

*/05/*

# COMPARACIÓN DE MÉTRICAS DE CALIDAD PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES WEB

## COMPARISON OF QUALITY METRICS FOR WEB APPLICATION DEVELOPMENT

---

**Fausto Fabián Redrován Castillo**

Grupo de Investigación de la carrera de Ingeniería de Sistemas. Universidad Técnica de Machala.  
Ecuador.

E-mail: [fredrovan@utmachala.edu.ec](mailto:fredrovan@utmachala.edu.ec) ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9255-9810>

**Nancy Magaly Loja Mora**

Grupo de Investigación de la carrera de Ingeniería de Sistemas. Universidad Técnica de Machala.  
Ecuador.

E-mail: [nmloja@utmachala.edu.ec](mailto:nmloja@utmachala.edu.ec) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5583-4278>

**Kevin David Correa Elizaldes**

Grupo de Investigación de la carrera de Ingeniería de Sistemas. Universidad Técnica de Machala.  
Ecuador.

E-mail: [kdcorrea\\_est@utmachala.edu.ec](mailto:kdcorrea_est@utmachala.edu.ec) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7377-3456>

**Josias Israel Piña Orozco**

Grupo de Investigación de la carrera de Ingeniería de Sistemas. Universidad Técnica de Machala.  
Ecuador.

E-mail: [jipina\\_est@utmachala.edu.ec](mailto:jipina_est@utmachala.edu.ec) ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7107-0688>

**Recepción:** 09/03/2018. **Aceptación:** 15/08/2018. **Publicación:** 14/09/2018

**Citación sugerida:**

Redrován Castillo, F. F., Loja Mora, N. M., Correa Elizaldes, K. D. y Piña Orozco, J. I. (2018). Comparación de métricas de calidad para el desarrollo de aplicaciones web. *3C Tecnología. Glosas de Innovación aplicadas a la pyme*, 7(3), 94-113. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2018.v7n3e27.94-113/>

## RESUMEN

Actualmente, el desarrollo de software ha aumentado considerablemente debido a la administración, control, y gestión rápida que proporcionan, logrando así que la mayoría de organizaciones opten por automatizar sus procesos y actividades utilizando estas herramientas. El uso de Internet para comunicaciones entre las empresas o con usuarios finales se ha convertido en una necesidad inminente, es de allí que nació la idea de crear aplicaciones que utilicen servidores Web para comunicaciones rápidas y seguras. La calidad de una aplicación es uno de los términos más nombrados en la ingeniería de software debido a que los productos desarrollados deben ser creados en base de métricas que aseguren un correcto funcionamiento y operatividad. Las métricas de calidad tienen como objetivo orientarse a satisfacer las necesidades del cliente, para ello emplean estándares en los que se detallan aspectos primordiales con los que deben contar dicho producto. En el caso de las aplicaciones Web uno de los aspectos más considerables son el dinamismo de la información, así como también la seguridad de la misma y la operatividad. Para cumplir con estos aspectos necesario utilizar conjuntamente las métricas de calidad, ingeniería de software y requerimientos para cumplir con un correcto desarrollo de aplicaciones Web, con la finalidad de obtener una herramienta robusta, fiable y dinámica de forma que genere una usabilidad así como también aceptación por parte de los usuarios finales. La problemática que se presenta es la necesidad de conocer las métricas de calidad empleadas para el desarrollo de aplicaciones Web, sus beneficios, importancia y los criterios proporcionados; es por ello que la finalidad de este trabajo investigativo es analizar los estándares y normas de calidad de los productos de software, esto mediante la recopilación y análisis de información bibliográfica para la identificación de métricas necesarias en desarrollo de aplicaciones Web.

## ABSTRACT

*Currently, software development has increased considerably due to the administration, control, and rapid management they provide, thus enabling most organizations to choose to automate their processes and activities using these tools. The use of the Internet for communications between companies or with end users has become an imminent need, that is why the idea of creating applications that use Web servers for fast and secure communications was born. The quality of an application is one of the most named terms in software engineering because the developed products must be created based on metrics that ensure proper operation and operability. The quality metrics are aimed at satisfying the needs of the client, for this they use standards that detail the main aspects that the product must have, in the case of Web applications one of the most important aspects are the dynamism of the information as well as the security of it and*

*the operability. In order to comply with these aspects, it is necessary to jointly use quality metrics, software engineering and requirements in order to comply with the correct development of Web applications to obtain a robust, reliable and dynamic tool in a way that generates usability as well as also acceptance by end users. The problem that arises is the need to know the quality metrics used for the development of Web applications, their benefits, importance and the criteria provided; that is why the purpose of this research work is to analyze the standards and standards of quality of software products, this through the collection and analysis of bibliographic information for the identification of necessary metrics in Web application development.*

## **PALABRAS CLAVE**

Calidad, Ingeniería de software, Aplicaciones Web.

## **KEY WORDS**

*Quality, Software Engineering, Web Applications.*

## 1. INTRODUCCIÓN

A raíz de los avances tecnológicos que cada día van aumentando con la finalidad de reducir las actividades humanas, nace la idea de crear sistemas informáticos que realicen dicha finalidad abarcando cada sector empresarial que van desde la educación, gestión o administración organizacional hasta el control y producción de diversos productos. Las aplicaciones Web son un tipo de software que han experimentado un sinnúmero de cambios desde su creación hasta la actualidad y ha generado que muchos usuarios comiencen a utilizarlo. Esto es debido a que pueden ser accedidos rápidamente desde un ordenador con acceso a Internet, aspecto positivo que genera satisfacción en los clientes y agiliza procesos organizacionales. Ramos Martín y Ramos Martín (2014), definen como aplicación Web a todo aquel software que permite ser procesado y a su vez almacenado dentro de servidores Web para luego ser accedido por medio de navegadores. Desarrollar una aplicación Web es una tarea dificultosa si no se cuenta con los recursos e información correcta acerca de los aspectos de calidad que debe tener para ser considerado como una aplicación robusta, fiable, segura y operativa.

La ingeniería de software según Carles Mateu (2004) cumple un papel importante dentro del desarrollo de una aplicación Web, ya que proporciona información y estándares suficientes para conocer el comportamiento de la aplicación. Otro factor clave es la metodología de desarrollo, que establece las fases y procesos para su construcción, las métricas de calidad, ciclos de vida e ingeniería de requerimientos, también son aspectos que según Ferraro, et al., (2013) deben estar claros y bien definidos antes de comenzar con el proceso de desarrollo de software. Por otro lado, los requerimientos del cliente deben ser compactos y estar bien definidos antes de emprender un proyecto de software.

Un producto software está compuesto por una serie de características y subcaracterísticas que debe cumplir para que pueda ser considerado de calidad. Los modelos de calidad surgen para describir dichas características, sus relaciones, cómo pueden ser medidas y cómo las mediciones pueden ser interpretadas. Sin embargo, cómo saber cuál de todas proporciona métricas precisas para productos de software se debe a la cantidad de métricas cumplidas en los diferentes métodos de evaluación, puesto que entre mayor sea la cantidad de índices cumplidos mayor será el nivel de calidad, sea este de empresa o producto.

Un producto software está compuesto por una serie de características y subcaracterísticas que debe cumplir para que pueda ser considerado de calidad. Los modelos de calidad surgen para describir dichas características, sus relaciones, cómo pueden ser medidas y cómo las mediciones pueden ser interpretadas.

Con el avance de la ingeniería de software y con la aceptación que han tenido las aplicaciones Web dentro de las organizaciones, se han creado diversas métricas enfocadas a la calidad de dicho producto. Tal es el caso de la norma de evaluación ISO/IEC 9126, cuya finalidad es evaluar aspectos relacionados a la calidad desde varios puntos de vista. Además, estos criterios estandarizados permitirán que los desarrolladores puedan crear aplicaciones Web asociadas no solo a los requisitos del cliente, sino también a estándares de calidad interna y externa necesarios para un correcto funcionamiento del software.

La realidad actual de los productos de softwares que son creados día a día demanda la incorporación de normas que certifiquen un avalúo de calidad. Los productos y procesos que se llevan a cabo en las empresas están vinculados, ya que el proceso que se tome en la realización del software permitirá un resultado de calidad. Los modelos, estándares y normas que se encuentran relacionados con la empresa, el desarrollo y producto de software son muchos, y se pueden dividir en tres grupos: calidad del producto, la calidad del proceso y la calidad de la empresa.

Las diferentes formas de medir la calidad son por medio de una serie de métricas específicas orientados directamente a los productos de software, por ello en el siguiente documento se tiene como objetivo analizar los estándares y normas de calidad de los productos de software mediante la recopilación y análisis de información bibliográfica para la identificación de métricas necesarias en desarrollo de aplicaciones Web.

## 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 2.2. APLICACIONES WEB

Lújan Mora, (2013) define que una aplicación web es un tipo especial de aplicación cliente/servidor, donde tanto el cliente como el servidor y el protocolo mediante el que se comunican (HTTP) están estandarizados y no han de ser creados por el programador de aplicaciones. Por otro lado, Fernando Berzal, (2007) añade que la característica común de todas las aplicaciones Web es el hecho de centralizar el software para facilitar las tareas de mantenimiento y actualización de grandes sistemas.

En base a la información proporcionada se puede aludir que las aplicaciones web funcionan exclusivamente con conexión a Internet, permitiéndole al usuario interactuar y mantener una comunicación entre sí, a través del servicio de un conjunto de protocolos. Estas aplicaciones desarrolladas en la actualidad contienen una sección administrable donde el responsable del sistema podrá realizar modificaciones con el aspecto o presentación de la misma o al dinamismo proporcionado, y ya no recurrir directamente al código fuente para realizarlo.

### 2.3. CALIDAD EN EL PROCESO DE DESARROLLO DE SOFTWARE

Según Garzón Villar (2000), la calidad del software es una mezcla de distintos factores, se puede considerar que un software es de calidad si cumple con el objetivo: concordancia del software con los requerimientos, desarrollo coherente, aplicando correctamente los criterios de la ingeniería del software y desarrollo de requerimientos implícitos al proyecto.

La calidad del software depende de varios factores para considerarlo de tal manera, dicha calidad puede ser evaluada una vez elaborado el producto de software, para tratar de asegurar mayor calidad en el software se debe seguir un ciclo de vida basado en las fases una metodología de desarrollo.

Según Tomalá Cochea (2009), la calidad debe estar presente en todas las etapas del proceso de desarrollo, además, si bien la calidad del producto Web (aplicación Web) conlleva al análisis de aspectos en su manipulación, es de gran importancia resaltar lo imprescindible que es la verificación de la calidad en el proceso de desarrollo, debido a que la una aplicación en particular no simplemente está sujeta a su forma de ser operada, sino también en cómo ha sido creada.

### 2.4. MODELO DEL CICLO DE VIDA DE LA CALIDAD

Según indica Arboleda Jiménez (2002), la realización de prototipos es una herramienta en la que se apoyan diferentes MCV, además, alude que un prototipo debe tener el objetivo de mostrar al cliente o a la gerencia del proyecto el resultado que se obtendrá de la implementación de cada uno de los requerimientos del cliente una vez terminado el desarrollo. Por otra parte, Fernando Berzal (2007), menciona que la calidad del producto software puede ser evaluada midiendo atributos internos (medidas típicamente estáticas de productos intermedios).

## 2.5. MÉTRICAS DE CALIDAD DEL SOFTWARE

Las métricas son escalas de unidades sobre las cuales puede medirse un atributo cuantificable. En software se debe recopilar y analizar datos basándose en mediciones reales de software, así como a las escalas de medición (Tomalá Cochea, 2009).

El uso de las métricas establece cómo se debe ajustar el software a los requisitos implícitos y explícitos del cliente. En otras palabras, la medición para que el sistema se adapte a los requisitos que el cliente establece se observa en las métricas de calidad de sistemas de información que se utilizan para evaluar y controlar el proceso de desarrollo del software, de manera que permitan:

<b>Aspectos de las métricas de calidad</b>	<b>Indicar la calidad del producto.</b>
	<b>Evaluar la productividad de los desarrolladores</b>
	<b>Ayudar a justificar el uso de nuevas herramientas o formación adicional.</b>
	<b>Establecer una línea base para la estimación</b>
	<b>Evaluar los beneficios en términos de productividad y calidad</b>

## 2.6. CALIDAD EN EL USO DE MÉTRICAS

Según menciona Garcia Largo (2005), la calidad en el uso de métricas mide la extensión de un producto que reúne las necesidades especificadas por los usuarios para lograr las metas propuestas, con la efectividad, productividad, seguridad y satisfacción en un contexto de uso específico.

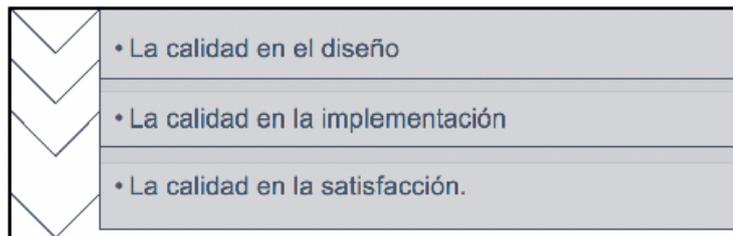
Calidad en uso es el efecto combinado para el usuario final de las 6 características de la calidad interna y externa del software. Garcia Largo (2005), Especifica 4 características para la calidad en uso:

- Eficacia
- Productividad
- Satisfacción
- Seguridad

En base a dicha información se puede aludir que la evaluación de la calidad en uso valida todo lo que conlleva la calidad del producto de software en los escenarios específicos de tareas de usuario. La calidad del software depende de varios factores para considerarlo de tal manera, puesto que dicha calidad debe ser medible una vez elaborado el producto para tratar de asegurar mayor calidad en el software se debe seguir un ciclo de vida basado en las fases una metodología de desarrollo.

Según Garcia Largo (2005), la calidad debe estar presente en todas las etapas del proceso de desarrollo.

En la recopilación bibliográfica se pudo evidenciar que en la actualidad se encuentran muchos estándares para evaluar los procesos de desarrollo de software, de entre las cuales destaca la PMBOOK como la más popular entre los ingenieros de desarrollo, pues especifica todas las etapas de planificación y control en la creación de un software.



**Figura 1.** Calidad en las etapas del desarrollo.

### 3. METODOLOGÍA

Se han seleccionado diversos sitios web al azar pertenecientes a las empresas que se dedican al desarrollo dentro de la ciudad de Machala. La elaboración del trabajo involucra diferentes etapas que se centrarán en la evaluación de calidad de las metodologías en aplicaciones Web, y son:

1. Investigación bibliográfica de trabajos que correspondan con estudios similares.
2. Determinación y procesamiento de datos recopilados de las diferentes normas estándares y métodos hallados.
3. Establecimiento de análisis comparativo de las diferentes métricas empleadas en el desarrollo en aplicaciones Web.
4. Análisis y verificación de los datos obtenidos.
5. Elaboración de los resultados, discusión y conclusiones.

## 4. RESULTADOS

Los resultados detallados a continuación han sido tabulados y analizados cuidadosamente mediante una estadística cualitativa de las fuentes de información detalladas en el estado de arte, para de esta manera garantizar veracidad de la información.

La investigación de campo está enfocada en la provincia de El Oro, con el propósito de ratificar en sus empresas que métricas de calidad serían las más eficaz para el desarrollo de aplicaciones Web.

Actualmente, en la provincia de El Oro existen diecinueve empresas dedicadas al desarrollo de software, en base a esto se afirma que la población es pequeña y no se necesita utilizar cálculos muestrales, por tanto, resulta óptimo escoger todas las organizaciones dedicadas a esa actividad.

La investigación de campo está enfocada en la provincia de El Oro, con el propósito de ratificar en sus empresas que métricas de calidad serían las más eficaz para el desarrollo de aplicaciones Web.

Mediante los datos obtenidos se pudo corroborar que catorce de las diecinueve empresas desarrolladoras de software, es decir un 74% se dedican al desarrollo de aplicaciones Web.

### ¿Desarrollan aplicaciones Web?



**Figura 2.** Empresas dedicadas al desarrollo de aplicaciones Web.

En la ciudad de Machala se pudo identificar que del total de empresas desarrolladoras de software la cantidad de tres aplican algún tipo de control de calidad, esto propone que en la mayoría de la ciudad los Software ofrecen una supuesta calidad en sus productos Web. Las características

tomadas de la ISO/EC 9126 han sido puestas a un análisis de importancia dentro de las empresas de desarrollo de software en la ciudad de Machala, basando la evaluación en una escala de Likert, siendo 1 la puntuación que representa una casi inexistente importancia y 5 la puntuación de más relevancia en el desarrollo de aplicaciones Web. Estas métricas son eficientemente adoptadas para el control del producto Web, siendo las más importantes: la funcionalidad y usabilidad. De esta forma, se evidencia que en las aplicaciones Web no resulta necesario el usar o verificar la portabilidad, puesto que este tipo de software no contempla algún tipo de instalación o compatibilidad con otros sistemas operativos, pues son incrustados en servidores Web y accedidos por medio de un navegador cualquiera.

**Tabla 4.** Características según ISO/EC 9126.

Características según ISO/IEC 9126	Empresas														TOTAL
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	
FIABILIDAD	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4,7
FUNCIONALIDAD	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
USABILIDAD	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
EFICIENCIA	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	3	5	5	5	4,6
PORTABILIDAD	1	1	2	2	3	2	2	5	1	1	3	2	1	1	1,9
MANTENIBILIDAD	4	5	4	5	5	3	5	5	5	4	5	5	4	5	4,57

**Fuente:** autores.

Las características analizadas, tomadas e identificadas por los autores y recopiladas por los trabajos de diferentes investigaciones sobre la calidad en las aplicaciones Web son eficientemente adoptadas para el control del producto Web, siendo las más importantes: el contenido, la velocidad y la navegabilidad. Además, se evidencia que en las aplicaciones de este tipo la visibilidad es un aspecto que se ha dejado un poco de lado para verificar la calidad, al igual que la accesibilidad, siendo estas características imprescindibles en el mercado informático Web.

En las empresas de carácter global se ve imprescindible el uso de las aplicaciones Web, además, el reconocimiento en los medios informáticos (Internet) ha adquirido gran importancia. El desarrollo del software, la competitividad y el surgimiento de nuevos negocios a diario que amenazan con acaparar el mercado, conlleva a que las organizaciones busquen medios innovadores para permitir su expansión. Las aplicaciones Web podrían convertirse en el complemento idóneo para el progreso y reconocimiento global de una empresa debido a los millones de usuarios que existen en la red. La construcción de una aplicación Web otorga información importante a clientes potenciales

que buscan lo que se ofrece sin importar en qué lugar del mundo se encuentren, puesto que la empresa será mundialmente conocida. Esto permite que la facilidad de acceso a la información y la operatividad con el cliente se incremente considerablemente, dando a entender que cuanto mejor sea la aplicación de una empresa mayor será la posibilidad de alcanzar el éxito en el mercado electrónico.

**Tabla 5.** Características según revisión bibliográfica en base a la Web.

Características	Empresas														TOTAL
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	
CONTENIDO	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,00
DISEÑO	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	5	4,71
VISIBILIDAD	4	4	4	3	4	4	5	3	5	5	5	5	5	5	4,36
VELOCIDAD	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,00
ACCESIBILIDAD	4	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4,57
NAVEGABILIDAD	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4,86
INTERACTIVIDAD	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4,79

Fuente: autores.

El desarrollo de aplicaciones Web ha venido en auge desde la década de los noventa, con el avance que ha tenido la web fue posible evolucionar las paginas sencillas con contenido estático a dinámico, provistas de grandes bases de datos, permitiendo así que surjan estas aplicaciones basadas en la Web, que a través del tiempo han requerido cumplir con muchos criterios de calidad y esto se puede evidenciar en trabajos e investigaciones realizadas por diferentes autores (ver Tabla 7.).

**Tabla 7.** Revisión de la literatura sobre calidad Web.

INVESTIGACIONES	AÑO	FACTORES CONSIDERADOS
(Olsina, Lafuente, Rossi, Murugesan, & Deshpande, 2001)	1999	Funcionalidad, Usabilidad, Eficiencia, Fiabilidad del sitio.
(Bauer & Scharl, 2000)	2000	Contenido, Interactividad, Navegación.

(Liu & Arnett, 2000)	2000	Capacidad de aprendizaje, Diversión, Calidad del sistema, Uso del sistema.
(Buenadicha Mateos, Chamorro Mera, Miranda González, & Rodrigo González López, 2001)	2001	Accesibilidad, Velocidad, Navegabilidad y Contenido.
(Aladwani & Palvia, 2002)	2007	Contenido específico, Calidad de contenido, Adecuación tecnológica, Apariencia.
(Palmer, 2002)	2010	Velocidad de acceso, Navegación, Interactividad, Sensibilidad, Contenido informativo.
(Cao Mei & Zhang Qingyu, 2005)	2010	Calidad de sistema, Calidad de información, Calidad de servicio, Atractivo.

**Fuente:** autores.

Al analizar cada uno de los trabajos se han encontrado diferencias significativas en los aspectos importantes que debe contener una aplicación Web, debido a ciertas necesidades que haya tenido el autor en resaltar para validar la calidad. Este constituye un problema, pues no se encuentran normas establecidas para ser aplicados, lo que lleva a creer que, a diferencia de las aplicaciones de escritorio, las páginas de Internet contemplan aspectos variantes.

A continuación, se presentan abreviaturas que permiten identificar los diferentes modelos, estándares y normas de calidad enfocadas a la evaluación de la calidad web.

**Tabla 8.** Abreviaturas para identificar los objetos de estudio.

<b>Abreviaturas de los modelo y normas de calidad</b>	
MC	Modelo McCall
B	Modelo de Boehm
S	Modelo SATC
F	Modelo FURPS
D	Modelo de Dromey
C	Modelo de C-QM
ISO 9126	Norma ISO/IEC 9126
ISO 25010	Norma ISO 25010

**Fuente:** autores.

Se puede observar que las características más relevantes entre todos los modelos son: Facilidad de uso, Confiabilidad, Eficiencia, Facilidad de mantenimiento, Portabilidad y Funcionalidad. Por lo

tanto, se determina que estas características coincidan totalmente con la ISO/IEC 9126 y la ISO 25010, esto debido a que son normas actuales que han surgido a partir de los modelos antiguos.

**Tabla 6.** Comparativa de las métricas comunes entre las normas, estándares y métodos de calidad.

Características de prueba	MC MC	B	S	F	D	C	ISO9126	ISO25010	Total
<i>Facilidad de uso</i>	X			X	X		X	X	5
<i>Integridad</i>	X		X						2
<i>Corrección</i>	X		X						2
<i>Confiabilidad</i>	X	X		X	X		X	X	6
<i>Eficiencia</i>	X	X			X		X	X	5
<i>Facilidad de mantenimiento</i>	X		X		X	X	X	X	6
<i>Facilidad de prueba</i>	X	X							2
<i>Flexibilidad</i>	X								1
<i>Facilidad de reutilización</i>	X		X			X			3
<i>Interoperabilidad</i>	X								1
<i>Portabilidad</i>	X	X			X		X	X	5
<i>Ingeniería Humana</i>		X							1
<i>Fácil de entender</i>		X	X						2
<i>Fácil de modificar</i>		X							1
<i>Funcionalidad</i>				X	X	X	X	X	5
<i>Performance</i>				X					1
<i>Facilidad del soporte</i>				X					1
<i>Ambigüedad</i>			X						1
<i>Trazabilidad</i>			X						1
<i>Estructura/ Arquitectura</i>			X						1
<i>Documentación</i>			X						1
<i>Conformidad</i>						X			1

**Fuente:** autores.

En la recopilación bibliográfica se ha evidenciado la concordancia de criterios entre los diversos autores, normas, estándares y los modelos de calidad, con lo cual se han especificado como características comunes de calidad las siguientes categorías: contenido, visibilidad, velocidad, interactividad, seguridad, accesibilidad, navegabilidad, funcionalidad, usabilidad, diseño, mantenibilidad, confiabilidad y eficiencia. Esto nos permite obtener un estándar de métricas que medirán de forma generalizada la calidad de las aplicaciones Web.

El aspecto de visibilidad denota la calidad de una aplicación Web, al poseer la información identificable y accesible por los usuarios reales y potenciales. Este concepto puede medirse, al menos, a través de dos indicadores: (1) reputación en buscadores, cuantificada a través del PageRank calculado por Seo Review Tool, y (2) popularidad de la página en Internet, medida a través del número de enlaces externos que se dirigen a dicha aplicación. De este modo, cuanto mejor sea el PageRank y mayor el número de páginas enlazadas, mayor será el tráfico recibido, alcanzando además un mejor posicionamiento en los principales buscadores.

La velocidad es una característica muy importante en el ámbito del comercio electrónico. En este contexto existe una correlación positiva entre el tiempo de descarga de una aplicación Web y la satisfacción del usuario, presentándose también como un requisito imprescindible para finalizar una transacción online.

La navegabilidad en las aplicaciones Web es algo de carácter importante para la calidad, ya que otorga ayuda al usuario para encontrar la información requerida y volver a la página de inicio, además de permitir que se busque información a través de palabras clave o un menú permanente.

El contenido otorga al usuario conocimiento de una empresa u organización, por ello, se debe incluir en la aplicación Web aquella información que desee dar a conocer a sus clientes reales y potenciales, ubicándola además de manera correcta. Este aspecto puede abarcar un gran potencial de calidad al ofrecer confianza de la reputación y de los productos o servicios prestados por la compañía.

La interactividad se relaciona con denominaciones como comunicación, apoyo al cliente o capacidad de respuesta. Permite ayudar a los clientes y el intercambio continuo de información entre ambas partes (retroalimentación), a través de los diferentes medios de comunicación que aparecen en la aplicación Web: teléfono, dirección postal, e-mail, entre otros.

La eficiencia de los sistemas es uno, si no el elemento más importante, esto se debe al comportamiento de la aplicación Web en tiempo que es usada y la utilización de recursos del sistema para cargar los diferentes scripts. Esta eficiencia puede ser apreciada en la estabilidad de la página al recibir y cargar información, así como también en la carga que produce dentro de la memoria y procesador del computador.

El diseño es un factor de calidad relativamente importante, las aplicaciones web tienen mayor cabida en el medio cuando esta consta con un aspecto visual apreciado por la sociedad que contengan colores e interfaz amigable, sobre todo colores que no afecten a la vista del usuario.

La accesibilidad se refiere a la libertad que tienen los usuarios para usar datos, definir y/o refinar la forma en que la información es introducida, procesada o presentada a ellos.

En lo que respecta a la funcionalidad, se puede apreciar cómo la capacidad de un producto software puede satisfacer los requerimientos funcionales establecidos y las necesidades implícitas de los usuarios.

Por su parte, como usabilidad se define la interacción del usuario con la aplicación Web, centrándose en la facilidad de navegación y rendimiento de las tareas que lleva a la realización de la transacción.

Con respecto a la seguridad, ésta representa la capacidad del producto software para lograr prevenir el acceso no autorizado, bien sea accidental o deliberado, a programas y datos.

La mantenibilidad se refiere a la facilidad con la que un sistema o componente software puede ser modificado para corregir fallos, mejorar su funcionamiento u otros atributos o adaptarse a cambios en el entorno.

La confiabilidad del software se refiere a la precisión que una aplicación proporciona, sin errores, es decir, los servicios que se establecieron en las especificaciones originales.

La portabilidad no se ha tomado en cuenta para este tipo de aplicaciones, debido a que este aspecto se analiza solo en productos de escritorio, dado que estas aplicaciones están alojadas en servidores Web y no se ven tan afectadas por este aspecto a diferencia de otros productos informáticos.

## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Actualmente, las empresas sean estas de carácter internacional o no, tienen la urgencia de ser conocidas por la sociedad y el medio informático, por ello las empresas deben ofrecer aplicaciones Web de calidad, siendo la respuesta óptima para dar a conocer internacionalmente una organización que ofrece servicios o productos.

Estos rigurosos controles de calidad son puestas a pruebas por las diferentes normas, de entre las cuales destaca la ISO/EC 9126, que provee una serie de métricas de calidad en el producto de software.

La calidad de las aplicaciones basadas en la Web es de gran importancia, puesto que al proveer de una mejor calidad tendrá una mayor probabilidad de adquirir éxito en su negocio. Estos rigurosos controles de calidad son puestas a pruebas por las diferentes normas, de entre las cuales destaca la

ISO/EC 9126, que provee una serie de métricas de calidad en el producto de software.

Las funcionalidades que ofrecen las normas ISO no son dirigidas tanto a las aplicaciones Web como a las de escritorio. Es así como se vio en necesidad de identificar las características específicas para medir dicha calidad, estos aspectos fueron recopilados en diversas investigaciones, las cuales son: contenido, visibilidad, velocidad, interactividad, seguridad, accesibilidad, navegabilidad, funcionalidad, usabilidad, diseño y eficiencia. Dichas características comparten una estrecha similitud con las meticas contenidas en la norma ISO/EC 9126 y además, se añadieron algunas más que se vieron imprescindibles para medir la calidad en las aplicaciones Web como son: mantenibilidad y confiabilidad.

Las características recopiladas por medio de la norma ISO/EC 9126 fueron de gran aceptación en las empresas de desarrollo de software, puesto que la mayoría recibió un puntaje muy alto, indicando que aquellas características pueden satisfacer la calidad requerida por el cliente y las empresas.

Dado la investigación y los resultados obtenidos, se puede concluir que:

- Para medir las aplicaciones Web, se utilizan los mismos modelos que para el software tradicional. Pero, algunos autores determinan ciertas características que son importantes en este aspecto.
- La aplicación de normativas basadas en estándares de calidad asegura en gran medida la presentación final del sitio web, y mediante el uso de estas normativas se estandariza los procesos y se prepara la documentación adecuada, lo cual provee una guía base para el entendimiento de las funcionalidades que el sistema tiene implementada para futuras revisiones.
- La ISO/IEC 25010 es una norma que presentan características muy significativas que se deben evaluar en lo que respecta a los productos de software, pero al ser enfocadas a las aplicaciones Web se excluye la característica de portabilidad, esto en base a revisiones bibliográficas y criterios de los profesionales encuestados.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aladwani, A. M., y Palvia, P. C.** (2002). Developing and validating an instrument for measuring user-perceived web quality. *Information & Management*, 39(6), 467–476. doi:[https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(01\)00113-6](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(01)00113-6)
- Arboleda Jiménez, H. F.** (2002). *Modelos de Ciclo de Vida de Desarrollo de Software en el Contexto de la Industria Colombiana de Software*. Recuperado de: <http://web.emn.fr/x-info/harbol07/ACIS.pdf>
- Bauer, C., y Scharl, A.** (2000). Quantitive evaluation of Web site content and structure. *Internet Research*, 10(1), 31–44. doi:<https://doi.org/10.1108/10662240010312138>
- Buenadicha Mateos, M., Chamorro Mera, A., Miranda González, F. J., y Rodrigo González López, Ó.** (2001). A new Web assessment index: Spanish universities analysis. *Internet Research*, 11(3), 226–234. doi:<https://doi.org/10.1108/10662240110396469>
- Cao Mei, S., y Zhang Qingyu, J.** (2005). B2C e-commerce web site quality: an empirical examination. *Industrial Management and Data Systems*, 105, pp. 645–661.
- Mateu, C.** (2004). *Desarrollo de Aplicaciones Web*. Barcelona, España: Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya.
- Berzal, F., Cortijo, F. J. y Cubero, J. C.** (2007). *Desarrollo Profesional de Aplicaciones Web con ASP.NET*. ISBN: 84-609-4245-7.
- Ferraro, M. A., et al.** (2013). Criterios de calidad en el desarrollo de aplicaciones web. *XV Workshop de Investigadores En Ciencias de La Computación*, pp. 634–637. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27263>
- García Largo, C. A.** (2005). *Guía técnica para evaluación de software*. Recuperado de: [www.puntoexe.com.co](http://www.puntoexe.com.co)
- Garzón Villar, M. L.** (2000). *Temario Informática*. MAD.
- Liu, C., y Arnett, K. P.** (2000). Exploring the factors associated with Web site success in the context of electronic commerce. *Information & Management*, 38(1), pp. 23–33. doi:[https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(00\)00049-5](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(00)00049-5)
- Lújan Mora, S.** (2013). Programación de aplicaciones web: historia, principios básicos y clientes web. Alicante, España: *Editorial Club Universitario*, 53(9), pp. 1689–1699. doi:<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

**Olsina, L., Lafuente, G., Rossi, G., Murugesan, S., y Deshpande, Y.** (2001). *Web Engineering Managing diversity and complexity of web application development*. Berlín, Alemania: Springer. doi:<https://doi.org/10.1007/3-540-45144-7>

**Palmer, J. W.** (2002). Web Site Usability, Design, and Performance Metrics. *Information Systems Research*, 13(2), pp. 151–167. doi:<https://doi.org/10.1287/isre.13.2.151.88>

**Ramos Martín, A., y Ramos Martín, M. J.** (2014). *Aplicaciones Web*. Madrid, España: Paraninfo.

**Tomalá Cochea, S. J.** (2009). *Métricas de Calidad de los Sistemas de Información – aplicación en la Certificación de Calidad de un Sistema de un empresa del sector hidrocarburífero*. (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.

