

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

EVALUACIÓN DE CALIDAD DE PRODUCTOS SOFTWARE EN EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE APLICANDO LA NORMA ISO/IEC 25000

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS Y DE COMPUTACIÓN

Balseca Chisaguano Evelyn Amparo

eve_bc@hotmail.com

DIRECTOR: Msc. Ing. Palán Tamayo Bolívar Oswaldo

bolivar.palan@epn.edu.ec

Quito, Octubre 2014

DECLARACIÓN

Yo, Evelyn Amparo Balseca Chisaguano, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a éste trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Evelyn Amparo Balseca Chisaguano

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Evelyn Amparo Balseca Chisaguano, bajo mi supervisión.

Msc. Ing. Bolívar Palán
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por darme la fuerza necesaria para realizar el presente trabajo, así como también a mis padres que siempre estuvieron alentándome y dándome todo lo necesario para seguir adelante en el proceso de mi vida estudiantil, y en especial a mi novio David la persona paciente y muy valiosa que me supo apoyar y motivar con sus consejos para que no me rinda y siga adelante para culminar pronto esta meta.

Por ultimo quiero agradecer al Ing. Bolívar Palán por guiarme y ayudarme en el desarrollo de este proyecto.

Gracias.

Evelyn

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación a toda mi familia, en especial a mis padres que con su esfuerzo y sabiduría supieron formarme y guiarme en el camino correcto para llegar a ser la persona que soy y a ti David ya que siempre estas apoyándome y eres el pilar de mi vida para seguir adelante.

Evelyn

CONTENIDO

CAPÍTULO 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LAS EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE.....	3
1.1.1. Tipo de empresas participantes en el sector de software	3
1.1.2. Tipos de productos software en el sector de software.....	6
1.1.3. Especificación del tipo de empresa y el tipo de producto software para nuestro caso de estudio.....	7
1.2. MODELO DE CALIDAD - ISO/IEC 25000.....	8
1.2.1. División de la Norma ISO/IEC 25000	8
1.2.2. Ciclo de vida de la calidad del Producto Software.....	10
1.2.3. Modelo de Calidad Genérico - ISO/IEC 25010	11
1.2.4. Métricas para la calidad interna, externa y en uso - ISO/IEC 25022 y 25023.....	17
1.3. MODELO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD USUANDO ISO/IEC 25040.....	26
1.3.1. Modelo de referencia para la evaluación de calidad del producto software.....	26
1.3.2. Proceso de evaluación de calidad del producto software	28
1.3.3. Guía de evaluación para desarrolladores, compradores y evaluadores independientes – ISO/IEC 25041.....	29
CAPÍTULO 2 DETERMINACIÓN DEL MODELO DE CALIDAD PARA EL PRODUCTO SOFTWARE	38
2.1. DEFINICIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD.....	38
2.2. DEFINICIÓN DE SUBCARACTERÍSTICAS Y ATRIBUTOS	40
2.2.1. Subcaracterísticas y atributos de calidad interna/externa más relevantes..	41
2.2.2. Subcaracterísticas y atributos de calidad en uso más relevantes.....	76
2.3. MODELO DE INDICADORES Y MÉTRICAS.....	90
2.3.1. Ponderación en porcentaje de las características de calidad interna, externa y en uso más relevantes para el producto software	90
2.3.2. Niveles de puntuación final para la calidad interna, externa y en uso.....	90
2.3.3. Matriz calidad.....	91
CAPITULO 3 APLICACIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD PARA EL PRODUCTO SOFTWARE	121
3.1. ANÁLISIS DEL PRODUCTO SOFTWARE	121
3.1.1. Especificación Requisitos del sistema LogiNotificador según el estándar IEEE	–
830.....	122

3.1.2. Funcionalidad del sistema.....	131
3.2. PREPARACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE EVALUACIÓN.....	135
3.3. EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL PRODUCTO SOFTWARE	136
3.3.1. Selección de las características de calidad más relevantes para el LogiNotificador.....	136
3.3.2. Selección de subcaracterísticas y atributos calidad para el LogiNotificador.....	139
3.3.3. Ponderación en porcentaje de las características de calidad más relevantes para el LogiNotificador	149
3.3.4. Aplicación de la matriz de calidad al sistema LogiNotificador.....	152
3.4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	180
3.4.1. Resultados obtenidos de la evaluación de calidad aplicando la norma ISO/IEC 25000 para nuestro caso de estudio “LogiNotificador”	180
3.4.2. Mejoras propuestas de la evaluación para nuestro caso de estudio “LogiNotificador”	185
CAPITULO 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	186
4.1. CONCLUSIONES.....	186
4.2. RECOMENDACIONES.....	188
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	190
GLOSARIO.....	194

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 División de la Norma ISO/IEC 25000	8
Figura 1.2 Ciclo de Vida de la Calidad del Producto Software	10
Figura 1.3 Estructura Usada por el Modelo de Calidad	11
Figura 1.4 Modelo de Calidad del Producto Software	12
Figura 1.5 Modelo de Calidad para Calidad en Uso	16
Figura 1.6 Relación entre los tipos de métricas de calidad	18
Figura 1.7 Modelo de referencia para la evaluación de la calidad del producto software.....	27
Figura 1.8 Proceso de evaluación de la calidad del producto software	29
Figura 2.1 Ejemplo de Matriz de calidad para evaluar la calidad interna	95
Figura 2.2 Ejemplo de Matriz de calidad para evaluar la calidad externa	105
Figura 2.3 Ejemplo de Matriz de calidad para evaluar la calidad en uso.....	115
Figura 2.4 Ejemplo del Resultado final del análisis de calidad	120
Figura 3.1 Logo de la empresa Logiciel	121
Figura 3.2 Logo del producto software LogiNotificador	123
Figura 3.3 Diagrama de despliegue del sistema LogiNotificador.....	132
Figura 3.4 Requerimientos para la evaluación	135
Figura 3.5 Aplicación de la matriz de calidad para evaluar la calidad interna del sistema LogiNotificador	153
Figura 3.6 Aplicación de la matriz de calidad para evaluar la calidad externa del sistema LogiNotificador	163
Figura 3.7 Aplicación de la matriz de calidad para evaluar la calidad en uso del sistema LogiNotificador	174
Figura 3.8 Resultado final del análisis de calidad aplicado al sistema LogiNotificador	179
Figura 3.9 Calidad total obtenida del resultado de evaluación aplicando la norma ISO/IEC 25000	180
Figura 3.10 Calidad interna obtenida de la evaluación de calidad al sistema LogiNotificador	182
Figura 3.11 Calidad externa obtenida de la evaluación de calidad al sistema LogiNotificador	183
Figura 3.12 Calidad en uso obtenida de la evaluación de calidad al sistema LogiNotificador	184

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Actividades principales en programación informática, consultoría de informática y actividades conexas.....	6
Tabla 1.2 Tipos de productos software	6
Tabla 1.3 Descripción de la tabla de métricas.....	19
Tabla 1.4 Ejemplo de métricas internas/externas de Adecuación funcional.....	21
Tabla 1.5 Ejemplo de métricas de uso de Eficiencia	22
Tabla 1.6 Métricas para la Calidad Interna y Externa.....	23
Tabla 1.7 Métricas de Calidad en Uso	25
Tabla 2.1 Definición del nivel de importancia	39
Tabla 2.2 Ejemplo del nivel de importancia para las características de calidad interna más relevantes	39
Tabla 2.3 Ejemplo del nivel de importancia para las características de calidad externa más relevantes	40
Tabla 2.4 Ejemplo del nivel de importancia para las características de calidad en uso más relevantes	40
Tabla 2.5 Ejemplo del nivel de importancia de subcaracterísticas y atributos de calidad interna más relevantes.....	41
Tabla 2.6 Ejemplo del nivel de importancia de subcaracterísticas y atributos de calidad externa más relevantes.....	42
Tabla 2.7 Métricas de calidad interna/externa para Adecuación funcional.....	44
Tabla 2.8 Métricas de calidad interna/externa para Fiabilidad	46
Tabla 2.9 Métricas de calidad interna/externa para Eficiencia en el desempeño	50
Tabla 2.10 Métricas de calidad interna/externa para Facilidad de uso.....	54
Tabla 2.11 Métricas de calidad interna/externa para Seguridad	60
Tabla 2.12 Métricas de calidad interna/externa para Compatibilidad.....	63
Tabla 2.13 Métricas de calidad interna/externa para Mantenibilidad.....	65
Tabla 2.14 Métricas de calidad interna/externa para Portabilidad.....	71
Tabla 2.15 Ejemplo del nivel de importancia de subcaracterísticas y atributos de calidad en uso más relevantes	76
Tabla 2.16 Métricas de calidad en uso de Efectividad	77
Tabla 2.17 Métricas de calidad en uso de Eficiencia.....	79
Tabla 2.18 Métricas de calidad en uso de Satisfacción.....	82
Tabla 2.19 Métricas de calidad en uso de Libertad de riesgo	84
Tabla 2.20 Métricas de calidad en uso de Cobertura de contexto.....	89
Tabla 2.21 Ejemplo de ponderación en porcentajes para la calidad interna	90
Tabla 2.22 Niveles de puntuación final para la calidad interna, externa y en uso.....	91
Tabla 3.1 Requisitos Funcionales del sistema LogiNotificador	127
Tabla 3.2 Características de calidad interna seleccionadas	136
Tabla 3.3 Características de calidad externa seleccionadas.....	137

Tabla 3.4 Características de calidad en uso seleccionadas	138
Tabla 3.5 Subcaracterísticas y atributos de calidad interna seleccionadas....	139
Tabla 3.6 Subcaracterísticas y atributos de calidad interna seleccionadas....	142
Tabla 3.7 Subcaracterísticas y atributos de calidad externa seleccionadas...	143
Tabla 3.8 Métricas seleccionadas para calidad externa	146
Tabla 3.9 Subcaracterísticas y atributos de calidad en uso mas relevantes ..	147
Tabla 3.10 Métricas seleccionadas para calidad en uso	148
Tabla 3.11 Ponderación en porcentajes para la calidad interna.....	149
Tabla 3.12 Ponderación en porcentajes para la calidad externa.....	151
Tabla 3.13 Ponderación en porcentajes para la calidad en uso	152
Tabla 3.14 Valor total obtenido de Calidad interna, externa y en uso	181

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es realizar la evaluación de calidad de productos software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000, evaluando de esta manera el sistema LogiNotificador de la empresa Logiciel Cía. Ltda., siguiendo el proceso de evaluación y personalizando el modelo de calidad que contiene la norma.

El presente proyecto tiene 4 capítulos que se describen a continuación:

El primer capítulo trata acerca del análisis de las características y productos que ofrecen las empresas desarrolladoras de software, estableciendo a continuación el estudio de la norma de calidad ISO/IEC 25000 con un desglose sinóptico de la misma, para posteriormente realizar una revisión del modelo de calidad de la ISO/IEC 25010 y especificar el procedimiento con el cual se va a realizar la evaluación de acuerdo a la ISO/IEC 25040.

En el segundo capítulo se realizará la definición de características, subcaracterísticas y atributos de la calidad interna, externa y en uso con una descripción detallada de las métricas, para finalmente establecer el procedimiento de aplicación de la matriz de calidad a utilizarse en la evaluación.

En tercer capítulo se realizará un análisis del producto software a ser evaluado, especificando los requisitos del sistema según el estándar IEEE 830 y la funcionalidad del mismo, para iniciar con la preparación de los requerimientos de evaluación y proceder con la evaluación de calidad del sistema, finalizando con el análisis de los resultados obtenidos.

En el cuarto capítulo se listan las conclusiones y recomendaciones obtenidas a lo largo de este proyecto.

PRESENTACIÓN

Las empresas de desarrollo de software tienen como objetivo ofrecer sus productos con la mayor calidad posible para lograr satisfacer las necesidades de los clientes y ser parte de las soluciones tecnológicas y estratégicas de los mismos. Es por eso necesario realizar una evaluación de calidad de los diferentes productos que ofrecen las empresas de desarrollo de software aplicando normas y estándares internacionales que garanticen que los productos software son de calidad.

Motivo por el cual en el presente proyecto se aplica el modelo de calidad ISO/IEC 25000 para evaluar la calidad de productos software que ofrecen las empresas dedicadas al desarrollo de sistemas software. El modelo de calidad ofrece un modelo genérico, el cual fue modificado a un modelo específico de acuerdo a las características, subcaracterísticas y atributos del caso de estudio seleccionado; y un proceso de evaluación con el cual se realizará la evaluación. Para facilitar el proceso de evaluación se utiliza una matriz de calidad, para realizar el cálculo automático de los valores ingresados en los atributos de calidad y obtener los resultados finales de la calidad interna, calidad externa y calidad en uso.

Con los resultados obtenidos se propondrán mejoras para el sistema, dependiendo de las características que tuvieron un menor valor y para que de esta manera garantizar que el producto software cumpla con los requisitos que fueron definidos para su implementación.

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo se hace un análisis de las características de los productos de las empresas desarrolladoras de software conforme a los estudios realizados para empresas participantes en el sector de software de acuerdo a la clasificación que corresponde al CIIU versión 4 y al CPC versión 2. Adicionalmente se hace un estudio de la norma de calidad ISO/IEC 25000 que es el modelo de calidad de productos de software haciendo un desglose sinóptico de esta norma.

Es relevante la definición del ciclo de vida de la calidad de productos de software que permite dividir la calidad en requisitos de calidad interna, calidad externa y calidad en uso.

Consecuentemente se hace una revisión del modelo de calidad de la ISO/IEC 25010 que clasifica a la calidad del producto, en características, subcaracterísticas y atributos de calidad, determinando así las métricas con las cuales se puede evaluar; y finalmente se especifica el modelo con el cual se va a realizar la evaluación de acuerdo a la ISO/IEC 25040.

1.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LAS EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE

Para realizar la caracterización de los productos en las empresas de desarrollo de software, en primer lugar se procederá a detallar el tipo de empresas de desarrollo de software existentes en el país para posteriormente clasificar sus productos, con el propósito de identificar en que categoría se encuentra la empresa y la categoría en la que se encontrará nuestro caso de estudio.

1.1.1. Tipo de empresas participantes en el sector de software

De acuerdo a la Superintendencia de compañías, en la actualidad existen 467 empresas, a nivel nacional, que participan en el sector de “Programación informática, consultoría de informática y actividades conexas”, clasificación que corresponde al CIIU revisión 4. [1]

PROGRAMACIÓN INFORMÁTICA, CONSULTORÍA DE INFORMÁTICA Y ACTIVIDADES CONEXAS [2]

Las empresas que se encuentran en el sector de software, se dedican a la programación, consultoría y actividades relacionadas a las tecnologías de la información, como:

- Escritura, modificación y ensayo de programas informáticos y suministro de asistencia en relación con esos programas.
- Planificación y diseño de sistemas informáticos que integran equipo y programas informáticos y tecnología de las comunicaciones.
- Gestión de los sistemas informáticos o instalaciones de procesamiento de datos de los clientes.

A continuación se detalla las categorías que abarca la programación informática, consultoría de informática y actividades conexas:

a. PROGRAMACIÓN INFORMÁTICA

En la categoría de *Programación informática* se realizan las siguientes actividades:

a.1. Programación informática

a.1.1. Actividades de diseño de la estructura y la escritura del código informático necesario para su creación y aplicación, de los siguientes elementos:

- Programas de sistemas operativos.
- Aplicaciones informáticas.
- Bases de datos.
- Páginas web.

a.1.2. Adaptación de programas informáticos a las necesidades de los clientes, es decir, modificación y configuración de una aplicación existente para que pueda funcionar adecuadamente con los sistemas de información de que dispone el cliente.

b. CONSULTORÍA DE INFORMÁTICA Y DE GESTIÓN INFORMÁTICA

En la categoría *Consultoría informática y de gestión informática* se realizan las siguientes actividades:

b.1. Consultoría de informática y de gestión de instalaciones informáticas

b.1.2. Actividades de planificación y diseño de sistemas informáticos que integran equipo y programas informáticos y tecnología de las comunicaciones.

b.2. Gestión de recursos informáticos

b.2.1. Servicios de gestión de sistemas informáticos y/o instalaciones de procesamiento de datos de los clientes, y servicios de apoyo afines.

c. OTRAS ACTIVIDADES DE TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y DE SERVICIOS INFORMÁTICOS

En la categoría *Otras actividades de tecnología de la información y de servicios informáticos* se realizan las siguientes actividades:

c.1. Actividades relacionadas a la informática como: recuperación en casos de desastre informático, instalación de programas informáticos e instalación (montaje) de computadoras personales.

Del total de las 467 empresas, 333 se dedican a dos actividades principales: Diseño del código informático y/o estructura y Planificación y diseño de sistemas informáticos, como se muestra en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Actividades principales en programación informática, consultoría de informática y actividades conexas

CIIU (4)	Actividades principales	N° de empresas
J6201.01	Diseño del código informático y su estructura.	177
J6202.10	Planificación y diseño de sistemas informáticos.	156
J6201.02	Adaptación de programas informáticos.	64
J6209.01	Recuperación en casos de desastre informático, instalación de programas informáticos.	37
J6202.20	Gestión y manejo in situ de sistemas informáticos.	28
J6209.02	Instalación de computadoras personales.	5
	Total	467

**Fuente: Superintendencia de Compañías y Valores
Autor: Evelyn Balseca**

1.1.2. Tipos de productos software en el sector de software [3]

De acuerdo a la clasificación central de productos CPC versión 2.0, en el capítulo **8 Servicios prestados a las empresas y de producción** en la sección **8314 Servicios de diseño y desarrollo de la tecnología de la información (IT)**, se presentan un catálogo de producto relacionado al sector software, los cuales lo podemos clasificar en lo siguiente:

Tabla 1.2 Tipos de productos software

Productos	Tipos de productos
Página Web	Estática
	Animada
	Dinámica
	Portal Web
	Tienda Virtual o Comercio Electrónico
	Página Web con Gestor de Contenido
	Página Web 2.0
Base de Datos	Base de datos jerárquica
	Base de red
	Base de datos transaccional
	Base de datos relacional

	Base de datos multidimensional
	Base de datos orientado a objetos
	Base de datos documental
	Base de datos deductiva
Software de Aplicación	Software de Aplicación de productividad
	Software de Aplicación de entretenimiento
	Software de Aplicación de negocios
	Software de Aplicación de educación
	Software de Aplicación de tecnología

**Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
Autor: Evelyn Balseca**

1.1.3. Especificación del tipo de empresa y el tipo de producto software para nuestro caso de estudio

Para definir el caso de estudio, se procederá a reconocer el tipo de empresa en la cual se va a realizar el análisis del sistema y posterior a esto se definirá el tipo de producto.

Por lo tanto, de acuerdo a la información obtenida en el punto *1.1.1 Tipo de empresas participantes en el sector de software*¹, la empresa LOGICIEL se ubica en la categoría de *Programación informática* en donde su principal actividad es el análisis, diseño y desarrollo de aplicaciones enfocados en los siguientes elementos: Programas de sistemas operativos, Aplicaciones informáticas, Bases de datos y Páginas web.

La empresa LOGICIEL permitió realizar la evaluación de calidad, ya que les agrado la idea de que un sistema sea evaluado desde un punto de vista diferente al proceso que manejan internamente.

Y conforme a la información obtenida en el punto *1.1.2 Tipos de productos software en el sector de software*², el producto software al cual se le va a realizar la evaluación es LOGINOTIFICADOR, el cual es una página web del tipo página web dinámica, cuya función es el envío de notificaciones ya sea por correo electrónico y/o SMS, para mayor detalle véase el *CAPITULO 3*

¹ *Ibíd.*, pág. 3.

² *Ibíd.*, pág. 6.

APLICACIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD PARA EL PRODUCTO SOFTWARE sección 3.1 ANÁLISIS DEL PRODUCTO SOFTWARE³.

El producto LOGINOTIFICADOR fue escogido como caso de estudio porque es un nuevo sistema software desarrollado por la empresa, el mismo que fue desarrollado para darle más funcionalidad más al CORE bancario que posee LOGICIEL.

1.2. MODELO DE CALIDAD - ISO/IEC 25000 [4]

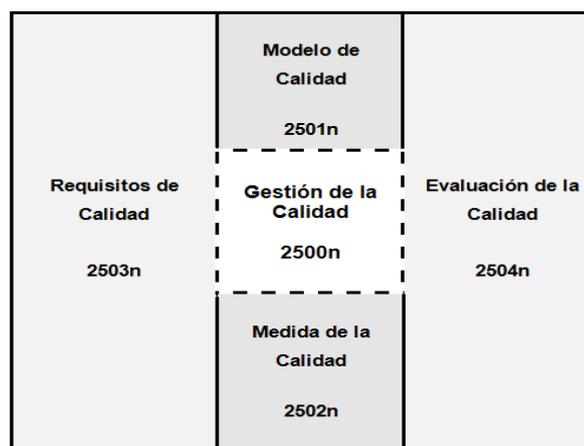
La norma ISO/IEC 25000 provee una guía para el uso de las nuevas series y estándares internacionales, llamados Requisitos y Evaluación de Calidad de Productos de Software - SQuaRE.

Su principal objetivo es guiar la evaluación de calidad de productos software estableciendo criterios para la especificación de requisitos de calidad de software, sus métricas y su evaluación.

1.2.1. División de la Norma ISO/IEC 25000 [5]

Como se puede visualizar en la Figura 1.1 la norma ISO/IEC 25000 está dividida en cinco partes, las cuales se detallan a continuación.

Figura 1.1 División de la Norma ISO/IEC 25000



Fuente: ISO/IEC 25000

Autor: ISO/IEC 25000

³ *Ibíd.*, pág. 125.

1) ISO/IEC 2500n: Gestión de calidad.

Los estándares que forman esta división definen modelos, términos y definiciones comunes, utilizadas por los demás estándares que conforman esta norma, los cuales son:

- **ISO/IEC 25000:** Guía de SQuaRE.
- **ISO/IEC 25001:** Planificación y Gestión.

2) ISO/IEC 2501n: Modelo de calidad.

El estándar que conforma esta división es la ISO/IEC 25010, que detalla las características para la calidad interna, externa y en uso.

3) ISO/IEC 2502n: Medición de la calidad.

Los estándares que forman parte de esta división, incluyen un modelo de referencia de calidad del producto software, definiciones matemáticas de las métricas de calidad y una guía práctica para su aplicación. Además presenta la manera de cómo aplicar estas métricas para determinar la calidad interna, externa y en uso del software.

Los estándares son:

- **ISO/IEC 25020:** Modelo de referencia para la medida con guía.
- **ISO/IEC 25021:** Primitivas.
- **ISO/IEC 25022:** Medidas de Calidad en Uso.
- **ISO/IEC 25023:** Medidas de Calidad del Producto Software (calidad interna y externa).

4) ISO/IEC 2503n: Requisitos de calidad.

El estándar que conforma esta norma es la ISO/IEC 25030, el cual está orientado a ayudar en la especificación de requisitos para un producto software que va a ser desarrollado o como entrada para un proceso de evaluación.

5) ISO/IEC 2504n: Evaluación de calidad [6]

Los estándares pertenecientes a esta división, proporcionan requisitos, recomendaciones y guías para la evaluación de un producto software, ya

sea realizada por evaluadores independientes, compradores o desarrolladores.

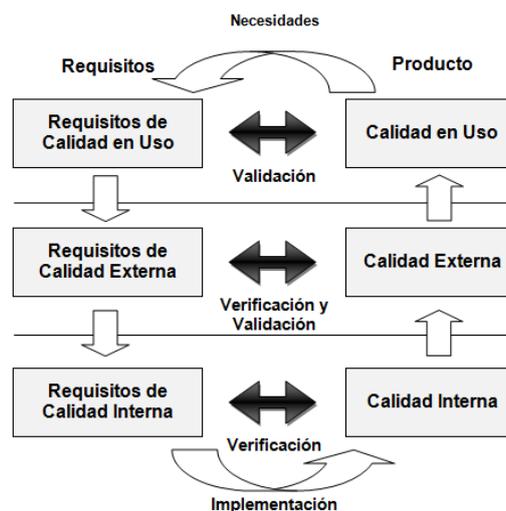
Esta división contiene los siguientes estándares:

- **ISO/IEC 25040:** Proceso de evaluación.
- **ISO/IEC 25041:** Guía de evaluación para desarrolladores, compradores y evaluadores independientes.

1.2.2. Ciclo de vida de la calidad del Producto Software [7]

El ciclo de vida específica que la calidad de un producto software requiere un proceso similar al proceso de desarrollo para cada uno de los tipos de calidad como son: Especificación de Requisitos, Implementación y Validación de los resultados, tal como se muestra en la Figura 1.2:

Figura 1.2 Ciclo de Vida de la Calidad del Producto Software



Fuente: ISO/IEC 25000

Autor: ISO/IEC 25000

El ciclo de vida en SQuaRE maneja la calidad del producto software en tres principales fases:

- **Calidad Interna:** cuando el producto software se encuentra en desarrollo.
- **Calidad Externa:** cuando el producto software se encuentra en funcionamiento.
- **Calidad en Uso:** cuando el producto software se encuentra en uso.

Para cada una de estas fases existen requisitos que responden a una necesidad del producto que deberán ser implementados y validados, a continuación se describe los tipos de requisitos de acuerdo a la figura 1.2.

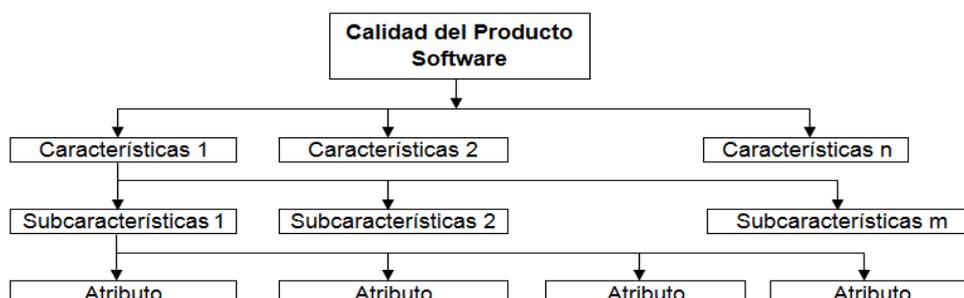
- Los requisitos de calidad en uso, especifican el nivel de calidad requerido desde el punto de vista del usuario. Estos requisitos son los que determinan la validación del software por parte del usuario. Como indica el modelo de ciclo de vida, la especificación de requisitos de calidad en uso ayuda a determinar los requisitos de calidad externa.
- Los requisitos de calidad externa se utilizan para la verificación y validación técnica del producto. Estos requisitos ayudan a determinar los requisitos de calidad interna pero además, pueden servir para predecir si se alcanzará la calidad en uso deseada.
- Los requisitos de calidad interna se utilizan para verificar el producto a lo largo de las distintas etapas del desarrollo y pueden utilizarse también para definir estrategias y criterios de evaluación y verificación.

1.2.3. Modelo de Calidad Genérico - ISO/IEC 25010 [8]

En la Figura 1.3, el modelo de calidad genérico clasifica a la calidad del producto, en características que se dividen en subcaracterísticas y atributos de calidad, el cual consiste de dos partes:

- El modelo para la calidad interna y externa de un producto software.
- El modelo para la calidad en uso de un producto software.

Figura 1.3 Estructura Usada por el Modelo de Calidad



Fuente: ISO/IEC 25000
Autor: ISO/IEC 25000

1.2.3.1. Modelo de Calidad del Producto Software (Calidad Interna y Externa)

El modelo define 8 características para la calidad interna y externa de un producto software: Adecuación Funcionalidad, Fiabilidad, Eficiencia en el Desempeño, Facilidad de Uso, Seguridad, Compatibilidad, Mantenibilidad y Portabilidad, las cuales a su vez son subdivididos en subcaracterísticas descritas en la Figura 1.4. Estas subcaracterísticas pueden ser medidas con métricas internas o externas.

Figura 1.4 Modelo de Calidad del Producto Software



Fuente: ISO/IEC 25010

Autor: ISO/IEC 25010

ADECUACIÓN FUNCIONAL: representa la capacidad del producto o sistema software para proporcionar las funciones necesarias para satisfacer al usuario. Esta característica se divide en las siguientes subcaracterísticas:

- **Completitud funcional:** capacidad del sistema software para proporcionar un conjunto de funcionalidades apropiadas para cubrir todas las tareas y objetivos determinados por el usuario.
- **Exactitud funcional:** capacidad del sistema software para proporcionar los resultados correctos con el grado necesario de precisión.

FIABILIDAD: capacidad del producto o sistema software para realizar las funciones específicas cuando se utiliza bajo ciertas condiciones y periodos de

tiempo determinadas. Esta característica se divide en las siguientes subcaracterísticas:

- **Madurez:** capacidad del sistema software para satisfacer las necesidades de fiabilidad durante el funcionamiento normal.
- **Disponibilidad:** capacidad de un sistema software de estar operativo y accesible para su uso cuando se necesite.
- **Tolerancia a Fallos:** capacidad de un sistema software para operar cuando se presenten fallos.
- **Recuperabilidad:** capacidad de un sistema software para reestablecer el estado del sistema y recuperar datos que se hayan afectado, en caso de interrupción o fallo.

EFICIENCIA EN EL DESEMPEÑO: capacidad de un producto o sistema software de proporcionar un rendimiento apropiado, respecto a la cantidad recursos utilizados bajo determinadas condiciones. Esta característica se divide en las siguientes subcaracterísticas:

- **Comportamiento Temporal:** capacidad de un sistema software para proporcionar los tiempos de respuesta y procesamiento apropiados.
- **Utilización de Recursos:** capacidad en que un sistema software utiliza las cantidades y tipos de recursos adecuados.
- **Capacidad:** capacidad de un sistema software de cumplir con los requisitos determinados.

FACILIDAD DE USO: capacidad del producto o sistema software para que sea entendido, aprendido, agrado y usado por el usuario. Esta característica se divide en las siguientes subcaracterísticas:

- **Capacidad de reconocer su adecuación:** capacidad del sistema software que permite al usuario entender si el software es adecuado para sus necesidades.
- **Capacidad para ser entendido:** capacidad del sistema, que permite al usuario entender si el software es adecuado para alcanzar sus objetivos determinados.

- **Operatividad:** capacidad de un sistema software que permite al usuario operarlo y controlarlo con facilidad.
- **Protección contra errores del usuario:** capacidad en que el sistema brinda la protección necesaria contra errores que realizan los usuarios.
- **Estética de la Interfaz del usuario:** capacidad en que la interfaz de usuario llega a satisfacer y agradar al usuario.
- **Accesibilidad técnica:** capacidad del sistema software para que se permita ser utilizado por usuarios con determinadas discapacidades.

SEGURIDAD: capacidad de proteger la información y los datos, de manera que personas o sistemas no autorizados puedan tener acceso para consultas o actualizaciones. Esta característica se divide en las siguientes subcaracterísticas:

- **Confidencialidad:** capacidad de proteger la información y el acceso a datos no autorizados, ya sea de manera accidental o intencional.
- **Integridad:** capacidad de un producto, sistema o componente software para evitar accesos no autorizados a datos o programas de computación.
- **No – repudio:** capacidad para demostrar que los eventos han ocurrido, de manera que dichos eventos no puedan ser refutados posteriormente.
- **Responsabilidad:** capacidad de dar seguimiento a las acciones que fueron realizadas por una entidad.
- **Autenticidad:** capacidad de demostrar la identidad de un sujeto o un recurso.

COMPATIBILIDAD: capacidad de dos o más sistemas software, para llevar a cabo sus funciones intercambiando información mientras comparten el mismo entorno. Esta característica se divide en las siguientes subcaracterísticas:

- **Co-Existencia:** capacidad de un sistema software para coexistir en un entorno en el cual comparten recursos comunes con otro software independiente.
- **Interoperatividad:** capacidad de dos o más sistemas software para intercambiar información y utilizar dicha información.

MANTENIBILIDAD: capacidad del sistema software para ser modificado o actualizado debido a necesidades evolutivas y correctivas. Esta característica se divide en las siguientes subcaracterísticas:

- **Modularidad:** capacidad de un sistema software que cuando sea modificado no afecte a otras funcionalidades del sistema
- **Reusabilidad:** capacidad de un activo (Información, Software, Hardware, Usuarios) para ser utilizado en más de un sistema o en la construcción de otros activos.
- **Capacidad de ser Analizado:** facilidad con la que se puede llevar a cabo un análisis del impacto de una determinada modificación en el sistema.
- **Capacidad de ser Modificado:** capacidad del sistema para permitir que sea modificado sin causar daños o reducir la calidad del producto existente.
- **Capacidad de ser Probado:** facilidad de realizar pruebas a un sistema o componente software, para determinar si se han cumplido con los requerimientos establecidos.

PORTABILIDAD: capacidad de un sistema o componente software de ser trasladado de un entorno a otro sin que esto afecte la funcionalidad de cada sistema. Esta característica se subdivide en las siguientes subcaracterísticas:

- **Adaptabilidad:** capacidad de un sistema software de ser adaptado a distintos entornos.
- **Capacidad de ser Instalado:** capacidad de un sistema para que pueda ser fácilmente instalado y/o desinstalado.
- **Capacidad de ser Reemplazado:** capacidad del sistema software para ser utilizado en lugar de otro sistema en el mismo entorno y cumpliendo con el mismo objetivo.

1.2.3.2. Modelo para la Calidad en Uso [9]

El modelo de calidad en uso define 5 características: Efectividad, Eficiencia, Satisfacción, Libertad de Riesgo y Cobertura de Contexto, las cuales a su vez

son subdivididos en subcaracterísticas descritas en la Figura 1.5. Estas subcaracterísticas pueden ser medidas con métricas de calidad en uso.

Figura 1.5 Modelo de Calidad para Calidad en Uso



Fuente: ISO/IEC 25010

Autor: ISO/IEC 25010

El resultado de la calidad en uso depende necesariamente del logro de la calidad externa, que a su vez depende necesariamente del logro de la calidad interna.

EFFECTIVIDAD: capacidad del sistema software para alcanzar los objetivos o necesidades del usuario, al momento de utilizar el sistema.

EFICIENCIA: capacidad del sistema software para alcanzar los objetivos del usuario, utilizando los recursos mínimos.

SATISFACCIÓN: capacidad del sistema software para satisfacer las diferentes necesidades mínimas de los usuarios al utilizarlo. Esta característica se divide en las siguientes subcaracterísticas:

- **Utilidad:** grado en que un usuario es satisfecho cuando logra alcanzar sus objetivos planteados.

LIBERTAD DE RIESGO: capacidad que tiene un producto o sistema software en reducir el riesgo potencial relacionado con la situación económica, vida humana, salud o medio ambiente.

Esto incluye la salud y seguridad, tanto del usuario y aquellos afectados por el uso, así como las consecuencias materiales o económicas no deseadas.

En este caso, el riesgo es la probabilidad de ocurrencia y las posibles consecuencias negativas cuando se presenta una amenaza determinada.

Esta característica se subdivide en las siguientes subcaracterísticas las que permiten establecer el grado en el cual los objetivos podrían estar en riesgo.

- Libertad del riesgo económico.
- Libertad del riesgo de salud y seguridad.
- Libertad del riesgo ambiental.

COBERTURADE CONTEXTO: capacidad de un producto o sistema software para ser utilizado con efectividad, eficiencia, libertad de riesgo y satisfacción en ámbitos de uso que fueron definidos. Esta característica se subdivide en las siguientes subcaracterísticas:

- **Integridad de Contexto:** capacidad de un sistema software para ser utilizado en los ámbitos de uso definidos.
- **Flexibilidad:** capacidad de un sistema software para ser utilizado fuera de los ámbitos de uso que fueron definidos inicialmente.

1.2.4. Métricas para la calidad interna, externa y en uso - ISO/IEC 25022 y 25023 [10]

Las normas ISO/IEC 25023 e ISO/IEC 25022, proveen un conjunto de métricas de calidad, tanto para la calidad interna, externa y en uso, que son usadas con el modelo de calidad ISO/IEC 25010.

Los usuarios que requieren utilizar las métricas de calidad definidas en las respectivas normas, pueden modificarlas e incluso pueden utilizar métricas que no están definidas en las normas, siempre y cuando se especifique como la métrica se relaciona con el modelo de calidad ISO/IEC 25010 o especificar el modelo de calidad que va a sustituir al que se especifica en la norma.

Los usuarios deben seleccionar las características y subcaracterísticas de calidad a ser evaluadas, identificar las métricas más apropiadas y relevantes e interpretar los resultados de la medición de una manera objetiva.

El usuario puede determinar la calidad de un producto software basándose en el proceso de evaluación de la calidad del producto definido en la norma ISO/IEC 2504n, la cual proporciona métodos para la valoración y evaluación de la calidad de un producto o sistema software.

La Figura 1.6 representa la relación que existe entre las fases de calidad con sus respectivas métricas y la dependencia e influencia que existe entre ellas.

Figura 1.6 Relación entre los tipos de métricas de calidad



Fuente: ISO/IEC 25023

Autor: ISO/IEC 25023

Las métricas de calidad interna pueden ser aplicadas durante las etapas de desarrollo del producto o sistema software (definición de requerimientos, especificación de diseño o código fuente), para que de esta manera los usuarios puedan identificar los problemas de calidad e iniciar la acción correctiva lo más antes posible en el ciclo de vida de desarrollo.

Las métricas de calidad externa pueden ser usadas para medir el comportamiento del sistema software, pudiendo solo ser usadas durante las etapas de pruebas y en alguna etapa de operación. La medición se debe llevar a cabo cuando el sistema software está en ejecución.

Las métricas de calidad en uso miden si un sistema software satisface las necesidades específicas de los usuarios, para ello se debe llevar a cabo la medición en un ambiente real donde se esté ejecutando el sistema.

Las métricas de calidad de software que serán definidas deben ser detalladas a fondo en el *CAPITULO 2*⁴, con el objetivo de identificar las características de calidad del producto software más relevantes que se analizarán y se ejecutarán en la evaluación.

Para ello, se utilizará una tabla de métricas, la cual contiene los siguientes ítems descritos en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3 Descripción de la tabla de métricas

TABLA DE MÉTRICAS	
Ítem	Descripción
Subcaracterística	Subcaracterística de calidad.
Nombre de la métrica	Nombre asignado a la métrica de calidad.
Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Fase del ciclo de vida: calidad interna, calidad externa y calidad en uso
Propósito de la métrica de calidad	Motivo por el cual se selecciona la métrica.
Método de aplicación	Manera de cómo se va a aplicar la métrica.
Formula y cálculo de datos	Establece la fórmula de medición y especifica los significados de los datos que se van a utilizar.
Valor deseado	Proporciona el rango y los valores preferibles y recomendados.
Tipo de medida	Especifica en tipo de medida que se va seleccionar, como: tamaño (tamaño de la función, tamaño de la fuente), tiempo (lapso de tiempo, tiempo de usuario), contar (número de cambios, números de fallas).
Recursos utilizados	Especifica los recursos que se utilizarán para poder medir cada métrica, entre los recursos utilizados pueden estar: entrevistas a usuarios, código fuente, documentación, entre otras.

Fuente: ISO/IEC 25020

Autor: Evelyn Balseca

⁴ *Ibíd.*, pág. 40.

Por ejemplo en la Tabla 1.4 y Tabla 1.5 se describe la métrica Completitud de implementación funcional y la métrica Tiempo de la tarea, respectivamente, de acuerdo a la Tabla 1.3.

Tabla 1.4 Ejemplo de métricas internas/externas de Adecuación funcional [11]

Métricas para la característica de calidad Adecuación funcional								
Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida	Recursos utilizados
Complejidad funcional	Complejidad de la implementación funcional	Interna/Externa	¿Cuán completa es la implementación de acuerdo a la especificación de requerimientos?	Contar el número de las funciones indicadas en la especificación de requerimientos y el número de funciones que faltan o están incorrectas	$X = A / B$ A = Número de funciones que están incorrectas o que no fueron implementadas B = Número de las funciones establecidas en la especificación de requisitos Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

Fuente: ISO/IEC 25023

Autor: Evelyn Balseca

Tabla 1.5 Ejemplo de métricas de uso de Eficiencia [12]

Métricas para la característica de calidad Eficiencia								
Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida	Recursos utilizados
Eficiencia	Tiempo de la tarea	Uso	¿Cuánto tiempo se tarda en completar una tarea en comparación con lo planeado?	Tomar el tiempo planeado y el tiempo actual	$X = A/B$ A= Tiempo actual B = Tiempo planeado Dónde: $A > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más cercano a 0 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el peor caso	$X =$ Tiempo/Tiempo $A =$ Tiempo $B =$ Tiempo	Usuario

Fuente: ISO/IEC 25022
Autor: Evelyn Balseca

1.2.4.1. Métricas de Calidad del Producto Software (Calidad Interna y Externa) - ISO/IEC 25023 [13]

Las métricas para la calidad interna y externa evalúan las características que se definieron en la sección 1.2.3.1 *Modelo de Calidad del Producto Software (Calidad Interna y Externa)*⁵.

Las métricas para la calidad interna y externa se describen en la Tabla 1.6:

Tabla 1.6 Métricas para la Calidad Interna y Externa

MÉTRICAS PARA LA CALIDAD INTERNA/EXTERNA		
Características	Subcaracterísticas	Métricas
Adecuación funcional	Complejidad funcional	<ul style="list-style-type: none"> • Complejidad de la implementación funcional.
	Exactitud funcional	<ul style="list-style-type: none"> • Exactitud. • Precisión computacional.
Fiabilidad	Madurez	<ul style="list-style-type: none"> • Disipación del fallo. • Suficiencia de las pruebas. • Tiempo medio entre fallos.
	Disponibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de servicio. • Tiempo medio de inactividad.
	Tolerancia a fallos	<ul style="list-style-type: none"> • Prevención de fallas. • Redundancia (componentes). • Anulación de operación incorrecta.
	Recuperabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo medio de recuperación.
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento temporal	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de respuesta. • Tiempo de espera. • Rendimiento.
	Utilización de recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Líneas de código. • Utilización de CPU. • Utilización de la memoria. • Utilización de los dispositivos de E/S.
	Capacidad	<ul style="list-style-type: none"> • Número de peticiones online. • Número de accesos simultáneos. • Sistema de transmisión de ancho de banda.
Facilidad de uso	Capacidad de reconocer su adecuación	<ul style="list-style-type: none"> • Integridad de descripción. • Capacidad de demostración.

⁵ *Ibíd.*, pág 12.

	Capacidad de ser entendido	<ul style="list-style-type: none"> • Funciones evidentes. • Efectividad de la documentación del usuario o ayuda del sistema.
	Operatividad	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperabilidad de error operacional. • Claridad de mensajes. • Consistencia operacional. • Posibilidad de personalización.
	Protección contra errores del usuario	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de entradas válidas. • Prevención del uso incorrecto.
	Estética de la Interfaz del usuario	<ul style="list-style-type: none"> • Personalización de la apariencia de la interfaz del usuario.
	Accesibilidad técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Accesibilidad física.
Seguridad	Confidencialidad	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de control de acceso. • Encriptación de datos.
	Integridad	<ul style="list-style-type: none"> • Prevención de corrupción de datos.
	No repudio	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de firma digital.
	Responsabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de auditoría de acceso.
	Autenticidad	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de autenticación.
Compatibilidad	Co – Existencia	<ul style="list-style-type: none"> • Co – existencia disponible.
	Interoperatividad	<ul style="list-style-type: none"> • Conectividad con sistemas externos. • Capacidad de intercambiar de datos.
Mantenibilidad	Modularidad	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de condensación. • Acoplamiento de clases.
	Reusabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución de reusabilidad.
	Capacidad de ser analizado	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de pistas de auditoría. • Diagnóstico de funciones suficientes.
	Capacidad de ser modificado	<ul style="list-style-type: none"> • Complejidad ciclomática. • Profundidad de herencia. • Grado de localización de corrección de impacto. • Complejidad de modificación. • Índice de éxito de modificación.
	Capacidad de ser probado	<ul style="list-style-type: none"> • Completitud funcional de funciones de pruebas. • Capacidad de prueba autónoma. • Capacidad de reinicio de pruebas.

Portabilidad	Adaptabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptabilidad en entorno hardware. • Adaptabilidad en entorno de software. • Adaptabilidad en entorno organizacional.
	Capacidad de ser Instalado	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia en el tiempo de instalación. • Facilidad de instalación.
	Capacidad de ser Reemplazado	<ul style="list-style-type: none"> • Consistencia en la función de soporte al usuario. • Inclusividad funcional. • Uso continuo de datos.

Fuente: ISO/IEC 25023

Autor: Evelyn Balseca

1.2.4.2. Métricas de Calidad en Uso - ISO/IEC 25022 [14]

Las métricas para la calidad en uso, permiten evaluar las características definidas en la sección 1.2.3.2 *Modelo para la Calidad en Uso*⁶.

Las métricas para la calidad en uso se describen en la Tabla 1.7:

Tabla 1.7 Métricas de Calidad en Uso

MÉTRICAS DE CALIDAD EN USO		
Características	Subcaracterísticas	Métricas
Efectividad	Efectividad	<ul style="list-style-type: none"> • Completitud de la tarea. • Efectividad de la tarea. • Frecuencia de error.
Eficiencia	Eficiencia	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de la tarea. • Tiempo relativo de la tarea. • Eficiencia de la tarea. • Eficiencia relativa de la tarea. • Porcentaje productivo. • Numero relativo de las acciones del usuario.
Satisfacción	Utilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de satisfacción. • Uso discrecional de las funciones. • Porcentaje de quejas de los clientes.

⁶ *Ibíd.*, pág. 16.

Libertad de riesgo	Libertad del riesgo económico	<ul style="list-style-type: none"> • Retorno de la Inversión (ROI). • Tiempo para lograr el retorno de la inversión. • Rendimiento relativo de negocios. • Balanced Score Card. • Tiempo de entrega. • Ganancias para cada cliente. • Errores con consecuencias económicas. • Corrupción del software.
	Libertad del riesgo de salud y seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia de problemas en la salud y seguridad del usuario. • Impacto en la salud y seguridad del usuario. • Seguridad de las personas afectadas por el uso del sistema.
	Libertad del riesgo ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto Ambiental.
Cobertura de Contexto	Complejidad de Contexto	<ul style="list-style-type: none"> • Complejidad de contexto.
	Flexibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Función flexible del diseño.

Fuente: ISO/IEC 25022

Autor: Evelyn Balseca

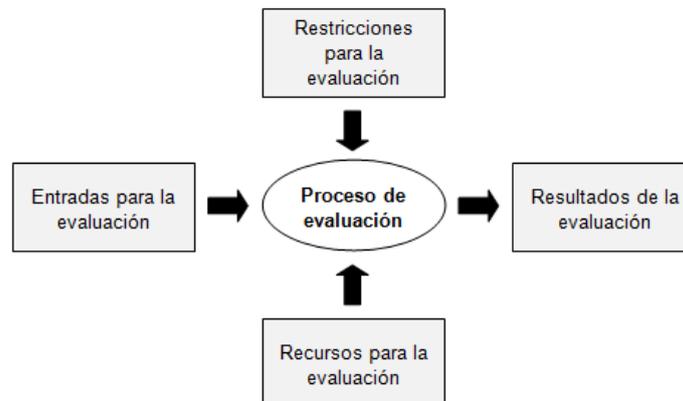
1.3. MODELO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD USUANDO ISO/IEC 25040

La norma ISO/IEC 25040, proporciona un modelo de referencia y una descripción del proceso de evaluación de la calidad del producto software y establece los requisitos para la aplicación de este proceso. El proceso se puede utilizar para la evaluación de la calidad interna, externa y en uso.

1.3.1. Modelo de referencia para la evaluación de calidad del producto software [15]

El modelo de referencia describe las entradas, resultados, del proceso de evaluación así como también las restricciones y recursos tal como se muestra en la Figura 1.7:

Figura 1.7 Modelo de referencia para la evaluación de la calidad del producto software



Fuente: ISO/IEC 25040

Autor: ISO/IEC 25040

Como ejemplo las entradas, salidas, recursos y restricciones pueden incluir lo siguiente:

1. Entradas

- Requisitos de evaluación de calidad del producto software.
- Especificación de requisitos de calidad del producto software.
- Producto software y productos intermedios a ser evaluados.

2. Salidas

- Reporte de evaluación.
- Plan de evaluación de calidad del producto software.
- Criterios de decisión definidos por las métricas de calidad.
- Criterios de decisión para la evaluación.
- Planificación de las actividades de evaluación.
- Métricas de calidad.

3. Recursos

- Metodología y herramientas de medida apropiadas
- Documentos SQuaRE: ISO/IEC 25001, 25010, 2502n, 25030 y 2504n.

- Recursos humanos y económicos para la evaluación.
- Sistema de información para la evaluación.
- Bases de dato para la evaluación.

4. Restricciones

Restricciones con respecto a:

- Recursos para la evaluación.
- Horarios para la evaluación.
- Costos para la evaluación.
- Entornos para la evaluación.
- Metodología y herramientas para la evaluación.
- Informes para la evaluación

1.3.2. Proceso de evaluación de calidad del producto software [16]

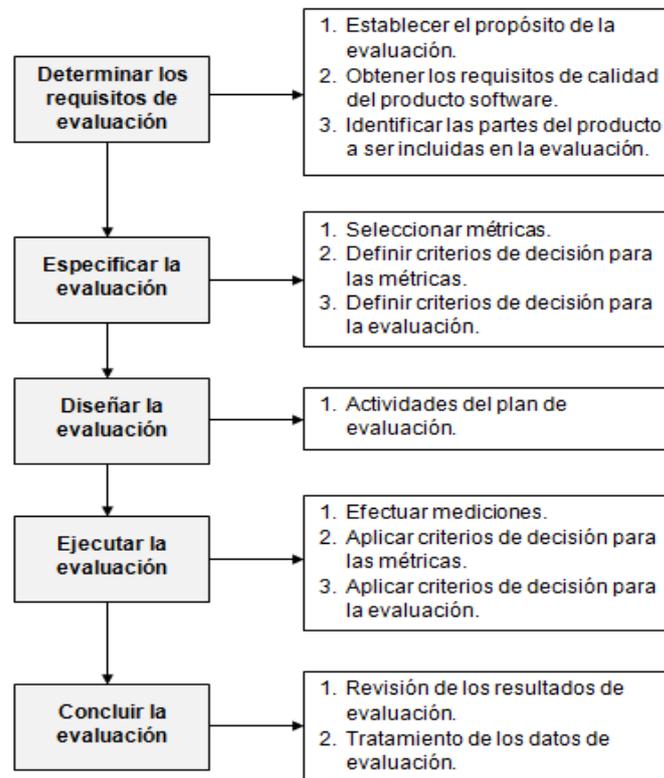
Describe los procesos generales y detalla las actividades, tareas, sus propósitos, entradas, resultados e información complementaria para la evaluación de calidad.

Para el proceso de evaluación de un producto software se identifican dos roles: el solicitante y el evaluador.

- El primer rol, puede ser representado por un desarrollador, un proveedor, un adquisidor o usuario del software.
- El segundo rol es representado por el evaluador.

En la Figura 1.8 se presentan los procesos generales con las respectivas tareas y los resultados entregables que se deben obtener:

Figura 1.8 Proceso de evaluación de la calidad del producto software



Fuente: ISO/IEC 25040

Autor: ISO/IEC 25040

La evaluación de calidad puede ser realizada durante o después del proceso de desarrollo o adquisición, por parte de organismos/empresas de desarrollo, adquisición o evaluadores independientes.

1.3.3. Guía de evaluación para desarrolladores, compradores y evaluadores independientes – ISO/IEC 25041 [17]

La norma ISO/IEC 25041 proporciona una guía de evaluación de calidad e indica los requisitos específicos desde el punto de vista de desarrolladores, compradores y evaluadores independientes, considerando que el proceso de evaluación se podrá utilizar para diferentes propósitos y enfoques.

Teniendo en cuenta que la evaluación de calidad del producto software será realizada por una persona independiente y externa a la empresa que tomará el rol de Evaluador, se describirá sólo la guía de evaluación de calidad para

evaluadores independientes, considerando el proceso de evaluación detallado en la sección *1.3.2 Proceso de evaluación de calidad del producto software*⁷.

A continuación se describe las actividades, tareas con sus respectivas entradas y salidas, de acuerdo a la Figura 1.8:

1.3.3.1. Determinar los requisitos de evaluación

A continuación se detalla las respectivas entradas y salidas para esta actividad:

Entradas:

1. Necesidades de evaluación.
2. Producto software a ser evaluado.

Salidas:

1. Especificación del propósito de evaluación.
2. Especificación de los requisitos de evaluación.

Para poder determinar los requisitos de evaluación, existen las siguientes tareas:

1.3.3.1.1. Establecer los propósitos de evaluación

En esta tarea se debe especificar cuál es el propósito de evaluación, es decir determinar el objetivo del porque se va a realizar la evaluación. Dependiendo del producto software al cual se va a aplicar la evaluación, para ello la norma 25041, establece dos grupos:

- Producto software intermedio.
- Producto software final.

Por ejemplo, si la evaluación se va a aplicar a un producto software intermedio, el propósito de evaluación podría ser:

- Mejorar la calidad.
- Asegurar la calidad.
- Predecir o estimar la calidad del producto final.
- Determinar las causas de fallos en una investigación.

⁷ *Ibíd.*, pág. 28.

- Decidir la finalización de una etapa del ciclo de vida y cuando enviar los productos a la siguiente etapa.
- Recoger información de productos intermedios con el fin de gestionar y controlar el proceso de desarrollo.
- Mejorar la productividad de los procesos de diseño, implementación, y pruebas.

Por ejemplo, si la evaluación se va aplicar a un producto software final, el propósito de evaluación podría ser:

- Asegurar la calidad.
- Decidir cuándo publicar el producto.
- Valorar los efectos positivos y negativos del producto cuando se encuentra en uso.
- Comparar el producto con productos competitivos.
- Decidir cuándo mejorar o reemplazar el producto.

1.3.3.1.2. Obtener los requisitos de calidad del producto

Los requisitos de calidad del producto software se especificarán mediante el modelo de calidad, el mismo que está especificado en la sección *1.2.3 Modelo de Calidad Genérico - ISO/IEC 25010*⁸.

1.3.3.1.3. Identificar las partes del producto a ser incluidas en la evaluación

Las partes del producto que deben ser incluidas en la evaluación dependerá de la entidad objetivo que se defina, pueden existir los siguientes casos:

1. Para asegurar la calidad de un producto final, la entidad objetivo de evaluación deben ser productos finales como:
 - Especificación del producto.
 - Código fuente del programa.
 - Manuales.
 - Descripción del producto final.

⁸ *Ibíd.*, pág. 11.

- Resultado de pruebas (pruebas del sistema, pruebas de funcionamiento).
 - El producto durante la ejecución.
2. Para mejorar la calidad del producto y la productividad en el proceso de desarrollo, la entidad objetivo de evaluación deben ser productos intermedios como:
- Documentación del diseño.
 - Especificación del producto.
 - Código fuente del programa.
 - Documentación de las pruebas (pruebas unitarias, pruebas del sistema).
 - El programa ejecutable.

Una vez identificado la entidad objetivo de evaluación, se debe obtener una descripción de la misma, con el fin de:

- Definir el alcance de la evaluación.
- Permitir a los evaluadores identificar los componentes del producto a ser evaluados.

En la descripción del producto se incluirá una lista de sus componentes, su estructura y una lista de la documentación existente del producto. Para cada componente y documento relacionado con el producto, se proveerá la siguiente información:

- Descripción de cada componente.
- Información acerca de los usos del componente.
- Información acerca de la capacidad del componente.
- Relaciones con otros componentes.
- Información acerca de la disponibilidad del componente producto para los evaluadores.

Posteriormente se debe registrar todos los componentes y documentos relacionados con el producto, de la siguiente manera:

- Identificador único del componente o documento.
- Nombre del componente o título del documento.
- Condiciones del documento.
- Información de la versión, configuración y fecha prevista por el solicitante.
- Fecha de recepción.

1.3.3.2. Especificar la evaluación

A continuación se detalla las respectivas entradas y salidas para esta actividad:

Entradas:

1. Especificación de requisitos de evaluación de calidad del producto software.

Salidas:

1. Especificación de las métricas de calidad seleccionadas.
2. Especificación de los criterios de decisión para las métricas de calidad.
3. Especificación de los criterios de decisión para valoración de calidad.

Para poder especificar la evaluación, existen las siguientes tareas:

1.3.3.2.1. Selección de las métricas de calidad

Las métricas de calidad se seleccionarán basadas en el propósito de evaluación y dependiendo del producto al cual se va realizar la evaluación, se puede hacer uso de las métricas propuestas en la sección *1.2.4 Métricas para la calidad interna, externa y en uso - ISO/IEC 25022 y 25023⁹*, y/o combinarlas con otras métricas que se considere necesario para la evaluación.

1.3.3.2.2. Definir los criterios de decisión para las métricas

Una vez seleccionadas las métricas de calidad definidas en la sección *1.3.3.2.1 Selección de las métricas de calidad¹⁰*, se debe determinar los criterios de decisión para las mismas, que consiste en definir una escala de valores donde se indica el nivel de cumplimiento requerido para cada métrica.

⁹ *Ibíd.*, pág. 18.

¹⁰ *Ibíd.*, pág. 33.

1.3.3.2.3. Definir los criterios de decisión para la evaluación

Se debe preparar un procedimiento que separe los criterios para las características de calidad, las cuales deben ser expresadas en términos de subcaracterísticas individuales o una combinación ponderada de subcaracterísticas, con lo cual finalmente se definirá el nivel de calidad de una característica.

1.3.3.3. Diseñar la evaluación

Una vez determinado qué se quiere evaluar y con que se va a evaluar, se debe especificar cómo se va realizar la evaluación.

A continuación se detalla las respectivas entradas y salidas para esta actividad:

Entradas:

1. Especificación de requisitos de evaluación.
2. Especificación de las métricas de calidad seleccionadas.
3. Especificación de los criterios de decisión para las métricas de calidad.
4. Especificación de los criterios de decisión para valorar la calidad del producto.

Salidas:

1. Especificación detallada del plan de evaluación de calidad.
2. Métodos de evaluación de calidad del producto.

Las tareas para esta actividad son las siguientes:

1.3.3.3.1. Actividades del Plan de Evaluación

Para determinar cómo se va realizar la evaluación, se debe definir las respectivas actividades a realizarse, las mismas que deben ser programadas, tomando en cuenta la disponibilidad de los recursos como el personal, herramientas software y computadoras.

Estas actividades se definirán en el plan de evaluación, el cual incluirá lo siguiente:

- Propósito de la evaluación de calidad del producto.

- Organismo involucrado en la evaluación. (desarrolladores, evaluadores independientes o compradores)
- El producto que se espera a partir de la evaluación.
- Cronograma de las etapas para la evaluación.
- Las responsabilidades de las partes involucradas en la evaluación.
- Entorno para la evaluación.
- Métodos y herramientas para la evaluación.
- Criterios de decisión para las métricas.
- Criterios de decisión para la valoración de calidad del producto.
- Estándares utilizados.
- Actividades de evaluación.

1.3.3.4. Ejecutar la evaluación

A partir de la definición de las actividades previas a realizarse en el plan, se procede a la evaluación de calidad.

A continuación se detalla las respectivas entradas y salidas para esta actividad:

Entradas:

1. Especificación del plan de evaluación detallado.
2. Especificación de requisitos de evaluación.
3. Especificación de las métricas seleccionadas.
4. Especificación de los criterios de decisión para las métricas.
5. Especificación de los criterios de decisión para valorar la calidad del producto.
6. El producto a ser evaluado incluyendo los productos intermedios.

Salidas:

1. Los resultados de las métricas de calidad.
2. Los resultados de evaluación.

Las tareas para esta actividad son las siguientes:

1.3.3.4.1. Efectuar mediciones

De acuerdo al plan de evaluación, las métricas de calidad seleccionadas se aplicarán al producto y sus componentes.

La realización de las medidas de evaluación, consistirá en medir el producto y sus componentes, para obtener datos e interpretarlos, con el fin de alcanzar resultados para ser incluidos en el informe de evaluación. Garantizando la confidencialidad de los datos obtenidos, los resultados de evaluación, los documentos y componentes facilitados por la organización.

1.3.3.4.2. Aplicar criterios de decisión para las métricas

Para los valores obtenidos después de efectuar las mediciones, se debe aplicar los criterios de decisión determinados en la sección 1.3.3.2.2 *Definir los criterios de decisión para las métricas*¹¹.

1.3.3.4.3. Aplicar criterios de decisión para la evaluación

En esta tarea se decide si los resultados son aceptables o no, aplicando los criterios de decisión a nivel de características y subcaracterísticas de calidad, dando como resultado el grado de valoración en que el producto cumple los requisitos de calidad.

1.3.3.5. Concluir la evaluación

Finalmente se concluye la evaluación, realizando el informe de resultado que se entregará y revisará junto con el solicitante.

A continuación se detalla las respectivas entradas y salidas para esta actividad:

Entradas

1. Especificación de resultados reales del plan de evaluación de calidad del producto.
2. Especificación de los métodos de evaluación de calidad.
3. Resultados de evaluación.

Salidas

1. Reporte de evaluación de calidad del producto.

Las tareas para esta actividad son las siguientes:

¹¹ *Ibíd.*, pág. 33.

1.3.3.5.1. Revisión de los resultados de evaluación

Una vez ejecutadas las mediciones se realizará un informe de evaluación, el cual se entregará al solicitante, para que se proceda a realizar una revisión conjunta entre el solicitante y el evaluador de los resultados obtenidos.

1.3.3.5.2. Tratamiento de los datos de evaluación

Una vez que el informe de evaluación ha sido formalmente entregado al solicitante, los evaluadores deberán realizar un adecuado tratamiento de los datos de la evaluación, para ello se realizará uno de los siguientes puntos, dependiendo del tipo de dato:

- Los documentos presentados de la evaluación deberán ser devueltas o al solicitante o archivadas durante un tiempo específico o destruidos de forma segura.
- El informe de evaluación y los registros de la evaluación, serán archivados durante un tiempo determinado.
- Todos los otros datos deberán ser archivados durante un tiempo específico o destruidos de forma segura.

CAPÍTULO 2

DETERMINACIÓN DEL MODELO DE CALIDAD PARA EL PRODUCTO SOFTWARE

En este capítulo se realizará la definición de características, subcaracterísticas y atributos de la calidad interna, externa y en uso, con una descripción detallada de las métricas a utilizarse en la evaluación, dependiendo del grado de importancia que tenga el producto software.

Teniendo como relevancia la ponderación en porcentaje de las características de calidad para estimar el grado de satisfacción del sistema a evaluarse.

Finalmente se describe la matriz de calidad a utilizarse con su respectivo procedimiento, con la cual el evaluador independiente realizará la evaluación de la calidad del producto software de una manera completa y concisa.

2.1. DEFINICIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD

Las características de calidad que se presenta en la norma están aplicadas para todos los sistemas de software, pero dependiendo del tipo de sistema a evaluar las características tendrán un grado de importancia mayor o menor que otros, por lo tanto las características de calidad que se aplicarán a un producto software se encontrarán definidas por el tipo de producto según la clasificación realizada en la *Tabla 1.2 Tipos de productos software*.

En la Tabla 2.1 se presenta una definición del nivel de importancia que se aplicará a las características del sistema a evaluarse.

Tabla 2.1 Definición del nivel de importancia

Nivel de importancia	Simbología	Porcentaje referencial del nivel del importancia	Significado
Alto	A	70% - 100%	El grado de importancia de la característica y subcaracterística es alto por ende se realizará las mediciones
Medio	M	25% - 69%	La característica y subcaracterística no es tan relevante pero puede o no ser medida dependiendo del criterio del evaluador
Bajo	B	1% - 24%	La característica y subcaracterística no tiene relevancia y no será medida.
No Aplica	NA	0%	Este valor se dará a la característica y subcaracterística que no se pueden medir dependiendo de diferentes factores

Fuente: Evelyn Balseca

Autor: Evelyn Balseca

Por ejemplo, en la Tabla 2.2, Tabla 2.3 y Tabla 2.4 se especifica el nivel de importancia de las características de calidad interna, externa y en uso de un producto software de tipo página web.

Tabla 2.2 Ejemplo del nivel de importancia para las características de calidad interna más relevantes

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD INTERNA	
Características	Nivel de importancia
Adecuación funcional	M
Fiabilidad	B
Eficiencia en el desempeño	M
Facilidad de uso	M
Seguridad	M
Compatibilidad	B
Mantenibilidad	A
Portabilidad	NA

Fuente: Evelyn Balseca

Autor: Evelyn Balseca

Tabla 2.3 Ejemplo del nivel de importancia para las características de calidad externa más relevantes

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EXTERNA	
Características	Nivel de importancia
Adecuación funcional	A
Fiabilidad	M
Eficiencia en el desempeño	M
Facilidad de uso	M
Seguridad	B
Compatibilidad	A
Mantenibilidad	M
Portabilidad	NA

Fuente: Evelyn Balseca

Autor: Evelyn Balseca

Tabla 2.4 Ejemplo del nivel de importancia para las características de calidad en uso más relevantes

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EN USO	
Características	Nivel de importancia
Efectividad	A
Eficiencia	A
Satisfacción	A
Libertad de Riesgo	B
Cobertura de Contexto	B

Fuente: Evelyn Balseca

Autor: Evelyn Balseca

2.2. DEFINICIÓN DE SUBCARACTERÍSTICAS Y ATRIBUTOS

Para definir las subcaracterísticas y atributos de calidad interna, externa y en uso más importantes para el producto software, se debe determinar nuevamente el nivel de importancia apoyándose en el análisis que fue

realizado en la sección 2.1 *DEFINICIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD*¹².

2.2.1. Subcaracterísticas y atributos de calidad interna/externa más relevantes

En la Tabla 2.5 y Tabla 2.6 se especifica como ejemplo, el nivel de importancia de las subcaracterísticas y atributos de calidad interna y externa, respectivamente, de un producto software de tipo página web.

Tabla 2.5 Ejemplo del nivel de importancia de subcaracterísticas y atributos de calidad interna más relevantes

SUBCARACTERÍSTICAS Y ATRIBUTOS DE CALIDAD INTERNA		
Características	Subcaracterísticas	Nivel de importancia
Adecuación funcional	Compleitud funcional	A
	Exactitud funcional	B
Fiabilidad	Madurez	B
	Disponibilidad	B
	Tolerancia a fallos	B
	Recuperabilidad	B
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento Temporal	B
	Utilización de recursos	A
	Capacidad	B
Facilidad de uso	Capacidad de reconocer su adecuación	B
	Capacidad de ser entendido	A
	Operatividad	A
	Protección frente a errores de usuarios	M
	Estética de la interfaz de usuario	B
	Accesibilidad técnica	B
Seguridad	Confidencialidad	B
	Integridad	B
	No repudio	A
	Responsabilidad	B
	Autenticidad	A
Compatibilidad	Co - existencia	B

¹² *Ibíd.*, pág. 38.

	Interoperabilidad	B
Mantenibilidad	Modularidad	A
	Reusabilidad	M
	Capacidad de ser analizado	M
	Capacidad de modificación	A
	Capacidad de ser probado	B
Portabilidad	Adaptabilidad	NA
	Facilidad de instalación	NA
	Capacidad de ser reemplazado	NA

Fuente: Evelyn Balseca

Autor: Evelyn Balseca

Tabla 2.6 Ejemplo del nivel de importancia de subcaracterísticas y atributos de calidad externa más relevantes

SUBCARACTERÍSTICAS Y ATRIBUTOS DE CALIDAD EXTERNA		
Características	Subcaracterísticas	Nivel de importancia
Adecuación funcional	Complejidad funcional	A
	Exactitud funcional	A
Fiabilidad	Madurez	A
	Disponibilidad	A
	Tolerancia a fallos	M
	Recuperabilidad	M
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento Temporal	A
	Utilización de recursos	A
	Capacidad	B
Facilidad de uso	Capacidad de reconocer su adecuación	B
	Capacidad de ser entendido	A
	Operatividad	A
	Protección frente a errores de usuarios	B
	Estética de la interfaz de usuario	B
	Accesibilidad técnica	B
Seguridad	Confidencialidad	B
	Integridad	B
	No repudio	B
	Responsabilidad	B
	Autenticidad	B

Compatibilidad	Co - existencia	A
	Interoperabilidad	A
Mantenibilidad	Modularidad	NA
	Reusabilidad	NA
	Capacidad de ser analizado	B
	Capacidad de modificación	A
	Capacidad de ser probado	B
Portabilidad	Adaptabilidad	NA
	Facilidad de instalación	NA
	Capacidad de ser reemplazado	NA

Fuente: Evelyn Balseca
Autor: Evelyn Balseca

2.2.1.2. Métricas de Calidad Interna y Externa [13]

Las métricas para evaluar la calidad interna y externa del producto software se describen en las siguientes tablas:

Tabla 2.7 Métricas de calidad interna/externa para Adecuación funcional [11]

Métricas para la característica de calidad Adecuación funcional								
Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida	Recursos utilizados
Compleitud funcional	Compleitud de la implementación funcional	Interna/Externa	¿Cuán completa es la implementación de acuerdo a la especificación de requerimientos?	Contar el número de las funciones indicadas en la especificación de requerimientos y el número de funciones que faltan o están incorrectas	$X = A / B$ A = Número de funciones que están incorrectas o que no fueron implementadas B = Número de las funciones establecidas en la especificación de requisitos Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
Exactitud funcional	Exactitud	Interna/Externa	¿Cuánto del estándar requerido de exactitud se cumple?	Contar el número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud y el número total de elementos de	$X = A/B$ A = Número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud B = Número	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

				datos implementados	total de elementos de datos implementados Dónde: $B > 0$			
	Precisión computacional	Interna/Externa	¿Con qué frecuencia ocurren los resultados inexactos?	Contar el número de cálculos inexactos encontrados y tomar el tiempo de operación	$X = A/T$ A = Numero de de cálculos inexactos encontrados T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0/t es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 10/t$.	X= Contable/ Tiempo A= Contable B= Tiempo	Código fuente, Desarrollador, Tester

Fuente: ISO/IEC 25023
Autor: Evelyn Balseca

Tabla 2.8 Métricas de calidad interna/externa para Fiabilidad [18]

Métricas para la característica de calidad Fiabilidad								
Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida	Recursos utilizados
Madurez	Eliminación de errores	Interna/Externa	¿Cuántos errores detectados han sido corregidos?	Contar el número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas y el número de fallas detectadas en las pruebas	$X = A/B$ A = Número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas B = Número de fallas detectadas en las pruebas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más se acerque a 1 es lo mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Documento de casos de pruebas, Código fuente, Desarrollador, Tester
	Cobertura de pruebas	Interna/Externa	¿Cuántos casos de prueba requeridos han sido ejecutados durante la etapa de pruebas?	Contar el número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación durante la prueba y el número de casos de prueba a ser realizados	$X = A/B$ A = Número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación durante la prueba B = Número de casos de prueba	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Documento de casos de pruebas, Código fuente, Desarrollador, Tester

				para cubrir los requerimientos	a ser realizados para cubrir los requerimientos			
	Tiempo medio entre fallos	Externa	¿Cuál es la frecuencia en que el sistema falla en la operación?	Tomar el tiempo de operación y contar el número total de fallas detectadas actualmente	<p>Dónde: $B > 0$ $X = A/T$</p> <p>A = Número total de fallas detectadas actualmente T = Tiempo de operación</p> <p>Donde $T > 0$</p>	<p>$X = A/T$</p> <p>El más cercano a 0/t es el mejor</p>	<p>X= Contable/ Tiempo A= Tiempo B= Contable</p>	Especificación de requerimientos, Desarrollador, Tester
Disponibilidad	Tiempo de servicio	Externa	¿Cuál es el tiempo de servicio del sistema que proporciona realmente?	Tomar el tiempo de servicio del sistema que se proporciona actualmente y tomar el tiempo de servicio del sistema regulado en el cronograma operacional	<p>$X = A/B$</p> <p>A = Tiempo de servicio del sistema que se proporciona actualmente B = Tiempo de servicio del sistema regulado en el cronograma operacional</p> <p>Dónde: $B > 0$</p>	<p>$0 \leq X \leq 1$</p> <p>Cuanto más se acerque a 1 es lo mejor</p>	<p>X= Tiempo/ Tiempo A= Tiempo B= Tiempo</p>	Especificación de requerimientos, Desarrollador, Tester

	Tiempo medio de inactividad	Externa	¿Cuál es el tiempo promedio que el sistema está inactivo después de que ocurre un fallo?	Tomar el tiempo total de inactividad y contar el número de fallos observados	$X = A/T$ $A =$ Número de fallos observados $T =$ Tiempo total de inactividad Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0/t es el mejor	$X =$ Contable/ Tiempo $A =$ Tiempo $B =$ Contable	Especificación de requerimientos, Desarrollador, Tester
Tolerancia a fallos	Prevención de fallas	Externa	¿Cuántas fallas iniciales estuvieron bajo control para evitar fallas serias y críticas?	Contar el número de ocurrencia de fallas serias y críticas evitadas contra los casos de pruebas de fallas iniciales y el número de casos de pruebas de fallas iniciales ejecutados durante las pruebas	$X = A/B$ $A =$ Número de ocurrencia de fallas evitadas contra los casos de pruebas de fallas iniciales $B =$ Número de casos de pruebas de fallas iniciales ejecutados durante las pruebas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más se acerque a 1 es lo mejor	$X =$ Contable / Contable $A =$ Contable $B =$ Contable	Especificación de requerimientos, Desarrollador, Tester
	Redundancia	Interna/Externa	¿Cuántos tipos de componentes/sistemas del son instalados de forma redundante para evitar un fallo en el sistema?	Contar el número total de tipos de componentes y el número de tipos de componentes instalados de forma redundante	$X = A / B$ $A =$ Número componentes/sistemas instalados de forma redundante $B =$ Número total de componentes/sistemas	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más se acerque a 1 es lo mejor	$X =$ Contable/ Contable $A =$ Contable $B =$ Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

					temas instalados Dónde: $B > 0$			
	Anulación de operación incorrecta	Interna	¿Cuántas funciones son implementadas con capacidad de anular operaciones incorrectas?	Contar el número de funciones implementadas que evitan fallas críticas y serias causadas por operaciones incorrectas y contar el número operaciones incorrectas presentadas	$X = A/B$ A = Número de operaciones incorrectas presentadas B = Número total de funciones implementadas para anular operaciones incorrectas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más se acerque a 0 es lo mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador
Recuperabilidad	Tiempo medio de recuperación	Interna/Externa	¿Cuál es el tiempo promedio que toma el sistema en recuperarse completamente después un fallo?	Tomar el tiempo que le tomó al sistema en recuperarse y contar el número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entró en recuperación	$X = A / T$ A = Número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entró en recuperación T = Tiempo que le tomó al sistema recuperarse Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más cercano a 0/t es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 10/t$.	X= Contable/ Tiempo A= Contable B= Tiempo	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

Fuente: ISO/IEC 25023
Autor: Evelyn Balseca

Tabla 2.9 Métricas de calidad interna/externa para Eficiencia en el desempeño [19]

Métricas para la característica de calidad Eficiencia en el desempeño								
Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida	Recursos utilizados
Comportamiento del tiempo	Tiempo de respuesta	Interna/Externa	¿Cuál es el tiempo estimado para completar una tarea?	Tomar el tiempo desde que se envía la petición hasta obtener la respuesta	$X = B - A$ A= Tiempo de envío de petición B = Tiempo en recibir la primera respuesta	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 15t$.	X= Tiempo/Tiempo A= Tiempo B= Tiempo	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
	Tiempo de espera	Interna/Externa	¿Cuál es el tiempo desde que se envía una instrucción, para que inicie un trabajo, hasta que lo completa?	Tomar el tiempo cuando se inicia un trabajo y el tiempo en completar el trabajo	$X = B - A$ A= Tiempo cuando se inicia un trabajo B = Tiempo en completar el trabajo	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor. Donde el peor caso es $\geq 15t$.	X= Tiempo/Tiempo A= Tiempo B= Tiempo	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

	Rendimiento	Interna/Externa	¿Cuántas tareas pueden ser procesadas por unidad de tiempo?	Contar el número de tareas completadas en un intervalo de tiempo	$X = A/T$ A= Número de tareas completadas T = Intervalo de tiempo Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor. Donde el mejor caso es $\geq 10/t$	X= Contable/ Tiempo A= Contable T= Tiempo	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
Utilización de recursos	Líneas de código	Interna	¿Cuántas líneas de código existen por cada función implementada?	Contar el número de líneas de código (sin tomar en cuenta espacios ni comentarios) que existen en una determinada función	$X = A$ A = Número de líneas de código	$1 \leq X \leq 50$ El más cercano a 1 es el mejor. Donde el peor caso es ≥ 50 líneas de código	X= Contable A= Contable	Código fuente
	Utilización de CPU	Interna/Externa	¿Cuánto tiempo de CPU es usado para realizar una tarea dada?	Tomar el tiempo de operación y la cantidad de tiempo de CPU que se usa para realizar una tarea	$X = B-A$ A= La cantidad de tiempo de CPU que realmente es usado para realizar una tarea B = Tiempo de operación Dónde:	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más se acerque a 0 es lo mejor. Donde el peor caso es $\geq 15t$.	X= Tiempo/ Tiempo A= Tiempo B= Tiempo	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

					$B > 0$			
	Utilización de la memoria	Interna/Externa	¿Cuánto espacio de memoria es usado para realizar una tarea dada?	Medir la cantidad total de espacios de memoria y la cantidad de espacios de memoria que realmente es usado para realizar una tarea	$X = B - A$ A = Cantidad de espacios de memoria que realmente es usado para realizar una tarea B = Cantidad total de espacios de memoria Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 15$ El más cercano a 0 es el mejor	X = Tamaño/Tamaño A = Tamaño B = Tamaño	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
	Utilización de los dispositivos de E/S	Interna/Externa	¿Cuánto tiempo los dispositivos de E/S utilizan para realizar una tarea?	Tomar el tiempo de operación y el tiempo que los dispositivos de E/S pasan ocupados para realizar la tarea	$X = B - A$ A = Tiempo que los dispositivos de E/S pasan ocupados para realizar la tarea B = Tiempo de operación Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 15$ El más cercano a 0 es el mejor	X = Tiempo/Tiempo A = Tiempo B = Tiempo	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
Capacidad	Número de peticiones online	Interna/Externa	¿Cuántas peticiones online pueden ser procesadas por unidad de tiempo?	Contar el número máximo de peticiones online procesadas y tomar el tiempo de operación	$X = A/T$ A = Número máximo de peticiones online procesada	$X = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor. Donde el mejor caso	X = Contable/Tiempo A = Contable T = Tiempo	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

					T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	es $\geq 10/t$.		
Número de accesos simultáneos	Interna/Externa	¿Cuántos usuarios pueden acceder al sistema simultáneamente en un cierto tiempo?	Contar el número máximo de accesos simultáneos y tomar el tiempo de operación	$X = A/T$ A= Número máximo de accesos simultáneos T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor. Donde el mejor caso es $\geq 10/t$	X= Contable/Tiempo A= Contable B= Tiempo	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester	
Sistema de transmisión de ancho de banda	Externa	¿Cuánto es el valor límite absoluto de transmisión necesaria para cumplir con las funciones?	Contar la cantidad máxima de transmisión de datos y tomar el tiempo de operación	$X = A/T$ A= Cantidad máxima de transmisión de datos B = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor. Donde el mejor caso es $\geq 10/t$	X= Tamaño/Tiempo A= Tamaño B= Tiempo		

Fuente: ISO/IEC 25023
Autor: Evelyn Balseca

Tabla 2.10 Métricas de calidad interna/externa para Facilidad de uso [20]

Métricas para la característica de calidad Facilidad de uso								
Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida	Recursos utilizados
Capacidad de reconocer su adecuación	Integridad de descripción	Interna/Externa	¿Qué cantidad de funciones (o tipos de funciones) son descritas como entendibles en la descripción del producto?	Contar el número de funciones (o tipos de funciones) descritas como entendibles en la descripción del producto y contar el número total de funciones (o tipos de funciones)	$X = A/B$ A = Número de funciones (o tipos de funciones) descritas como entendibles en la descripción del producto B = Número total de funciones (o tipos de funciones) Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
	Capacidad de demostración	Interna/Externa	¿Qué cantidad de funciones tienen la capacidad de demostración?	Contar el número de funciones implementadas con capacidad de demostración y contar el número total de funciones que	$X = A/B$ A = Número de funciones implementadas con capacidad de demostración B = Número total de	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

				requieren capacidad de demostración	funciones que requieren capacidad de demostración			
					Dónde: $B > 0$			
Capacidad para ser entendido	Funciones evidentes	Interna	¿Qué cantidad de funciones del producto son evidentes al usuario?	Contar el número de funciones que son evidentes al usuario y comparar con el número total de funciones.	$X = A / B$ A= Número de funciones (o tipo de funciones) evidentes al usuario B = Número total de funciones (o tipo de funciones) Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Código fuente
	Efectividad de la documentación del usuario o ayuda del sistema	Interna/Externa	¿Qué cantidad de funciones están descritas correctamente en la documentación del usuario o ayuda en línea?	Contar el número de funciones descritas correctamente y contar el número total de funciones implementadas	$X = A / B$ A= Número de funciones descritas correctamente B = Número total de funciones implementadas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
Operatividad	Recuperabilidad de error	Interna	¿Qué cantidad de funciones	Contar el número de	$X = A / B$	$0 \leq X \leq 1$ El más	X= Contable/	Código fuente

	operacional		pueden tolerar errores de usuario?	funciones implementadas con tolerancia de error de usuarios y el número total de funciones requeridas con capacidad de tolerancia.	A= Número de funciones implementadas con tolerancia de error de usuarios B = Número total de funciones requeridas con capacidad de tolerancia. Dónde: B > 0	cercano a 1 es el mejor	Contable A= Contable B= Contable	
	Claridad del mensaje	Interna/Externa	¿Qué cantidad de mensajes son auto explicativo?	Contar el número de mensajes implementados con explicaciones claras y el número total de mensajes implementados	X = A / B A= Número de mensajes implementados con explicaciones claras B = Número total de mensajes implementados Dónde: B > 0	0<=X<=1 El más cercano a 1 es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

	Consistencia operacional	Interna/Externa	¿Cuántas operaciones similares pueden llevarse a cabo consecuentemente?	Contar el número de operaciones que se comportan de manera incoherente y el número total de operaciones que se comportan de forma normal	$X = A / B$ A= Número de de operaciones que se comportan de manera incoherente B = Número total de operaciones que se comportan de forma normal Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
	Posibilidad de personalización	Interna/Externa	¿Cuántas funciones y procedimientos operacionales puede un usuario modificar para su conveniencia?	Contar el número de funciones implementadas que pueden ser personalizadas durante la operación y el número de funciones que requieran la capacidad de personalización	$X = A / B$ A = Número de funciones implementadas que pueden ser personalizadas durante la operación B = Número de funciones que requieran la capacidad de personalización Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

	Verificación de entradas válidas.	Interna/Externa	¿Qué cantidad de ítems de entrada son validados?	Contar el número de ítems de entrada que son validados y el número de ítems que necesitan ser validados	$X = A/B$ A= Número de ítems de entrada que son validados B = Número de ítems que necesitan ser validados Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
Protección contra errores del usuario	Prevención del uso incorrecto	Interna/Externa	¿Cuántas funciones tienen la capacidad de evitar operaciones incorrectas?	Contar el número de funciones implementadas para evitar fallos de funcionamiento provocados por un uso incorrecto y el número total de operaciones iniciales incorrectas	$X = A/B$ A = Número de operaciones iniciales incorrectas B = Número de funciones implementadas para evitar fallos de funcionamiento provocados por un uso incorrecto Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

Estética de la Interfaz del usuario	Personalización de la apariencia de la interfaz del usuario	Interna/Externa	¿Qué cantidad de los elementos de la interfaz de usuario pueden ser personalizados en apariencia?	Contar el número de tipos de elementos de interfaz que pueden ser personalizados y contar el número total de tipos de elementos de interfaz	$X = A/B$ A= Número de elementos de interfaz que pueden ser personalizados B = Número total de elementos de interfaz Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
Accesibilidad técnica	Accesibilidad física	Interna/Externa	¿A qué cantidad de funciones puede acceder un usuario con discapacidades físicas?	Contar el número de funciones a las que pueden acceder personas con discapacidad y contar el número total de funciones implementadas	$X = A/B$ A= Número de funciones a las que pueden acceder personas con discapacidad B = Número total de elementos de interfaz Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

Fuente: ISO/IEC 25023

Autor: Evelyn Balseca

Tabla 2.11 Métricas de calidad interna/externa para Seguridad [21]

Métricas para la característica de calidad Seguridad								
Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida	Recursos utilizados
Confidencialidad	Capacidad de control de acceso	Interna/Externa	¿Qué tan controlable son los accesos al sistema?	Contar el número de diferentes tipos de operaciones ilegales detectados y el número de tipos de operaciones ilegales en la especificación	$X = A / B$ A = Número de diferentes tipos de operaciones ilegales detectados B = Número de tipos de operaciones ilegales en la especificación Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
	Encriptación de datos	Interna/Externa	¿Qué tan correctamente es la implementación de encriptación / desencriptación de datos de acuerdo a la especificación de requerimientos	Contar el número de elementos de datos encriptados/ desencriptados correctamente y el número de elementos de datos que requiere el encriptación/	$X = A / B$ A = Número de elementos de datos encriptados/ desencriptados correctamente B = Número de elementos de datos que requiere el	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

			?	desencriptación	encriptación/ desencriptación Dónde: B > 0			
Integridad	Prevención de corrupción de datos	Interna/Externa	¿Hasta qué punto se puede prevenir la corrupción de datos?	Contar el número de casos de corrupción de datos ocurridos en la actualidad y el número de accesos donde se espera que ocurran daños de datos	X = A / B A = Número de casos de corrupción de datos ocurridos en la actualidad B = Número de accesos donde se espera que ocurran daños de datos Dónde: B > 0	0<=X<=1 El más cercano a 0, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
No repudio	Utilización de firma digital	Interna/Externa	¿Qué proporción de eventos que requieran no - repudio se procesan utilizando la firma digital?	Contar el número de eventos procesados usando firma digital y el número de eventos que requieran la propiedad de no - repudio	X = A / B A = Número de eventos procesados usando firma digital B = Número de eventos que requieran la propiedad de no - repudio Dónde:	0<=X<=1 El más cercano a 1, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

					$B > 0$			
Responsabilidad	Capacidad de auditoría de acceso	Interna/Externa	¿Qué tan completa es la pista de auditoría en relación al acceso de los usuarios al sistema y a los datos?	Contar el número de accesos al sistema y los datos registrados en el log del sistema y el número de accesos ocurridos en la realidad	$X = A / B$ A = Número de accesos ocurridos en la realidad B = Número de accesos al sistema y los datos registrados en el log del sistema Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
Autenticidad	Métodos de autenticación	Interna/Externa	¿Qué tan bien el sistema autentica la identidad de un sujeto o recurso?	Contar el número de métodos de autenticación previstos	$X = A$ A = Número de métodos de autenticación previstos	$X \geq 0$ Donde X es mayor a 0, siendo X el mejor igual o mayor a 2	X= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

Fuente: ISO/IEC 25023

Autor: Evelyn Balseca

Tabla 2.12 Métricas de calidad interna/externa para Compatibilidad [22]

Métricas para la característica de calidad Compatibilidad								
Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida	Recursos utilizados
Co – existencia	Co – Existencia disponible	Interna/Externa	¿Qué tan adaptable es el sistema en compartir su entorno con otros sistemas sin causar efectos adversos?	Contar el número de entidades con las que el producto puede coexistir y el número de entidades en el entorno de operación que requieren de coexistencia	$X = A/B$ A = Número de entidades con las que el producto puede coexistir B = Número de entidades en el entorno de operación que requieren de coexistencia Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
Interoperatividad	Conectividad con sistemas externos	Interna/Externa	¿Qué tan correctamente se ha implementado los protocolos de interfaz externa?	Contar el número de interfaces implementadas con otros sistemas y el número total de interfaces externas	$X = A/B$ A= Número de interfaces implementadas con otros sistemas B = Número total de interfaces externas	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

					Dónde: $B > 0$			
	Capacidad de intercambiar de datos	Interna/Externa	¿Qué tan exacto es el intercambio de datos entre el sistema otros sistemas de enlace?	Contar el número de datos que se han intercambiado sin problemas con otro sistema y el número total de datos que se intercambiaran	$X = A/B$ A= Número de datos que se han intercambiado sin problemas con otro sistema B = Número total de datos que se intercambiaran Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X= Contable/ Contable A = Contable B = Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

Fuente: ISO/IEC 25023
Autor: Evelyn Balseca

Tabla 2.13 Métricas de calidad interna/externa para Mantenibilidad [23]

Métricas para la característica de calidad Mantenibilidad								
Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida	Recursos utilizados
Modularidad	Capacidad de condensación	Interna	¿Qué tan fuerte es la relación entre los componentes del sistema?	Contar el número de componentes que no son afectados por cambios de otros componentes y el número total de componentes específicos	$X = A / B$ A = Número de componentes que no son afectados por cambios de otros componentes B = Número total de componentes específicos Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Código fuente
	Acoplamiento de clases	Interna	¿Qué tan fuerte es la relación entre una función del sistema con otras clases implementadas?	Contar el número de relaciones que tiene una función con respecto a otras clases	$X = A$ A = Número de relaciones que tiene una función con respecto a otras clases	$1 \leq X \leq 4$ El más cercano a 1, es el mejor	X= Contable A= Contable	Código fuente

Reusabilidad	Ejecución de reusabilidad	Interna	¿Cuántos elementos pueden ser reutilizados?	Contar el número de elementos reutilizados y el número total de elementos de la biblioteca reutilizable	$X = A / B$ A = Número de elementos reutilizados B = Número total de elementos de la biblioteca reutilizable Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Código fuente
Capacidad de ser analizado	Capacidad de pistas de auditoría	Interna/Externa	¿Los usuarios pueden identificar fácilmente la operación específica que causó el fallo?	Contar el número de datos realmente grabadas durante la operación y el número de datos previstos a grabarse para controlar el estado del sistema durante la operación	$X = A / B$ A = Número de datos realmente grabadas durante la operación B = Número de datos previstos a grabarse para controlar el estado del sistema durante la operación Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester

	Diagnóstico de funciones suficientes	Interna/Externa	¿Hasta qué punto las funciones de diagnóstico están preparadas o hasta qué punto funcionan para el análisis causal?	Contar el número de funciones de diagnóstico implementadas y contar el número de funciones de diagnóstico requeridas en la especificación de requerimientos	$X = A/B$ A = Número de funciones de diagnóstico implementadas B = Número de funciones de diagnóstico requeridas en la especificación de requerimientos Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable/ Contable A = Contable B = Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
Capacidad de ser modificado	Complejidad ciclomática	Interna	¿Cuál es la complejidad estructural de un código fuente?	Contar las instrucciones condicionales, bucles, salidas de métodos y cláusulas AND y OR dentro de los condicionales.	$X = A+1$ A = Número de instrucciones condicionales que tiene una función	$1 \leq X < 15$ El más cercano a 1, es el mejor	X = Contable A = Contable	Código fuente
	Profundidad de herencia	Interna	¿Qué tan profunda es la jerarquía de la herencia de las clases involucradas en una determinada función?	Contar las jerarquías empleadas en una determinada función o método.	$X = A$ A = Número de jerarquías empleadas para una determinada función.	$0 \leq X \leq 4$ El más cercano a 0 es el mejor	X = Contable A = Contable	Código fuente

	Grado de localización de corrección de impacto	Interna/Externa	¿Hasta qué punto los problemas causados pueden tener como consecuencia un mantenimiento?	Contar el número de fallas aparecidas después que se ha resuelto un fallo y contar el número de fallas resultas	$X = A/B$ A = Número de fallas aparecidas después que se ha resuelto un fallo B = Número de fallas resueltas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0, es el mejor	X= Contable A= Contable B = Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
	Complejidad de modificación	Externa	¿Con qué facilidad el desarrollador puede modificar el software para resolver problemas?	Tomar el tiempo de trabajo que le toma al desarrollador modificar y contar el número de modificaciones	$X = A/T$ A = Número de modificaciones B = Tiempo de trabajo que le toma al desarrollador modificar Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor	X= Contable/ Tiempo A= Contable B= Tiempo	Desarrollador
	Índice de éxito de modificación	Externa	¿Hasta qué punto puede el sistema ser operado sin fallas después del mantenimiento?	Contar el número de problemas dentro de un determinado período antes de mantenimiento y contar el número de problemas en el	$X = A/B$ A = Número de problemas dentro de un determinado período antes de mantenimiento B = Número de problemas en el	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Desarrollador

				mismo período después del mantenimiento	mismo período después del mantenimiento			
					Dónde: $B > 0$			
Capacidad de ser probado	Complejidad funcional de funciones de pruebas	Interna	¿Son las funciones de prueba completas y fáciles de implementar?	Contar el número de funciones de prueba implementadas y contar el número de funciones de prueba requeridas	$X = A/B$ A = Número de funciones de prueba implementadas B = Número de funciones de prueba requeridas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Código fuente, Tester
	Capacidad de prueba autónoma	Interna	¿Qué tan independiente es el software al ser probado?	Contar el número de pruebas que están dependiendo de otros sistemas y contar el número total de pruebas dependientes con otros sistemas	$X = A/B$ A = Número de pruebas que están dependiendo de otros sistemas B = Número total de pruebas dependientes con otros sistemas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Código fuente, Tester

	Capacidad de reinicio de pruebas	Externa	¿Con qué facilidad se puede llevar a cabo las pruebas nuevamente después del mantenimiento ?	Contar el número de casos en los cuales el mantenedor puede pausar y restaurar las pruebas y contar el número de casos de pausa en la ejecución de pruebas	$X = A/B$ A = Número de casos en los cuales el mantenedor puede pausar y restaurar las pruebas B = Número de casos de pausa en la ejecución de pruebas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Desarrollador, Tester
--	----------------------------------	---------	--	--	---	--	--	-----------------------

Fuente: ISO/IEC 25023
Autor: Evelyn Balseca

Tabla 2.14 Métricas de calidad interna/externa para Portabilidad [24]

Métricas para la característica de calidad Portabilidad								
Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida	Recursos utilizados
Adaptabilidad	Adaptabilidad en entorno hardware	Interna/Externa	¿Es el sistema lo suficientemente capaz de adaptarse al entorno hardware?	Contar el número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el entorno hardware y contar el número total de funciones las cuales han sido probadas	$X = A/B$ A = Número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el entorno hardware B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
	Adaptabilidad en entorno de software	Interna/Externa	¿Es el sistema lo suficientemente capaz de adaptarse al entorno del	Contar el número funciones operativas de las tareas que no se hayan	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B=	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollado

			sistema software?	completado durante las pruebas operativas con el sistema y contar el número total de funciones las cuales han sido probadas	no se hayan completado durante las pruebas operativas con el sistema B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: B > 0		Contable	r, Tester
Adaptabilidad en entorno empresarial	Interna/Externa	¿Es el sistema lo suficientemente capaz de adaptarse al entorno operacional?	Contar el número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con usuarios del entorno empresarial y contar el número total de funciones las cuales han sido probadas	A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con usuarios del entorno empresarial B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: B > 0	X = A/B 0 <= X <= 1 El más cercano a 0, es el mejor	X = Contable/ Contable A = Contable B = Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester	

	Eficiencia en el tiempo de instalación	Externa	¿Cuánto tiempo es requerido para realizar una instalación?	Contar el tiempo total transcurrido al instalar el sistema y contar el número de reintentos al instalar el sistema	$X = A/T$ A = Número de reintentos al instalar el sistema T = Tiempo total transcurrido al instalar el sistema Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Desarrollador, Tester
Capacidad de ser Instalado	Facilidad de instalación	Externa	¿Puede fácilmente el usuario o el desarrollador instalar el software en un entorno operacional?	Contar el número casos en que los usuarios tuvieron éxito al instalar el sistema cambiando proceso de instalación para su conveniencia y contar el número total de casos en que los usuarios han intentado cambiar el proceso de instalación para su conveniencia	$X = A/B$ A = Número casos en que los usuarios tuvieron éxito al instalar el sistema cambiando proceso de instalación para su conveniencia B = Número total de casos en que los usuarios han intentado cambiar el proceso de instalación para su conveniencia	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Desarrollador, Tester

					Dónde: B > 0			
Capacidad de ser Reemplazado	Consistencia en la función de soporte al usuario	Interna/Externa	¿Cuán consistente es el nuevo componente con la interfaz de usuario existente?	Contar el número de nuevas funciones que son consideradas como no consistentes por el usuario y contar el número de nuevas funciones	X = A/B A = Número de nuevas funciones que son consideradas como no consistentes por el usuario B = Número de nuevas funciones Dónde: B > 0	0 ≤ X ≤ 1 El más cercano a 0, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Especificación de requerimientos, Código fuente, Desarrollador, Tester
	Inclusividad funcional	Externa	¿Pueden fácilmente las funciones ser utilizadas después de ser cambiadas a por otras similares?	Contar el número de funciones que producen resultados similares con anterioridad y que no se han exigido cambios y contar el número de funciones probadas que son similares a las funciones proporcionadas por otro software para	X = A/B A = Número de funciones que producen resultados similares con anterioridad y que no se han exigido cambios B = Número de funciones probadas que son similares a las funciones proporcionadas por otro software para	0 ≤ X ≤ 1 El más cercano a 1, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Desarrollador, Tester

				ser reemplazado	ser reemplazado			
					Dónde: $B > 0$			
	Uso continuo de datos	Externa	¿Pueden los datos fácilmente ser utilizados después de reemplazar el software por otro similar?	Contar el número de datos que son continuamente utilizables por el software a ser reemplazado y contar el número de datos que son continuamente reutilizables por el software a ser reemplazado	$X = A/B$ A = número de datos que son continuamente solo utilizables por el software a ser reemplazado B = Número de datos que son reutilizables por el software a ser reemplazado	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Desarrollado r, Tester
					Dónde: $B > 0$			

Fuente: ISO/IEC 25023
Autor: Evelyn Balseca

2.2.2. Subcaracterísticas y atributos de calidad en uso más relevantes

En la Tabla 2.15 se especifica como ejemplo, el nivel de importancia de las subcaracterísticas y atributos de calidad en uso, de un producto software de tipo página web.

Tabla 2.15 Ejemplo del nivel de importancia de subcaracterísticas y atributos de calidad en uso más relevantes

SUBCARACTERÍSTICAS Y ATRIBUTOS DE CALIDAD EN USO		
Características	Subcaracterísticas	Nivel de importancia
Efectividad	Efectividad	A
Eficiencia	Eficiencia	A
Satisfacción	Utilidad	A
Libertad de riesgo	Libertad del riesgo económico	B
	Libertad del riesgo de salud y seguridad	B
	Mitigación del riesgo ambiental	B
Cobertura de contexto	Integridad de contexto	B
	Flexibilidad	B

Fuente: Evelyn Balseca

Autor: Evelyn Balseca

2.2.2.1. Métricas de Calidad en Uso [14]

Las métricas para evaluar la calidad en uso del producto software se especifican en las siguientes tablas:

Tabla 2.16 Métricas de calidad en uso de Efectividad [25]

Métricas para la característica de calidad Efectividad								
Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida	Recursos utilizados
Efectividad	Compleitud de la tarea	Uso	¿Qué cantidad de tareas son completadas correctamente?	Contar el número de tareas completadas y el número total de tareas intentadas	$X = A/B$ A= Número de tareas completadas B = Número total de tareas intentadas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, el mejor	X= Contable /Contable A= Contable B= Contable	Usuario
	Efectividad de la tarea	Uso	¿Qué cantidad de los objetivos de la tarea se realiza completamente?	Tomar el valor proporcional de cada componente faltante o incorrecto en la salida de la tarea	$X = A/B$ A=Cantidad de objetivos completados por la tarea. B=Cantidad de objetivos planeados que realice la tarea	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, el mejor	X= Contable A= Contable	Usuario

	Frecuencia de error	Uso	¿Cuál es la frecuencia de los errores cometidos por el usuario en comparación con lo planeado?	Contar el número de errores cometidos por los usuarios y contar el número de tareas	$X = A/B$ A = Número de errores cometidos por los usuarios B = Número de tareas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X= Contable /Contable A= Contable B= Contable	Usuario
--	---------------------	-----	--	---	--	---	---	---------

Fuente: ISO/IEC 25022
Autor: Evelyn Balseca

Tabla 2.17 Métricas de calidad en uso de Eficiencia [26]

Métricas para la característica de calidad Eficiencia								
Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida	Recursos utilizados
Eficiencia	Tiempo de la tarea	Uso	¿Cuánto tiempo se tarda en completar una tarea en comparación con lo planeado?	Tomar el tiempo planeado y el tiempo actual	$X = A/B$ A= Tiempo actual B = Tiempo planeado Dónde: $A > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más cercano a 0 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el peor caso	$X = \text{Tiempo/Tiempo}$ A= Tiempo B= Tiempo	Usuario
	Tiempo relativo de la tarea	Uso	¿Cuánto tiempo necesita un usuario normal en completar una tarea en comparación con un experto?	Tomar el tiempo que completa una tarea un usuario normal y el tiempo que completa una tarea un usuario experto	$X = A/B$ A = Tiempo que completa una tarea un usuario experto B = Tiempo que completa una tarea un usuario normal Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, el mejor	$X = \text{Tiempo/Tiempo}$ A= Tiempo B= Tiempo	Usuario

	Eficiencia de la tarea	Uso	¿Qué tan eficientes son los usuarios?	Contar el número de tareas efectivas y tomar el tiempo de la tarea	$X = A/T$ A = Número de tareas efectivas T = Tiempo de la tarea Dónde: $T > 0$	$X = A/T$ El más lejano a 0/t es el mejor	X= Contable/ Tiempo A= Contable B= Tiempo	Usuario
	Eficiencia relativa de la tarea	Uso	¿Qué tan eficiente es un usuario comparado con lo planeado?	Contar el número de tareas eficientes realizadas por un usuario ordinario y contar el número de tareas eficientes planeadas	$X = A/B$ A = Número de tareas eficientes realizadas por un usuario ordinario B = Número de tareas eficientes planeadas Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es lo mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Usuario, Especificación de requerimientos
	Productividad económica	Uso	¿Qué tan rentable es el usuario?	Contar el número de tareas efectivas y tomar el costo total de las tareas	$X = A/B$ A = Número de tareas efectivas B = Numero de tareas totales Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es lo mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Usuario, Especificación de requerimientos

	Porcentaje productivo	Uso	¿Cuál es el porcentaje de tiempo que el usuario realiza acciones de productividad?	Tomar el tiempo de productividad y el tiempo de la tarea	$X = A/B$ A = Tiempo de la tarea B = Tiempo de productividad. Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más cercano a 0 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el peor caso	X= Tiempo/ Tiempo A= Tiempo B= Tiempo	Usuario
	Numero relativo de acciones del usuario	Uso	¿Cuál es el número de acciones mínimas necesarias que realizan los usuarios?	Contar el número de acciones realizadas por los usuarios y contar el número de acciones necesarias actualmente	$X = A/B$ A = Número de acciones realizadas por los usuarios B = Número de acciones necesarias actualmente Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es lo mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Usuario

Fuente: ISO/IEC 25022
Autor: Evelyn Balseca

Tabla 2.18 Métricas de calidad en uso de Satisfacción [27]

Métricas para la característica de calidad Satisfacción								
Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida	Recursos utilizados
Utilidad	Nivel de satisfacción	Uso	¿Qué tan satisfecho está el usuario?	Realizar un cuestionario sobre el nivel de satisfacción sobre el sistema.	$X = A/B$ A= Numero de preguntas con respuesta satisfactorias B = Número total de preguntas realizadas en el cuestionario. Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es lo mejor	X = Contable /Contable A = Contable B = Contable	Usuario
	Uso discrecional de las funciones	Uso	¿Qué porcentaje de los usuarios optan por utilizar las funciones sistema?	Observación de uso	$X = A/B$ A= Número de funciones específicas del software que se utilizan B= Número total de funciones que están destinados a ser usados	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Usuario

					Dónde: B > 0			
	Porcentaje de quejas de los clientes	Uso	¿Cuál es el porcentaje de quejas realizadas por los clientes?	Contar el número de clientes que se quejan y contar el número total de clientes	X = A/B A = Número de clientes que se quejan B = Número total de clientes Dónde: B > 0	0<=X<=1 El más cercano a 0, mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Cientes

Fuente: ISO/IEC 25022
Autor: Evelyn Balseca

2.19 Métricas de calidad en uso de Libertad de riesgo [28]

Métricas para la característica de calidad Libertad de riesgo								
Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida	Recursos utilizados
Libertad del riesgo económico	Retorno de la Inversión (ROI)	Uso	¿Cuál es el retorno de la inversión?	Consultar los beneficios obtenidos y el capital invertido	$X = A / B$ A = Beneficios obtenidos B = Beneficios esperados. Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es lo mejor	X = Contable / Contable A = Contable B = Contable	Cliente
	Tiempo para lograr el retorno de la inversión	Uso	¿El retorno de la inversión es logrado en un tiempo aceptable?	Tomar el tiempo para lograr el ROI y tomar el tiempo aceptable para lograr el ROI	$X = A / B$ A = Tiempo real para lograr el ROI B = Tiempo aceptable para lograr el ROI Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más cercano a 0 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el peor caso	X = Tiempo / Tiempo A = Tiempo B = Tiempo	Usuario

	Rendimiento relativo de negocios	Uso	¿Qué tan comparable es el rendimiento del negocio con otras empresas de primera clase en la industria o en la misma empresa	Consultar el monto de la inversión de TI o de las ventas de la empresa y el monto de inversión de TI o las ventas planeadas de la empresa para la comparación	$X = B/A$ A = Monto de inversión de TI o las ventas planeadas de la empresa para la comparación B = Monto real de la inversión de TI o de las ventas de la empresa Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $B \leq A$ el más cercano a 1 es lo mejor. Si $B > A$ será considerado como el mejor caso		Cliente
	Balanced Score Card	Uso	Los beneficios de la inversión en IT evaluados utilizando los Balanced Score Card para cumplir los objetivos	Consultar el resultado del BSC y el BSC planeado	$X = A/B$ A = Resultado del BSC B = BSC planeado Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, mejor.		Cliente
	Tiempo de entrega	Uso	¿Cuál es el tiempo de entrega para cumplir los con objetivos?	Consultar el tiempo de entrega actual o retrasos en las entregas y el tiempo de entrega planeado o retrasos en las entregas	$X = A/B$ A = Tiempo de entrega planeado o retrasos en las entregas B = Tiempo de entrega actual o retrasos en las	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más cercano a 0 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el peor caso	$X =$ Tiempo/ Tiempo $A =$ Tiempo $B =$ Tiempo	Cliente

					entregas Dónde: $B > 0$			
	Ganancias para cada cliente	Uso	Las ganancias de cada cliente al cumplir con sus objetivos	Consultar los ingresos reales de un cliente y los ingresos planeados de un cliente	$X = A/B$ A = Ingresos reales de un cliente B = Ingresos planeados de un cliente Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más cercano a 1 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el mejor caso	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Cliente
	Errores con consecuencias económicas	Uso	La frecuencia de errores humanos o del sistema con consecuencias económicas	Contar el número de errores con consecuencias económicas y contar número total de situaciones de uso	$X = A/B$ A = Número de errores con consecuencias económicas B = Número total de situaciones de uso Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Cliente

	Corrupción del software	Uso	La frecuencia de corrupción del software resultado de errores humanos o del sistema	Contar el número de ocurrencias de corrupción del software y contar número total de situaciones de uso.	$X = A/B$ A = Número de ocurrencias de corrupción del software B = Número total de situaciones de uso Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Cliente
Libertad del riesgo de salud y seguridad	Frecuencia de problemas en la salud y seguridad del usuario	Uso	La frecuencia de problemas de salud entre los usuarios del producto	Contar el número de usuarios que notificaron problemas de salud y contar el número total de usuarios	$X = A/B$ A = Número de usuarios que notificaron problemas de salud B = Número total de usuarios Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Usuario
	Impacto en la salud y seguridad del usuario	Uso	El impacto en la salud y la seguridad en los usuarios del producto	Contar el número de personas afectadas, tomar el tiempo y el grado de importancia	$X = A/T$ A = Número de personas afectadas T = Tiempo	$0 \leq X \leq 5$ El más cercano a 0 es el mejor		

	Seguridad de las personas afectadas por el uso del sistema	Uso	La incidencia de riesgo para las personas afectadas por el uso del sistema	Contar el número de personas puestas en peligro y contar el número total de personas potencialmente afectadas por el sistema	$X = A/B$ A = Número de personas puestas en peligro B = Número total de personas potencialmente afectadas por el sistema Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Usuario
Libertad del riesgo ambiental	Impacto Ambiental	Uso	El impacto ambiental de la elaboración y el uso del sistema	Estimar el impacto ambiental y el impacto ambiental aceptable	$X = A/B$ A = Impacto ambiental aceptable B = Impacto ambiental real Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ Si $A \leq B$ el más cercano a 0 es lo mejor. Si $A > B$ será considerado como el peor caso	X= Contable/ Contable A= Contable B= Contable	Usuario, cliente, desarrollador

Fuente: ISO/IEC 25022
Autor: Evelyn Balseca

2.20 Métricas de calidad en uso de Cobertura de contexto [29]

Métricas para la característica de calidad Cobertura de contexto								
Subcaracterística	Métrica	Fase del ciclo de vida de calidad del producto	Propósito de la métrica de calidad	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado	Tipo de medida	Recursos utilizados
Complejidad de Contexto	Complejidad de Contexto	Uso	Porcentaje en que el producto puede utilizarse con facilidad en contextos de uso	Contar el número de contextos con la facilidad de uso inaceptable y el número total de distintos contextos de uso	$X = A/B$ A= Número de distintos contextos de uso inaceptables B = Número total de distintos contextos de uso Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor	X = Contable /Contable A = Contable B = Contable	Cliente
Flexibilidad	Función flexible del diseño.	Uso	Grado en que el producto puede adaptarse para satisfacer las diferentes necesidades de los usuarios	Contar el número de características diseñadas con completa flexibilidad y contar el número total de características de diseño	$X = A/B$ A= Número de características diseñadas con completa flexibilidad B = Número total de características de diseño Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor	X = Contable /Contable A = Contable B = Contable	Usuario

Fuente: ISO/IEC 25022

Autor: Evelyn Balseca

2.3. MODELO DE INDICADORES Y MÉTRICAS

2.3.1. Ponderación en porcentaje de las características de calidad interna, externa y en uso más relevantes para el producto software

La ponderación que se otorgara a las características de calidad interna, externa y en uso dependerá del nivel de importancia que fue asignado al producto software en la sección 2.1 *DEFINICIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD*¹³. Tomando en cuenta que las ponderaciones que serán asignadas dependerán del criterio del evaluador y del tipo de producto a evaluarse, además estas ponderaciones deben ser divididas entre las características que fueron aplicadas, y la sumatoria no debe pasar del 100%.

A continuación en la Tabla 2.21 se presenta un ejemplo de la ponderación en porcentaje que se asigna a las características más relevantes para la calidad interna de un producto software de tipo página web.

Tabla 2.21 Ejemplo de ponderación en porcentajes para la calidad interna

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD INTERNA		
Características	Nivel de importancia	Ponderación
Adecuación funcional	M	25%
Fiabilidad	B	0%
Eficiencia en el desempeño	M	15%
Facilidad de uso	M	15%
Seguridad	M	15%
Compatibilidad	B	0%
Mantenibilidad	A	30%
Portabilidad	NA	0%

Fuente: Evelyn Balseca
Autor: Evelyn Balseca

2.3.2. Niveles de puntuación final para la calidad interna, externa y en uso

La escala de medición que se presenta en la Tabla 2.22 se utilizará para analizar el resultado final de las características de calidad interna, externa y en

¹³ *Ibíd.*, pág. 39.

uso, los cuales nos dará el nivel de puntuación final que se le asignará al producto software después de su análisis.

Tabla 2.22 Niveles de puntuación final para la calidad interna, externa y en uso

Escala de medición	Niveles de puntuación	Grado de satisfacción
8.75 - 10	Cumple con los requisitos	Muy satisfactorio
5 – 8.74	Aceptable	Satisfactorio
2.75 – 4.9	Mínimamente aceptable	Insatisfactorio
0 – 2.74	Inaceptable	

Fuente: Tesis EPN [30]

2.3.3. Matriz calidad

Para realizar el análisis de la calidad del producto software se utilizará una matriz de calidad, la cual permitirá al evaluador independiente realizar la evaluación de la calidad del producto software de una manera completa y concisa.

La matriz de calidad consta de cuatro secciones: calidad interna, calidad externa, calidad en uso y resultado final del análisis de la calidad del producto software, respectivamente, tal como se presentan en la Figura 2.1, Figura 2.2, Figura 2.3 y Figura 2.4, en cada una de ellas se detalla las métricas descritas por la norma en la sección 2.2.1.2 *Métricas de Calidad Interna y Externa*¹⁴ y 2.2.2.1 *Métricas de Calidad en Uso*¹⁵.

En las cuatro secciones, se describe lo siguiente:

- a. **Característica:** nombre de la característica.
- b. **Subcaracterística:** nombre de la subcaracterística.
- c. **Métrica:** nombre de la métrica
- d. **Fórmula:** formula de la métrica.
- e. **Valor deseado:** umbrales de medida.
- f. **Aplica:** opciones para indicar que la métrica aplica o no aplica.

¹⁴ *Ibíd.*, pág. 44.

¹⁵ *Ibíd.*, pág. 77.

- g. Valor obtenido:** valor que se obtiene a partir de la aplicación de la fórmula.
- h. Ponderación:** valor sobre 10 según lo establecido en la Tabla 2.22.
- i. Valor parcial total:** promedio de los valores obtenidos de las métricas acuerdo a la escala de medición.
- j. Nivel de importancia:** nivel de importancia de la característica según el criterio del evaluador de acuerdo a la Tabla 2.1.
- k. Porcentaje de importancia:** porcentaje de importancia de la característica establecido según el criterio del evaluador.
- l. Valor final:** es el producto de los valores parciales de las características por el porcentaje de importancia de cada una de ellas.
- m. Resultado de la calidad del sistema:** es la suma de los valores finales de las características de calidad.
- n. Nivel de puntuación:** nivel de puntuación final que tendría el producto software después de su análisis de acuerdo a la Tabla 2.22.
- o. Grado de satisfacción:** grado de satisfacción que tendría el producto software después de su análisis de acuerdo a la Tabla 2.22.

2.3.3.1. Procedimiento para aplicar la matriz de calidad

El procedimiento que debe seguir el evaluador independiente para llenar la matriz de calidad, se detalla en los siguientes pasos:

1. Especificar el tipo de producto software a evaluarse como se especifica en la sección *1.1.2 Tipos de productos software en el sector de software*.¹⁶
2. Definir las características de calidad interna, externa y en uso, dependiendo del tipo de producto software y el nivel de importancia que se dé a cada una de ellas, como se menciona en la sección *2.1 DEFINICIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD*¹⁷
3. Definir las subcaracterísticas de calidad interna, externa y en uso, dependiendo de lo establecido en el punto 2 de este procedimiento,

¹⁶ *Ibíd.*, pág. 6.

¹⁷ *Ibíd.*, pág. 39.

como se indica en la sección 2.2 *DEFINICIÓN DE SUBCARACTERÍSTICAS Y ATRIBUTOS*¹⁸

4. Seleccionar las métricas de calidad de acuerdo a lo analizado en el punto 2 y 3 de este procedimiento, las cuales se encuentran detalladas en la secciones 2.2.1.2 *Métricas de Calidad Interna y Externa*¹⁹ y 2.2.2.1 *Métricas de Calidad en Uso*²⁰.
5. Definir la ponderación en porcentaje de las características de calidad interna, externa y en uso, dependiendo del criterio del evaluador independiente, como se menciona en la sección 2.3.1 *Ponderación en porcentaje de las características de calidad interna, externa y en uso más relevantes para el producto software*²¹.
6. Una vez realizado los puntos anteriores, dirigirse a la Matriz de calidad y realizar lo siguiente:
 - a) Ubicarse en la hoja Excel **Calidad Interna**, establecer en las características y subcaracterísticas de calidad interna que fueron definidas, el nivel de importancia (*columna NIVEL DE IMPORTANCIA*) y ponderaciones en porcentaje (*columna PORCENTAJE DE IMPORTANCIA*) especificadas en el punto 5 de este procedimiento. Teniendo en cuenta que la sumatoria de la columna *PORCENTAJE DE IMPORTANCIA* no debe pasar de 100, esto sucediera, cambia el color de la columna y se presentará un mensaje de alerta a lado de la columna *CALIDAD DEL SISTEMA*.
 - b) Ubicarse en la hoja Excel **Calidad Externa**, establecer en las características y subcaracterísticas de calidad externa que fueron definidas, el nivel de importancia (*columna NIVEL DE IMPORTANCIA*) y ponderaciones en porcentaje (*columna PORCENTAJE DE IMPORTANCIA*) especificadas en el punto 5 de este procedimiento. Teniendo en cuenta que la sumatoria de la columna *PORCENTAJE DE IMPORTANCIA* no debe pasar de 100, esto sucediera, cambia el color de la columna y se presentará un mensaje de alerta a lado de la columna *CALIDAD DEL SISTEMA*.

¹⁸ *Ibíd.*, pág. 41.

¹⁹ *Ibíd.*, pág. 44.

²⁰ *Ibíd.*, pág. 77.

²¹ *Ibíd.*, pág. 91.

- c) Ubicarse en la hoja Excel **Calidad en Uso**, establecer en las características y subcaracterísticas de calidad en uso que fueron definidas, el nivel de importancia (*columna NIVEL DE IMPORTANCIA*) y ponderaciones en porcentaje (*columna PORCENTAJE DE IMPORTANCIA*) especificadas en el punto 5 de este procedimiento. Teniendo en cuenta que la sumatoria de la columna *PORCENTAJE DE IMPORTANCIA* no debe pasar de 100, esto sucediera, cambia el color de la columna y se presentará un mensaje de alerta a lado de la columna *CALIDAD DEL SISTEMA*.
7. Volver a la hoja Excel **Calidad Interna**, ubicarse en las características seleccionadas y que fueron ponderadas, escoger las métricas que se aplicarán indicando SI o NO en la columna *APLICA*, con el objetivo de ingresar los valores de las variables A, B o T (*columna VALOR OBTENIDO*) de las formulas correspondientes a las métricas seleccionadas en el punto 4 de este procedimiento. El valor de la variable X es el resultado obtenido de la aplicación de la fórmula de acuerdo a las variables ingresadas.
- Una vez obtenido todos los resultados de las fórmulas que fueron ingresadas, automáticamente se calcula los valores de las siguientes columnas:
- PONDERACION (/10)
 - VALOR PARCIAL TOTAL (/10)
 - VALOR FINAL
 - CALIDAD DEL SISTEMA
8. Realizar el paso 7 con las hojas Excel **Calidad Externa** y **Calidad en Uso**, respectivamente.
9. Finalmente, ubicarse en la hoja Excel **Resultado Final** la cual indicará al evaluador independiente el resultado final del análisis de calidad del producto software de acuerdo a lo establecido en la sección 2.3.2 *Niveles de puntuación final para la calidad interna, externa y en uso*²², determinando de esta manera si el producto software cumple o no con los objetivos del usuario.

²² *Ibíd.*, pág. 91.

Figura 2.1 Ejemplo de Matriz de calidad para evaluar la calidad interna

MATRIZ DE CALIDAD PARA EVALUAR LA CALIDAD INTERNA DE PRODUCTOS SOFTWARE EN EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE APLICANDO LA NORMA ISO/IEC 25000

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Adecuación funcional	Complejidad funcional	Complejidad de la implementación funcional	$X = A / B$ A = Número de funciones que están incorrectas o que no fueron implementadas B = Número de las funciones establecidas en la especificación de requisitos Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X = NA	NA		Seleccionar			
	Exactitud funcional	Exactitud	$X = A/B$ A = Número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud B = Número total de elementos de datos implementados Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
		Presición computacional	$X = A/T$ A = Numero de cálculos inexactos encontrados T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	Deseado: 0/15min Peor caso: >=10/15min	Seleccionar	A = T = X = NA	NA					
Madurez	Eliminación de errores	Eliminación de errores	$X = A/B$ A = Número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas B = Número de fallas detectadas en las pruebas Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
			$X = A/B$ A = Número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación durante la prueba B = Número de casos de prueba a ser realizados para cubrir los requerimientos Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Fiabilidad	Tolerancia a fallos	Redundancia	$X = A / B$ A= Número de componentes/sistemas instalados de forma redundante B = Número total de componentes/sistemas instalados Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA		Seleccionar			
		Anulación de operación incorrecta	$X = A / B$ A= Número de operaciones incorrectas presentadas B = Número total de funciones implementadas para anular operaciones incorrectas Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
	Capacidad de recuperación	Tiempo medio de recuperación	$X = A / T$ A = Número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entró en recuperación T = Tiempo que le tomó al sistema en recuperarse Dónde: $T > 0$	Deseado: 0/min Peor caso: ≥ 10 /min	Seleccionar	A = T = X= NA	NA					
Comportamiento del tiempo		Tiempo de respuesta	$X = B - A$ A= Tiempo de envío de petición B = Tiempo en recibir la primera respuesta	Deseado: 15 seg Peor caso: >15 seg	No	A = B = X= NA	NA					
		Tiempo de espera	$X = B - A$ A= Tiempo cuando se inicia un trabajo B = Tiempo en completar el trabajo	Deseado: 20 min Peor caso: >20 min	No	A = B = X= NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Eficiencia en el desempeño		Número de accesos simultaneos (Max)	$X = A/T$ A= Número máximo de accesos simultáneos T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	Deseado: $\geq 10/3min$ Peor caso: $0/3min$	Seleccionar	A = T = X = NA	NA		Seleccionar			
Facilidad de uso	Capacidad de reconocer su adecuación	Integridad de descripción	$X = A/B$ A = Número de funciones (o tipos de funciones) descritas como entendibles en la descripción del producto B = Número total de funciones (o tipos de funciones) Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
		Capacidad de demostración	$X = A/B$ A = Número de funciones implementadas con capacidad de demostración B = Número total de funciones que requieren capacidad de demostración Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
	Capacidad de ser entendido	Funciones evidentes	$X = A/B$ A= Número de funciones (o tipo de funciones) evidentes al usuario B = Número total de funciones (o tipo de funciones) Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
		Efectividad de la documentación del usuario o ayuda del sistema	$X = A/B$ A= Número de funciones descritas correctamente B = Número total de funciones implementadas Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Facilidad de uso	Operatividad	Recuperabilidad de error operacional	$X = A / B$ A= Número de funciones implementadas con tolerancia de error de usuarios B = Número total de funciones requeridas con capacidad de tolerancia Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA		Seleccionar			
		Claridad de mensajes	$X = A/B$ A= Número de mensajes implementados con explicaciones claras B = Número total de mensajes implementados Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
		Consistencia operacional	$X = A/B$ A= Número de de operaciones que se comportan de manera incoherente B = Número total de operaciones que se comportan de forma normal Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
		Posibilidad de personalización	$X = A/B$ A = Número de funciones implementadas que pueden ser personalizadas durante la operación B = Número de funciones que requieran la capacidad de personalización Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
	Verificación de entradas válidas	$X = A/B$ A= Número de elementos de entrada que son validados B = Número de elementos que necesitan ser validados Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA						

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Facilidad de uso	Protección contra errores del usuario	Prevención del uso incorrecto	$X = A/B$ A = Número operaciones iniciales incorrectas B = Número de funciones implementadas para evitar fallos de funcionamiento provocados por un uso incorrecto Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA		Seleccionar			
	Estética de la Interfaz del usuario	Personalización de la apariencia de la interfaz del usuario	$X = A/B$ A= Número de elementos de interfaz que pueden ser personalizados B = Número total de elementos de interfaz Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
	Accesibilidad técnica	Accesibilidad física	$X = A/B$ A= Número de funciones a las que pueden acceder personas con discapacidad B = Número total de elementos de interfaz Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
Seguridad	Confidencialidad	Capacidad de control de acceso	$X = A / B$ A = Número de diferentes tipos de operaciones ilegales detectados B = Número de tipos de operaciones ilegales en la especificación Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
		Encriptación de datos	$X = A / B$ A = Número de elementos de datos encriptados/desencriptados correctamente B = Número de elementos de datos que requiere encriptación/desencriptación Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Seguridad	Integridad	Prevención de corrupción de datos	$X = A / B$ A = Número de casos de corrupción de datos ocurridos en la actualidad B = Número de accesos donde se espera que ocurran daños de datos Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA		Seleccionar			
	No repudio	Utilización de firma digital	$X = A / B$ A = Número de eventos procesados usando firma digital B = Número de eventos que requieran la propiedad de no - repudio Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
	Responsabilidad	Capacidad de auditoría de acceso	$X = A / B$ A = Número de accesos al sistemas ocurridos en la realidad B = Número de accesos al sistema registrados en el log del sistema Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
	Autenticidad	Métodos de autenticación	$X = A$ A = Número de métodos de autenticación previstos	Deseado: 3 Peor caso: 0	Seleccionar	A = X = NA	NA					
Compatibilidad	Co - existencia	Co - existencia disponible	$X = A/B$ A = Número de sistemas con las que el producto puede coexistir B = Número de sistemas con las que el producto requiere de coexistencia Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA		Seleccionar			
	Interoperatividad	Conectividad con sistemas externos	$X = A/B$ A= Número de interfaces implementadas con otros sistemas B = Número total de interfaces externas Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
	Interoperatividad	Capacidad de intercambiar de datos	$X = A/B$ A= Número de datos que se han intercambiado sin problemas con otro sistema B = Número total de datos que se intercambiaran Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA		Seleccionar			
Mantenibilidad	Modularidad	Capacidad de condensación	$X = A / B$ A = Número de sistemas que no son afectados por cambios en el sistema B = Número total de sistemas específicos Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA		Seleccionar			
		Acoplamiento de clases	$X = A$ A = Número de relaciones que tiene una función con respecto a otras clases	Deseado: 1 Peor caso: >=4	Seleccionar	A = X = NA	NA					
	Reusabilidad	Ejecución de reusabilidad	$X = A / B$ A = Número de elementos reutilizados B = Número total de elementos de la biblioteca reutilizable Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
	Capacidad de ser analizado	Capacidad de pistas de auditoría	$X = A / B$ A = Número de datos grabadas durante la operación B = Número de datos previstos a grabarse para controlar el estado del sistema durante la operación Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Mantenibilidad	Capacidad de ser analizado	Diagnóstico de funciones suficientes	$X = A/B$ A = Número de funciones de diagnóstico implementadas B = Número de funciones de diagnóstico requeridas en la especificación de requerimientos Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA		Seleccionar			
	Capacidad de ser modificado	Complejidad ciclomática	$X = A+1$ A = Numero de instrucciones condicionales que tiene una función	Deseado: 1 Peor caso: ≥ 15	Seleccionar	A = X = NA	NA					
		Profundidad de herencia	$X = A$ A = Número de jerarquías empleadas para una determinada función	Deseado: 0 Peor caso: ≥ 4	Seleccionar	A = X = NA	NA					
		Grado de localización de corrección de impacto	$X = A/B$ A = Número de fallas aparecidas después que se ha resuelto un fallo B = Número de fallas resueltas Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
	Capacidad de ser probado	Compleitud funcional de funciones de pruebas	$X = A/B$ A = Número de funciones de prueba implementadas B = Número de funciones de prueba requeridas Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
		Capacidad de prueba autónoma	$X = A/B$ A = Número de pruebas que están dependiendo de otros sistemas B = Número total de pruebas dependientes con otros sistemas Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Portabilidad	Adaptabilidad	Adaptabilidad en entorno hardware	$X = A/B$ A = Número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el entorno hardware B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA		Seleccionar			
		Adaptabilidad en entorno de software	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el sistema B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
		Adaptabilidad en entorno empresarial	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con usuarios del entorno empresarial B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
	Capacidad de ser Reemplazado	Consistencia en la función de soporte al usuario	$X = A/B$ A = Número de nuevas funciones que son consideradas como no consistentes por el usuario B = Número de nuevas funciones Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					

**Fuente: Evaluación de calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000²³
 Autor: Evelyn Balseca**

²³ *Ibíd.*, pág. 45 – 77, Sección 2.2.1.2 Métricas de Calidad Interna y Externa.

Figura 2.2 Ejemplo de Matriz de calidad para evaluar la calidad externa

MATRIZ DE CALIDAD PARA EVALUAR LA CALIDAD INTERNA DE PRODUCTOS SOFTWARE EN EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE APLICANDO LA NORMA ISO/IEC 25000

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Adecuación funcional	Compleitud funcional	Compleitud de la implementación funcional	$X = A / B$ A = Número de funciones que están incorrectas o que no fueron implementadas B = Número de las funciones establecidas en la especificación de requisitos Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X = NA	NA		Seleccionar			
	Exactitud funcional	Exactitud	$X = A/B$ A = Número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud B = Número total de elementos de datos implementados Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
		Presición computacional	$X = A/T$ A = Numero de cálculos inexactos encontrados T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	Deseado: 0/15min Peor caso: >=10/15min	Seleccionar	A = T = X = NA	NA					
Fiabilidad	Madurez	Eliminacion de errores	$X = A/B$ A = Número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas B = Número de fallas detectadas en las pruebas Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA		Seleccionar			
		Cobertura de pruebas	$X = A/B$ A = Número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación durante la prueba B = Número de casos de prueba a ser realizados para cubrir los requerimientos Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Fiabilidad	Madurez	Tiempo medio entre fallos	$X = A/T$ A = Número total de fallas detectadas actualmente T = Tiempo de operación Donde $T > 0$	Deseado: 0/15min Peor caso: $\geq 10/15min$	Seleccionar	A = T = X = NA	NA		Seleccionar			
	Disponibilidad	Tiempo de servicio	$X = A/B$ A = Tiempo de servicio del sistema que se proporciona actualmente B = Tiempo de servicio del sistema regulado en el cronograma operacional Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
		Tiempo medio de inactividad	$X = A/T$ A = Número de fallos observados T = Tiempo total de inactividad Dónde: $T > 0$	Deseado: 0/min Peor caso: $\geq 10/min$	Seleccionar	A = T = X = NA	NA					
	Tolerancia a fallos	Prevención de fallas	$X = A/B$ A = Número de ocurrencia de fallas evitadas contra los casos de pruebas de fallas iniciales B = Número de casos de pruebas de fallas iniciales ejecutados durante las pruebas Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
		Redundancia	$X = A / B$ A= Número de componentes/sistemas instalados de forma redundante B = Número total de componentes/sistemas instalados Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = 0 B = 1 X = NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Fiabilidad	Capacidad de recuperación	Tiempo medio de recuperación	$X = A / T$ A = Número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entró en recuperación T = Tiempo que le tomó al sistema en recuperarse Dónde: $T > 0$	Deseado: 0/min Peor caso: >=10/min	Seleccionar	A = T = X = NA	NA		Seleccionar			
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento del tiempo	Tiempo de respuesta	$X = B - A$ A= Tiempo de envío de petición B = Tiempo en recibir la primera respuesta	Deseado: 10 seg Peor caso: >10 seg	Seleccionar	A = B = X = NA	NA		Seleccionar			
		Tiempo de espera	$X = B - A$ A= Tiempo cuando se inicia un trabajo B = Tiempo en completar el trabajo	Deseado: 20 min Peor caso: >20 min	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
		Rendimiento	$X = A/T$ A= Número de tareas completadas T = Intervalo de tiempo Dónde: $T > 0$	Deseado: >=10/20min Peor caso: 0/20min	Seleccionar	A = T = X = NA	NA					
	Utilización de recursos	Utilización de CPU	$X = A$ A= Cantidad de CPU que es usado para realizar una tarea	Deseado: 0 % Peor caso: >=10%	Seleccionar	A = X = NA	NA					
		Utilización de la memoria	$X = A/B$ A = Cantidad de memoria que es usado para realizar una tarea	Deseado: 0% Peor caso: >=10%	Seleccionar	A = X = NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)					
Eficiencia en el desempeño	Utilización de recursos	Utilización de la memoria	$X = A/B$ A = Cantidad de memoria que es usado para realizar una tarea	Deseado: 0% Peor caso: >=10%	Seleccionar	A = X = NA	NA		Seleccionar								
		Utilización de los dispositivos de E/S	$X = B-A$ A = Tiempo que los dispositivos de E/S pasan ocupados para realizar la tarea B = Tiempo de operación Dónde: B > 0	Deseado: 0 seg Peor caso: >= 15 seg	Seleccionar	A = B = X = NA	NA										
	Capacidad	Numero de peticiones online (Max)	$X = A/T$ A= Número máximo de peticiones online procesada T = Tiempo de operación Dónde: T > 0	Deseado: >=10/3min Peor caso: 0/3min	Seleccionar	A = T = X = NA	NA										
		Número de accesos simultaneos (Max)	$X = A/T$ A= Número máximo de accesos simultáneos T = Tiempo de operación Dónde: T > 0	Deseado: >=10/3min Peor caso: 0/3min	Seleccionar	A = T = X = NA	NA										
		Sistema de transmisión de ancho de banda	$X = A/T$ A= Cantidad máxima de transmisión de datos T = Tiempo de operación Dónde: T > 0	Deseado: >=10/min Peor caso: 0/min	Seleccionar	A = T = X = NA	NA										
	Facilidad de uso	Capacidad de reconocer su adecuación	Integridad de descripción	$X = A/B$ A = Número de funciones (o tipos de funciones) descritas como entendibles en la descripción del producto B = Número total de funciones (o tipos de funciones) Dónde: B > 0	1	Seleccionar	A = B = X = NA						NA				

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Facilidad de uso	Capacidad de reconocer su adecuación	Capacidad de demostración	$X = A/B$ A = Número de funciones implementadas con capacidad de demostración B = Número total de funciones que requieren capacidad de demostración Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA		Seleccionar			
	Capacidad de ser entendido	Efectividad de la documentación del usuario o ayuda del sistema	$X = A / B$ A= Número de funciones descritas correctamente B = Número total de funciones implementadas Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
	Operatividad	Claridad de mensajes	$X = A / B$ A= Número de mensajes implementados con explicaciones claras B = Número total de mensajes implementados Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
		Consistencia operacional	$X = A / B$ A= Número de de operaciones que se comportan de manera incoherente B = Número total de operaciones que se comportan de forma normal Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
		Possibilidad de personalización	$X = A / B$ A = Número de funciones implementadas que pueden ser personalizados durante la operación B = Número de funciones que requieran la capacidad de personalización Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
	Protección contra errores del usuario	Verificación de entradas válidas	$X = A/B$ A= Número de elementos de entrada que son validados B = Número de elementos que necesitan ser validados Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Facilidad de uso	Protección contra errores del usuario	Prevención del uso incorrecto	$X = A/B$ A = Número operaciones iniciales incorrectas B = Número de funciones implementadas para evitar fallos de funcionamiento provocados por un uso incorrecto Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA		Seleccionar			
	Estética de la Interfaz del usuario	Personalización de la apariencia de la interfaz del usuario	$X = A/B$ A= Número de elementos de interfaz que pueden ser personalizados B = Número total de elementos de interfaz Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
	Accesibilidad técnica	Accesibilidad física	$X = A/B$ A= Número de funciones a las que pueden acceder personas con discapacidad B = Número total de elementos de interfaz Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
Seguridad	Confidencialidad	Capacidad de control de acceso	$X = A / B$ A = Número de diferentes tipos de operaciones ilegales detectados B = Número de tipos de operaciones ilegales en la especificación Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA		Seleccionar			
		Encriptación de datos	$X = A / B$ A = Número de elementos de datos encriptados/desencriptados correctamente B = Número de elementos de datos que requiere encriptación/desencriptación Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
	Integridad	Prevención de corrupción de datos	$X = A / B$ A = Número de casos de corrupción de datos ocurridos en la actualidad B = Número de accesos donde se espera que ocurran daños de datos Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Seguridad	No repudio	Utilización de firma digital	$X = A / B$ A = Número de eventos procesados usando firma digital B = Número de eventos que requieran la propiedad de no - repudio Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA		Seleccionar			
	Responsabilidad	Capacidad de auditoría de acceso	$X = A / B$ A = Número de accesos al sistemas ocurridos en la realidad B = Número de accesos al sistema registrados en el log del sistema Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
	Autenticidad	Métodos de autenticación	$X = A$ A = Número de métodos de autenticación previstos	Deseado: 3 Peor caso: 0	Seleccionar	A = X = NA	NA					
Compatibilidad	Co - existencia	Co - existencia disponible	$X = A/B$ A = Número de sistemas con las que el producto puede coexistir B = Número de sistemas con las que el producto requiere de coexistencia Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X =	NA		Seleccionar			
	Interoperatividad	Conectividad con sistemas externos	$X = A/B$ A= Número de interfaces implementadas con otros sistemas B = Número total de interfaces externas Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
		Capacidad de intercambiar de datos	$X = A/B$ A= Número de datos que se han intercambiado sin problemas con otro sistema B = Número total de datos que se intercambiaran Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Mantenibilidad	Capacidad de ser analizado	Capacidad de pistas de auditoría	$X = A / B$ A = Número de datos realmente grabadas durante la operación B = Número de datos previstos a grabarse para controlar el estado del sistema durante la operación Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA		Seleccionar			
		Diagnóstico de funciones suficientes	$X = A/B$ A = Número de funciones de diagnóstico implementadas B = Número de funciones de diagnóstico requeridas en la especificación de requerimientos Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
	Capacidad de ser modificado	Grado de localización de corrección de impacto	$X = A/B$ A = Número de fallas aparecidas después que se ha resuelto un fallo B = Número de fallas resueltas Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
		Complejidad de modificación	$X = A/T$ A = Número de modificaciones B = Tiempo de trabajo que le toma al desarrollador modificar Dónde: $T > 0$	Deseado: $\geq 1/60$ min Peor caso: 0/60min	Seleccionar	A = T = X = NA	NA					
		Índice de éxito de modificación	$X = A/B$ A = Número de problemas dentro de un determinado período antes de mantenimiento B = Número de problemas en el mismo período después del mantenimiento Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
	Capacidad de ser probado	Capacidad de reinicio de pruebas	$X = A/B$ A = Número de casos en los cuales el mantenedor puede pausar y restaurar las pruebas B = Número de casos de pausa en la ejecución de pruebas Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Portabilidad	Adaptabilidad	Adaptabilidad en entorno hardware	$X = A/B$ A = Número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el entorno hardware B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA		Seleccionar			
		Adaptabilidad en entorno de software	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el sistema B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
		Adaptabilidad en entorno empresarial	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con usuarios del entorno empresarial B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
	Capacidad de ser Instalado	Eficiencia en el tiempo de instalación	$X = A/T$ A = Número de reintentos al instalar el sistema T = Tiempo total transcurrido al instalar el sistema Dónde: $T > 0$	Deseado: 0/min Peor caso: >=10/min	Seleccionar	A = T = X = NA	NA					
		Facilidad de instalación	$X = A/B$ A = Número casos en que los usuarios tuvieron éxito al instalar el sistema cambiando proceso de instalación para su conveniencia B = Número total de casos en que los usuarios han intentado cambiar el proceso de instalación para su conveniencia Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Portabilidad	Capacidad de ser Reemplazado	Consistencia en la función de soporte al usuario	$X = A/B$ A = Número de nuevas funciones que son consideradas como no consistentes por el usuario B = Número de nuevas funciones Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X = NA	NA		Seleccionar			
		Inclusividad funcional	$X = A/B$ A = Número de funciones que producen resultados similares con anterioridad y que no se han exigido cambios B = Número de funciones probadas que son similares a las funciones proporcionadas por otro software para ser reemplazado Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
		Uso continuo de datos	$X = A/B$ A = número de datos que son continuamente solo utilizables por el software a ser reemplazado B = Número de datos que son reutilizables por el software a ser reemplazado Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					

Fuente: Evaluación de calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000²⁴
Autor: Evelyn Balseca

²⁴ *Ibíd.*, pág. 45 – 77, Sección 2.2.1.2 Métricas de Calidad Interna y Externa.

Figura 2.3 Ejemplo de Matriz de calidad para evaluar la calidad en uso

MATRIZ DE CALIDAD PARA EVALUAR LA CALIDAD EN USO DE PRODUCTOS SOFTWARE EN EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE APLICANDO LA NORMA ISO/IEC 25000

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Efectividad	Efectividad	Compleitud de la tarea	$X = A/B$ A= Número de tareas completadas B = Número total de tareas intentadas Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA		Seleccionar			
		Efectividad de la tarea	$X = A/B$ A= Cantidad de objetivos completados por la tarea B = Cantidad de objetivos planteados por la tarea	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
		Frecuencia de error	$X = A/B$ A = Número de errores cometidos por los usuarios B = Número de tareas Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
Eficiencia	Eficiencia	Tiempo de la tarea	$X = A/B$ A=Tiempo planeado (min) B=Tiempo actual (min) Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA		Seleccionar			
		Tiempo relativo de la tarea	$X = A/B$ A = Tiempo que completa una tarea un usuario experto (seg) B = Tiempo que completa una tarea un usuario normal (seg) Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Eficiencia	Eficiencia	Eficiencia de la tarea	$X = A/T$ A = Número de tareas efectivas T = Tiempo de la tarea Dónde: $T > 0$	Deseado: $>=10/15min$ Peor caso: 0/15min	Seleccionar	A = T = X = NA	NA		Seleccionar			
		Eficiencia relativa de la tarea	$X = A/B$ A = Número de tareas eficientes realizadas por un usuario ordinario B = Número de tareas eficientes planeadas Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
		Productividad económica	$X = A/B$ A = Número de tareas efectivas B = Número total de las tareas Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
		Porcentaje productivo	$X = A/B$ A = Tiempo de la tarea B = Tiempo de productividad Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
		Numero relativo de acciones del usuario	$X = A/B$ A = Número de acciones realizadas por los usuarios B = Número de acciones necesarias actualmente Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
Satisfacción	Utilidad	Nivel de satisfacción	$X = A/B$ A = Numero de preguntas con respuesta satisfactorias B = Número total de preguntas realizadas en el cuestionario Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA		Seleccionar			

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Satisfacción	Utilidad	Uso discrecional de las funciones del sistema	$X = A/B$ A= Número de veces que se utilizan las funciones/sistemas del software B= Número de veces que están destinados a ser usados Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA		Seleccionar			
		Porcentaje de quejas de los clientes	$X = A/B$ A = Número de clientes que se quejan B = Número total de clientes Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
Libertad de Riesgo	Libertad del riesgo económico	Retorno de la Inversión (ROI)	$X = A/B$ A = Beneficios obtenidos B = Beneficios esperados Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA		Seleccionar			
		Tiempo para lograr el retorno de la inversión	$X = A/B$ A = Tiempo real para lograr el ROI B = Tiempo aceptable para lograr el ROI Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
		Rendimiento relativo de negocios	$X = B/A$ A = Monto de inversión de TI o las ventas planeadas de la empresa para la comparación B = Monto de la inversión de TI o de las ventas de la empresa Dónde: $A > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
		Balanced Score Card	$X = A/B$ A = Resultado del BSC B = BSC planeado Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Libertad de Riesgo	Libertad del riesgo económico	Tiempo de entrega	$X = A/B$ A = Tiempo de entrega planeado o retrasos en las entregas B = Tiempo de entrega actual o retrasos en las entregas Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA		Seleccionar			
		Ganancias para cada cliente	$X = A/B$ A = Ingresos reales de un cliente B = Ingresos planeados de un cliente Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					
		Errores con consecuencias económicas	$X = A/B$ A = Número de errores con consecuencias económicas B = Número total de situaciones de uso Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
		Corrupción del software	$X = A/B$ A = Número de ocurrencias de corrupción del software B = Número total de situaciones de uso Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
	Libertad del riesgo de salud y seguridad	Frecuencia de problemas en la salud y seguridad del usuario	$X = A/B$ A = Número de usuarios que notificaron problemas de salud B = Número total de usuarios Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
		Impacto en la salud y seguridad del usuario	$X = A/T$ A = Número de personas afectadas T = Tiempo Dónde: $T > 0$	Deseado: 0/12 meses Peor caso: $>=5/12$ meses	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
		Seguridad de las personas afectadas por el uso del sistema	$X = A/B$ A = Número de personas puestas en peligro B = Número total de personas potencialmente afectadas por el sistema Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA		Seleccionar			
	Libertad del riesgo ambiental	Impacto Ambiental	$X = A/B$ A = Impacto ambiental aceptable B = Impacto ambiental real Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA					
Cobertura de contexto	Complejidad de Contexto	Complejidad de Contexto	$X = A/B$ A= Número de distintos contextos de uso inapctables B = Número total de distintos contextos de uso Dónde: $B > 0$	0	Seleccionar	A = B = X= NA	NA		Seleccionar			
	Flexibilidad	Función flexible del diseño	$X = A/B$ A= Número de características diseñadas con completa flexibilidad B = Número total de características de diseño Dónde: $B > 0$	1	Seleccionar	A = B = X = NA	NA					

Fuente: Evaluación de calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000²⁵
Autor: Evelyn Balseca

²⁵ *Ibíd.*, pág. 78 – 92, Sección 2.2.2.1 Métricas de Calidad en Uso.

Figura 2.4 Ejemplo del Resultado final del análisis de calidad

**RESULTADO FINAL DEL ANÁLISIS DE CALIDAD DE PRODUCTOS
SOFTWARE EN EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE
APLICANDO LA NORMA ISO/IEC 25000**

CALIDAD	CALIDAD DEL SISTEMA	NIVEL DE PUNTUACIÓN	GRADO DE SATISFACCIÓN
Interna			
Externa			
Uso			
Total			

CALIDAD INTERNA < CALIDAD EXTERNA < CALIDAD EN USO < **RESULTADO FINAL** < Listas < 

Fuente: Evaluación de calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000²⁶
Autor: Evelyn Balseca

²⁶ *Ibíd.*, pág. 93, Sección 2.3.2 Niveles de puntuación final para la calidad interna, externa y en uso.

CAPITULO 3

APLICACIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD PARA EL PRODUCTO SOFTWARE

En este capítulo se realizará un análisis del producto software a ser evaluado, especificando los requisitos del sistema según el estándar IEEE 830 y la funcionalidad del mismo, para iniciar con la preparación de los requerimientos de evaluación y proceder con la evaluación de calidad del sistema, finalizando con el análisis de los resultados obtenidos.

3.1. ANÁLISIS DEL PRODUCTO SOFTWARE

El análisis del producto software será realizado en la empresa LOGICIEL CÍA. LTDA. con el sistema LOGINOTIFICADOR, de acuerdo a lo definido en la sección *1.1.3 Especificación del tipo de empresa y el tipo de producto software para nuestro caso de estudio*²⁷.

LOGICIEL CÍA. LTDA.

Empresa dedicada a desarrollar productos y servicios informáticos para el segmento financiero.

Figura 3.1 Logo de la empresa Logiciel



Fuente: Logiciel Cía. Ltda. [31]

Autor: Logiciel Cía. Ltda.

Misión de la empresa

“Brindar soluciones integradas en Tecnología de la Información que apoyen a las empresas de producción y servicio en la consecución de sus metas críticas. Para ello entregamos productos y servicios informáticos con valor agregado

²⁷ *Ibíd.*, pág. 7.

que superen las expectativas y necesidades de nuestros clientes, principalmente aquellos del segmento financiero. Buscamos además que el conocimiento, la calidad de vida y los valores compartidos sean el eje para el desarrollo tanto personal de nuestros empleados y usuarios, así como de nuestras organizaciones relacionadas.

Valores de la empresa

- La integridad de nuestro personal y por lo tanto de nuestra empresa, basada en valores humanos como la honestidad, solidaridad, equidad y responsabilidad.
- Cultura de servicio a los clientes (calidad, efectividad, compromiso, comunicación, pro-actividad).
- La rentabilidad basada en la efectividad, el conocimiento y experiencia de nuestros recursos humanos.
- Reconocimiento y motivación al recurso productivo, efectivo, innovador.
- Buscar el éxito personal, de la empresa y de nuestros clientes” [31].

3.1.1. Especificación Requisitos del sistema LogiNotificador según el estándar IEEE – 830

El Sistema LogiNotificador de la empresa Logiciel Cía Ltda., se encuentra descrito con la ayuda de la norma IEEE 830 la cual permite especificar los requerimientos de software, con el objetivo de tener claro el funcionamiento del sistema para cualquier usuario que interactúe con el mismo.

3.1.1.1. Descripción del sistema LogiNotificador [32]

3.1.1.1.1. Especificación de requerimientos del sistema

a. Introducción

La especificación de requerimientos del sistema se ha definido basándose en las directrices dadas por el estándar IEEE 830.

b. Propósito

Definir claramente la funcionalidad del sistema LogiNotificador.

c. **Ámbito**

“Debido a la necesidad de notificar sobre los diversos eventos que pueden darse en una empresa, surge la idea de implementar una aplicación capaz de generar y enviar mensajes de notificación con texto dinámico y a través de diversos medios, de manera que la persona involucrada y/o afectada en el proceso, se mantenga al tanto de cada uno de los eventos que se desarrollan con el mismo.

El sistema LogiNotificador, busca permitir a una aplicación cualquiera, notificar sobre algún evento trascendente a algún actor de dicho sistema, las notificaciones deberán ser parametrizables, de manera que pueda usarse una misma notificación para informar a varios actores por eventos similares” [33].

Figura 3.2 Logo del producto software LogiNotificador



Fuente: Logiciel Cía. Ltda.²⁸

Autor: Logiciel Cía. Ltda.

d. **Referencias**

- Documento especificación de requerimientos NOT_ESP_FUN del sistema LogiNotificador.
- Documento especificación de casos de uso GED_ESP_CUS del sistema LogiNotificador.
- Documento especificaciones técnicas NOT_ESP_TEC del sistema LogiNotificador.
- Documento manual de usuario NOT_MAN_USR del sistema LogiNotificador.

²⁸ Tomado de la aplicación LogiNotificador de la empresa Logiciel Cía. Ltda.

3.1.1.1.2. *Descripción general*

a. **Perspectiva del Producto**

El sistema LogiNotificador interactúa con cuatro aplicaciones:

a.1. LogiGenDocs: sistema que permite generar diferentes tipos de documentos basados en la definición de plantillas, extraídos en forma dinámica desde múltiples fuentes de datos.

a.2. LogiSeg: sistema que controla el acceso a las aplicaciones.

a.3. Sistemas Externos: sistema que permite interactuar con sistemas externos para ejecutar procesos de carga (carga a solicitud dinámica) y generación información que se puede enviar a dichos sistemas externos.

a.4. LogiFlow: sistema que permite implementar un conjunto de servicios y herramientas que facilitan la administración de procesos de negocio. Por administración de procesos entendemos: análisis, definición, ejecución, monitoreo, y control de los procesos.

b. **Funciones del Producto** [33]

El sistema LogiNotificador permite:

- Definir plantillas
- Definir documentos.
- Definir plantilla-producto.
- Definir programación.
- Definir documento a generar
- Invocar solicitud dinámica.
- Invocar generador de secuencias.
- Procesar documentos en línea.
- Simular ingreso de datos.
- Procesar documentos el lote.
- Depositar documento en sitio FTP.
- Recuperar archivo datos desde sitio FTP.
- Enviar notificación
- Invocar procesos sistemas externos.

c. Características de los Usuarios [34]

Los usuarios que utilizan el sistema LogiNotificador son:

c.1. Administrador: tiene acceso a todos los recursos del módulo de administración de la aplicación y estará en capacidad de parametrizar Suscriptores, Proveedores de Canal, Suscripciones, Plantillas de Notificación, Fuentes de Información y Notificaciones por Demanda.

c.2. Consultor: tiene acceso a los recursos de Consulta de eventos de Notificación y de estados de Colas de Envío de Notificaciones.

d. Restricciones [35]

El cliente final deberá establecer los servidores de correo y de envío de SMS que dispondrá para la implantación del LogiNotificador. De acuerdo a estas definiciones podría requerirse realizar modificaciones al LogiNotificador.

d.1. Restricciones hardware

- Restricción de espacio en disco.
- Restricción de memoria del servidor.

d.2. Restricciones software

- Restricción de tamaño máximo de colas para recepción de notificaciones.

d.3. Restricciones de Interfaz

- Limitantes de los servicios de los proveedores de envío de mensajes SMS.
- Limitantes en los servidores de correo.
- Limitantes en las API'S expuestas por los servicios de mensajería instantánea.

e. Suposiciones y dependencias [36]

Las aplicaciones que consumirán la funcionalidad del LogiNotificador estarán en capacidad de invocar WebServices o referenciar a los componentes del sistema y armar datos en formatos XML.

3.1.1.1.3. Requisitos específicos

a. Requisitos de interfaces externas [37]

a.1. Interfaces de Usuario

Las interfaces de usuario son claras e intuitivas, lo que facilita la interacción entre el usuario y el sistema, las mismas que pueden ser visualizadas por cualquier navegador web.

a.2. Interfaces de Hardware

Los equipos de computación tienen las siguientes características:

- Procesador Intel Core Duo o posterior
- Disco duro 320 GB
- Memoria 4GB

a.3. Interfaces de Software

- **SQL Server 2008:** “es un sistema para la gestión de bases de datos producido por Microsoft basado en el modelo relacional.” [38]
- **Navegadores:**
 - Internet Explorer 7 o superior
 - Chrome

a.4. Interfaces de Comunicación

La principal comunicación que existe es la conexión del sistema con el internet, mediante un hosting y dominio a través del protocolo TCP/IP.

b. Requisitos Funcionales [39]

Los requisitos funcionales detallados en la Tabla 3.1, son realizados de acuerdo al documento especificación de requerimientos del sistema LogiNotificador proporcionado por la empresa Logiciel Cía. Ltda.

Tabla 3.1 Requisitos Funcionales del sistema LogiNotificador

Código	Requerimiento	Aplicación Responsable	Prioridad
RF1	La aplicación de notificaciones deberá estar en capacidad de proveer sus servicios a varios suscriptores (parametrización de suscriptores)	LogiNotificador	Alta
RF2	Deberá permitir la parametrización de diferentes suscripciones. Las características de una suscripción son: <ul style="list-style-type: none"> • Descripción de la suscripción (motivo del mensaje) • Tipo de envío (en línea ó batch) • Prioridad de envío (alta o normal) • Número de envíos • Periodicidad de envío (diaria, semanal, mensual) • Fecha y hora de envío (en caso de envíos batch) 	LogiNotificador	Envío en línea: Alta Envío en batch: Baja
RF3	Un suscriptor puede hacer uso de varias suscripciones	LogiNotificador	Alta
RF4	Una suscripción puede ser enviada a través de diferentes proveedores de canales. <i>Inicialmente</i> se considerará los siguientes tipos de canales: <ul style="list-style-type: none"> • Correo electrónico • SMS • Servicios de mensajería (Ej.: Messenger y Skype) • Notificación por demanda 	LogiNotificador	Envío por correo: Alta Envío por otros canales: Baja
RF5	Las plantillas de generación de mensajes de notificación deberán corresponder con los formatos soportados por el canal de envío: <ul style="list-style-type: none"> • SMS: Texto • Mail: Texto, HTML (más archivos adjuntos) 	LogiNotificador	Alta
RF6	Se podrán parametrizar diferentes proveedores por tipo de canal con los atributos correspondientes (nombre del servidor, usuario remitente, passwords de conexión, tamaño máximo del mensaje, puertos, etc.).	LogiNotificador	Alta
RF7	En el caso de envío de notificaciones por <u>correo electrónico</u> se deberán establecer los siguientes atributos: <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de correo: e-mail simple, e-mail con datos adjuntos, notificaciones de alerta Outlook, creación de citas en el calendario (2da versión) • Destinatario(s) del mensaje (Para/CC/CCo) que podrán ser estáticos o dinámicos (listas de distribución) • Asunto del mensaje, que puede ser un texto estático y/o dinámico (merge con variables dinámicas) • Fecha de alerta del mensaje (en caso de notificaciones de alerta) • Texto del mensaje que puede contener texto estático y/o dinámico (merge con variables dinámicas) • Parametrizar el o los archivos que se adjuntan 	LogiNotificador	Alta

	al e-mail (en caso de e-mail con datos adjuntos)		
RF8	<p>En el caso de envío de notificaciones por SMS, se debe establecer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Texto del mensaje, que puede ser estático o dinámico (merge con variables dinámicas) • El(los) número(s) celular destinatario(s) • Operadora móvil del destinatario 	LogiNotificador	Baja
RF9	<p>En el caso de envío de notificaciones por mensajería instantánea, se debe definir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Texto del mensaje, que puede ser estático o dinámico (merge con variables dinámicas) • El(los) destinatario(s). Los destinatarios deben ser contactos de la cuenta que se usará para la notificación, es decir, existe un proceso manual de configuración de los contactos de mensajería instantánea. 	LogiNotificador	Baja
RF10	<p>En el caso de notificaciones por demanda, el sistema almacenará las notificaciones pendientes de revisión por suscriptor y por usuario/grupo de usuarios por perfil/o notificaciones generales; y proveerá de un método de consulta por medio del cual, un sistema externo puede solicitar la lista de mensajes pendientes para desplegarlos al usuario. Una vez enviada la lista de notificaciones, la aplicación externa deberá solicitar la lectura de una notificación, mediante su código, el notificador devolverá dicha notificación y la marcará como "entregada". Se establecerán los siguientes atributos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código del usuario receptor • Asunto del mensaje • Texto del mensaje (estático) • Fecha de registro del mensaje • Fecha de entrega del mensaje 	LogiNotificador	Baja
RF11	<p>Para definir el texto del mensaje, se podrá asociar una plantilla a una suscripción. La plantilla podrá contener variables dinámicas, inclusión de imágenes y links; y será desarrollada de acuerdo a la codificación XSLT</p>	LogiNotificador	Alta
RF12	<p>La selección de la herramienta apropiada para generar las plantillas XSLT no es parte de este proyecto y quedará a criterio del cliente (Se recomienda el uso de InfoPath)</p>	Cliente	Media
RF13	<p>El suscriptor al momento de invocar al servicio de Notificación, deberá armar un XML que contendrá los campos dinámicos requeridos para el mensaje (campos dinámicos del asunto y del texto, nombres de archivos a adjuntar y los datos necesarios para las listas de distribución). Adicionalmente enviará el código de la suscripción que desea enviar.</p>	Aplicación Externa	Baja
RF14	<p>En el caso de e-mails con datos adjuntos, se puede parametrizar los archivos anexos, para lo cual se deberá especificar el nombre y el path de(los) archivo(s), que deben ser depositados en un directorio de red o en un servidor FTP público (Notificador utilizará el módulo de FTP que es parte del proyecto de LogiCorba; Este módulo deberá implementar el manejo de FTP Seguro, así como</p>	LogiNotificador; Módulo FTP; Aplicación Externa	Media

	<p>también definir si se debe enviar el(los) archivo(s) comprimido o no, opcionalmente se puede definir una clave para la descompresión que será definida por el administrador).</p> <p>El nombre del archivo a adjuntar puede estar definido en la parametrización de la notificación o puede ser dinámico y asociarse con un tag del XML de entrada.</p> <p>Opcionalmente se puede parametrizar si el archivo se debe encriptar antes de anexar al mensaje (fase II).</p>		
RF15	<p>Para el envío de notificaciones en lote, el notificador dispondrá de la funcionalidad para dicho fin, y que será invocada por el “Agente de Ejecuciones”, a desarrollarse como parte del sistema LogiCorba.</p>	LogiNotificador; Agente Ejecutor de LogiCorba	Baja
RF16	<p>Para recuperar información de contacto de clientes y/o usuarios destinatarios de una notificación (listas de distribución), el sistema de notificaciones podrá recuperar la información desde los siguientes mecanismos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mediante el uso de listas de distribución previamente definidas en el sistema de correo. • Mediante la ejecución de procedimientos almacenados, para lo cual, se debe parametrizar el nombre del sp y parámetros de invocación. Los valores de los parámetros de invocación serán enviados por el suscriptor en el XML de entrada. • Mediante el envío de los destinatarios fijos desde el sistema suscriptor (en el XML de entrada). • Mediante un archivo FTP que sea generado por el suscriptor en formato XML y que contendrá la información de los destinatarios y de las variables que intervienen en el mensaje. 	LogiNotificador	Media
RF17	<p>El sistema debe tener un control del tamaño máximo del mensaje que se va a enviar por proveedor de canal. El tamaño del mensaje debe considerar el tamaño de archivos anexos.</p>	LogiNotificador	Media
RF18	<p>El sistema manejará un log de mensajes enviados, con el registro de mensajes (de error o informativos), con el estado de cada mensaje, fecha y hora envío; por suscripción y proveedor de canal.</p>	LogiNotificador	Alta
RF19	<p>Permitirá realizar una carga masiva de mensajes a enviar en lote, calendarizado a una fecha y hora determinadas. La información de los mensajes en lote se cargará desde un archivo FTP que contenga los campos requeridos para el mensaje (destinatarios y texto del mensaje) en formato XML.</p>	LogiNotificador	Media
RF20	<p>El sistema podrá generar el texto del mensaje con la combinación de la plantilla definida y las variables enviadas por el suscriptor en el XML de entrada y que serán remplazadas durante el proceso de “merge”.</p>	LogiNotificador	Alta
RF21	<p>El sistema debe permitir establecer prioridad de mensajes (alta o normal) por suscriptor y suscripción. Adicionalmente se establece que se</p>	LogiNotificador	Alta

	enviarán los mensajes de acuerdo a esta prioridad y orden de llegada.		
RF22	Para la recepción de solicitudes de notificación, se empleara manejo de colas (una por cada categoría de prioridad). La funcionalidad de manejo de colas será provista por el Manejador de Colas. Este componente no es parte de este proyecto.	LogiNotificador Manejador de Colas	Alta
RF23	El sistema proveerá la siguiente funcionalidad: <ul style="list-style-type: none"> • Método y servicio Web para receptar la notificación y ubicar la solicitud en la cola adecuada (de acuerdo a la prioridad establecida en parametrización). • Método para mensajes por demanda (para listar los mensajes por demanda ordenados por estado de envío y devolverá todas las notificaciones agrupadas por suscriptor). 	LogiNotificador	Baja
RF24	Para consumir la funcionalidad de envío de mensajes en línea, el método deberá recibir como atributos de entrada: <ul style="list-style-type: none"> • Código de suscriptor • Código de suscripción (que identifica el canal y plantilla a utilizar) • Trama XML con los siguientes tags: <ul style="list-style-type: none"> ○ Campos dinámicos del asunto del mensaje ○ Campos dinámicos del mensaje para la combinación con la plantilla. ○ Lista de distribución (perfiles y/o usuarios específicos, opcional) ○ Parámetros para la búsqueda de listas de distribución 	Aplicación Externa	Baja
RF25	Para consumir el método para mensajes por demanda, se deberán enviar los siguientes parámetros de entrada: <ul style="list-style-type: none"> • Identificación del usuario • Arreglo de perfiles a los que pertenece el usuario en todas las aplicaciones que correspondan. 	Aplicación Externa	Baja

Fuente: Logiciel Cía. Ltda.

Autor: Logiciel Cía. Ltda.

c. Requisitos No Funcionales [40]

- La aplicación de notificaciones deberá desarrollarse para poder ser consumido en ambientes Web, de tal manera que permita una gestión remota, con los respectivos controles de acceso.
- La aplicación de notificaciones deberá disponer de un módulo administrativo que permita acceder a los recursos necesarios para la parametrización de cada uno de los atributos necesarios para que funcione el notificador, tanto a nivel de suscripciones, plantillas, canales y suscriptores.

- La aplicación de notificaciones debe manejar un estándar de interfaces que facilite el entendimiento de las opciones que ofrece a sus usuarios.
- La aplicación de notificaciones deberá controlar el acceso a sus recursos mediante las especificaciones de seguridad definidas por el cliente para dicho fin.

d. Atributos del Sistema

d.1. Fiabilidad

El sistema realiza varias funciones dependiendo de lo que requieran los usuarios, en condiciones dadas durante un determinado tiempo.

d.2. Seguridad

Los usuarios ingresan al sistema por medio de un login y password, los mismos que pueden o no estar validados por Active Directory, por lo que al sistema solo podrán ingresar los usuarios que tienen permisos para acceder a la aplicación o los que estén dentro del dominio del Logiciel.

d.3. Disponibilidad

El sistema está disponible el 100% del tiempo de la jornada laboral en donde el usuario puede ingresar, modificar, consultar, buscar la información almacenada en el sistema LogiNotificador con su respectivo nombre y contraseña.

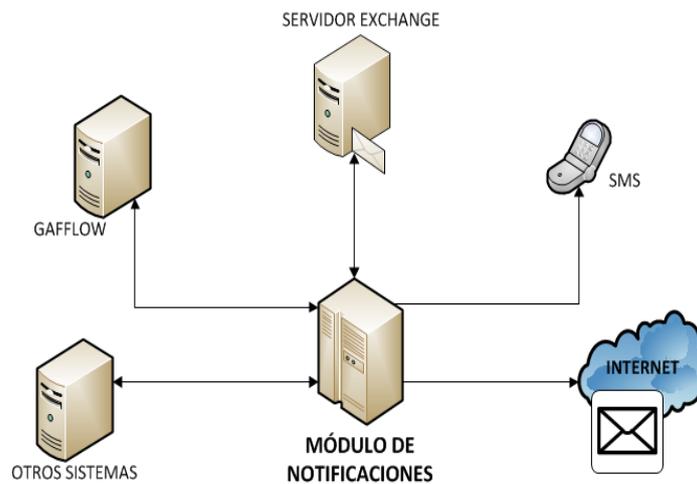
3.1.2. Funcionalidad del sistema [41]

El sistema LogiNotificador ha sido desarrollado como una aplicación independiente que provee servicios a cualquier sistema externo que desee enviar una notificación sobre algún evento determinado a un actor o un conjunto de destinatarios.

El asunto, el texto y formato de los mensajes son parametrizables (se utilizan plantillas XLS) y adicionalmente permite combinar campos (con una trama de datos XML) para generar mensajes personalizados. El mensaje puede generarse como texto simple (por ejemplo para el envío de SMS) o con texto enriquecido e inclusión de imágenes (para envío por mail).

Para la interacción, tanto la aplicación externa (“suscriptor”) como el motivo de la notificación (“suscripción”), deberán estar previamente parametrizado en el sistema. De esta manera cuando el sistema externo invoque a los servicios del notificador, solo necesita enviar el código del suscriptor, el código de la suscripción y los datos necesarios para poder generar el mensaje de notificación y transmitirlo por medio de los canales de transmisión que estén parametrizados (sms y mail).

Figura 3.3 Diagrama de despliegue del sistema LogiNotificador



Fuente: Logiciel Cía. Ltda.
Autor: Logiciel Cía. Ltda

3.1.2.1. Módulos del sistema LogiNotificador [41]

1. **Gestión de dominios:** permite gestionar dominios para establecer y agrupar las características de los tipos de datos, como por ejemplo: tipo de dato, longitud, precisión, entre otros. Los dominios son utilizados posteriormente en la definición de los atributos.
2. **Gestión Tablas Referenciales:** permite gestionar información básica de Tablas Referenciales usadas por el sistema (tipos de mensajes, tipos de canales, entre otros).
3. **Gestión TAGs XML:** permite definir los “TAGs” de la trama XML (enviada por el sistema externo) que serán usados para procesar la notificación.

4. **Gestión Atributos:** permite definir los atributos (o parámetros) que serán utilizados en la configuración de las notificaciones, del proveedor del canal o de la fuente de información.
5. **Gestión Atributos Canal:** permite enlazar los atributos (o parámetros) que serán utilizados en la configuración del(os) proveedor(es) de un canal.
6. **Gestión Proveedores Canal:** permite configurar todo lo necesario para efectuar la conexión hacia el proveedor de un canal determinado. La conexión se establece en el momento de evacuar las peticiones realizadas por los sistemas externos. El usuario puede establecer uno o varios proveedores para un mismo canal.
7. **Gestión Suscripción:** una suscripción es la configuración de una notificación que un sistema externo desea enviar. Una suscripción puede ser enviada por medio de uno o más proveedores de canales. En esta opción se parametriza las suscripciones que serán utilizadas por los sistemas externos.
8. **Gestión Plantilla Notificación:** el texto y formato de una notificación debe ser definida en una Plantilla que hace referencia a un archivo con extensión XSL, en el cual se programa (con lenguaje XSL) los párrafos, campos de combinación, formato, entre otros, del mensaje.
9. **Gestión Suscripciones Suscriptor:** un suscriptor es el Sistema Externo que va a realizar peticiones para envío de notificaciones. Los suscriptores se definen en la Tabla Referencial Suscriptores. En la pantalla de Gestión Suscripciones Suscriptor se definen las suscripciones que van a ser utilizadas por el suscriptor (*Ver Figura 70*). Un suscriptor puede requerir enviar una misma suscripción por varios proveedores - canales. Por ejemplo, por medio de mail, usando uno o varios proveedores diferentes y/o por medio de SMS, igualmente usando uno o varios proveedores diferentes.

10. Gestión Atributos Tipo Fuente: en esta pantalla se asocian los atributos que serán utilizados por cada tipo de fuente de información (Servidor FTP, Procedimiento Almacenado, Archivo de RED). Al momento de procesar una petición de envío de notificación, estos atributos deberán ser instanciados con un valor para realizar una conexión a la fuente de información y recuperar la información o archivo que se requiere en la notificación.

11. Gestión Fuentes Información: El sistema permite obtener información desde entes externos, requerida para procesar una petición de envío de notificación y que no es provista en la trama XML enviada por el suscriptor al generar la petición. Los tipos de fuente de información son Servidor FTP, Procedimiento Almacenado, Archivo de RED.

Ejemplos de uso de fuentes de información son:

- El suscriptor envía en la trama XML el login de un usuario al cual se requiere enviar una notificación por mail. Por lo tanto se deberá parametrizar un procedimiento almacenado que recupere (mediante el login) la dirección e-mail parametrizada en alguna tabla de usuarios.
- El suscriptor desea enviar un archivo anexo al mail. Para esto se deberá parametrizar una fuente de información que recupere el archivo, dependiendo si el mismo se encuentra ubicado en un directorio FTP o un directorio de RED.

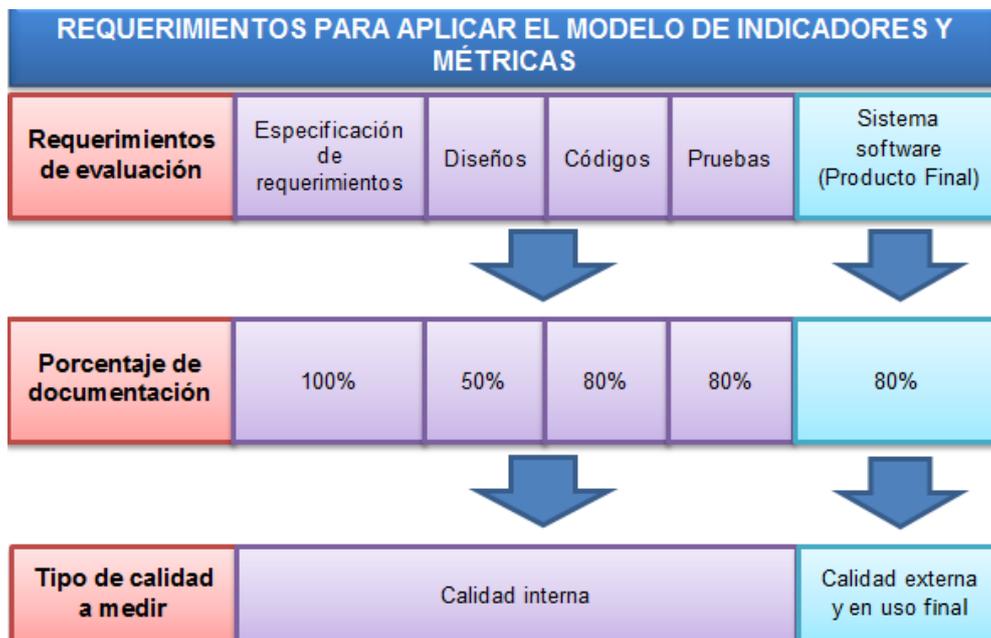
12. Gestión Notificaciones por Demanda: una Notificación por Demanda, es un mensaje que se desea enviar a un conjunto de usuarios o a un usuario en particular. Estas notificaciones se desplegarán al momento que el usuario ingrese a LogiPortal.

3.2. PREPARACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE EVALUACIÓN

Antes de efectuar la evaluación del producto software, hay que especificar los requerimientos que se necesita para realizar el análisis del sistema, tomando en cuenta el acceso que se tiene al sistema y a la documentación del mismo como se muestra en la Figura 3.4, para posteriormente aplicar el modelo de indicadores y métricas definido en la sección 2.3 *MODELO DE INDICADORES Y MÉTRICAS*²⁹.

Es importante mencionar que la evaluación se realizará solo para el envío de notificaciones a través de correo electrónico, ya que la empresa en donde se va a realizar la evaluación no posee un proveedor de SMS lo que imposibilitó el análisis de una de las funcionales principales que provee el sistema.

Figura 3.4 Requerimientos para la evaluación



Fuente: Tesis EPN [30]

Autor: Evelyn Balseca

Las herramientas a utilizarse son las siguientes:

²⁹ *Ibíd.*, pág. 91.

- Administrador de tareas de Windows.
- Performance monitor.
- Sistema LogiTrace.
- Sistemas Externos.

3.3. EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL PRODUCTO SOFTWARE

Para proceder a realizar la evaluación de calidad del producto software se debe aplicar lo detallado en el *CAPÍTULO 2*³⁰.

3.3.1. Selección de las características de calidad más relevantes para el LogiNotificador

3.3.1.1. Características de calidad interna seleccionadas para el LogiNotificador

Las características de calidad interna seleccionadas para el LogiNotificador se detallan en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Características de calidad interna seleccionadas

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD INTERNA		
Características	Nivel de importancia	Motivo de selección
Adecuación funcional	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que las funciones codificadas estén de acuerdo a los requerimientos especificados para el sistema.
Fiabilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que las funciones codificadas estén de acuerdo a los requerimientos especificados para el sistema cuando éstas son sometidas a ciertas condiciones y periodos de tiempo determinados.
Eficiencia en el desempeño	M	Se califica con valor de importancia M porque a nivel de código es necesario evaluar el rendimiento del sistema tomando en cuenta los recursos que serán utilizados.
Facilidad de uso	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que el código sea entendido, aprendido y usado por cualquier programador.
Seguridad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario que en el código existan funciones que llamen al sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
Compatibilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque es

³⁰ *Ibíd.*, pág. 39.

		muy necesario evaluar que el sistema lleve a cabo sus funciones normales mientras intercambia información y comparte el mismo entorno con otro producto software.
Mantenibilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario que el código sea modificado o actualizado por cualquier programador de acuerdo a las necesidades correctivas.
Portabilidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web.

Fuente: Evaluación de calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000³¹

Autor: Evelyn Balseca

3.3.1.2. Características de calidad externa seleccionadas para el LogiNotificador

Las características de calidad externa seleccionadas para el LogiNotificador se detallan en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3 Características de calidad externa seleccionadas

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EXTERNA		
Características	Nivel de importancia	Motivo de selección
Adecuación funcional	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que el sistema presente todas las funcionalidades especificadas para su uso.
Fiabilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que el sistema realice todas las funciones especificadas cuando es usado bajo ciertas condiciones y periodos de tiempos.
Eficiencia en el desempeño	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar el rendimiento del sistema tomando en cuenta los recursos que serán utilizados.
Facilidad de uso	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que tan entendible, agradable y fácil de usar es el sistema.
Seguridad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existe un registro de los accesos que se han hecho al sistema.
Compatibilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que el sistema lleve a cabo sus funciones intercambiando información compartiendo el mismo entorno.

³¹ *Ibíd.*, pág. 39, Sección 2.1 DEFINICIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD.

Mantenibilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema al ser actualizado o modificado funciona adecuadamente ante el usuario.
Portabilidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web.

Fuente: Evaluación de calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000³²

Autor: Evelyn Balseca

3.3.1.3. Características de calidad en uso seleccionadas para el LogiNotificador

Las características de calidad en uso más relevantes para el LogiNotificador se detallan en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Características de calidad en uso seleccionadas

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EN USO		
Características	Nivel de importancia	Motivo de selección
Efectividad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario.
Eficiencia	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario utilizando los recursos mínimos.
Satisfacción	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que el sistema satisfaga las necesidades del usuario al utilizarlo.
Libertad de Riesgo	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema al utilizarlo produce alguna consecuencia en relación a la salud.
Cobertura de Contexto	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluarlo.

Fuente: Evaluación de calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000³³

Autor: Evelyn Balseca

³² *Ibíd.*, pág. 39, Sección 2.1 DEFINICIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD.

³³ *Ibíd.*, pág. 39, Sección 2.1 DEFINICIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD.

3.3.2. Selección de subcaracterísticas y atributos calidad para el LogiNotificador

3.3.2.1. Subcaracterísticas y atributos de calidad interna seleccionadas para el LogiNotificador

Las subcaracterísticas de calidad interna seleccionadas para el LogiNotificador se detallan en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5 Subcaracterísticas y atributos de calidad interna seleccionadas

SUBCARACTERÍSTICAS Y ATRIBUTOS DE CALIDAD INTERNA			
Características	Subcaracterísticas	Nivel de importancia	Motivo de selección
Adecuación funcional	Compleitud funcional	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que las funciones codificadas cubran todas las tareas determinadas por el usuario.
	Exactitud funcional	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la exactitud funcional a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.
Fiabilidad	Madurez	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la madurez a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.
	Disponibilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la disponibilidad a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.
	Tolerancia a fallos	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que ciertas funciones codificadas permitan que al sistema se opere cuando se presenten fallos.
	Recuperabilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento Temporal	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la madurez a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.

	Utilización de recursos	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar que se utilice adecuadamente la cantidad necesaria de código.
	Capacidad	B	
Facilidad de uso	Capacidad de reconocer su adecuación	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si las funciones codificadas son entendibles para cualquier programador.
	Capacidad de ser entendido	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si en el código existen funciones evidentes para cualquier programador.
	Operatividad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existen funciones para que al sistema se lo pueda operar con facilidad.
	Protección frente a errores de usuarios	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existen elementos de entrada que son validados en el código fuente.
	Estética de la interfaz de usuario	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluar la estética de interfaz de usuario a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.
	Accesibilidad técnica	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluarlo.
Seguridad	Confidencialidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
	Integridad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
	No repudio	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema tiene la capacidad de demostrar la autenticidad de las notificaciones enviadas a las entidades o personas que reciben los mensajes.
	Responsabilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar la

			responsabilidad a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.
	Autenticidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si existen métodos de autenticación en el código fuente.
Compatibilidad	Co - existencia	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluarlo.
	Interoperabilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluarlo.
Mantenibilidad	Modularidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si existe afectación de otras funciones en caso de modificar en código.
	Reusabilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el código puede ser reutilizado.
	Capacidad de ser analizado	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existe el registro de los fallos ocurridos para su respectivo análisis.
	Capacidad de modificación	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si existe la posibilidad de modificar en código sin afectar la funcionalidad del sistema.
	Capacidad de ser probado	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.
Portabilidad	Adaptabilidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web.
	Facilidad de instalación	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web.
	Capacidad de ser reemplazado	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web.

Fuente: Evaluación de calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000³⁴

Autor: Evelyn Balseca

³⁴ *Ibíd.*, pág. 42, Sección 2.2.1 Subcaracterísticas y atributos de calidad interna/externa más relevantes.

3.3.2.1.1. Métricas de calidad interna seleccionadas para el LogiNotificador

En relación a la Tabla 3.5, las métricas seleccionadas para evaluar la calidad interna del LogiNotificador se especifican en la Tabla 3.6:

Tabla 3.6 Subcaracterísticas y atributos de calidad interna seleccionadas

MÉTRICAS PARA LA CALIDAD INTERNA			
Características	Subcaracterísticas	Métricas	Significado
Adecuación funcional	Compleitud funcional	Compleitud de la implementación funcional	Qué tan completa es la implementación de acuerdo a la especificación de requerimientos
Fiabilidad	Tolerancia a fallos	Anulación de la operación incorrecta	Cantidad de funciones implementadas con capacidad de anular operaciones incorrectas
Eficiencia en el desempeño	Utilización de recursos	Líneas de código	Cantidad de líneas de código existe por cada función implementada
Facilidad de uso	Capacidad de reconocer su adecuación	Integridad de descripción	Cantidad de funciones que son descritas como entendibles en la descripción del producto
	Capacidad de ser entendido	Funciones evidentes	Cantidad de funciones del producto que son evidentes al usuario
	Operatividad	Claridad de mensajes	Cantidad de mensajes que son auto explicativo para el usuario
	Protección contra errores del usuario	Verificación de entradas válidas	Cantidad de elementos de entrada que son validados
Seguridad	No repudio	Utilización de firma digital	Cantidad de eventos que requieran no - repudio se procesan utilizando la firma digital
	Autenticidad	Métodos de autenticación	Qué tan bien el sistema autentica la identidad de un sujeto o recurso
Mantenibilidad	Modularidad	Capacidad de condensación	Qué tan fuerte es la relación entre los componentes del sistema
		Acoplamiento de clases	Qué tan fuerte es la relación entre una función del sistema con otras clases implementadas
	Reusabilidad	Ejecución de reusabilidad	Cuántos elementos pueden ser reutilizados

	Capacidad de ser analizado	Capacidad de pistas de auditoría	Los usuarios pueden identificar fácilmente la operación específica que causó el fallo
	Capacidad de ser modificado	Complejidad ciclomática	Cuál es la complejidad estructural de un código fuente
		Profundidad de herencia	Qué tan profunda es la jerarquía de la herencia de las clases involucradas en una determinada función

Fuente: ISO/IEC 25023

Autor: Evelyn Balseca

3.3.2.2. Subcaracterísticas y atributos de calidad externa seleccionadas para el LogiNotificador

Las subcaracterísticas de calidad externa seleccionadas para el LogiNotificador se detallan en la Tabla 3.7

Tabla 3.7 Subcaracterísticas y atributos de calidad externa seleccionadas

SUBCARACTERÍSTICAS Y ATRIBUTOS DE CALIDAD EXTERNA			
Características	Subcaracterísticas	Nivel de importancia	Motivo de selección
Adecuación funcional	Complejidad funcional	A	Se califica con valor de importancia A porque es necesario evaluar si el sistema provee todas las funcionalidades necesarias para el usuario.
	Exactitud funcional	A	Se califica con valor de importancia A porque es necesario evaluar si el sistema provee los resultados correctos.
Fiabilidad	Madurez	A	Se califica con valor de importancia A porque es necesario evaluar si el sistema provee los resultados correctos
	Disponibilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema se encuentra operativo y accesible para su uso.
	Tolerancia a fallos	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema es capaz de operar cuando se presentan fallos.

	Recuperabilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento Temporal	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema proporciona los tiempos de respuesta apropiados.
	Utilización de recursos	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema utiliza los recursos adecuados mientras está operando.
	Capacidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.
Facilidad de uso	Capacidad de reconocer su adecuación	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si las funciones codificadas son entendibles para cualquier programador.
	Capacidad de ser entendido	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema es entendible para el usuario cuando sea usado.
	Operatividad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el usuario puede operar con facilidad el sistema.
	Protección frente a errores de usuarios	B	Se califica con valor de importancia B porque no es tan necesario evaluarlo a nivel externo, por lo que será evaluada desde punto de vista interno.
	Estética de la interfaz de usuario	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si las interfaces del sistema satisfacen y agradan al usuario.
	Accesibilidad técnica	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.
Seguridad	Confidencialidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
	Integridad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
	No repudio	B	Se califica con valor de importancia B porque no es

			necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
	Responsabilidad	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si existe el registro de los accesos de las personas que han ingresado al sistema.
	Autenticidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar, ya que existe un sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
Compatibilidad	Co - existencia	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema puede coexistir con otro sistema compartiendo el mismo entorno y los mismos recursos.
	Interoperabilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema intercambia información sin ningún inconveniente.
Mantenibilidad	Modularidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica a nivel externo, pero si aplica a nivel de código.
	Reusabilidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica a nivel externo, pero si aplica a nivel de código.
	Capacidad de ser analizado	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si es factible realizar un análisis de impacto cuando es modificado.
	Capacidad de modificación	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si se puede realizar modificaciones al sistema sin afectar su funcionalidad.
	Capacidad de ser probado	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluarlo.
Portabilidad	Adaptabilidad	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web.
	Facilidad de instalación	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web.
	Capacidad de ser reemplazado	NA	Se califica con valor de importancia NA porque no aplica

			realizar la evaluación a un producto de tipo página web.
--	--	--	--

Fuente: Evaluación de calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000³⁵

Autor: Evelyn Balseca

3.3.2.2.1. Métricas de calidad externa seleccionadas para el LogiNotificador

En relación a la Tabla 3.7, las métricas seleccionadas para evaluar la calidad externa del LogiNotificador se especifican en la Tabla 3.8:

Tabla 3.8 Métricas seleccionadas para calidad externa

MÉTRICAS PARA LA CALIDAD EXTERNA			
Características	Subcaracterísticas	Métricas	Significado
Adecuación funcional	Compleitud funcional	Compleitud de la implementación funcional	Qué tan completa es la implementación de acuerdo a la especificación de requerimientos
	Exactitud computacional	Presión computacional	La frecuencia con que ocurren los resultados inexactos
Fiabilidad	Madurez	Eliminación de errores	Cuantos posibles errores han sido corregidos
		Cobertura de pruebas	Cuantos casos de prueba han sido ejecutados durante la etapa de pruebas
		Tiempo medio entre fallos	La frecuencia en que el sistema falla en la operación
	Disponibilidad	Tiempo de servicio	El tiempo de servicio del sistema que realmente provee
	Tolerancia a fallos	Redundancia	Cantidad de sistemas que interactúan con el sistema para evitar fallos
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento temporal	Tiempo de respuesta	El tiempo estimado para completar una tarea.
		Tiempo de espera	El tiempo en completar un trabajo completo con el sistema.
		Rendimiento	La cantidad de tareas que pueden ser procesadas
	Utilización de recursos	Utilización de CPU	El tiempo de CPU que se utiliza para realizar una tarea
		Utilización de la memoria	El espacio de memoria que se utiliza para realizar una tarea

³⁵ *Ibíd.*, pág. 42, Sección 2.2.1 Subcaracterísticas y atributos de calidad interna/externa más relevantes.

Facilidad de uso	Capacidad para ser entendido	Efectividad de la documentación del usuario o ayuda del sistema	Funciones que son descritas en la documentación del usuario o ayuda del sistema.
	Operatividad	Claridad de mensajes	Que tan entendibles son los mensajes del sistema que se muestran al usuario
	Estética de la interfaz de usuario	Personalización de la apariencia de la interfaz del usuario	Capacidad del sistema para personalizar las interfaces en apariencia
Seguridad	Responsabilidad	Capacidad de auditoria de acceso	Compleitud de la pista de auditoria en relación al acceso de los usuarios al sistema y a los datos
Compatibilidad	Co – Existencia	Co – existencia disponible	Que tan adaptable es el sistema en compartir su entorno con otros sistemas sin causar efectos adversos
	Interoperatividad	Conectividad con sistemas externos	Qué tan correctamente se ha implementado los protocolos de interfaz externa
Mantenibilidad	Capacidad de ser analizado	Capacidad de pistas de auditoria	Los usuarios pueden identificar fácilmente la operación específica que causó el fallo
	Capacidad de ser modificado	Complejidad de modificación.	Puede el desarrollador modificar fácilmente el sistema para resolver un problema

Fuente: ISO/IEC 25023

Autor: Evelyn Balseca

3.3.2.3. Subcaracterísticas y atributos de calidad en uso seleccionadas para el LogiNotificador

Las subcaracterísticas de calidad en uso más relevantes para el LogiNotificador se detallan en la Tabla 3.9

Tabla 3.9 Subcaracterísticas y atributos de calidad en uso mas relevantes

SUBCARACTERÍSTICAS Y ATRIBUTOS DE CALIDAD EN USO			
Características	Subcaracterísticas	Nivel de importancia	Motivo de selección
Efectividad	Efectividad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario.
Eficiencia	Eficiencia	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el sistema

			permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario utilizando los recursos mínimos.
Satisfacción	Utilidad	A	Se califica con valor de importancia A porque es muy necesario evaluar que el sistema satisfaga las necesidades del usuario al utilizarlo.
Libertad de riesgo	Mitigación del riesgo económico	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.
	Mitigación del riesgo de seguridad y salud	M	Se califica con valor de importancia M porque es necesario evaluar si el uso del sistema no ha causado problemas de seguridad o salud.
	Mitigación del riesgo ambiental	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.
Cobertura de contexto	Integridad de contexto	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.
	Flexibilidad	B	Se califica con valor de importancia B porque no es necesario evaluar.

Fuente: Evaluación de calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000³⁶

Autor: Evelyn Balseca

3.3.2.3.1. Métricas de calidad en uso seleccionadas para el LogiNotificador

En relación a la Tabla 3.9, las métricas seleccionadas para evaluar la calidad en uso del LogiNotificador se especifican en la Tabla 3.10:

Tabla 3.10 Métricas seleccionadas para calidad en uso

MÉTRICAS DE CALIDAD EN USO			
Características	Subcaracterísticas	Métricas	Significado
Efectividad	Efectividad	Complejidad de la tarea	Cantidad de tareas que son completadas correctamente
		Efectividad de la tarea	Cantidad de los objetivos de la tarea que se realiza completamente

³⁶ *Ibíd.*, pág.77, Sección 2.2.2 Subcaracterísticas y atributos de calidad en uso más relevantes.

Eficiencia	Eficiencia	Tiempo de la tarea	El tiempo que se tarda en completar una tarea en comparación con lo planeado
		Tiempo relativo de la tarea	El tiempo que necesita un usuario normal en completar una tarea en comparación con un experto
		Eficiencia de la tarea	Qué tan eficientes son los usuarios
Satisfacción	Utilidad	Nivel de satisfacción	Qué tan satisfecho está el usuario con el sistema
		Uso discrecional de las funciones	Las veces que los usuarios utilizan las funciones principales
		Porcentaje de quejas de los clientes	Porcentaje de quejas realizadas por los clientes
Libertad de riesgo	Libertad de riesgo de salud y seguridad	Frecuencia de problemas en la salud y seguridad del usuario	Problemas de salud entre los usuarios del producto
		Impacto en la salud y seguridad del usuario	Impacto en la salud y seguridad del usuario

Fuente: ISO/IEC 25022

Autor: Evelyn Balseca

3.3.3. Ponderación en porcentaje de las características de calidad más relevantes para el LogiNotificador

3.3.3.1. Ponderación en porcentaje de las características de calidad más relevantes para la calidad interna

A continuación en la Tabla 3.11 se presenta la ponderación en porcentaje que se le asignará a las características seleccionadas para la calidad interna del LogiNotificador.

Tabla 3.11 Ponderación en porcentajes para la calidad interna

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD INTERNA			
Características	Nivel de importancia	Ponderación	Motivo de ponderación
Adecuación funcional	M	25%	Se pondera con valor de 25% porque es necesario evaluar que las funciones codificadas estén de acuerdo a los requerimientos especificados para el sistema.

Fiabilidad	M	10%	Se pondera con valor de 10% porque es necesario evaluar que las funciones codificadas estén de acuerdo a los requerimientos especificados para el sistema cuando éstas son sometidas a ciertas condiciones y periodos de tiempo determinados.
Eficiencia en el desempeño	M	15%	Se pondera con valor de 15% porque a nivel de código es necesario evaluar el rendimiento del sistema tomando en cuenta los recursos que serán utilizados.
Facilidad de uso	M	15%	Se pondera con valor de 15% porque es necesario evaluar que el código sea entendido, aprendido y usado por cualquier programador.
Seguridad	M	10%	Se pondera con valor de 10% porque es necesario que en el código existan funciones que llamen al sistema externo encargado de la protección de los datos e información.
Compatibilidad	B	0%	Se pondera con valor de 0% porque no es necesario evaluar la compatibilidad a nivel de código, por lo que será evaluada desde punto de vista externo.
Mantenibilidad	A	25%	Se pondera con valor de 25% porque es muy necesario que el código sea modificado o actualizado por cualquier programador de acuerdo a las necesidades correctivas.
Portabilidad	NA	0%	Se pondera con valor de 0% porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web.

Fuente: Evaluación de calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000³⁷
Autor: Evelyn Balseca

3.3.3.2. Ponderación en porcentaje de las características de calidad más relevantes para la calidad externa

A continuación en la Tabla 3.12 se presenta la ponderación en porcentaje que se le asignará a las características seleccionadas para la calidad externa del LogiNotificador.

³⁷ *Ibíd.*, pág. 91, Sección 2.3.1 Ponderación en porcentaje de las características de calidad interna, externa y en uso más relevantes para el producto software.

Tabla 3.12 Ponderación en porcentajes para la calidad externa

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EXTERNA			
Características	Nivel de importancia	Ponderación	Motivo de ponderación
Adecuación funcional	A	20%	Se pondera con valor de 20% porque es muy necesario evaluar que el sistema presente todas las funcionalidades especificadas para su uso.
Fiabilidad	M	15%	Se pondera con valor de 15% porque es necesario evaluar que el sistema realice todas las funciones especificadas cuando es usado bajo ciertas condiciones y periodos de tiempos.
Eficiencia en el desempeño	M	13%	Se pondera con valor de 13% porque es necesario evaluar el rendimiento del sistema tomando en cuenta los recursos que serán utilizados.
Facilidad de uso	M	15%	Se pondera con valor de 15% porque es necesario evaluar que tan entendible, agradable y fácil de usar es el sistema.
Seguridad	M	5%	Se pondera con valor de 5% porque es necesario evaluar si existe un registro de los accesos que se han hecho al sistema.
Compatibilidad	A	20%	Se pondera con valor de 20% porque es muy necesario evaluar que el sistema lleve a cabo sus funciones normales mientras intercambia información y comparte el mismo entorno con otro producto software.
Mantenibilidad	M	12%	Se pondera con valor de 12% porque es necesario evaluar si el sistema al ser actualizado o modificado funciona adecuadamente ante el usuario.
Portabilidad	NA	0%	Se pondera con valor de 0% porque no aplica realizar la evaluación a un producto de tipo página web.

Fuente: Evaluación de calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000³⁸

Autor: Evelyn Balseca

3.3.3.3. Ponderación en porcentaje de las características de calidad más relevantes para la calidad en uso

A continuación en la Tabla 3.13 se presenta la ponderación en porcentaje que se le asignará a las características seleccionadas para la calidad externa del LogiNotificador.

³⁸ *Ibíd.*, pág. 91, Sección 2.3.1 Ponderación en porcentaje de las características de calidad interna, externa y en uso más relevantes para el producto software.

Tabla 3.13 Ponderación en porcentajes para la calidad en uso

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EN USO			
Características	Nivel de importancia	Ponderación	Motivo de ponderación
Efectividad	A	30%	Se pondera con valor de 30% porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario.
Eficiencia	M	20%	Se pondera con valor de 20% porque es muy necesario evaluar si el sistema permite alcanzar los objetivos o necesidades del usuario utilizando los recursos mínimos.
Satisfacción	A	40%	Se pondera con valor de 40% porque es muy necesario evaluar que el sistema satisfaga las necesidades del usuario al utilizarlo.
Libertad de Riesgo	M	10%	Se pondera con valor de 10% porque es necesario evaluar si el sistema al utilizarlo produce alguna consecuencia en relación a la salud.
Cobertura de Contexto	B	0%	Se pondera con valor de 0% porque no es necesario evaluarlo.

Fuente: Evaluación de calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000³⁹

Autor: Evelyn Balseca

3.3.4. Aplicación de la matriz de calidad al sistema LogiNotificador

Una vez seleccionados las características, subcaracterísticas y atributos de calidad con su respectiva ponderación en porcentaje, se debe aplicar la matriz de calidad de acuerdo a lo especificado en la sección 2.3.3.1 *Procedimiento para aplicar la matriz de calidad*⁴⁰, como se muestra en la Figura 3.5, Figura 3.6, Figura 3.7 y Figura 3.8.

³⁹ *Ibid.*, pág. 91, Sección 2.3.1 Ponderación en porcentaje de las características de calidad interna, externa y en uso más relevantes para el producto software.

⁴⁰ *Ibid.*, pág. 93.

Figura 3.5 Aplicación de la matriz de calidad para evaluar la calidad interna del sistema LogiNotificador

MATRIZ DE CALIDAD PARA EVALUAR LA CALIDAD INTERNA DE PRODUCTOS SOFTWARE EN EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE APLICANDO LA NORMA ISO/IEC 25000

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Adecuación funcional	Compleitud funcional	Compleitud de la implementación funcional	$X = A / B$ A = Número de funciones que están incorrectas o que no fueron implementadas B = Número de las funciones establecidas en la especificación de requisitos Dónde: $B > 0$	0	Si	A = 0 B = 25 X = 0,00	10,00	10,00	M	20%	2,00	
	Exactitud funcional	Exactitud	$X = A/B$ A = Número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud B = Número total de elementos de datos implementados Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
		Presición computacional	$X = A/T$ A = Numero de cálculos inexactos encontrados T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	Deseado: 0/15min Peor caso: >=10/15min	No	A = T = X = NA	NA					
Fiabilidad	Madurez	Eliminacion de errores	$X = A/B$ A = Número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas B = Número de fallas detectadas en las pruebas Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
		Cobertura de pruebas	$X = A/B$ A = Número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación durante la prueba B = Número de casos de prueba a ser realizados para cubrir los requerimientos Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Fiabilidad	Tolerancia a fallos	Redundancia	$X = A / B$ A= Número de componentes/sistemas instalados de forma redundante B = Número total de componentes/sistemas instalados Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X= NA	NA	10,00	M	10%	1,00	
		Anulación de operación incorrecta	$X = A / B$ A= Número de operaciones incorrectas presentadas B = Número total de funciones implementadas para anular operaciones incorrectas Dónde: $B > 0$	0	Si	A = 0 B = 1 X = 0,00	10,00					
	Capacidad de recuperación	Tiempo medio de recuperación	$X = A / T$ A = Número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entró en recuperación T = Tiempo que le tomó al sistema en recuperarse Dónde: $T > 0$	Deseado: 0/min Peor caso: >=10/min	No	A = T = X = NA	NA					
Comportamiento del tiempo	Tiempo de respuesta	$X = B - A$ A= Tiempo de envío de petición B = Tiempo en recibir la primera respuesta	Deseado: 15 seg Peor caso: >15 seg	No	A = B = X = NA	NA						
	Tiempo de espera	$X = B - A$ A= Tiempo cuando se inicia un trabajo B = Tiempo en completar el trabajo	Deseado: 20 min Peor caso: >20 min	No	A = B = X = NA	NA						

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Fiabilidad	Tolerancia a fallos	Redundancia	$X = A / B$ A= Número de componentes/sistemas instalados de forma redundante B = Número total de componentes/sistemas instalados Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA	10,00	M	10%	1,00	
		Anulación de operación incorrecta	$X = A / B$ A= Número de operaciones incorrectas presentadas B = Número total de funciones implementadas para anular operaciones incorrectas Dónde: $B > 0$	0	Si	A = 0 B = 1 X = 0,00	10,00					
	Capacidad de recuperación	Tiempo medio de recuperación	$X = A / T$ A = Número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entró en recuperación T = Tiempo que le tomó al sistema en recuperarse Dónde: $T > 0$	Deseado: 0/min Peor caso: $>=10/min$	No	A = T = X = NA	NA					
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento del tiempo	Tiempo de respuesta	$X = B - A$ A= Tiempo de envío de petición B = Tiempo en recibir la primera respuesta	Deseado: 15 seg Peor caso: >15 seg	No	A = B = X = NA	NA					
		Tiempo de espera	$X = B - A$ A= Tiempo cuando se inicia un trabajo B = Tiempo en completar el trabajo	Deseado: 20 min Peor caso: >20 min	No	A = B = X = NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)	
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento del tiempo	Rendimiento	$X = A/T$ A= Número de tareas completadas T = Intervalo de tiempo Dónde: $T > 0$	Deseado: $\geq 10/20\text{min}$ Peor caso: $0/20\text{min}$	No	A = T = X = NA	NA	5,60	M	15%	0,84		
	Utilización de recursos	Líneas de código		$X = A$ A = Número de líneas de código	Deseado: 1 Peor caso: ≥ 50	Si	A = 22 X = 22						5,60
		Utilización de CPU		$X = A$ A= Cantidad de CPU que es usado para realizar una tarea	Deseado: 0 % Peor caso: $\geq 10\%$	No	A = X = NA						NA
		Utilización de la memoria		$X = A/B$ A = Cantidad de memoria que es usado para realizar una tarea	Deseado: 0% Peor caso: $\geq 10\%$	No	A = X = NA						NA
		Utilización de los dispositivos de E/S		$X = B - A$ A = Tiempo que los dispositivos de E/S pasan ocupados en realizar una tarea B = Tiempo de operación Dónde: $B > 0$	Deseado: 0 seg Peor caso: $\geq 15 \text{ seg}$	No	A = B = X = NA						NA
	Capacidad	Numero de peticiones online (Max)		$X = A/T$ A= Número máximo de peticiones online procesada T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	Deseado: $\geq 10/3\text{min}$ Peor caso: $0/3\text{min}$	No	A = T = X = NA						NA
		Número de accesos simultaneos (Max)		$X = A/T$ A= Número máximo de accesos simultáneos T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	Deseado: $\geq 10/3\text{min}$ Peor caso: $0/3\text{min}$	No	A = T = X = NA						NA

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Facilidad de uso	Capacidad de reconocer su adecuación	Integridad de descripción	$X = A/B$ A = Número de funciones (o tipos de funciones) descritas como entendibles en la descripción del producto B = Número total de funciones (o tipos de funciones) Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 25 B = 25 X= 1,00	10,00					
		Capacidad de demostración	$X = A/B$ A = Número de funciones implementadas con capacidad de demostración B = Número total de funciones que requieren capacidad de demostración Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X= NA	NA					
	Capacidad de ser entendido	Funciones evidentes	$X = A/B$ A= Número de funciones (o tipo de funciones) evidentes al usuario B = Número total de funciones (o tipo de funciones) Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 25 B = 25 X= 1,00	10,00					
		Efectividad de la documentación del usuario o ayuda del sistema	$X = A/B$ A= Número de funciones descritas correctamente B = Número total de funciones implementadas Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X= NA	NA					
	Operatividad	Recuperabilidad de error operacional	$X = A / B$ A= Número de funciones implementadas con tolerancia de error de usuarios B = Número total de funciones requeridas con capacidad de tolerancia Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X= NA	NA					
		Claridad de mensajes	$X = A/B$ A= Número de mensajes implementados con explicaciones claras B = Número total de mensajes implementados Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 90 B = 96 X= 0,94	9,38					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Facilidad de uso	Operatividad	Consistencia operacional	$X = A/B$ A= Número de de operaciones que se comportan de manera incoherente B = Número total de operaciones que se comportan de forma normal Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X= NA	NA	7,53	M	15%	1,13	
		Posibilidad de personalización	$X = A/B$ A = Número de funciones implementadas que pueden ser personalizadas durante la operación B = Número de funciones que requieran la capacidad de personalización Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X= NA	NA					
	Protección contra errores del usuario	Verificación de entradas válidas	$X = A/B$ A= Número de elementos de entrada que son validados B = Número de elementos que necesitan ser validados Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 8 B = 109 X= 0,07	0,73					
		Prevención del uso incorrecto	$X = A/B$ A = Número operaciones iniciales incorrectas B = Número de funciones implementadas para evitar fallos de funcionamiento provocados por un uso incorrecto Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X= NA	NA					
		Estética de la Interfaz del usuario	Personalización de la apariencia de la interfaz del usuario	$X = A/B$ A= Número de elementos de interfaz que pueden ser personalizados B = Número total de elementos de interfaz Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X= NA					

7,36

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Facilidad de uso	Accesibilidad técnica	Accesibilidad física	$X = A/B$ A = Número de funciones a las que pueden acceder personas con discapacidad B = Número total de elementos de interfaz Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X= NA	NA					
Seguridad	Confidencialidad	Capacidad de control de acceso	$X = A / B$ A = Número de diferentes tipos de operaciones ilegales detectados B = Número de tipos de operaciones ilegales en la especificación Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X= NA	NA	1,67	M	10%	0,17	
		Encriptación de datos	$X = A / B$ A = Número de elementos de datos encriptados/desencriptados correctamente B = Número de elementos de datos que requiere encriptación/desencriptación Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X= NA	NA					
	Integridad	Prevención de corrupción de datos	$X = A / B$ A = Número de casos de corrupción de datos ocurridos en la actualidad B = Número de accesos donde se espera que ocurran daños de datos Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X= NA	NA					
	No repudio	Utilización de firma digital	$X = A / B$ A = Número de eventos procesados usando firma digital B = Número de eventos que requieran la propiedad de no - repudio Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 0 B = 1 X= 0,00	0,00					
	Responsabilidad	Capacidad de auditoría de acceso	$X = A / B$ A = Número de accesos al sistemas ocurridos en la realidad B = Número de accesos al sistema registrados en el log del sistema Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X= NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Seguridad	Autenticidad	Métodos de autenticación	$X = A$ A = Número de métodos de autenticación previstos	Deseado: 3 Peor caso: 0	Si	A = 1 X = 1	3,33					
Compatibilidad	Co - existencia	Co - existencia disponible	$X = A/B$ A = Número de sistemas con las que el producto puede coexistir B = Número de sistemas con las que el producto requiere de coexistencia Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA	0,00	B	0%	0	
	Interoperatividad	Conectividad con sistemas externos	$X = A/B$ A= Número de interfaces implementadas con otros sistemas B = Número total de interfaces externas Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
		Capacidad de intercambiar de datos	$X = A/B$ A= Número de datos que se han intercambiado sin problemas con otro sistema B = Número total de datos que se intercambiarían Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
Mantenibilidad	Modularidad	Capacidad de condensación	$X = A / B$ A = Número de sistemas que no son afectados por cambios en el sistema B = Número total de sistemas específicos Dónde: $B > 0$	0	Si	A = 0 B = 4 X = 0,00	10,00					
		Acoplamiento de clases	$X = A$ A = Número de relaciones que tiene una función con respecto a otras clases	Deseado: 1 Peor caso: >=4	Si	A = 2 X = 2	5,00					
	Reusabilidad	Ejecución de reusabilidad	$X = A / B$ A = Número de elementos reutilizados B = Número total de elementos de la biblioteca reutilizable Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 7 B = 7 X = 1,00	10,00					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Mantenibilidad	Capacidad de ser analizado	Capacidad de pistas de auditoría	$X = A / B$ A = Número de datos grabadas durante la operación B = Número de datos previstos a grabarse para controlar el estado del sistema durante la operación Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 20 B = 20 X= 1,00	10,00	6,92	A	25%	1,73	
		Diagnóstico de funciones suficientes	$X = A/B$ A = Número de funciones de diagnóstico implementadas B = Número de funciones de diagnóstico requeridas en la especificación de requerimientos Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X= NA	NA					
	Capacidad de ser modificado	Complejidad ciclomática	$X = A+1$ A = Numero de instrucciones condicionales que tiene una función	Deseado: 1 Peor caso: >=15	Si	A = 8 X = 9	4,00					
		Profundidad de herencia	$X = A$ A = Número de jerarquías empleadas para una determinada función	Deseado: 0 Peor caso: >= 4	Si	A = 3 X = 3	2,50					
		Grado de localización de corrección de impacto	$X = A/B$ A = Número de fallas aparecidas después que se ha resuelto un fallo B = Número de fallas resueltas Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X= NA	NA					
	Capacidad de ser probado	Complejidad funcional de funciones de pruebas	$X = A/B$ A = Número de funciones de prueba implementadas B = Número de funciones de prueba requeridas Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X= NA	NA					
		Capacidad de prueba autónoma	$X = A/B$ A = Número de pruebas que están dependiendo de otros sistemas B = Número total de pruebas dependientes con otros sistemas Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X= NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACION (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Portabilidad	Adaptabilidad	Adaptabilidad en entorno hardware	$X = A/B$ A = Número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el entorno hardware B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X= NA	NA	0,00	NA	0%	0,00	
		Adaptabilidad en entorno de software	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el sistema B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X= NA	NA					
		Adaptabilidad en entorno empresarial	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con usuarios del entorno empresarial B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X= NA	NA					
	Capacidad de ser Reemplazado	Consistencia en la función de soporte al usuario	$X = A/B$ A = Número de nuevas funciones que son consideradas como no consistentes por el usuario B = Número de nuevas funciones Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X= NA	NA					

100%

Fuente: Evaluación de calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000⁴¹
Autor: Evelyn Balseca

⁴¹ *Ibíd.*, pág. 95 - 105.

Figura 3.6 Aplicación de la matriz de calidad para evaluar la calidad externa del sistema LogiNotificador

MATRIZ DE CALIDAD PARA EVALUAR LA CALIDAD EXTERNA DE PRODUCTOS SOFTWARE EN EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE APLICANDO LA NORMA ISO/IEC 25000

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Adecuación funcional	Compleitud funcional	Compleitud de la implementación funcional	$X = A / B$ A = Número de funciones que están incorrectas o que no fueron implementadas B = Número de las funciones establecidas en la especificación de requisitos Dónde: $B > 0$	0	Si	A = 0 B = 25 X = 0,00	10,00	10,00	A	20%	2,00	
	Exactitud funcional	Exactitud	$X = A/B$ A = Número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud B = Número total de elementos de datos implementados Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
		Presición computacional	$X = A/T$ A = Numero de de cálculos inexactos encontrados T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	Deseado: 0/15min Peor caso: >=10/15min	Si	A = 0 T = 15 X = 0/15min	10,00					
Fiabilidad	Madurez	Eliminacion de errores	$X = A/B$ A = Número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas B = Número de fallas detectadas en las pruebas Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 2 B = 4 X = 0,50	5,00					
		Cobertura de pruebas	$X = A/B$ A = Número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación durante la prueba B = Número de casos de prueba a ser realizados para cubrir los requerimientos Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 5 B = 5 X = 1,00	10,00					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Fiabilidad	Madurez	Tiempo medio entre fallos	$X = A/T$ A = Número total de fallas detectadas actualmente T = Tiempo de operación Donde $T > 0$	Deseado: 0/15min Peor caso: $\geq 10/15min$	Si	A = 0 T = 15 X = 0/15min	10,00	7,00	M	15%	1,05	
	Disponibilidad	Tiempo de servicio	$X = A/B$ A = Tiempo de servicio del sistema que se proporciona actualmente B = Tiempo de servicio del sistema regulado en el cronograma operacional Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 365 B = 365 X = 1,00	10,00					
		Tiempo medio de inactividad	$X = A/T$ A = Número de fallos observados T = Tiempo total de inactividad Dónde: $T > 0$	Deseado: 0/min Peor caso: $\geq 10/min$	No	A = T = X = NA	NA					
	Tolerancia a fallos	Prevención de fallas	$X = A/B$ A = Número de ocurrencia de fallas evitadas contra los casos de pruebas de fallas iniciales B = Número de casos de pruebas de fallas iniciales ejecutados durante las pruebas Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
		Redundancia	$X = A / B$ A= Número de componentes/sistemas instalados de forma redundante B = Número total de componentes/sistemas instalados Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 0 B = 1 X = 0,00	0,00					
	Capacidad de recuperación	Tiempo medio de recuperación	$X = A / T$ A = Número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entró en recuperación T = Tiempo que le tomó al sistema en recuperarse Dónde: $T > 0$	Deseado: 0/min Peor caso: $\geq 10/min$	No	A = T = X = NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento del tiempo	Tiempo de respuesta	$X = B - A$ A= Tiempo de envío de petición B = Tiempo en recibir la primera respuesta	Deseado: 10 seg Peor caso: >10 seg	Si	A = 0 B = 14 X = 14	0,00	7,00	M	13%	0,91	
		Tiempo de espera	$X = B - A$ A= Tiempo cuando se inicia un trabajo B = Tiempo en completar el trabajo	Deseado: 20 min Peor caso: >20 min	Si	A = 0 B = 20 X = 20	10,00					
		Rendimiento	$X = A/T$ A= Número de tareas completadas T = Intervalo de tiempo Dónde: T > 0	Deseado: >=10/20min Peor caso: 0/20min	Si	A = 21 T = 20 X = 21/20min	10,00					
	Utilización de recursos	Utilización de CPU	$X = A$ A= Cantidad de CPU que es usado para realizar una tarea	Deseado: 0 % Peor caso: >=10%	Si	A = 3 X = 3,00	7,00					
		Utilización de la memoria	$X = A/B$ A = Cantidad de memoria que es usado para realizar una tarea	Deseado: 0% Peor caso: >=10%	Si	A = 2 X = 2,00	8,00					
		Utilización de los dispositivos de E/S	$X = B-A$ A = Tiempo que los dispositivos de E/S pasan ocupados para realizar la tarea B = Tiempo de operación Dónde: B > 0	Deseado: 0 seg Peor caso: >= 15 seg	No	A = B = X = NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Eficiencia en el desempeño	Capacidad	Numero de peticiones online (Max)	$X = A/T$ A= Número máximo de peticiones online procesada T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	Deseado: $\geq 10/3\text{min}$ Peor caso: 0/3min	No	A = T = X = NA	NA					
		Número de accesos simultaneos (Max)	$X = A/T$ A= Número máximo de accesos simultáneos T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	Deseado: $\geq 10/3\text{min}$ Peor caso: 0/3min	No	A = T = X = NA	NA					
		Sistema de transmisión de ancho de banda	$X = A/T$ A= Cantidad máxima de transmisión de datos T = Tiempo de operación Dónde: $T > 0$	Deseado: $\geq 10/\text{min}$ Peor caso: 0/min	No	A = T = X = NA	NA					
Facilidad de uso	Capacidad de reconocer su adecuación	Integridad de descripción	$X = A/B$ A = Número de funciones (o tipos de funciones) descritas como entendibles en la descripción del producto B = Número total de funciones (o tipos de funciones) Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
		Capacidad de demostración	$X = A/B$ A = Número de funciones implementadas con capacidad de demostración B = Número total de funciones que requieren capacidad de demostración Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
	Capacidad de ser entendido	Efectividad de la documentación del usuario o ayuda del sistema	$X = A / B$ A= Número de funciones descritas correctamente B = Número total de funciones implementadas Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 25 B = 25 X = 1,00	10,00					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Facilidad de uso	Operatividad	Claridad de mensajes	$X = A / B$ A= Número de mensajes implementados con explicaciones claras B = Número total de mensajes implementados Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 90 B = 96 X = 0,94	9,38	6,46	M	15%	0,97	8,63
		Consistencia operacional	$X = A / B$ A= Número de de operaciones que se comportan de manera incoherente B = Número total de operaciones que se comportan de forma normal Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X= NA	NA					
		Posibilidad de personalización	$X = A / B$ A = Número de funciones implementadas que pueden ser personalizados durante la operación B = Número de funciones que requieran la capacidad de personalización Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
	Protección contra errores del usuario	Verificación de entradas válidas	$X = A/B$ A= Número de elementos de entrada que son validados B = Número de elementos que necesitan ser validados Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
		Prevención del uso incorrecto	$X = A/B$ A = Número operaciones iniciales incorrectas B = Número de funciones implementadas para evitar fallos de funcionamiento provocados por un uso incorrecto Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
	Estética de la Interfaz del usuario	Personalización de la apariencia de la interfaz del usuario	$X = A/B$ A= Número de elementos de interfaz que pueden ser personalizados B = Número total de elementos de interfaz Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 0 B = 76 X = 0,00	0,00					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Facilidad de uso	Accesibilidad técnica	Accesibilidad física	$X = A/B$ A= Número de funciones a las que pueden acceder personas con discapacidad B = Número total de elementos de interfaz Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
Seguridad	Confidencialidad	Capacidad de control de acceso	$X = A / B$ A = Número de diferentes tipos de operaciones ilegales detectados B = Número de tipos de operaciones ilegales en la especificación Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA	10,00	M	5%	0,50	
		Encriptación de datos	$X = A / B$ A = Número de elementos de datos encriptados/desencriptados correctamente B = Número de elementos de datos que requiere encriptación/desencriptación Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
	Integridad	Prevención de corrupción de datos	$X = A / B$ A = Número de casos de corrupción de datos ocurridos en la actualidad B = Número de accesos donde se espera que ocurran daños de datos Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X = NA	NA					
	No repudio	Utilización de firma digital	$X = A / B$ A = Número de eventos procesados usando firma digital B = Número de eventos que requieran la propiedad de no - repudio Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
	Responsabilidad	Capacidad de auditoría de acceso	$X = A / B$ A = Número de accesos al sistemas ocurridos en la realidad B = Número de accesos al sistema registrados en el log del sistema Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 5 B = 5 X = 1,00	10,00					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Seguridad	Autenticidad	Métodos de autenticación	$X = A$ A = Número de métodos de autenticación previstos	Deseado: 3 Peor caso: 0	No	A = X = NA	NA					
Compatibilidad	Co - existencia	Co - existencia disponible	$X = A/B$ A = Número de sistemas con las que el producto puede coexistir B = Número de sistemas con las que el producto requiere de coexistencia Dónde: $B > 0$	1	Sí	A = 4 B = 4 X = 1,00	10,00	10,00	A	20%	2	
	Interoperatividad	Conectividad con sistemas externos	$X = A/B$ A= Número de interfaces implementadas con otros sistemas B = Número total de interfaces externas Dónde: $B > 0$	1	Sí	A = 4 B = 4 X = 1,00	10,00					
		Capacidad de intercambiar de datos	$X = A/B$ A= Número de datos que se han intercambiado sin problemas con otro sistema B = Número total de datos que se intercambiarían Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
Mantenibilidad	Capacidad de ser analizado	Capacidad de pistas de auditoría	$X = A / B$ A = Número de datos realmente grabadas durante la operación B = Número de datos previstos a grabarse para controlar el estado del sistema durante la operación Dónde: $B > 0$	1	Sí	A = 21 B = 21 X = 1,00	10,00					
		Diagnóstico de funciones suficientes	$X = A/B$ A = Número de funciones de diagnóstico implementadas B = Número de funciones de diagnóstico requeridas en la especificación de requerimientos Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Mantenibilidad	Capacidad de ser modificado	Grado de localización de corrección de impacto	$X = A/B$ A = Número de fallas aparecidas después que se ha resuelto un fallo B = Número de fallas resueltas Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X = NA	NA	10,00	M	12%	1,20	
		Complejidad de modificación	$X = A/T$ A = Número de modificaciones B = Tiempo de trabajo que le toma al desarrollador modificar Dónde: $T > 0$	Deseado: $\geq 1/60\text{min}$ Peor caso: 0/60min	Si	A = 3 T = 60 X = 3/60min	10,00					
		Índice de éxito de modificación	$X = A/B$ A = Número de problemas dentro de un determinado período antes de mantenimiento B = Número de problemas en el mismo período después del mantenimiento Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X = NA	NA					
	Capacidad de ser probado	Capacidad de reinicio de pruebas	$X = A/B$ A = Número de casos en los cuales el mantenedor puede pausar y restaurar las pruebas B = Número de casos de pausa en la ejecución de pruebas Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
Adaptabilidad	Adaptabilidad	Adaptabilidad en entorno hardware	$X = A/B$ A = Número funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el entorno hardware B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X = NA	NA					
		Adaptabilidad en entorno de software	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con el sistema B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X = NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Portabilidad	Adaptabilidad	Adaptabilidad en entorno empresarial	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con usuarios del entorno empresarial B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X = NA	NA	0,00	NA	0%	0,00	
	Capacidad de ser Instalado	Eficiencia en el tiempo de instalación	$X = A/T$ A = Número de reintentos al instalar el sistema T = Tiempo total transcurrido al instalar el sistema Dónde: $T > 0$	Deseado: 0/min Peor caso: >=10/min	No	A = T = X = NA	NA					
		Facilidad de instalación	$X = A/B$ A = Número casos en que los usuarios tuvieron éxito al instalar el sistema cambiando proceso de instalación para su conveniencia B = Número total de casos en que los usuarios han intentado cambiar el proceso de instalación para su conveniencia Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
	Capacidad de ser Reemplazado	Consistencia en la función de soporte al usuario	$X = A/B$ A = Número de nuevas funciones que son consideradas como no consistentes por el usuario B = Número de nuevas funciones Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X = NA	NA					
		Inclusividad funcional	$X = A/B$ A = Número de funciones que producen resultados similares con anterioridad y que no se han exigido cambios B = Número de funciones probadas que son similares a las funciones proporcionadas por otro software para ser reemplazado Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Portabilidad	Adaptabilidad	Adaptabilidad en entorno empresarial	$X = A/B$ A = Número de funciones operativas de las tareas que no se hayan completado durante las pruebas operativas con usuarios del entorno empresarial B = Número total de funciones que han sido probadas Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X = NA	NA	0,00	NA	0%	0,00	
	Capacidad de ser Instalado	Eficiencia en el tiempo de instalación	$X = A/T$ A = Número de reintentos al instalar el sistema T = Tiempo total transcurrido al instalar el sistema Dónde: $T > 0$	Deseado: 0/min Peor caso: >=10/min	No	A = T = X = NA	NA					
		Facilidad de instalación	$X = A/B$ A = Número casos en que los usuarios tuvieron éxito al instalar el sistema cambiando proceso de instalación para su conveniencia B = Número total de casos en que los usuarios han intentado cambiar el proceso de instalación para su conveniencia Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
	Capacidad de ser Reemplazado	Consistencia en la función de soporte al usuario	$X = A/B$ A = Número de nuevas funciones que son consideradas como no consistentes por el usuario B = Número de nuevas funciones Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X = NA	NA					
			$X = A/B$ A = Número de funciones que producen resultados similares con anterioridad y que no se han exigido cambios B = Número de funciones probadas que son similares a las funciones proporcionadas por otro software para ser reemplazado Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
		Inclusividad funcional	$X = A/B$ A = Número de funciones que producen resultados similares con anterioridad y que no se han exigido cambios B = Número de funciones probadas que son similares a las funciones proporcionadas por otro software para ser reemplazado Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					

CARACTERÍSTICA	SUBCARACTERÍSTICA	MÉTRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Portabilidad	Capacidad de ser Reemplazado	Uso continuo de datos	$X = A/B$ A = número de datos que son continuamente solo utilizables por el software a ser reemplazado B = Número de datos que son reutilizables por el software a ser reemplazado Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					

100%

CALIDAD INTERNA	CALIDAD EXTERNA	CALIDAD EN USO	RESULTADO FINAL
-----------------	-----------------	----------------	-----------------

Fuente: Evaluación de calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000⁴²
Autor: Evelyn Balseca

⁴² *Ibíd.*, pág. 105 – 115.

Figura 3.7 Aplicación de la matriz de calidad para evaluar la calidad en uso del sistema LogiNotificador

MATRIZ DE CALIDAD PARA EVALUAR LA CALIDAD EN USO DE PRODUCTOS SOFTWARE EN EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE APLICANDO LA NORMA ISO/IEC 25000

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Efectividad	Efectividad	Compleitud de la tarea	$X = A/B$ A= Número de tareas completadas B = Número total de tareas intentadas Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 21 B = 21 X = 1,00	10,00	10,00	A	30%	3,00	
		Efectividad de la tarea	$X = A/B$ A= Cantidad de objetivos completados por la tarea B = Cantidad de objetivos planteados por la tarea	1	Si	A = 2 B = 2 X = 1,00	10,00					
		Frecuencia de error	$X = A/B$ A = Número de errores cometidos por los usuarios B = Número de tareas Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X = NA	NA					
Eficiencia	Eficiencia	Tiempo de la tarea	$X = A/B$ A=Tiempo planeado (min) B=Tiempo actual (min) Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 20 B = 30 X = 0,67	6,67					
		Tiempo relativo de la tarea	$X = A/B$ A = Tiempo que completa una tarea un usuario experto (seg) B = Tiempo que completa una tarea un usuario normal (seg) Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 35 B = 65 X = 0,54	5,38					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Eficiencia	Eficiencia	Eficiencia relativa de la tarea	$X = A/B$ A = Número de tareas eficientes realizadas por un usuario ordinario B = Número de tareas eficientes planeadas Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA	7,35	M	20%	1,47	
		Productividad económica	$X = A/B$ A = Número de tareas efectivas B = Número total de las tareas Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
		Porcentaje productivo	$X = A/B$ A = Tiempo de la tarea B = Tiempo de productividad Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X = NA	NA					
		Numero relativo de acciones del usuario	$X = A/B$ A = Número de acciones realizadas por los usuarios B = Número de acciones necesarias actualmente Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
Satisfacción	Utilidad	Nivel de satisfacción	$X = A/B$ A = Numero de preguntas con respuesta satisfactorias B = Número total de preguntas realizadas en el cuestionario Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 7 B = 10 X = 0,70	7,00					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Satisfacción	Utilidad	Uso discrecional de las funciones del sistema	$X = A/B$ A= Número de veces que se utilizan las funciones/sistemas del software B= Número de veces que están destinados a ser usados Dónde: $B > 0$	1	Si	A = 2 B = 2 X = 1,00	10,00	9,00	A	40%	3,60	9,07
		Porcentaje de quejas de los clientes	$X = A/B$ A = Número de clientes que se quejan B = Número total de clientes Dónde: $B > 0$	0	Si	A = 0 B = 2 X = 0,00	10,00					
Libertad de Riesgo	Libertad del riesgo económico	Retorno de la Inversión (ROI)	$X = A/B$ A = Beneficios obtenidos B = Beneficios esperados Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
		Tiempo para lograr el retorno de la inversión	$X = A/B$ A = Tiempo real para lograr el ROI B = Tiempo aceptable para lograr el ROI Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X = NA	NA					
		Rendimiento relativo de negocios	$X = B/A$ A = Monto de inversión de TI o las ventas planeadas de la empresa para la comparación B = Monto de la inversión de TI o de las ventas de la empresa Dónde: $A > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
		Balanced Score Card	$X = A/B$ A = Resultado del BSC B = BSC planeado Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Libertad de Riesgo	Libertad del riesgo económico	Tiempo de entrega	$X = A/B$ A = Tiempo de entrega planeado o retrasos en las entregas B = Tiempo de entrega actual o retrasos en las entregas Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X= NA	NA	10,00	M	10%	1,00	
		Ganancias para cada cliente	$X = A/B$ A = Ingresos reales de un cliente B = Ingresos planeados de un cliente Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					
		Errores con consecuencias económicas	$X = A/B$ A = Número de errores con consecuencias económicas B = Número total de situaciones de uso Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X= NA	NA					
		Corrupción del software	$X = A/B$ A = Número de ocurrencias de corrupción del software B = Número total de situaciones de uso Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X= NA	NA					
	Libertad del riesgo de salud y seguridad	Frecuencia de problemas en la salud y seguridad del usuario	$X = A/B$ A = Número de usuarios que notificaron problemas de salud B = Número total de usuarios Dónde: $B > 0$	0	Si	A = 0 B = 2 X= 0,00	10,00					
		Impacto en la salud y seguridad del usuario	$X = A/T$ A = Número de personas afectadas T = Tiempo Dónde: $T > 0$	Deseado: 0/12 meses Peor caso: >=5/12 meses	Si	A = 0 T = 12 X = 0/12 meses	10,00					

CARACTERISTICA	SUBCARACTERISTICA	METRICA	FORMULA	VALOR DESEADO (UMBRAL, etc)	APLICA	VALOR OBTENIDO (X)	PONDERACIÓN (/10)	VALOR PARCIAL TOTAL (/10)	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	VALOR FINAL	CALIDAD DEL SISTEMA (/10)
Libertad de Riesgo		Seguridad de las personas afectadas por el uso del sistema	$X = A/B$ A = Número de personas puestas en peligro B = Número total de personas potencialmente afectadas por el sistema Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X= NA	NA					
	Libertad del riesgo ambiental	Impacto Ambiental	$X = A/B$ A = Impacto ambiental aceptable B = Impacto ambiental real Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X= NA	NA					
Cobertura de contexto	Complejidad de Contexto	Complejidad de Contexto	$X = A/B$ A= Número de distintos contextos de uso inaceptables B = Número total de distintos contextos de uso Dónde: $B > 0$	0	No	A = B = X= NA	NA	0,00	B	0%	0	
	Flexibilidad	Función flexible del diseño	$X = A/B$ A= Número de características diseñadas con completa flexibilidad B = Número total de características de diseño Dónde: $B > 0$	1	No	A = B = X = NA	NA					

100%

Fuente: Evaluación de calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000⁴³
 Autor: Evelyn Balseca

⁴³ *Ibíd.*, pág. 116 - 120

Figura 3.8 Resultado final del análisis de calidad aplicado al sistema LogiNotificador

**RESULTADO FINAL DEL ANÁLISIS DE CALIDAD DE PRODUCTOS
SOFTWARE EN EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE
APLICANDO LA NORMA ISO/IEC 25000**

CALIDAD	CALIDAD DEL SISTEMA	NIVEL DE PUNTUACIÓN	GRADO DE SATISFACCIÓN
Interna	7,36	ACEPTABLE	SATISFACTORIO
Externa	8,63	ACEPTABLE	SATISFACTORIO
Uso	9,07	CUMPLE CON LOS REQUISITOS	MUY SATISFACTORIO
Total	8,35	ACEPTABLE	SATISFACTORIO

CALIDAD INTERNA	CALIDAD EXTERNA	CALIDAD EN USO	RESULTADO FINAL
-----------------	-----------------	----------------	------------------------

Fuente: Evaluación de calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000⁴⁴
Autor: Evelyn Balseca

⁴⁴ *Ibíd.*, pág. 121.

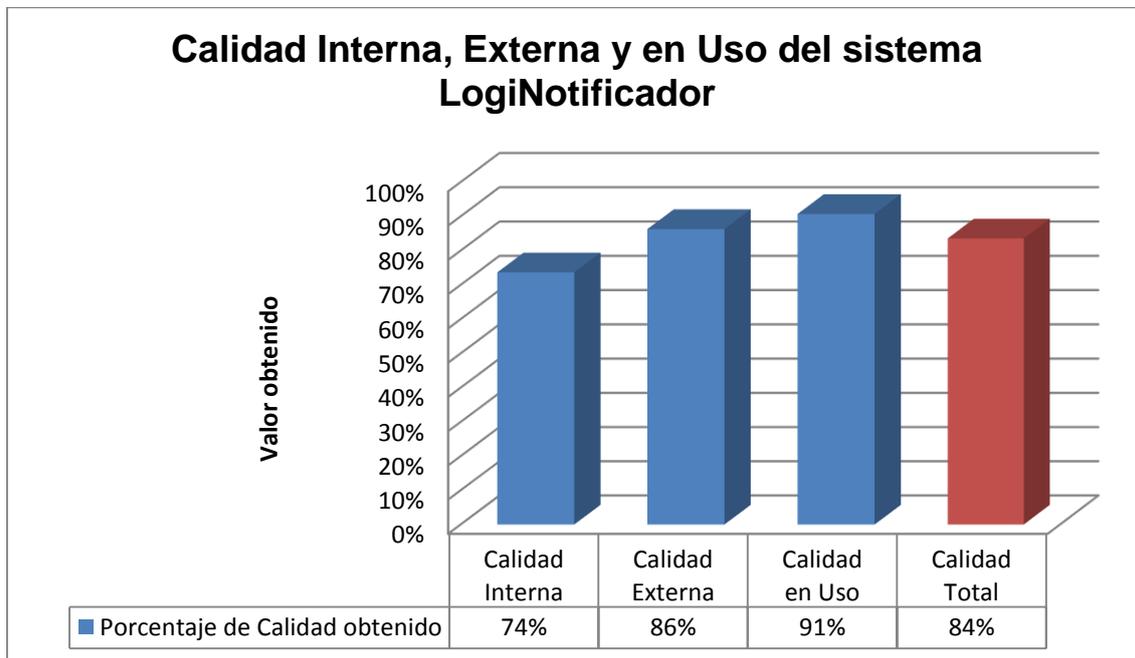
3.4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la evaluación de calidad de nuestro caso de estudio LogiNotificador aplicando la norma ISO/IEC 25000 son los siguientes:

3.4.1. Resultados obtenidos de la evaluación de calidad aplicando la norma ISO/IEC 25000 para nuestro caso de estudio “LogiNotificador”

Una vez realizado la evaluación de calidad al sistema LogiNotificador, la Figura 3.9 indica que la calidad interna y externa tienen un valor de 7,4/10 y 8,6/10 respectivamente, considerándolas como SATISFACTORIAS y que la calidad en uso tiene un valor de 9,1/10, considerándola como MUY SATISFACTORIA, dando así un resultado final de 8,4/10, considerándolo como un producto SATISFACTORIO, el cual representa un 84% de la calidad total.

Figura 3.9 Calidad total obtenida del resultado de evaluación aplicando la norma ISO/IEC 25000



**Fuente: Matriz de calidad⁴⁵
Autor: Evelyn Balseca**

⁴⁵ *Ibíd.*, pág. 162.

En la Tabla 3.14 se muestra a detalle los valores obtenidos de las características que fueron aplicadas en la evaluación de calidad, en donde se puede apreciar que la calidad externa y en uso tiene un valor mayor con respecto a la calidad interna, lo que indica que el sistema a nivel de código y construcción del sistema tiene que ser mejorado.

Tabla 3.14 Valor total obtenido de Calidad interna, externa y en uso

VALOR TOTAL OBTENIDO DE CADA CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD							
	Características	Valor Parcial Total (/10)	Nivel de importancia	Porcentaje de Importancia	Valor Final	Subtotal de la Calidad del Sistema (/10)	Calidad Total del Sistema (/10)
CALIDAD INTERNA	Adecuación funcional	10,00	M	25%	2,50	7,37	8,36
	Fiabilidad	10,00	M	10%	1,00		
	Eficiencia en el desempeño	5,60	M	15%	0,84		
	Facilidad de uso	7,53	M	15%	1,13		
	Seguridad	1,67	M	10%	0,17		
	Compatibilidad	0,00	B	0%	0,00		
	Mantenibilidad	6,92	A	25%	1,73		
	Portabilidad	0,00	NA	0%	0,00		
CALIDAD EXTERNA	Adecuación funcional	10,00	A	20%	2,00	8,63	8,36
	Fiabilidad	7,00	M	15%	1,05		
	Eficiencia en el desempeño	7,00	M	13%	0,91		
	Facilidad de uso	6,46	M	15%	0,97		
	Seguridad	10,00	M	5%	0,50		
	Compatibilidad	10,00	A	20%	2,00		
	Mantenibilidad	10,00	M	12%	1,20		
	Portabilidad	0,00	NA	0%	0,00		
CALIDAD EN USO	Efectividad	10,00	A	30%	3,00	9,07	8,36
	Eficiencia	7,35	M	20%	1,47		
	Satisfacción	9,00	A	40%	3,60		
	Libertad de Riesgo	10,00	M	10%	1,00		
	Cobertura de Contexto	0,00	B	0%	0,00		

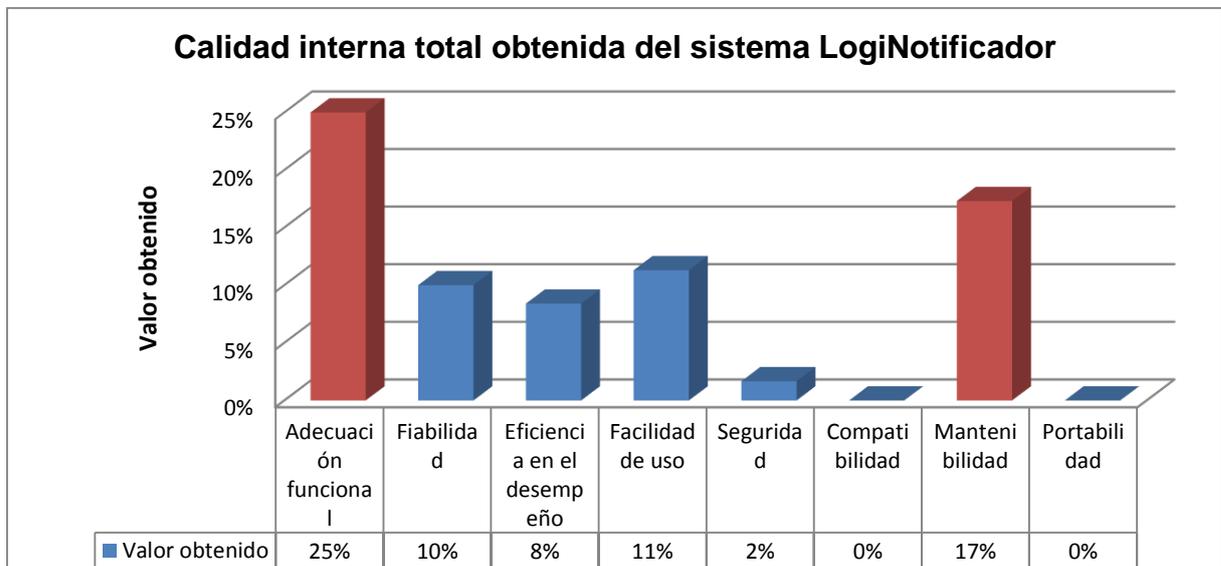
Fuente: Matriz de calidad⁴⁶
Autor: Evelyn Balseca

⁴⁶ *Ibíd.*, pág. 144 – 161.

3.4.1.1. Resultados obtenidos de la evaluación de calidad interna aplicando la norma ISO/IEC 25000 para nuestro caso de estudio “LogiNotificador”

En la Figura 3.10, se presenta el resultado obtenido de las características de calidad interna que fueron evaluadas, en donde las características más importantes Adecuación Funcional y Mantenibilidad tuvieron un resultado exitoso, en el cual la adecuación funcional obtuvo 25%/25% y mantenibilidad 17%/25%, al contrario de la Seguridad el cual se esperaba un estimado del 10% pero se obtuvo sólo un 2%, en donde el motivo principal de este resultado puede deberse a que existe un sistema externo encargado de la seguridad de todos los sistemas que tiene la empresa, por lo que no se pudo realizar un análisis más profundo acerca de la seguridad del sistema.

Figura 3.10 Calidad interna obtenida de la evaluación de calidad al sistema LogiNotificador



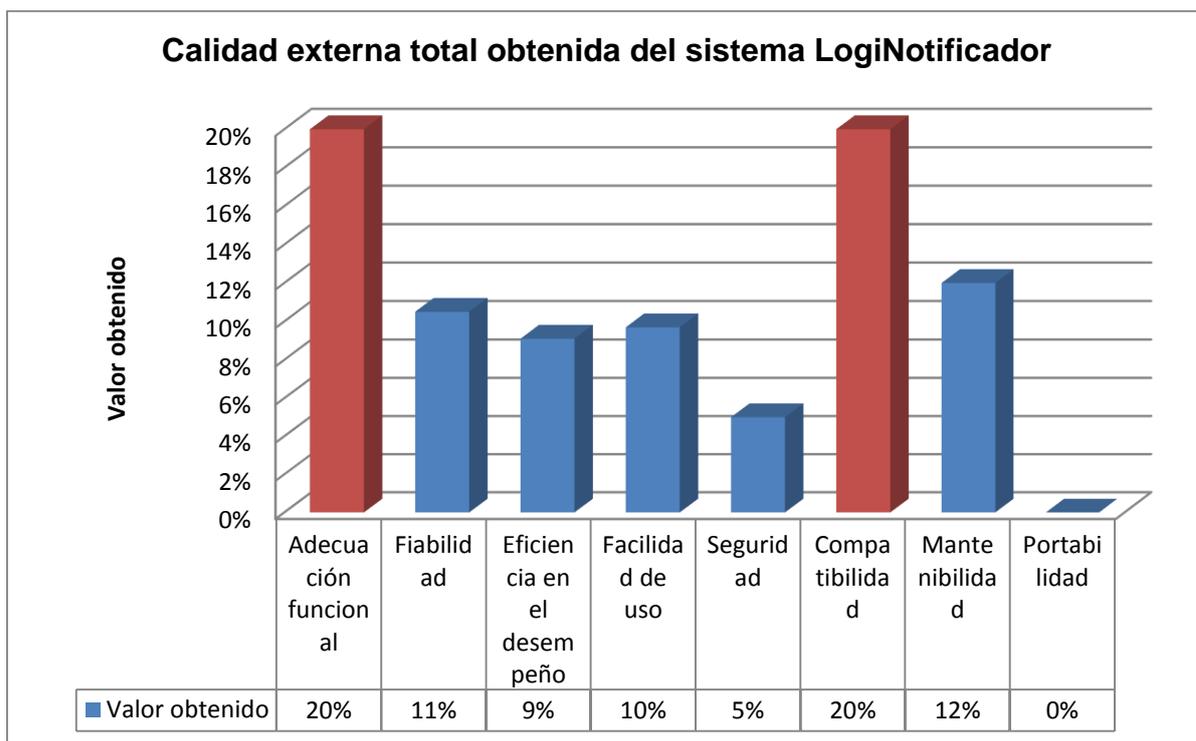
**Fuente: Matriz de calidad⁴⁷
Autor: Evelyn Balseca**

⁴⁷ *Ibíd.*, pág. 144 – 150.

3.4.1.2. Resultados obtenidos de la evaluación de calidad externa aplicando la norma ISO/IEC 25000 para nuestro caso de estudio “LogiNotificador”

En la Figura 3.11, se presenta el resultado obtenido de las características de calidad externa que fueron evaluadas, en donde las características más importantes Adecuación Funcional y Compatibilidad tuvieron el resultado esperado, en el cual la adecuación funcional obtuvo 20%/20% y compatibilidad 20%/20%, al contrario de la Facilidad de uso el cual se esperaba un estimado del 15% pero se obtuvo sólo un 10%, en donde el motivo de este resultado se debe a que el sistema no tiene la opción de que el usuario pueda personalizar la interfaz de usuario de acuerdo a sus necesidades.

Figura 3.11 Calidad externa obtenida de la evaluación de calidad al sistema LogiNotificador



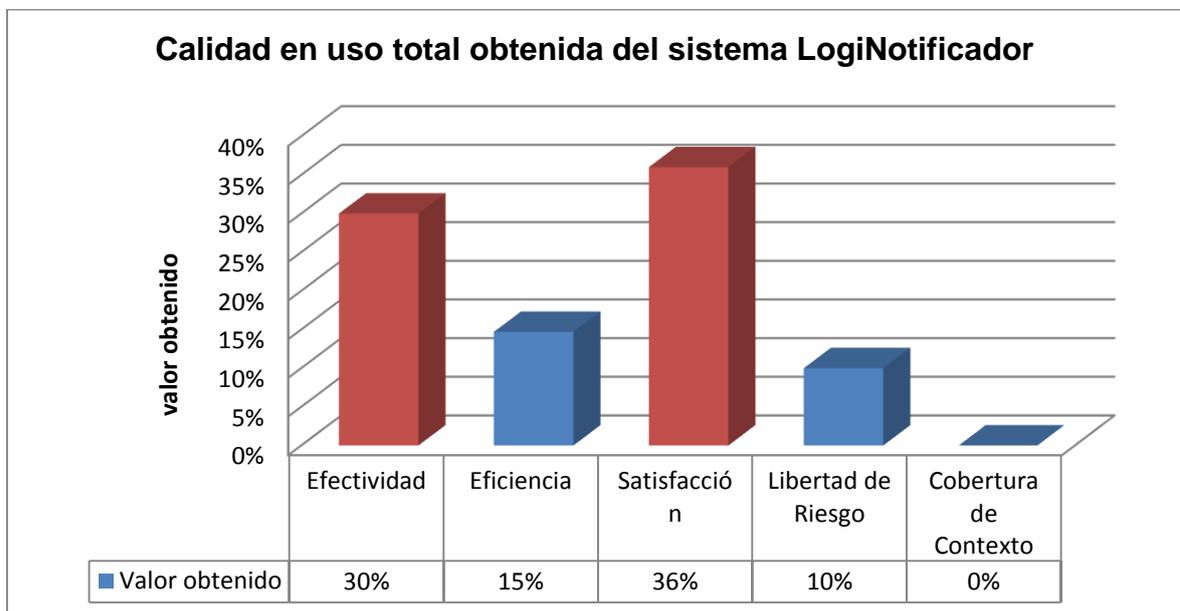
**Fuente: Matriz de calidad⁴⁸
Autor: Evelyn Balseca**

⁴⁸ *Ibíd.*, pág. 151 – 157.

3.4.1.3. Resultados obtenidos de la evaluación de calidad en uso aplicando la norma ISO/IEC 25000 para nuestro caso de estudio “LogiNotificador”

En la Figura 3.12, se presenta el resultado obtenido de las características de calidad en uso que fueron evaluadas, en donde las características más importantes Efectividad y Satisfacción tuvieron un resultado exitoso, en el cual la efectividad obtuvo 30%/30% y satisfacción obtuvo 36%/40%, lo que quiere decir que a nivel de uso del producto software, el usuario se encuentra satisfecho con la utilización del sistema, al contrario de la Eficiencia el cual se esperaba un estimado del 20% pero se obtuvo sólo un 15%, en donde el motivo de este resultado puede ser a que el tiempo que le toma al usuario normal en realizar una tarea es largo ya sea porque el usuario no maneja mucho el sistema o porque no lo puede utilizar.

Figura 3.12 Calidad en uso obtenida de la evaluación de calidad al sistema LogiNotificador



**Fuente: Matriz de calidad⁴⁹
Autor: Evelyn Balseca**

⁴⁹ *Ibíd.*, pág. 158 – 161.

3.4.2. Mejoras propuestas de la evaluación para nuestro caso de estudio “LogiNotificador”

De acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación del caso de estudio, se propondrán posibles mejoras al sistema, de acuerdo a los valores obtenidos en la matriz de calidad.

- El sistema debería ofrecer la posibilidad de demostrar la autenticidad de las notificaciones enviadas a las entidades o personas que reciben los mensajes, esto se puede lograr con la implementación de la firma digital.
- Para mejorar la implementación del sistema, se debería seguir estándares de programación el cual permitirá optimizar las líneas de su código fuente.
- El sistema debería tener la opción de que el usuario pueda personalizar la interfaz de usuario de acuerdo a sus necesidades.
- Se recomienda reforzar las capacitaciones que se han dado a los usuarios que manejan el sistema, para que mejore la interacción entre el sistema y el usuario.
- La empresa Logiciel debería contratar una empresa proveedora de SMS para poder realizar una prueba integral del sistema y así mejorar su desempeño.

CAPITULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del presente trabajo de aplicar la norma ISO/IEC 25000 para evaluar la calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software, se desprende las siguientes conclusiones y recomendaciones:

4.1. CONCLUSIONES

- La norma ISO/IEC 25000 es un estándar internacional que permite tomar un modelo de calidad y a través de proceso de evaluación poder medir la calidad de un producto software de una manera estructurada involucrándose en todo el ciclo de vida del software.
- La norma ISO/IEC 25000 presenta el modelo de calidad genérico ISO/IEC 25010 y el proceso de evaluación ISO/IEC 25040, en donde el modelo de calidad genérico clasifica a la calidad del producto en el modelo para el producto software (calidad interna y externa) y el modelo para la calidad en uso; y el proceso de evaluación describe los procesos generales para realizar la evaluación de calidad del producto software.
- El modelo de calidad ISO/IEC 25000 presenta el modelo genérico 25010, el cual, para ser utilizado en un producto software, se debe transformar el modelo genérico a un modelo específico con las características más adecuadas para realizar la evaluación.
- El modelo de calidad ISO/IEC 25000 permite al evaluador, definir las características y subcaracterísticas con sus respectivas métricas para un sistema software, ya sea un producto software en desarrollo o un producto software final.
- El proceso de evaluación permite al evaluador (desarrollador, comprador o evaluador independiente), establecer desde su punto de vista las actividades y tareas que se realizarán en la evaluación, definiendo de esta manera el modelo de calidad con el cual se ejecutará la evaluación.

- Al aplicar el modelo de calidad se ha seleccionado las características más relevantes de acuerdo al nivel de importancia definido por el evaluador, el cual permitió realizar una ponderación total de la calidad del sistema de acuerdo a las funcionalidades del producto software.
- El resultado obtenido de la calidad interna, externa y en uso, en general cumple con los requisitos para el cual fue desarrollado el producto software, sin embargo, el resultado obtenido de la calidad interna tuvo un valor menor que la calidad interna y externa.
- El resultado final del análisis de la calidad del producto software LogiNotificador, fue un valor total de 8,36 sobre 10 lo que representa que el sistema tuvo un nivel de puntuación aceptable.
- De acuerdo a los valores obtenidos de las características de calidad, la calidad externa y en uso se encuentran bien a diferencia de la calidad interna que no obtuvo un valor aceptable, debido a que las características eficiencia en el desempeño y seguridad tuvieron un valor menor respectivamente, como se puede notar en el modelo.
- Como parte de la aplicación del modelo de calidad, se ha construido una matriz de evaluación automática que permite seleccionar las métricas más apropiadas, establecer las variables de las métricas, seleccionar el nivel y el porcentaje de importancia de cada característica, por lo que de acuerdo a estos datos se obtiene los resultados finales.
- El análisis de los resultados permite obtener un análisis global, de la calidad interna, externa y en uso, pero adicionalmente, se puede hacer un análisis de características individuales, determinando así el punto exacto en donde realmente se debe mejorar la funcional del sistema.
- La matriz de evaluación automática no solamente permite obtener una calificación final del sistema, también permite tener una estructura de las

medidas separadas por el tipo de calidad, lo cual ayuda a realizar un análisis profundo de las respectivas características.

- El sistema LogiNotificador es un sistema de tipo página web que permite a cualquier aplicación notificar, a través de correo o SMS, sobre algún evento trascendente a algún actor de dicho sistema.

4.2. RECOMENDACIONES

- Para definir las características relevantes del sistema se debe tener determinado si el sistema es un producto intermedio o final, como también conocer el tipo de producto software existente en el sector de software.
- En la definición de métricas del sistema se pueden considerar otras métricas que no están determinadas en la norma ISO/IEC 25000, siempre y cuando estas nuevas métricas se adapten al modelo establecido.
- En el transcurso del análisis de evaluación de cualquier sistema software se debería contar con todos los recursos necesarios para aplicar el proceso de evaluación definido en la norma ISO/IEC 25000.
- La implementación del sistema LogiNotificador debería ser mejorado según las métricas que tuvieron un valor bajo para mejorar la calidad interna del sistema.
- Se recomienda utilizar el modelo de calidad ISO/IEC 25000 para evaluar productos software, ya que el modelo presenta una mayor información sobre las características de calidad de un producto software y por ser un modelo integrado con el proceso de evaluación.
- La utilización del modelo de calidad que fue aplicado debe ser realizada por personas que tengan un conocimiento en sobre calidad de sistemas

software, ya que las métricas que se aplican deben ser entendidas en su totalidad.

- Se recomienda aplicar el modelo de calidad en cualquier tipo de software no solo a un software específico, siempre y cuando se escoja las variables más adecuadas para evaluación y de acuerdo a las características propias del producto software.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Superintendencia de Compañías y Valores, «Actividad Económica CIIU,» [En línea]. Available: <http://181.198.3.71/portal/cgi-bin/cognos.cgi>. [Último acceso: 02 06 2014].
- [2] INEC, «Programación Informática, Consultoría de Informática y Actividades conexas,» de *Clasificación Nacional de Actividades Económicas*, 2012, pp. 150-151.
- [3] INEC, «Servicios de diseño y desarrollo de la tecnología de la información (IT),» de *Clasificación Central de Productos Vs2*, 2012, pp. 835 - 836.
- [4] ISO/IEC 25000, «Norma ISO/IEC 25000:2005,» [En línea]. Available: <http://iso25000.com>. [Último acceso: 16 Septiembre 2013].
- [5] ISO/IEC 25000, «Organisation of SQuaRE series of standards,» de *Software engineering - Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Guide to SQuaRE*, 2004, pp. 11 - 13.
- [6] ISO/IEC 25000, «ISO/IEC 2504n – División de Evaluación de Calidad,» [En línea]. Available: <http://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/11-iso-iec-2504n>. [Último acceso: 10 Octubre 2013].
- [7] ISO/IEC 25000, «Software product quality life cycle model,» de *Software engineering - Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Guide to SQuaRE*, 2004, pp. 14 - 16.
- [8] ISO/IEC 25010, «Software Product Quality Model,» de *Software engineering - Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Software and quality in use models*, 2008, pp. 14 - 21.
- [9] ISO/IEC 25010, «System Quality in Use Model,» de *Software engineering - Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Software and quality in use models*, 2008, pp. 21 - 24.
- [10] ISO/IEC 25023, «Use of System and software product quality Measures,» de *Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of system and software product quality*, 2011, pp. 14 - 15.
- [11] ISO/IEC 25023, «Required Quality Measures,» de *Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of system and software product quality, acquirers and independent evaluators*, 2011, pp. 16-17.
- [12] ISO/IEC 25022, «Quality in Use Measures,» de *Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) –*

Measurement of quality in use., 2012, pp. 13 - 20.

- [13] ISO/IEC 25023, «Required Quality Measures,» de *Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of system and software product quality*, 2011, pp. 16 - 32.
- [14] ISO/IEC 25022, «Quality in use measures,» de *Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of quality in use*, 2012, pp. 13 - 20.
- [15] ISO/IEC 25040, «Software Product Quality Evaluation Reference Model,» de *Software engineering - Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Evaluation reference model and guide*, 2009, pp. 4 - 8.
- [16] ISO/IEC 25040, «Software Product Quality Evaluation Process,» de *Software engineering - Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Evaluation reference model and guide*, 2009, pp. 5 - 6.
- [17] ISO/IEC 25041, «Requirements and recommendations for independent evaluators evaluation process,» de *Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Evaluation guide for developers, acquirers and independent evaluators*, 2011, pp. 55 - 64.
- [18] ISO/IEC 25023, «Required Quality Measures,» de *Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of system and software product quality, acquirers and independent evaluators*, 2011, pp. 24 - 26.
- [19] ISO/IEC 25023, «Required Quality Measures,» de *Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of system and software product quality, acquirers and independent evaluators*, 2011, pp. 18 - 20.
- [20] ISO/IEC 25023, «Required Quality Measures,» de *Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of system and software product quality, acquirers and independent evaluators*, 2011, p. 21 – 24.
- [21] ISO/IEC 25023, «Required Quality Measures,» de *Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of system and software product quality, acquirers and independent evaluators*, 2011, pp. 26 - 28.
- [22] ISO/IEC 25023, «Required Quality Measures,» de *Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of system and software product quality, acquirers and independent evaluators*, 2011, pp. 20 - 21.
- [23] ISO/IEC 25023, «Required Quality Measures,» de *Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of system and software product quality, acquirers and independent evaluators*, 2011, pp. 28 - 30.

- [24] ISO/IEC 25023, «Required Quality Measures,» de *Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of system and software product quality, acquirers and independent evaluators*, 2011, pp. 30 - 32.
- [25] ISO/IEC 25022, «Quality in use measures,» de *Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of quality in use*, 2012, p. 14.
- [26] ISO/IEC 25022, «Quality in use measures,» de *Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of quality in use*, 2012, pp. 14 - 15.
- [27] ISO/IEC 25022, «Quality in use measures,» de *Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of quality in use*, 2012, p. 16.
- [28] ISO/IEC 25022, «Quality in use measures,» de *Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of quality in use*, 2012, pp. 17 - 19.
- [29] ISO/IEC 25022, «Quality in use measures,» de *Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of quality in use*, 2012, pp. 19 - 20.
- [30] A. Vivanco Villamar, «Evaluación de calidad del sistema integrado para casas de valores SICAV de la bolsa de valores de Quito utilizando la norma ISO/IEC 14598,» 2011. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4329/1/CD-3948.pdf>. [Último acceso: 30 Junio 2014].
- [31] LOGICIEL, «Logiciel Tecnología de la Información,» 11 Agosto 2014. [En línea]. Available: <http://www.logiciel-ec.com/quienes-somos-mision-vision>.
- [32] GMENDEZ., «Especificacion de Requisitos según el estándar de IEEE 830,» [En línea]. Available: <https://www.fdi.ucm.es/profesor/gmendez/docs/is0809/ieee830.pdf>. [Último acceso: 15 Septiembre 2013].
- [33] LOGICIEL CIA. LTDA., «Introducción,» de *Especificación de Requerimientos del Sistema LogiNotificador*, Quito, 2012, p. 1.
- [34] LOGICIEL CIA. LTDA, «Seguridades,» de *Especificaciones Técnicas del Sistema LogiNotificador*, Quito, 2012, pp. 32 - 33.
- [35] LOGICIEL CIA. LTDA, «Restricciones,» de *Gestión de Requerimientos del Sistema LogiNotificador*, Quito, 2012, p. 11.
- [36] LOGICIEL CIA. LTDA, «Supuestos y Dependencias,» de *Gestión de*

Requerimientos del Sistema LogiNotificador, Quito, 2012, p. 11.

[37] LOGICEL CIA. LTDA, «Requerimientos,» de *Gestión de Requerimientos del Sistema LogiNotificador*, Quito, 2012, p. 3.

[38] MICROSOFT, «SQL Server 2008 Product Information,» [En línea]. Available: <http://www.microsoft.com/>. [Último acceso: 16 Septiembre 2013].

[39] LOGICIEL CIA. LTDA, «Requerimientos Funcionales,» de *Gestión de Requerimientos del Sistema LogiNotificador*, Quito, 2012, pp. 3 - 7.

[40] LOGICIEL CIA. LTDA., «Requisitos No Funcionales,» de *Gestión de Requerimientos del Sistema LogiNotificador*, Quito, 2012, pp. 7 - 8.

[41] LOGICIEL CIA. LTDA., «Funcionalidad del Sistema LogiNotificador,» de *Módulo de Notificaciones*, Quito, 2012, pp. 2 - 7.

GLOSARIO

- **Ámbitos de uso:** caso de prueba, set de pruebas a ser ejecutadas, conjunto de requerimientos a ser probados, etc.
- **Atributo:** especificación que define una propiedad de un objeto, elemento o archivo.
- **Base de Datos:** es un sistema que permite almacenar información para que posteriormente pueda ser utilizada.
- **Base de datos jerárquica:** almacena la información en una estructura jerárquica, es decir, los datos se organizan en forma similar a un árbol, en donde el nodo padre puede tener varios hijos.
- **Base de datos de Red:** almacena la información pero de una manera distinta a la jerárquica, ya que el nodo hijo puede tener más de un nodo padre.
- **Base de datos transaccional:** permite el envío y recepción de datos a grandes velocidades.
- **Base de datos relacional:** es un conjunto de una o más tablas estructuradas en registros (líneas) y campos (columnas), que se relacionan entre sí por un campo en común.
- **Base de datos multidimensional:** se las utiliza para la creación de cubos OLAP (Procesamiento Analítico en Línea) donde los campos o atributos de una tabla pueden ser de dos tipos o bien representan dimensiones de la tabla, o bien representan métricas que se desean estudiar.
- **Base de datos orientado a objetos:** es una base de datos donde los elementos son objetos e incorpora todos los conceptos del modelo de objetos: Encapsulación, herencia y polimorfismo.
- **Base de datos documental:** está orientado exclusivamente a almacenar y gestionar datos de documentos.
- **Base de datos deductivas:** permite hacer deducciones a través de inferencias ya que se basan en la lógica matemática.
- **Calidad de software:** capacidad del producto software para satisfacer las necesidades declaradas o implícitas, cuando se utiliza en condiciones especificadas.

- **Calidad interna del software:** es una medida de calidad global del sistema cuando se encuentra en desarrollo.
- **Calidad externa del software:** es una medida de calidad global del sistema cuando interactúa con otros recursos mientras se encuentra funcionando en su entorno operativo.
- **Calidad en uso del software:** es una medida de la calidad global del sistema en su entorno operativo para usuarios determinados que necesitan llevar a cabo ciertas tareas específicas.
- **Características de calidad de software:** categoría de los atributos de calidad que proporciona al producto software la capacidad de satisfacer necesidades declaradas o implícitas cuando es utilizado bajo condiciones especificadas.
- **Contexto en uso:** usuarios, tareas, equipo (hardware, software y materiales) y entornos físicos y sociales en el cual es utilizado un producto.
- **CIU:** Clasificación Internacional Industrial Uniforme.
- **Criterio de decisión:** umbrales, objetivos o patrones utilizados para determinar el nivel de confianza en un resultado dado.
- **Elemento de medida de calidad:** medida, la cual puede ser una medida base o una medida derivada, que es usada para la construcción de las métricas de calidad.
- **IEEE:** Inglés: Institute of Electrical and Electronics Engineers; Español: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.
- **IEC:** Inglés: International Electrotechnical Commission; Español: Comisión Electrotécnica Internacional.
- **Estándar o Norma:** es un documento que proporciona requisitos, especificaciones, directrices o características que pueden ser utilizadas consistentemente para asegurar que los materiales, productos, procesos y servicios son adecuados para su propósito.
- **Entidad:** objeto que está siendo caracterizado por la medición de sus atributos. Objeto puede ser un proceso, producto, proyecto o recurso.
- **ERS:** Especificación de Requisitos Software.
- **Evaluador:** individuo u organización que realiza una evaluación.

- **Entidad objetivo:** hito, entregable, componente, módulo que será tomado como objetivo de evaluación.
- **Escala:** conjunto ordenado de valores, continuos o discretos, o un conjunto de categorías a las que se asigna el atributo.
- **Evaluación de producto software:** operación técnica que consiste en realizar una evaluación de una o más características de un producto software de acuerdo a un procedimiento especificado.
- **Falla:** incapacidad para llevar a cabo una función necesaria.
- **Función de medida:** algoritmo o cálculo realizado para combinar dos o más métricas.
- **Gestor de Contenido Web:** permite administrar de manera rápida y sencilla los contenidos de un sitio web.
- **HTML:** Inglés: HyperText Markup Language; Español: Lenguaje de Marcas de Hipertexto.
- **ISO:** Inglés: International Organization for Standardization; Español: Organización Internacional de Normalización.
- **Ibíd.:** abreviatura de Ibídem que significa 'igual que la referencia anterior', para no repetir la referencia que ya ha sido enunciada en partes del documento.
- **Indicador:** medida que provee un estimado o evaluación de los atributos especificados de un modelo con respecto a las necesidades de información definidas.
- **Métrica:** variable a la cual se le asigna un valor como resultado de una medida.
- **Medición:** conjunto de operaciones que tienen el objeto de determinar un valor de medida.
- **Métodos de medida:** secuencia lógica de operaciones, utilizada en la cuantificación de un atributo con respecto a una escala especificada.
- **Método de evaluación:** procedimiento que describe acciones a ser realizadas por el evaluador, con el fin de obtener resultados para medidas específicas, aplicadas a los componentes de un producto o al producto en su conjunto.

- **Módulo de evaluación:** paquete de tecnología de evaluación para medir características, subcaracterísticas o atributos de calidad de software. El paquete incluye métodos y técnicas, entradas a ser evaluadas, datos a ser medidos y herramientas.
- **Modelo de referencia:** describe la relación entre un modelo de calidad sus características y subcaracterísticas de calidad, y los atributos del producto software con las correspondientes métricas de calidad, las funciones de medida, los elementos de las métricas y los métodos de medición.
- **Modelo de calidad:** conjunto definido de características y relaciones entre ellos, que proporciona un marco para la especificación de requisitos de calidad y evaluación de calidad.
- **Necesidades implícitas:** necesidades que no pueden haber sido establecidas, pero son necesidades reales.
- **Página web:** se define como un documento electrónico que contiene información textual, visual y/o sonora, la cual puede ser accesible mediante el uso de navegadores web.
- **Página web estática:** es aquella donde el usuario se limita a obtener la información que necesita sin que pueda interactuar con la página web visitada.
- **Página web dinámica:** es aquella donde el usuario a más de obtener información puede interactuar con ella
- **Página web animada:** es aquella en donde el contenido es presentado con ciertos efectos animados.
- **Página Web 2.0:** permite a los usuarios navegar e interactuar de manera dinámica con la información, intercambiar contenidos, socializar opiniones, entre otras, fomentando la participación colaborativa entre usuarios.
- **Portal Web:** ofrece al usuario el acceso a una gran variedad de servicios relacionados a un mismo tema en particular.
- **Producto software intermedio:** producto del proceso de desarrollo de software que se utiliza como entrada a otra etapa del proceso de desarrollo de software.

- **Producto final:** producto o sistema software que ya se encuentra listo para ser aprobado por el dueño del producto.
- **Procedimiento de medida:** conjunto de operaciones, descritas específicamente, utilizadas en la realización de una medición particular, de acuerdo a un método dado.
- **Proceso de medida:** proceso para establecer la planificación, realización y evaluación de la medición del software, dentro de un proyecto general (global) o estructura organizativa de medida.
- **Producto estático:** producto o sistema software no ejecutable en un entorno de análisis.
- **Producto dinámico:** producto o sistema software en un entorno operativo o entorno de pruebas.
- **Producto software:** conjunto de programas de computador, procedimientos y posiblemente documentación y datos asociados.
- **Proceso:** sistema de actividades, las cuales usan recursos para transformar entradas en salidas.
- **Requisito funcional:** requisito que especifica una función, que un sistema o componente del sistema debe ser capaz de realizar.
- **Requisitos:** expresión de una necesidad percibida de algo que se lleva a cabo o se va a realizar.
- **SQuaRE:** Inglés: Software product Quality Requirements and Evaluation; Español: Requisitos y Evaluación de Calidad de Productos de Software.
- **Software de aplicación:** son los programas que permiten al usuario realizar una o varias tareas específicas en el sistema operativo.
- **Software de aplicación de entretenimiento:** son programas informáticos cuyo propósito es brindar al usuario cierto tipo de diversión.
- **Software de aplicación de negocios:** son programas informáticos cuyo propósito es mejorar la funcionalidad de varios tipos de empresas, es decir, ayudar al empresario en la gestión de los aspectos del negocio.
- **Software de aplicación de educación:** son programas informáticos cuyo propósito es de ser utilizados en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

- **SMS:** Inglés: Short Message Service; Español: Servicio de Mensajes Simples.
- **Tienda Virtual:** permite a los usuarios comprar o vender, uno o varios productos, a través de internet.
- **Usuario:** individuo u organización que utiliza el sistema para realizar una función específica.
- **Usuario final:** individuo quien finalmente se beneficia de los resultados del sistema.
- **Validación:** confirmación, a través de la presentación de evidencia objetiva, de que se han cumplido los requisitos, para un uso específico previsto.
- **Valor:** número o categoría asignada a un atributo de una entidad, al hacer una medición.
- **Verificación:** confirmación, a través de la presentación de evidencia objetiva, de que se han cumplido los requisitos especificados.