usando la base de la experiencia para predecir el atributo;
- Usando la justificación para predecir el atributo.

Aquellas métricas que se usan para predecir los atributos que no son medibles directamente pueden validarse como se explica a continuación:

- Identificando las medidas de atributos que serán pronosticadas;
- Identificando las métricas que serán usadas para la predicción;
- Haciendo una validación basado en un análisis estadístico;
- Documentando los resultados;
- Repitiendo lo anterior periódicamente.

A.4 Detectando desviaciones y anomalías en los componentes propensos a problemas de calidad

Las siguientes herramientas de control de calidad pueden usarse para analizar desviaciones y anomalías en los componentes de producto software:

- a) Diagramas de proceso (módulos funcionales del software);
- b) Análisis y diagramas de Pareto;
- c) Histogramas y diagramas dispersión;
- d) Diagramas de corrida, diagramas de la correlación y estratificación;
- e) Diagramas de Ishikawa;
- f) Control estadístico de procesos (módulos funcionales del software);
- g) Hojas de chequeos.

Las herramientas anteriores pueden usarse para identificar los problemas de calidad a partir de los datos obtenidos aplicando las métricas.

A.5 Visualización de los resultados de la medición

a) Visualización de los resultados de la evaluación de las características de calidad

Las siguientes presentaciones gráficas son útiles para visualizar los resultados de la evaluación de la calidad para cada una de las características y sub características de calidad.

El diagrama de radar, diagrama de barras, histograma numerado, diagrama multi-variable, matriz de importancia de rendimiento, etc.

b) Visualización de las medidas

Hay presentaciones gráficas útiles como diagramas de Pareto, diagramas de tendencias, histogramas, diagramas de correlación, etc.

ANEXO B (INFORMATIVO)

USO DE CALIDAD EN USO, MÉTRICAS EXTERNAS E INTERNAS (EJEMPLO MARCO)

B.1 Introducción

Este ejemplo modelo es una descripción a alto nivel de cómo el modelo de calidad de la ISO/IEC 9126 y sus métricas relacionadas pueden ser usadas durante el desarrollo e implementación de software para lograr un producto de calidad que satisfaga los requerimientos especificados por el usuario. Los conceptos mostrados en este ejemplo pueden ser implementados en varias formas de adaptación para adecuarse a la persona, organización o proyecto; el ejemplo usa los procesos clave del ciclo de vida de la ISO/IEC 12207 como una referencia al tradicional ciclo de vida de software y los pasos del proceso de evaluación de calidad de la ISO/IEC 14598-3 como una referencia al proceso tradicional de evaluación de calidad del producto software. Los conceptos pueden ser referenciados a otros modelos del ciclo de vida del software si el usuario así lo desea en tanto los conceptos expuestos son entendidos.

B.2 Vista general de los procesos de desarrollo y calidad

Tabla B1 muestra un modelo ejemplo que relaciona las actividades del proceso del ciclo de vida de software (actividad 1 a actividad 8) a sus entregables clave y los modelos de referencia relevantes para medir la calidad de los entregables (ejemplo: calidad en uso, calidad externa, o calidad interna).

La fila 1 describe las actividades del proceso del ciclo de vida de desarrollo de software (esta puede ser adaptada para adecuarse a necesidades individuales). La fila 2 describe si una medida actual o pronosticada es posible para la categoría de la medida (ejemplo: calidad en uso, calidad externa, o calidad interna). La fila 3 describe los entregables clave que pueden ser medidos por calidad, y la fila 4 describe las métricas que pueden ser aplicadas en cada entregable de cada actividad del proceso.

TABLA B.1 - Modelo de medidas de calidad

	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7	Actividad 8
Fase	Analisis de requerimientos (Software y Sistemas)	Diseño de la Arquitectura (Software y Sistemas)	Diseño detallado de software	Codificación y prueba de software	Integración y Pruebas de calificación del software	Integración y Pruebas de calificación del sistema	Instalación del software	Aceptación y Soporte del Software
Modelo de Referencia de la serie 9126	Calidad requerida por el usuario, Calidad interna requerida, Calidad externa requerida	Calidad en uso pronosticada, Calidad externa pronosticada, Calidad interna medida	Calidad en uso pronosticada, Calidad externa pronosticada, Calidad interna medida	Calidad en uso pronosticada, Calidad externa medida, Calidad externa pronosticada, Calidad interna medida	Calidad en uso pronosticada, Calidad externa medida, Calidad interna medida	Calidad en uso pronosticada, Calidad externa medida, Calidad interna medida	Calidad en uso pronosticada, Calidad externa medida, Calidad interna medida	Calidad en uso pronosticada, Calidad externa medida, Calidad interna medida
Entregables clave de la actividad	Requerimientos de calidad del usuario (especificados), Requerimientos externos de calidad (especificados), Requerimientos internos de calidad (especificados)	Diseño de la arquitectura de Software / Sistema	Diseño detallado de software	Código de software y Resultados de las pruebas	Producto Software, Resultados de las pruebas	Sistema integrado, Resultado de las pruebas	Sistema instalado	Producto software entregado
Métricas usadas para medir	Métricas internas (Métricas externas pueden ser usadas para validar especificaciones)	Métricas internas	Métricas internas	Métricas internas, Métricas externas	Métricas internas, Métricas externas	Métricas internas, Métricas externas	Métricas internas, Métricas externas	Métricas de calidad en uso, Métricas internas, Métricas externas

B.3 Pasos del enfoque de calidad

B.3.1 Aspectos generales

La evaluación de la calidad durante el ciclo de desarrollo está dividida en los siguientes pasos: El paso 1 tiene que ser completado durante la actividad de análisis de requerimientos. Los pasos 2 al 5 tienen que ser repetidos durante cada actividad del proceso definido a continuación.

B.3.2 Paso # 1 Identificación de requerimientos de calidad

Determinar los pesos de las necesidades del usuario para cada una de las características y subcaracterísticas de calidad definidas en el modelo de calidad, usando los dos ejemplos de la tabla B.2 para cada categoría de la medición. (calidad en uso, calidad externa y calidad interna). El asignar pesos relativos permitirá a los evaluadores enfocar su esfuerzo en las sub características más importantes.

TABLA B.2 - Características y pesos de las necesidades de los usuarios

a)

Calidad en uso		
	Característica	Peso (Alto/Medio/Bajo)
	Efectividad	A
	Productividad	A
	Integridad	B
	Satisfacción	M

b)

Calidad externa e interna		
Característica	Sub característica	Peso (Alto/Medio/Bajo)
Funcionalidad	Aplicabilidad	A
	Precisión	A
	Interoperabilidad	B
	Seguridad	B
	Conformidad de funcionalidad	M
Fiabilidad	Madurez (hardware/software/datos)	B
	Tolerancia a fallos	B
	Recuperabilidad (datos, proceso, tecnología)	A
	Conformidad de fiabilidad	A
Usabilidad	Entendibilidad	M
	Facilidad de aprendizaje	B
	Operabilidad	A
	Atractividad	M
Eficiencia	Conformidad de usabilidad	A
	Comportamiento en el tiempo	A
	Utilización de recursos	A
Facilidad de Mantenimiento	Conformidad de eficiencia	A
	Analizabilidad	A
	Cambiabilidad	M
	Estabilidad	B
	Testeabilidad	M
Portabilidad	Conformidad de facilidad de mantenimiento	A
	Adaptabilidad	A
	Instabilidad	B
	Co existencia	A
	Reemplazabilidad	M
Conformidad de portabilidad		A

NOTA: Los pesos pueden ser expresados de la forma de Alto/Medio/Bajo o usando la escala ordinal en el rango de 1-9 (ejm: 1-3 = bajo, 4-6 = medio, 7-9 = alto).

B.3.3 **Paso # 2 Especificación de la evaluación**

Este paso es aplicado durante cada actividad del proceso de desarrollo.

Identificar las métricas a ser aplicadas y los niveles requeridos para alcanzar las necesidades del usuario definidas en el paso 1 para cada una de las subcaracterísticas de calidad definidas en el modelo de calidad y registrada como se muestra en el ejemplo de la Tabla B.3.

Las entradas y las directivas básicas para la formulación del contenido pueden ser obtenidas del ejemplo en la tabla B.1 que muestra lo que puede ser medido en esta etapa del ciclo de desarrollo.

NOTA: Es posible que algunas de las filas de las tablas estén vacías durante las actividades específicas del ciclo de desarrollo porque no será posible medir todas las subcaracterísticas en una etapa inicial del proceso de desarrollo.

TABLA B.3 - Tablas de medición de calidad

a)

Categoría de medición de calidad en uso				
	Característica	Métricas	Nivel requerido	Resultado de la evaluación
	Efectividad			
	Productividad			
	Integridad			
	Satisfacción			

b)

Categoría de medición de calidad externa				
Característica	Sub característica	Métricas	Nivel requerido	Resultado de la evaluación
Funcionalidad	Adaptabilidad			
	Precisión			
	Interoperabilidad			
	Seguridad			
	Conformidad de funcionalidad			
Fiabilidad	Madurez (hardware/software/datos)			
	Tolerancia a fallas			
	Recuperabilidad (datos, proceso, tecnología)			
	Conformidad de fiabilidad			
Usabilidad	Entendibilidad			
	Facilidad de aprendizaje			
	Operatividad			
	Atractivo			
	Conformidad de usabilidad			
Eficiencia	Comportamiento del tiempo			
	Utilización de recursos			
	Conformidad de eficiencia			
Facilidad de Mantenimiento	Analizabilidad			
	Cambiabilidad			
	Estabilidad			
	Testeabilidad			
Portabilidad	Conformidad de facilidad de mantenimiento			
	Adaptabilidad			
	Instabilidad			
	Co existencia			
	Reemplazabilidad			
	Conformidad de portabilidad			

c)

Categoría de medición de calidad interna				
Característica	Sub característica	Métricas	Nivel requerido	Resultado de la evaluación
Funcionalidad	Adaptabilidad			
	Precisión			
	Interoperabilidad			
	Seguridad			
	Conformidad de funcionalidad			
Confiabilidad	Madurez (hardware/software/datos)			
	Tolerancia a fallas			
	Recuperabilidad (datos, proceso, tecnología)			
	Conformidad de fiabilidad			
Usabilidad	Entendibilidad			
	Facilidad de aprendizaje			
	Operatividad			
	Atractivo			
	Conformidad de usabilidad			
Eficiencia	Comportamiento del tiempo			
	Utilización de recursos			
	Conformidad de eficiencia			
Facilidad de Mantenimiento	Analizabilidad			
	Cambiabilidad			
	Estabilidad			
	Testeabilidad			
Portabilidad	Conformidad de facilidad de mantenimiento			
	Adaptabilidad			
	Instabilidad			
	Co existencia			
	Reemplazabilidad			
	Conformidad de portabilidad			

B.3.4 **Paso # 3 Diseño de la evaluación**

Este paso es aplicado durante cada actividad del proceso de desarrollo.

Desarrollar un plan de medición (similar al ejemplo en la Tabla B.4) conteniendo los entregables que serán usados como entrada al proceso de medición y las métricas a ser aplicadas.

TABLA B.4 - Plan de medición

Sub característica	Entregables a ser evaluados	Métricas internas a ser aplicadas	Métricas externas a ser aplicadas	Métrica de calidad en uso a ser aplicadas
1. Adaptabilidad	1. 2. 3.	1. 2. 3.	1. 2. 3.	(No Aplicable)
2. Satisfacción	1. 2. 3.	(No Aplicable)	(No Aplicable)	1. 2. 3.
3.				
4.				
5.				
6.				

B.3.5 **Paso # 4 Ejecución de la evaluación**

Este paso es aplicado durante cada actividad del proceso de desarrollo.

Ejecutar el plan de evaluación y completar la columna como se muestra en los ejemplos en la Tabla B.3. Los normas de la serie ISO/IEC 14598 deberían ser usados como guía para el planeamiento y la ejecución del proceso de medición.

B.3.6 Paso # 5 Retro alimentación a la organización

Este paso es aplicado durante cada actividad del proceso de desarrollo.

Relacionar los resultados una vez que todas las mediciones han sido completadas, en la Tablas B.1 y documentar las conclusiones en un reporte. También identificar áreas específicas donde se requieren mejoras en el proceso de calidad para el producto con la finalidad de alcanzar las necesidades del usuario.

ANEXO C (INFORMATIVO)

EXPLICACIÓN DETALLADA DE LOS TIPOS DE ESCALAS DE MÉTRICAS Y LOS TIPOS DE MEDICIONES

C.1 Tipos de escala de métrica

Uno de los siguientes tipos de escala de métrica de medición debería ser identificado para cada medida, cuando un usuario de métricas tiene el resultado de una medición y usa la medida para cálculo o comparación. Los valores de promedio, ratio o diferencia pueden no tener significado para algunas medidas. Los tipos de escala de métrica son: escala nominal, escala ordinal, escala de intervalos, escala de ratios y escala absoluta. Una escala debe ser siempre definida como $M = F(M)$, donde F es la función admisible. También la descripción de cada tipo de escala de medición contiene una descripción de la función admisible (si M es una métrica entonces $M' = F(M)$ es también una métrica).

a) Escala nominal

$M' = F(M)$ donde F es de cualquiera a... una referencia.

Esto incluye clasificación, por ejemplo, tipos de falla de software (datos, control, otro). Un promedio tiene significado sólo, si éste es calculado con la frecuencia del mismo tipo. Un ratio tiene significado sólo cuando este es calculado con la frecuencia de cada tipo referenciado. Así, el ratio y el promedio pueden ser usados para representar una diferencia en la frecuencia de sólo el mismo tipo entre casos iniciales y posteriores o dos casos similares. En caso contrario, ellos pueden ser usados para comparar mutuamente la frecuencia de cada otro tipo respectivamente.

Ejemplos: Número de identificación de la línea de transporte urbano. Número de identificación de mensaje de error de compilación.

Afirmaciones significativas son números de diferentes categorías solamente.

b) Escala ordinal

$M' = F(M)$ donde F es cualquier relación de incremento monótono que es, $M(x) >> = M(y)$ implica $M'(x) >> = M'(y)$.

Esto incluye ordenamiento, por ejemplo, fallas de software por severidad (sin importancia, marginal, crítica, catastrófica). Un promedio tiene significado sólo si éste es calculado con la frecuencia del mismo orden referenciado. Un Ratio tiene significado sólo cuando éste es calculado con la frecuencia de cada orden referenciado. Así, el Ratio y el promedio pueden ser usados para representar una diferencia en frecuencia de sólo el mismo orden entre casos iniciales y posteriores o dos casos similares. En caso contrario, ellos pueden ser usados para comparar mutuamente la frecuencia de cada orden.

Ejemplos: Resultado de un examen escolar (excelente, bueno, aceptable, no aceptable)

Afirmaciones significativas: Cada una dependerá del orden de su posición, por ejemplo la mediana.

c) Escala de intervalo

$$M' = aM + b \quad (a>0)$$

Ésta incluye escalas de puntuación ordenadas donde la diferencia entre dos medidas tiene un significado empírico.

Sin embargo, el ratio de dos medidas en una escala de intervalo puede no tener el mismo significado empírico.

Ejemplos: Temperatura (Celsius, Fahrenheit, Kelvin), diferencia entre el tiempo de cálculo real y el tiempo pronosticado.

Afirmaciones significativas: Un promedio aritmético y cualquiera que dependa de un orden.

d) Escala de ratio

$$M' = aM \quad (a>0)$$

Ésta incluye escalas de puntuación ordenadas, donde la diferencia entre dos medidas y también la proporción de dos medidas tienen el mismo significado empírico. Un promedio y un Ratio tienen significado respectivamente y ellos dan significado real a sus valores.

Ejemplos: Longitud, peso, tiempo, Tamaño, conteo.

Afirmaciones significativas: Promedio geométrico, porcentaje.

e) Escala absoluta

$$M' = M \quad \text{ellas pueden ser medidas sólo de una manera}$$

Cualquier sentencia relacionada a medidas es significativa. Por ejemplo el resultado de dividir una medida de tipo de escala ratio entre otra medida de tipo de escala ratio donde la unidad de medición es la misma, es absoluta. Una medición de tipo de escala absoluta es de hecho una sin unidad.

Ejemplo: Número de líneas de código con comentarios dividida entre el número total de líneas de código.

Afirmaciones válidas: Todas.

C.2 Tipos de medición

C.2.0 Aspectos generales

Para diseñar un procedimiento para recolectar datos, interpretando significados justos y normalizando medidas para comparación, un usuario de métricas debería identificar y tomar en cuenta el tipo de medida de la medición empleada por una métrica.

C.2.1 Tipo de medida de tamaño

C.2.1.0 Aspectos generales

Una medida de este tipo representa un tamaño particular de software de acuerdo a lo que se busca medir con su definición.

NOTA: El software puede tener muchas representaciones de Tamaño (como cualquier entidad puede ser medida en más de una dimensión – masa, volumen, área de superficie, etc.).

Normalizando otras medidas con una medida de tamaño puede dar valores comparables en término de unidades de tamaño. Las medidas de tamaño descritas más adelante, pueden ser usadas por mediciones de calidad de software.

C.2.1.1 Tipo de tamaño funcional

El tamaño funcional es un ejemplo de tamaño (una dimensión) que el software puede tener. Cualquier instancia de software puede tener más de un tamaño funcional dependiendo de, por ejemplo:

- a) El propósito para medir el tamaño del software (éste influye el alcance del software incluido en la medición);
- b) el método particular usado para medir el tamaño funcional (éste cambiará las unidades y la escala).

La definición de los conceptos y procesos para aplicar un método de medición del tamaño funcional (Método FSM) es provisto por la Norma ISO/IEC 14143-1.

Para usar el Tamaño funcional para normalización es necesario asegurar que el mismo método de medición de Tamaño funcional sea usado, y que los diferentes software que están siendo comparados hayan sido medidos con el mismo propósito y consecuentemente tienen un alcance comparable.

Aunque los ítems de la lista siguiente a menudo reclaman también representar el tamaño funcional, no se garantiza que ellos sean equivalentes al tamaño funcional obtenido de aplicar el método FSM que cumple con la ISO/IEC 14143-1. Sin embargo, ellos son ampliamente usados en desarrollo de software:

1. Número de hojas de cálculo,
2. número de pantallas;
3. número de archivos o conjuntos de datos que son procesados;
4. número de requerimientos funcionales identificados descritos en las especificaciones de requerimientos del usuario.

C.2.1.2 Tipo de tamaño de programa

En esta cláusula, el término ‘programación’ representa las expresiones que cuando son ejecutadas se convierten en acciones y el término ‘lenguaje’ representa el tipo de expresión usada.

C.2.1.2.1 Tamaño de programa fuente

El lenguaje de programación debería ser explicado y se debería prever el cómo serán tratadas las sentencias no ejecutables, tales como las líneas de comentarios. Las siguientes medidas son comúnmente usadas.

Sentencias fuente no comentario (SFNC) incluyen sentencias ejecutables y sentencias de declaración de datos con sentencias fuente lógicas.

NOTA 1: Tamaño de programa nuevo.

Un desarrollador puede usar el Tamaño de programa recién desarrollado para representar el Tamaño de producto de trabajo de desarrollo y mantenimiento.

NOTA 2: Tamaño del programa cambiado

Un desarrollador puede usar el Tamaño de programa cambiado para representar el Tamaño del software que contienen componentes modificados.

NOTA 3: Tamaño de programa computado

Ejemplo de fórmula de cálculo de Tamaño de programa es nuevas líneas de código + 0,2 x líneas de código de componentes modificados (NASA Goddard).

Puede ser necesario distinguir un tipo de sentencias de código fuente en más detalle como sigue:

i) Tipo de sentencia

Sentencia Fuente Lógica (SFL). SFL mide el número de instrucciones de software. Las sentencias son independientes de las líneas e independiente del formato físico en el cual ellas aparecen.

Sentencia Fuente Física (SFF). La SFF mide en número de líneas de código fuente de software.

ii) Atributo de sentencia

- Sentencias ejecutables;
- Sentencias de declaración de datos;
- Sentencias de directivas de compilación;
- Sentencias de comentarios.

iii) Origen

- Sentencias fuente modificadas;

- Sentencias fuente añadidas;
- Sentencias fuente removidas;
- Sentencias fuente recién desarrolladas: (= sentencias fuente añadidas + sentencias fuente modificadas);
- Sentencias fuente reusadas: (= sentencias fuente originales - modificadas - removidas).

C.2.1.2.2 Tamaño por conteo de palabras del programa

La medición puede ser calculada, usando la medición de Halstead:

Vocabulario del Programa = $n_1 + n_2$; Longitud del Programa observado = $N_1 + N_2$, donde:

- n_1 : Es el número de distintas palabras operador las cuales son preparadas y reservadas por el lenguaje de programación en un código de programa fuente;
- n_2 : Es el número de distintas palabras operando las cuales son definidos por el programador en un código de programa fuente;
- N_1 : Es el número de ocurrencias de operadores distintos en un código de programa fuente;
- N_2 : Es el número de ocurrencias de operandos distintos en un código de programa fuente.

C.2.1.2.3 Número de módulos

La medición se obtiene contando el número de objetos ejecutables independientemente tales como módulos de un programa.

C.2.1.3 **Tipo de medición de recurso utilizado**

Este tipo identifica recursos utilizados por la operación del software que está siendo evaluado.

Son ejemplos:

- a) **Cantidad de memoria:** Por ejemplo, Cantidadde disco o memoria ocupada temporal o permanentemente durante la ejecución del software;
- b) **Carga de E/S:** Por ejemplo, Cantidadde tráfico de datos de comunicación (significativo para herramientas de respaldo en una red);
- c) **Carga de procesador:** Por ejemplo, porcentaje de procesador ocupado, grupo de instrucciones por segundo (este tipo de medida es significativo para medición de utilización del CPU y eficiencia de distribución de procesos en software multi-hilos corriendo en sistemas concurrentes/paralelos);
- d) **Archivos y registros de datos:** Por ejemplo, longitud en bytes de archivos o registros;
- e) **Documentos:** Por ejemplo, número de páginas de documento.

Puede ser importante tomar nota de valores pico (máximo), mínimo y promedio, así como de periodos de tiempo y número de observaciones hechas.

C.2.1.4 **Tipo de paso de procedimiento operativo especificado**

Este tipo identifica pasos estáticos de procedimientos los cuales son especificados en una especificación de diseño de interfaz humana o en un manual de usuario.

El valor medido puede diferir dependiendo en qué clases de descripción son usadas para medición, tal como un diagrama o un texto representando procedimientos operativos de usuario.

C.2.2 Tipo de medición de tiempo

C.2.2.0 General

El usuario de métricas de tipo medición de tiempo debería registrar períodos de tiempo, cuántas ubicaciones fueron examinadas y cuántos usuarios tomaron parte en las mediciones.

Hay muchas formas en las cuales el tiempo puede ser medido como una unidad, como se muestra en los siguientes ejemplos:

a) Unidad de tiempo real

Este es un tiempo físico: p. e. segundo, minuto u hora. Esta unidad es usualmente usada para describir tiempos procesamiento de tareas de software de tiempo real.

b) Unidad de tiempo de la computadora

Este es el tiempo del reloj de la computadora: por ejemplo. segundo, minuto, u hora de tiempo del CPU.

c) Unidad de tiempo oficial programado

Este incluye horas de trabajo, días calendario, meses o años.

d) Unidad de tiempo de componente

Cuando hay múltiples locaciones, el tiempo del componente identifica una locación individual y éste es una acumulación del tiempo individual de cada locación. Esta unidad es usualmente usada para describir la confiabilidad de componentes, por ejemplo, Ratio de fallas del componente.

e) Unidad de tiempo del sistema

Cuando hay múltiples locaciones, el tiempo del sistema no identifica las locaciones individuales sino que identifica todos los lugares de ejecución, como un todo en un sistema. Esta unidad es usualmente usada para describir confiabilidad de sistemas, por ejemplo, Ratio de fallas de sistemas.

C.2.2.1 Tipo tiempo de operación del sistema

El tipo tiempo de operación del sistema provee una base para medir la disponibilidad del software. Éste es usado principalmente para evaluaciones de confiabilidad. Éste debería ser identificado tanto si el software bajo operación descontinuada u operación continua. Si el software opera en forma descontinuada, se debería asegurar que las mediciones de tiempo sean realizadas en los períodos que el software esté activo (esto se extiende obviamente para la operación continua).

a) Tiempo transcurrido: Cuando el uso de software es constante, por ejemplo en sistemas operando la misma longitud de tiempo cada semana.

b) Tiempo de máquina encendida: Para software de tiempo real, integrado o sistema operativo que está en uso completo, el tiempo total que el sistema está operando.

c) Tiempo de máquina normalizada: Como en el “tiempo de máquina encendida”, pero tomando datos de varias máquinas de diferente “tiempo de máquina encendida” y aplicando un factor de corrección.

C.2.2.2 **Tipo tiempo de ejecución**

El tipo tiempo de ejecución es el tiempo necesario para ejecutar el software para completar una tarea especificada. La distribución de varias tentativas debería ser analizada y los valores medio, desviación o máximo deberían ser calculados. La ejecución bajo las condiciones específicas, particularmente condiciones de sobrecarga, deberían ser examinadas. El tipo tiempo de ejecución es usado principalmente para evaluaciones de eficiencia.

C.2.2.3 **Tipo tiempo de usuario**

El tipo tiempo de usuario es medido sobre los períodos de tiempo gastados por usuarios individuales en completar tareas usando operaciones del software. Algunos ejemplos son:

- a) **Tiempo de sesión:** Medido entre el inicio y el fin de una sesión. Útil, como ejemplo, para graficar comportamientos de usuarios de un sistema de banca desde el hogar. Para un programa interactivo donde el tiempo ocioso no es de interés o donde solamente los problemas de usabilidad interactiva serán estudiados.
- b) **Tiempo de tarea:** Tiempo gastado por un usuario individual para completar una tarea usando operaciones del software en cada intento. Los puntos inicial y final de la medición deberían ser bien definidos.
- c) **Tiempo de usuario:** Tiempo gastado por un usuario individual usando el software desde un punto de inicio en el tiempo (aproximadamente, es cuántas horas o días el usuario usa el software desde el principio).

C.2.2.4 **Tipo de esfuerzo**

Tipo de esfuerzo es el tiempo productivo asociado con una tarea específica del proyecto.

- a) **Esfuerzo individual:** Es el tiempo productivo el cual es necesario para que la persona individual, que es un desarrollador, un responsable de mantenimiento o un

operador, trabaje para completar una tarea específica. El esfuerzo individual asume sólo un cierto número de horas productivas por día.

b) **Esfuerzo de tarea:** Es un valor acumulado de todos los individuos del proyecto: desarrollador, responsable de mantenimiento, operador, usuario u otros que trabajan para completar una tarea específica.

C.2.2.5 **Tipo tiempo de intervalo de eventos**

Este tipo de medida es el intervalo de tiempo entre un evento y el siguiente durante un periodo de observación. La frecuencia de un periodo de tiempo de observación puede ser usada en lugar de esta medida. Ésta es típicamente usada para describir el tiempo entre fallas que ocurren sucesivamente.

C.2.3 **Tipo medida de conteo**

Si los atributos de documentos de producto software son contados, ellos son tipo de Cantidadestáticas. Si los eventos o acciones humanas son contados, ellos son tipo de Cantidaddinámica.

C.2.3.1 **Tipo número de fallas detectadas**

La medida cuenta las fallas detectadas durante revisiones, pruebas, correcciones, operación o mantenimiento. Niveles de severidad pueden ser usados para categorizarlas tomando en cuenta el impacto de la falla.

C.2.3.2 **Tipo número de complejidad estructural del programa**

Esta medida cuenta la complejidad estructural del programa. Ejemplos son el número de distintos caminos o el número ciclomático de McCabe.

C.2.3.3 **Tipo número de inconsistencia detectadas**

Esta medida cuenta los ítems inconsistentes detectados los cuales son preparados para investigación.

a) **Número de ítems que fallan la conformidad.**

Ejemplo:

- Conformidad a ítems especificados de especificación de requerimientos;
- Conformidad a la regla, regulación o norma;
- Conformidad a protocolos, formatos de datos, formato de media, códigos de carácter.

b) **Número de ocurrencia de falla de expectativa de usuario**

La medida es contar la lista de ítems satisfechos/insatisfechos, que describe las brechas entre las expectativas razonables del usuario y la actuación del producto software.

La medida usa cuestionarios para ser respondidos por probadores, clientes, operadores o usuarios finales acerca de que deficiencias fueron encontradas.

Los siguientes son ejemplos:

- Funciones disponibles o no;
- Funciones operables efectivamente o no;
- Función operable para un uso intentado específico del usuarios o no;
- Función es esperada, necesaria o no necesaria.

C.2.3.4 Tipo número de cambios

Este tipo identifica ítems de configuración del software los cuales son detectados por haber sido cambiados. Un ejemplo es el número de líneas de código fuente cambiadas.

C.2.3.5 Tipo número de fallas detectadas

Esta medida cuenta el número de fallas detectadas durante el desarrollo, prueba, operación o mantenimiento del producto. Niveles de severidad pueden ser usados para categorizarlas tomando en cuenta el impacto de la falla.

C.2.3.6 Tipo número de intentos (Pruebas)

Esta medida cuenta el número de intentos para corregir el defecto o falla. Por ejemplo, durante revisiones, pruebas y mantenimiento.

C.2.3.7 Tipo procedimiento operativo de golpes humanos

Esta medida cuenta el número de golpes de acción del usuario humano como pasos dinámicos de un procedimiento cuando un usuario está interactivamente operando el software. Esta medida cuantifica la usabilidad ergonómica como también el esfuerzo de uso. Por lo tanto, ésta es usada en medición de usabilidad. Ejemplos son el número de golpes para realizar una tarea, número de movimientos de ojo, etc.

C.2.3.8 Tipo puntuaciones

Este tipo identifica la puntuación o el resultado de un cálculo aritmético. Puntuaciones pueden incluir conteo o cálculo de pesos confrontados con una lista de chequeo. Ejemplos: Puntuación de lista de chequeo, puntuación de cuestionarios, Método Delphi, etc.

ANEXO D (INFORMATIVO)

TÉRMINO(S)

D.1 Definiciones

Las definiciones son de la ISO/IEC14598-1 y la ISO/IEC 9126-1, a menos que se indique lo contrario.

D.1.1 Calidad

D.1.1.1 Calidad externa: Hasta qué punto un producto satisface las necesidades explícitas e implícitas cuando es usado bajo condiciones especificadas.

D.1.1.2 Calidad interna: Es la totalidad de atributos del producto que determinan su habilidad para satisfacer las necesidades establecidas e implícitas bajo condiciones específicas.

NOTA 1: El término “atributo” es usado (más que el término “característica” utilizado en 3.1.3) como el término “característica” es usado en un sentido más específico en la serie ISO/IEC 9126.

D.1.1.3 Calidad: Es la totalidad de características de una entidad que lleva en su habilidad para satisfacer las necesidades establecidas e implícitas.

NOTA 2: En un entorno contractual, o en un entorno regulado, tal como el campo de la seguridad nuclear, las necesidades son especificadas, mientras que en otros entornos, las necesidades implícitas deberían ser identificadas y definidas.

D.1.1.4 Calidad en uso: La capacidad del producto software para permitir a un usuario específico conseguir metas específicas con efectividad, productividad, integridad y satisfacción en contextos especificados de uso.

NOTA 3: Calidad en uso es el punto de vista del usuario de la calidad de un entorno conteniendo software y es medido a partir de los resultados de usar el software en el entorno, en vez de las propiedades del software por sí mismo.

NOTA 4: La definición de calidad en uso en la NTP-ISO/IEC 14598-1 no incluye actualmente la nueva característica de "seguridad".

D.1.1.5 Modelo calidad: Es un conjunto de características y la relación entre las mismas, que conforman la base para especificar los requerimientos de calidad y la evaluación de calidad.

D.1.2 Software y usuario

D.1.2.1 Software: Todo o parte de los programas, procedimientos, reglas y documentación asociada a un sistema de procesamiento de información.

NOTA 1: El software es una creación intelectual que es independiente del medio en el cual fue grabado.
[ISO/IEC 2382-1:1993]

D.1.2.2 Producto software: El conjunto de programas de computadora, procedimientos, posible documentación y datos asociados.

NOTA 2: Los productos incluyen productos intermedios, y productos para usuarios como desarrolladores y responsables de mantenimiento.
[NTP-ISO/IEC 12207:2003]

D.1.2.3 Usuario: Un individuo que utiliza el producto software para realizar una función específica.

NOTA 3: Los usuarios pueden incluir operadores, receptores de los resultados del software, o desarrolladores o responsable de mantenimiento de software.

D.1.3 Mediciones

D.1.3.1 Atributo: Una propiedad física o abstracta de una entidad, capaz de ser medida.

D.1.3.2 Medida directa: Una medida de un atributo que no depende de la medida de ningún otro atributo.

D.1.3.3 Medida externa: una medida indirecta de un producto derivada de las medidas del comportamiento de sistema del que es parte.

NOTA 1: El sistema incluye cualquier hardware, software (ya sea software a medida o software tipo paquete) y usuarios.

NOTA 2: El número de fallas encontradas durante las pruebas es una medida externa del número de fallas en el programa, porque el número de fallas son contadas durante la operación de un sistema de computadora ejecutando el programa para identificar las fallas en el código.

NOTA 3: Las medidas externas pueden ser usadas para evaluar los atributos de calidad cercanos a los objetivos finales del diseño.

D.1.3.4 Indicador: Una medida que puede ser usada para estimar o pronosticar otra medida.

NOTA 4: La medida puede ser de la misma o de una característica diferente.

NOTA 5: Los indicadores pueden ser usados tanto para estimar atributos de calidad de software y para estimar atributos del proceso de producción. Ellos son medidas indirectas de los atributos.

D.1.3.5 Medida indirecta: Es la medida de un atributo derivada de la medida de uno o más atributos diferentes.

NOTA 6: Una medida externa de un atributo de un sistema de cálculo (tal como el tiempo de respuesta a la entrada de los datos del usuario) es una medición indirecta de los atributos del software dado que esta medida se verá influenciada por los atributos del entorno de computo así como también por los atributos propios del software.

D.1.3.6 Medida interna: Una medida derivada del producto mismo, sea directa o indirecta; ésta no es derivada de medidas del comportamiento del sistema del cual es una parte.

NOTA 7: Líneas de código, complejidad, el número de fallas encontradas en una *walk through* y el “Fog index” son todas las medidas internas hechas en el producto mismo.

D.1.3.7 Medida (sustantivo): Es el número o categoría asignada a un atributo de una entidad al hacer una medición.

D.1.3.8 Medir (verbo): Es el número o categoría que una entidad le asigna a un atributo al efectuar una medición.

D.1.3.9 Medición: El proceso de asignar un número o categoría a una entidad para describir un atributo de la misma.

NOTA 8: “Categoría” es usada para denotar medidas cualitativas de atributos. Por ejemplo, algunos importantes atributos de productos software, por ejemplo: el lenguaje de programa fuente (ADA, C, COBOL, etc.) son cualitativos.

D.1.3.10 Métrica: Es una escala de medición y el método usado para la medición.

NOTA 9: Las métricas pueden ser internas o externas.

Las métricas incluyen métodos para categorizar los datos cualitativos.

ANEXO E
(INFORMATIVO)

MÉTRICAS INTERNAS PURAS

E.1. MÉTRICAS INTERNAS PURAS

Las métricas internas puras son usadas para medir ciertos atributos del diseño del software y del código del producto software que influyen sobre las mismas o todas las características y sub-características del software.

TABLA E.1.1 - Métricas internas puras

Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Coherencia								
Trazabilidad	Para medir la efectividad de la documentación y diseñar la estructura y el código del producto software en documentar las funciones desde los requerimientos a las implementaciones		$X = A/B$ A = Número de elementos detectables confirmados en la revisión. B = Número de elementos chequeados.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cerca a 1 mejor.	Absoluta $X = \text{Cantidad}/\text{Cantidad}$ A=Cantidad B=Cantidad			
Complejidad ciclomática	Para medir el nivel de complejidad del diseño del software y de la estructura del código.	Construir el grafo de flujo y contar el número de arcos, nodos y componentes.	$c = n + 2p$ c: # de arcos n: # de nodos p: # de componentes adyacentes	Un valor menor es señal de menor complejidad.				

NOTA: La complejidad ciclomática ha sido definida por Thomas McCabe en 1976 en el artículo titulado "A Complexity Measure", de IEEE Transaction on Software Engineering, Vol SE-2, Diciembre 1976.

TABLA E.1.1 - Métricas internas puras (continuación)

Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición	Referencia ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Complejidad del Flujo de Información	Para medir la complejidad de la estructura de control de diseño (referencia a IEEE 982.1)	Contar el número de flujos locales y estructuras de datos que entran y salen de un procedimiento	CFI (complejidad del flujo de información) $=(fanin \times fanout)^2$ fanin= Ifi + datain fanout = Ifo + dataout Ifi: flujos locales que entran, Ifo: flujos locales que salen, datain: estructuras de datos que proveen datos al procedimiento, dataout: estructuras de datos que el procedimiento actualiza.	Un valor menor es menor complejidad.	Absoluta	CFI=Cantidad		
Auto-descripción Modularidad	Para medir la facilidad de actualizar y generalizar el conocimiento funcional basado en funciones y datos de programas, secuencias de ejecución, y flujo jerárquico de control		X1=A1/B1 DONDE A1= Número de módulos que están funcionalmente asociados con otros. B1 = Número de módulos.	Lo más cercano a 0 es lo mejor.	Absoluta	X1=Cantidad A1=Cantidad B1=Cantidad	X2=A2/B2 A2= Número de módulos que están asociados con otros en estructuras de datos. B2= Número de módulos.	X2=Cantidad A2= Cantidad B2= Cantidad

TABLA E.1.1 - Métricas internas puras (continuación)

Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
alto-contenido									
ntido del programa	Para medir la escala del programa	Contar el número de operandos y operadores diferentes, y contar el número total de operandos y operadores.	$(N1+N2)\log_2(n1+n2)$ N1: ocurrencias de operador. N2: ocurrencias de operandos. n1: # total de operadores. n2: # total de operaciones.	Un menor valor representa un menor tamaño.	Absoluta				
ntencias adicionales	Para medir el nivel de complejidad de los módulos codificados		X=A A= Número de sentencias condicionales.	0=<X Lo más cercano a lo mejor.			X=>Tamaño A=>Tamaño		
ferencia de datos unificada	Para medir la integración de los datos		X= A/B A= Número de referencias de datos con nombre unificado confirmado en una revisión B= Número total de referencias de datos.	0=<X=<1 Lo más cercano a lo mejor.	Absoluta	X=>Cantidad/ Cantidad A=>Cantidad B=>Cantidad			

TABLA E.1.1 - Métricas internas puras (continuación)

Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Uso adecuado de los nombres de variables	Para medir el uso adecuado de nombres de variables		$X=A/B$ A= Número de variables con nombre adecuado confirmado en una revisión. B= Número total de variables.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 lo mejor	Absoluta	$X=Cantidad/Cantidad$ A=Cantidad B=Cantidad		
Ratio de módulos con acoplamiento de datos de datos	Para medir el ratio de módulos con acoplamiento de datos		$X=A/B$ A= Número de módulos con acoplamiento de datos confirmados en la revisión. B= Número total de módulos.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 lo mejor	Absoluta	$X=Cantidad/Cantidad$ A=Cantidad B=Cantidad		
Sentencias de programas	Para medir las sentencias del programa fuente		$X=A$ Número total de sentencias del programa.	$0 \leq X$		$X=Tamaño$ A=Tamaño		
Tamaño promedio de módulos	Para medir el tamaño promedio de los módulos		$X=A/B$ A= Total de líneas de sentencias fuente en todos los módulos. B= Número total de módulos.	$0 \leq X$	Absoluta	$X=Tamaño$ A=Tamaño		

TABLA E.1.1 - Métricas internas puras (continuación)

Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Ratio de módulos con acoplamiento funcional	Para medir el ratio de módulos con acoplamiento funcional		X=A/B A= Número de módulos funcionales con acoplamiento funcional confirmado en la revisión. B= Número total de módulos.	0=<X<=1 Lo más cercano a 1 lo mejor.	Absoluta	X=Cantidad/ Cantidad A=Cantidad B=Cantidad		