

# MÉTRICAS DE CALIDAD PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES WEB



**NANCY LOJA MORA**

Universidad Técnica de Machala  
nmloja@utmachala.edu.ec

**FAUSTO REDROVÁN CASTILLO**

Universidad Técnica de Machala  
fredrovan@gmail.com

Recibido: 06/07/2017

Aprobado: 29/09/2017

## Resumen

Las aplicaciones Web ubicadas en los servidores y accesibles por medio de internet o intranet, son sensibles a diferentes métricas de calidad, pues el cumplirlas, podría conducir al éxito y reconocimiento de una empresa, permitiendo así la satisfacción del cliente, estas métricas de calidad que se presentan comúnmente en las aplicaciones Web pueden ser la seguridad, el grado de cobertura de los servicios ofertados, tiempos de respuesta, disponibilidad, calidad de los datos, entre otras. Debido al gran avance de este tipo de software y las características únicas que presentan en su desarrollo, existen muchos modelos actuales que permiten elaborar un control de calidad de las cuales se puede resaltar la ISO/IEC 9126, la cual fue reemplazada en el año 2014 por familia de normas ISO/IEC 25000. Estas normas que fueron aprobadas por estándares internacionales se enfocan a la calidad del producto de software, aunque no define su uso particular para aplicaciones Web, dada la recopilación bibliográfica presente en la revisión de la literatura se han mostrado una serie de modelos inadecuados para cubrir necesidades de calidad en el producto Web. El objetivo perseguido del presente trabajo es analizar los diferentes modelos y estándares de calidad orientados al producto de software, mediante recopilación de datos bibliográficos y la comparación descriptiva para la identificación de las métricas eficaces en el desarrollo de aplicaciones Web. La investigación esclarece cuales son las métricas orientadas a las aplicaciones Web, lo cual provee al desarrollador y empresa de software la importancia de implementarlas debido a que las métricas que regulan la calidad en las empresas y productos de software actualmente proveen mayor estabilidad y acogida en el mercado, con lo cual los clientes pueden estar seguros que el producto pueda cumplir en gran medida sus necesidades de automatización. En el análisis se demostró que la calidad de estas aplicaciones se ven afectadas por la cantidad de métricas que puedan cumplirse, además de que mediante la recopilación de información de autores y estándares actuales no existe un método que se dedique específicamente a las aplicaciones Web y que aquellos criterios más adaptados a medir la calidad son el contenido, visibilidad, velocidad, interactividad, seguridad, accesibilidad, navegabilidad, funcionalidad, usabilidad, diseño, mantenibilidad, confiabilidad y eficiencia.

**Palabras clave:** métricas de calidad, aplicaciones Web, normas, estándares.

## QUALITY METRICS FOR WEB APPLICATION DEVELOPMENT

### Abstract

Applications Registered users may choose to have this page as their own to make a comment. It is commonly presented in the applications It could be that the security, the degree of coverage of the services of the comments, the times of the response, the availability, the quality of the data, etc. Due to the great advancement of this type of software and the unique characteristics that they present in their development, there are many current models that allow to elaborate a quality control of which ISO / IEC 9126 can be emphasized, which was replaced in the year 2014 by Family of ISO / IEC 25000 standards. These standards that were approved by International standards focus on the quality of the software product, although they do not define their particular use for web applications, the bibliographic collection present in the literature review for a series Of inadequate models to meet the quality needs of the Web product. The objective of the present work is to analyze the different models and quality standards oriented to the software product, through the collection of bibliographic data and the descriptive comparison for the identification of effective metrics in the development of Web applications. The research clarifies what the metrics are oriented to the Web applications, which we test the developer and the software company the importance of implementing them so that the metrics that regulate the quality in the companies and the software products now we prove more stability and welcome In the market, so that customers can be sure that the product can largely meet their automation needs. The analysis has shown that the quality of these applications is affected by the number of metrics that are met, in addition to collecting information from current authors and standards there is no method that is dedicated specifically to Web applications and Which are the most appropriate criteria for measuring the quality of content, visibility, speed, interactivity, security, accessibility, navigability, functionality, usability, design, maintainability, reliability and efficiency.

**Keywords:** metric quality, Web applications and standards.



ARJÉ. Revista de Postgrado FaCE-UC. Vol. 11 N° 21. Julio-Diciembre 2017/ pp. 207-232

ISSN Versión electrónica 2443-4442, ISSN Versión impresa 1856-9153

Métricas de calidad para el desarrollo de aplicaciones web

Nancy Loja Mora y Fausto Redrován Castillo

## Introducción

Desarrollar una aplicación Web de calidad es una tarea imprescindible para todas aquellas empresas que desean brindar servicios a través de la Web. Por lo tanto, medir su calidad es de vital importancia para las organizaciones que pretenden posicionarse en la cima del Internet.

El desarrollo y evaluación de productos Web es una tarea difícil considerando todas las características y atributos deseables, por lo cual es recomendable contar con un modelo de calidad que sirva tanto para diseñar aplicaciones Web de calidad como para la evaluación de los mismos.

Las aplicaciones Web ofrecidas por los programadores independientes pueden ofrecer funcionalidad, estas no están sujetas a rigurosos controles de calidad que proporcionan las empresas de desarrollo con muchos años de experiencia y que consten con debidas certificaciones que aprueben su calidad como empresa y los productos que llevan al mercado.

La calidad según [1] se puede definir como la totalidad de características de una entidad que refieren su capacidad de satisfacer las necesidades implícitas y explícitas del usuario, por otro lado Pressman [2] se refiere a la calidad del software como “la concordancia con los requerimientos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente”.

Un producto de software está compuesto por una serie de características y sub características que debe cumplir para que pueda ser considerado de calidad. Los modelos de calidad surgen para describir dichas características, sus relaciones, como pueden ser me-

didadas y como las mediciones pueden ser interpretadas [3]; pero como saber cuál de todas proporciona métricas precisas para productos de software, esto 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.

En las empresas de desarrollo de software, que se incrementaron por el auge tecnológico informático, se implementaron diferentes normas que certificaban a dicha empresa como una de calidad, conocida como la ISO 9000, pero aún se tenían sin resolver diferentes aspectos del sistema, pues la certificación solo se enfocaba a la infraestructura y el servicio, no valoraba los aspectos más fundamentales como son el producto y los procesos de inicio, desarrollo y fin del proyecto de software.

En la actualidad el desarrollo de Software comercial o artesanal que son creados día a día demandan que tanto la empresa, el proceso y el producto contemple normas que certifiquen un avalúo de calidad, lo cual implicará una mejora en el mercado. En la actualidad existen muchas normas y estándares de calidad para la empresa y el producto, así como también para el proceso, siendo esta última una de las que ha abarcado mucha más importancia en los últimos años. Estos productos y procesos que se llevan a cabo en las empresas dedicadas a la creación de sistemas informáticos están vinculados estrechamente ya que el proceso que se tome en la realización del software permitirá un resultado de calidad.

Los modelos, estándares y normas que actualmente se encuentran relacionados con la empresa, el desarrollo y producto de software son muchos, de cuales

se pueden dividir en tres grupos enfocados a una calidad específica como son: la calidad del producto, la calidad del proceso y la calidad de la empresa, algunos de estos modelos pretenden abarcar las tres áreas. Medir los productos en función de la calidad más que por el aspecto o precio es algo que podría resaltar la eficacia y eficiencia de una aplicación Web, así como marcar el éxito de una empresa. Las diferentes formas de medir la calidad llevan a cabo una serie de métricas específicas orientados a los productos de software, aunque no están especificados para dichas aplicaciones, por ello en el siguiente documento se tiene como objetivo “analizar los diferentes modelos y estándares de calidad orientados al producto de software, mediante recopilación de datos bibliográficos y la comparación descriptiva para la identificación de las métricas eficaces en el desarrollo de aplicaciones Web”.

## Antecedentes o estado del arte

### Aplicaciones Web

**Tabla de estado de arte 1**

Año	Autor	Título del Libro	Contenido
2002	Luján, Mora Sergio	Programación de aplicaciones web: Historia, Principios básicos y Clientes web.	“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”. [4]
2004	Carles, Mateu	Desarrollo de aplicaciones Web.	“Las aplicaciones Web utilizan el navegador del cliente como interfaz de usuario en conjunto con el lenguaje HTML el cual garantiza la compatibilidad en distintas plataformas”. [5]
2009	Romina, Marcela	Aplicaciones web 2.0	“Las aplicaciones web no son más que las herramientas de ofimática de la web que se manejan simplemente con una conexión a Internet, y en estos casos cabe la opción de utilizar el ordenador solo como forma de acceso a la aplicación remota”. [6]
2010	Berzal, Fernando, Cortijo, Francisco José	Desarrollo Profesional de Aplicaciones Web	“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”. [7]
2014	Niño Jesús	Aplicaciones Web	“Las aplicaciones web son aplicaciones q las que se accede mediante un navegador y están alojadas en servidores dentro de una Intranet o en Internet”. [8]

**Fuente:** [4], [5], [6], [7], [8]

De acuerdo a los autores las aplicaciones web funcionan exclusivamente con conexión a internet permitiendo 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 cambios o modificaciones con el aspecto o presentación de la misma, y ya no recurrir directamente al código fuente para realizarlo.

**Tabla de estado de arte 2**

Año	Autor	Título Del Libro	Contenido
2003	Garzón, Sampalo, Leyva & Prieto	Informática. Temario A. Volumen IV. Profesores de Educación	<p>“La calidad del software es una mezcla de distintos factores, se puede considerar que un software es de calidad si cumple con los siguientes objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Concordancia del software con los requerimientos.</li> <li>•Desarrollo coherente, aplicando correctamente los criterios de la ingeniería del software.</li> <li>•Desarrollo de requerimientos implícitos al proyecto”. [9]</li> </ul> <p>Según [10]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Codificar y corregir</li> <li>•Modelo en cascada</li> </ul>
2004	Patricio Letelier	Proceso de desarrollo de software	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Desarrollo evolutivo</li> <li>•Desarrollo formal de sistemas</li> <li>•Desarrollo basado en reutilización</li> <li>•Desarrollo incremental</li> <li>•Desarrollo en espiral</li> </ul> <p>Según [11]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Gestión</li> <li>•Control de la calidad</li> </ul> <p>•Aseguramiento de la calidad Mejora de la calidad: Mejora continua.</p>
2007	Cuauhtémoc Lemus Olalde	Calidad de Software: Modelos, Procesos, Arquitecturas	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gestión</li> <li>•Control de la calidad</li> <li>•Aseguramiento de la calidad Mejora de la calidad: Mejora continua.</li> </ul>
2009	Silvia Jazmín Cochea Tomalá	Métricas de Calidad de los Sistemas de Información: aplicación en la Certificación de Calidad de un Sistema de una empresa del sector Hidrocarburífero	<p>Según [12]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Calidad en el diseño</li> <li>•Calidad en la implementación</li> <li>•Calidad en la satisfacción</li> </ul>
2013	Jesús Hernando Corrochano	La Calidad del Producto Software	<p>La calidad es innegociable: es una parte inherente e inseparable del producto. Las organizaciones deben tener un proceso definido e implantado de V&amp;V; sin hitos, sin barreras, que sea proactivo y, en la medida de lo posible, automatizado dentro de su cadena productiva [13]</p>

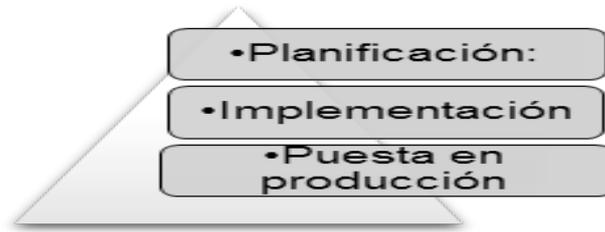
**Fuente:** [9][10][11][12][13]

La calidad del software depende de varios factores para considerarlo de tal manera, 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.

Muchos autores determinan diferentes características que debe poseer un software para considerarse de calidad, por tal motivo, a menudo que pasa el tiempo han tratado de estandarizarse siguiendo varios criterios o métricas de calidad basado en la investigación y experiencias de organizaciones y profesionales en el área del desarrollo e ingeniería del software.

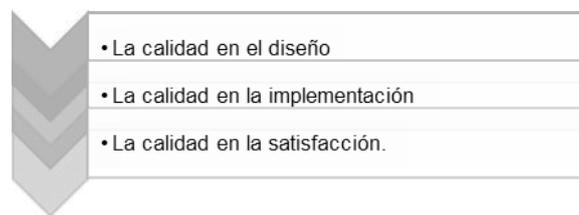
Según Silvia Cochea [12] y Cuauhtémoc Lemus [11], la calidad debe estar presente en todas las etapas del proceso de desarrollo:

Además, si bien la calidad del producto Web (aplicación Web) conlleva el 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 una aplicación en particular no simplemente está sujeta a su forma de ser operada, sino también en cómo ha sido creada.



**Figura 1.** El ciclo de vida del software, modelo estándar. [14]

**Modelo del ciclo de vida de la calidad**



**Figura 2.** Calidad en las etapas del desarrollo.

**Tabla de estado de arte 3**

Año	Autor	Título Del Libro	Contenido
2002	Hugo F. Arboleda Jiménez.	Modelos de Ciclo de Vida de Desarrollo de Software en el Contexto de la Industria Colombiana de Software	La realización de prototipos es una herramienta en la que se apoyan diferentes MCV. 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. [14]
2005	Fernando Berzal	El ciclo de vida de un sistema de información	Todas las actividades descritas en las distintas secciones del apartado anterior están presentes en cualquier proyecto de desarrollo de software (además de otras muchas relativas a la gestión de un proyecto o a su control de calidad). [15]
2009	Silvia Jazmín Cochea Tomalá	Métricas de Calidad de los Sistemas de Información-aplicación en la Certificación de Calidad de un Sistema de una empresa del sector Hidrocarburiífero.	“La calidad del producto software puede ser evaluada midiendo atributos internos (medidas típicamente estáticas de productos intermedios)”. [12]
2014	José Soledad Flores Urbalejo	Implementación y debugging: ciclo de vida de software	Desde un punto de vista general puede considerarse que el ciclo de vida de un software tiene tres etapas claramente diferenciadas, las cuales se detallan a continuación [16]: •Planificación - Implementación - Puesta en producción

**Fuente:** [12][14][15] [16]

Según los diferentes conceptos impartidos en la tabla, se puede establecer que en primera instancia un modelo de ciclo de vida es un marco de referencia que posee procesos, actividades y tareas involucradas en el desarrollo, además de la explotación y el mantenimiento de un producto de software, además le permite abarcar el uso de vida del sistema partiendo de la definición de los requisitos y finalizando en el uso del mismo.

En un principio Internet era sencillamente una colección de páginas estáticas, documentos, etc. para su consulta o descarga. El paso inmediatamente posterior en su evolución fue la inclusión de un método para elaborar páginas dinámicas (es decir generado a partir de los datos de la petición). Aunque los inicios de Internet se remontan a los años 60, no ha sido hasta los años 90 cuando gracias a la web se ha extendido su uso por todo el mundo. En pocos años la web ha evolucionado enormemente: se ha pasado de páginas sencillas a páginas complejas con contenido que provienen de base de datos, donde el usuario puede realizar actividades complejas, siendo esto el punto de partida a la creación de “aplicaciones web”. [12]

Una aplicación web es una interface entre un formulario diseñado específicamente para cubrir las necesidades de su negocio y la información que actualmente tiene hacia el interior de la empresa, como pueden ser sistemas administrativos, inventarios, facturación, cuentas por cobrar productos, etc. (la información puede ser de dominio público o restringida a ciertas personas a través de un nombre de usuario y contraseña con el objetivo de que cualquier persona pueda consultarla e interactuar con ella desde Internet. [16]

Las aplicaciones poco a poco fueron desarrollándose y pasaron a ser sistemas complejos que proveían al usuario la posibilidad de realizar trabajos, ocio y estar en contacto con sus familiares, ello debido al auge informático y a las grandes empresas como Google que se hacían conocer por los internautas debido a la popularidad de sus sistemas de localización de información; con todo este avance no pasó mucho tiempo hasta que se comenzaron a producir varias aplicaciones de esta misma empresa, como el reconocido Gmail, al que se le pudieron mejorar e incorporar algunas funcionalidades necesarias para los usuarios. [17]

En la actualidad las aplicaciones Web siguen mejorando debido a la robustez que adquieren los lenguajes de programación y complementos hallados en los navegadores, la transmisión de video en vivo se ha popularizado hasta el punto de considerarse algo cotidiano. [13]

### Calidad del producto software y el ciclo de vida

**Tabla de estado de arte 4**

Año	Autor	Título Del Libro	Contenido
2006	Fernanda Scalone	“Estudio Comparativo de los Modelos y Estándares de Calidad del Software”	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Calidad a Nivel Organizacional.</li> <li>•Calidad a Nivel Proceso de Software.</li> <li>•Calidad a Nivel Software.</li> <li>•Calidad de los Datos.[17]</li> </ul>
2009	Silvia Jazmín Cochea Tomalá	Métricas de Calidad de los Sistemas de Información-aplicación en la Certificación de Calidad de un Sistema de una empresa del sector Hidrocarburífero	<p>La calidad de uso es la perspectiva del usuario desde un ambiente y contexto específico, esta mide la Extensión en la cual los usuarios pueden conseguir sus metas en un ambiente particular. [12]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Calidad Externa.</li> <li>•Calidad Interna.</li> </ul>

2013 Jesús  
Hernando Corrochano  
La Calidad del Producto Software

Cuando nos referimos a Calidad Software, subyacentemente nos referimos a cuatro tipos de calidad [13]:

- La del Proceso.
- La del Producto.
- La de las Personas/Equipos.
- La del Servicio.

**Fuente:** [12][13] [17]

Según Scalone [17], la Calidad del Software es “la concordancia con los requerimientos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo documentados y con las características implícitas que se esperan de todo software desarrollado profesionalmente”.

Unificando la calidad del software y su ciclo de vida, se presentan los requerimientos de calidad externa, los cuales deben ser establecidos en la especificación de requerimientos de calidad utilizando métricas externas, además se podría convertir en requerimientos de calidad interna y ser usados como criterios al momento en que el producto será probado.

Para constituir a la calidad basada en un proceso de ciclo de vida se analiza las actividades del proceso que más influyen en la calidad del producto y se modela el proceso para su posterior análisis.

### Control de la calidad del Software

**Tabla de estado de arte 5**

Año	Autor	Título Del Libro	Contenido
2002	José Hernando Bahamon L.	Proceso de control de calidad en el software	El control de calidad en el software, denominado SQA (“Software Quality Assurance”), se basa en las siguientes actividades [18]: 1) Uso de métodos y herramientas de Análisis, diseño, codificación y prueba. 2) Revisiones técnicas formales, que se aplican durante cada paso de la Ingeniería de software. 3) Estrategia de prueba multiescalada. 4) Control de la documentación del software y de los cambios realizados. 5) Procedimientos que aseguren un ajuste a los estándares de desarrollo. 6) Mecanismos de medida de la calidad (métricas).
2005	Angélica de Antonio	Gestión, control y garantía de la calidad del software	El objetivo de las actividades de Control de Calidad es comprobar si un producto posee o no posee una determinada característica de calidad en el grado requerido. Cuando un producto no posee una determinada característica de calidad se dice que tiene un defecto.[19]
2009	Silvia Jazmín Cochea Tomalá	Métricas de Calidad de los Sistemas de Información-aplicación en la Certificación de Calidad de un Sistema de una empresa del sector hidrocarburiífero	Para controlar la calidad, los niveles directivos deben establecer y monitorear conjunto de métricas, que les proporcionen información suficiente para actuar en base a hechos. [12]

**Fuente:** [12] [18] [19]

Teniendo en cuenta los diversos conceptos en la tabla del estado del arte 5, se puede definir que el control de la calidad se puede lograr a través de la ejecución de múltiples chequeos a las metodologías de trabajo y al uso de las herramientas, a las revisiones de prototipos y las pruebas formales de la finalización en sus protocolos. También se tiene en cuenta que, para manejar la calidad, los niveles directivos deben establecer y monitorear conjunto de métricas, que les sirvan de ayuda con información suficiente para actuar en base a hechos.

Se pueden clasificar las actividades de control de calidad en dos categorías: controles estáticos y controles dinámicos. Los primeros analizan el objeto sin necesidad de ejecutarlo mientras que los segundos requieren la ejecución del objeto que está siendo probado.

### Métricas de calidad del Software

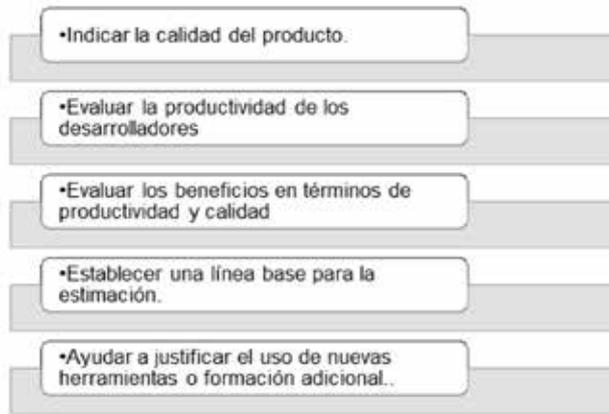
**Tabla de estado de arte 6**

Año	Autor	Título del Libro	Contenido
2003	Leticia Dávila Nicanor	Evaluación de la Calidad en Sistemas de Información en Internet	De acuerdo a la terminología de la IEEE, la calidad de un sistema, componente o proceso de desarrollo de software, se obtiene en función del cumplimiento del requerimiento iniciales Especificados por el cliente o usuario final.[20]
2005	Silvia Abrahão	Calidad de Sistemas de Información Web	La utilización de principios de Medición para evaluar el desarrollo Web proporciona una retroalimentación que ayudará a entender, controlar, predecir, y mejorar estos productos y su proceso de desarrollo.[21] •Calidad es adecuación (del producto) al uso. •Calidad consiste en libertad después de las deficiencias.
2008	Willington Siabato	Métricas aplicadas a los modelos de calidad: caso de uso en los SIG	•La calidad se refiere a la ausencia de deficiencias. •La calidad consiste en aquellas características de producto que se basan en las necesidades del cliente y que por eso brindan satisfacción con el producto. [22]
2009	Silvia Jazmín Cochea Tomalá	Métricas de Calidad de los Sistemas de Información-aplicación en la Certificación de Calidad de un Sistema de una empresa del sector hidrocarbúrico	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.[12]

**Fuente:** [12] [20] [21] [22]

Mediante el análisis de los conceptos se establece que las métricas son escalas de unidades mediante las cuáles puede ser medido un atributo cuantificable. En el software se debe recopilar y analizar datos basándose en mediciones reales de software, así como a las escalas de medición.

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:



**Figura 3.** Proceso para la evaluación de calidad.

Se tiene que los atributos son características observables del producto o del proceso de software. El término producto se utiliza para referirse a las especificaciones, a los diseños y a los listados del código.

### Alcance de las métricas de Software

**Tabla de estado de arte 7.** [12]

Año	Autor	Título del Libro	Contenido
2009	Silvia Jazmín Cochea Tomalá	Métricas de Calidad de los Sistemas de Información-aplicación en la Certificación de Calidad de un Sistema de una empresa del sector hidrocarburiífero	Las métricas del software es un término que se asigna a un amplio rango de actividades diversas [12] <ul style="list-style-type: none"> <li>•Procesos</li> <li>•Productos</li> <li>•Recursos</li> </ul>

Según lo expresado por Silvia Cochea [12], en un software hay tres clases de entidades cuyos atributos se pueden medir:

**Procesos:** que son actividades software que normalmente conllevan el factor tiempo.



Entendible.

**Productos:** que son entregables, artefactos o documentos generados en el ciclo de vida del software, sus atributos externos a medir son la fiabilidad del código, lo legible de un documento de especificación, la mantenibilidad del código fuente, entre otros, mientras que sus atributos internos a medir son la longitud, la funcionalidad, modularidad o corrección sintáctica de los documentos de especificación.

**Recursos** que son todos aquellos elementos que hacen de entrada a la producción software. Atributos a medir son el personal, los materiales, herramientas y métodos, el costo, la productividad del recurso humano. Y, por otra parte, hablan acerca de las métricas del software y su alcance en las actividades:

**Figura 4.** Atributos de los recursos de calidad.

### Tabla de estado de arte 8

Año	Autor	Título Del Libro	Contenido
2005	Carlos Alberto Largo García	Guía Técnica para Evaluación de Software	Calidad en uso es el efecto combinado para el usuario final de las 6 características de la calidad interna y externa del software.[23] Especifica 4 características para la calidad en uso: -Eficacia. -Productividad. -Satisfacción. -Seguridad.
2009	Silvia Jazmín Cochea Tomalá	Métricas de Calidad de los Sistemas de Información-aplicación en la Certificación de Calidad de un Sistema de una empresa del sector hidrocarburífero	“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”. [12]

**Fuente:** [12][23]

Según los diferentes conceptos y aportes por los autores en la tabla de arriba, se puede decir 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.

### Calidad del producto y calidad del proceso

### Tabla de estado de arte 9

Año	Autor	Título del Libro	Contenido
2012	Javier Garzas	Cómo sobrevivir a la planificación de un proyecto ágil. Vol1	“La calidad vista desde el mundo de los PROCESOS nos dice que la calidad del PRODUCTO software está determinada por la calidad del PROCESO. Por proceso se entiende las actividades, tareas, entrada, salida, procedimientos, etc., para desarrollar y mantener software”. [24]

**Fuente:** [24]

Según los conceptos impartidos y comparadas en las tablas que se muestran arriba, existe una amplia diferencia respecto a la calidad del proceso vs la calidad del producto; en el mundo del software, y en otras disciplinas, cuando se refieren al concepto de “calidad software” se debe de ser consciente que el concepto de calidad se subdivide, principalmente, en tres tipos de calidad: la del proceso, la del producto y la de las personas/equipos, En este caso sólo se enfoca en los procesos y en el producto.

Es posible llegar a tener una alta calidad del producto de un proceso de baja calidad, nada más revisando lo necesario y rechazando lo suficiente de lo producido, por otro lado, un proceso de alta calidad producirá productos de alta calidad a un menor costo simplemente porque existirán menos retrasos, menos trabajo, menores pérdidas de esfuerzo humano, menor espacio utilizado, y menos material desperdiciado, entre otros. En cambio, el producto como tal es traído mediante los procesos durante su desarrollo para así obtenerlo.

## Modelos y estándares de calidad a nivel de producto y proceso

**Tabla 1.** Factores de calidad a nivel de producto en el modelo MOSCA

Modelo de Calidad MOSCA		
Categoría	Características	
Funcionalidad	-Ajuste a los propósitos. -Precisión. -Interoperabilidad. -Seguridad.	-Correctitud. -Estructurado. -Encapsulado. -Especificado.
Fiabilidad	-Madurez. -Tolerancia a fallas. -Recuperación.	-Correctitud. -Estructurado. -Encapsulado.
Usabilidad	-Capacidad de Aprendizaje. -Interfaz Gráfica. -Operatividad. -Conformidad con los estándares	-Documentado -Auto-descriptivo -Especificado -Efectivo -Consistente
Eficiencia	-Comportamiento del tiempo. -Utilización de recursos.	-Efectivo. -No redundante. -Directo. -Utilizado.
Mantenibilidad	-Capacidad de análisis. -Facilidad de Cambio. -Estabilidad. -Capacidad de prueba.	-Acoplamiento. -Cohesión. -Encapsulado. -Madurez del Software. -Estructura de Control. -Estructura de Información. -Descriptivo. -Correctitud. -Estructural. -Modularidad.
Portabilidad	-Adaptabilidad. -Capacidad de Instalación. -Co-existencia. -Capacidad de reemplazo.	-Consistente. -Parametrizado. -Encapsulado. -Cohesivo. -Especificado. -Documentado. -Auto-descriptivo. -No redundante. -Auditoria. -Manejo de la Calidad.

Fuente: [25]

El modelo sistemático MOSCA, es una combinación de muchos modelos y actualmente es considerado como un prototipo que abarca métricas de calidad amplias, ambientadas en el proceso y el producto de software, respecto a la calidad evaluada en el producto, en este prototipo se toma en cuenta las 5 características propias de la ISO/IEC 9126, tomando en cuenta métricas del Modelo de Dromey. El resultado es un conjunto

de atributos que deben estar presentes en un sistema de calidad y estos factores permiten la evaluación exhaustiva del producto de software.

**Tabla 2.** Factores de calidad a nivel de proceso en el modelo MOSCA

Modelo de Calidad MOSCA		
Categoría	Características	
Cliente-Proveedor	-Adquisición del Sistema o producto de Software. -Determinación de Requerimientos.	-Suministro. -Operación.
Ingeniería	-Desarrollo.	-Mantenimiento del software y sistemas.
Soporte	-Aseguramiento de la Calidad. -Revisión Conjunta. -Auditoria. -Resolución de Problemas.	-Documentación. -Gestión de Configuración. -Verificación. -Validación. -Revisión Conjunta. -Auditoria. -Resolución de Problemas.
Gestión	-Gestión -Gestión de Calidad -Gestión del Riesgo	-Gestión -Gestión de Proyecto -Gestión de Calidad -Gestión del Riesgo
Organizacional	-Lineamiento. Organizacionales -Gestión de Cambio -Mejoramiento del Proceso -Medición -Reúso	-Establecimiento del Proceso -Evaluación del Proceso -Mejoramiento del Proceso -Gestión de RRHH -Infraestructura

**Fuente:** [25]

El modelo sistemático MOSCA, considera la siguiente premisa: “No existe calidad del producto sin la calidad en el proceso y viceversa”, considera como punto principal el analizar la empresa en sus etapas de desarrollo, así como también las técnicas aplicadas al momento de preparar un proyecto de software como son: Ciclos de Vida, Categorías, Procesos, Principios, y Bases Prácticas, que son un conjunto de directrices a ser ejecutadas por la organización para lograr alcanzar un principio. Este modelo garantiza el balance entre la eficiencia y la efectividad del proceso de desarrollo a través de una propuesta equilibrada de prácticas bases.

**Tabla 3.** Modelos de calidad a nivel de productos

MODELO		
NOMBRE	CARACTERISTICA	FACTORES DE CALIDAD
MCCALL	Se focaliza en el producto final, identificando atributos claves desde el punto de vista del usuario. Estos atributos se denominan factores de calidad y son normalmente atributos externos” [17]	-Revisión. -Transición. -Operación. -Mantenibilidad. -Flexibilidad. -Testabilidad. Portabilidad. -Reusabilidad. -Interoperabilidad. -Correctitud. -Confiabilidad. -Eficiencia. -Usabilidad.
FURPS	“Una limitación de este modelo de calidad es que no tiene en cuenta la portabilidad de los productos software que se estén considerando, factor digno de consideración en función de las exigencias actuales que recaen sobre el proceso de desarrollo del software.” [26]	-Funcionalidad. -Usabilidad. -Confiabilidad. -Prestación. -Soporte.
DROMEY	Este modelo describe la idea de relacionar atributos del producto con atributos de calidad para su evaluación.	-Corrección. -Estructuración. -Modularidad. -Descriptivo.
WebQEM	La metodología WebQEM, emplea un modelo d+ calidad que proporciona un enfoque cuantitativo y sistemático para evaluar y compara productos web tanto en la fase operativa como en la fase de desarrollo de ciclo de vida del producto. [27]	-Usabilidad. -Funcionalidad. -Fiabilidad. -Eficiencia.

**Fuente:** Autores

Los diversos modelos que existen para medir y regular la calidad a nivel de producto ofrecen una serie de atributos específicos, algunos toman como base características comunes de las ISO/IEC 9126, debido a que este posee gran acogida en el campo informático, otros como el DROMEY, establece sus propias características para la evaluación tomando en cuenta la capacidad de ser modificado el producto luego de ser implementado.

**Tabla 4.** Estándares de calidad a nivel de productos

ESTÁNDARES		
NOMBRE	CARACTERÍSTICA	FACTORES DE CALIDAD
<b>ISO 9126</b>	“ISO 9126 es un modelo detallado para la respectiva evaluación de una aplicación Web con el fin de obtener una estabilidad exacta sobre su funcionamiento, por tal motivo utiliza características que permiten determinar la calidad del sistema basándose en métricas externas e internas y la calidad de uso”. [28]	-Funcionabilidad -Fiabilidad -Usabilidad -Eficiencia -Mantenibilidad -Portabilidad
<b>ISO 25010</b>	“En este modelo se determinan las características de calidad que se van a tener en cuenta a la hora de evaluar las propiedades de un producto software determinado”. [29]	-Adecuación funcional -Eficiencia de desempeño -Compatibilidad -Usabilidad -Fiabilidad -Seguridad -Mantenibilidad Portabilidad
<b>BOEHM</b>	“agrega algunas características a las existentes en el modelo de McCall y representa una estructura jerárquica de características”. [17]	-Portabilidad -Confiabilidad -Facilidad de mantenimiento -Facilidad de modificación.
<b>SATC</b>	“Este modelo define un conjunto de metas u objetivos relacionados al producto de software y atributos del proceso que permiten realizar indicaciones de la probabilidad de éxito de los objetivos” [17]	-Ambigüedad -Integridad -Facilidad -Trazabilidad
<b>C-QM</b>	“C-QM provee un modelo de calidad comprensivo que puede ser aplicado efectivamente para evaluar diversos aspectos de la calidad del software” [17]	-Funcionalidad -Reusabilidad -Facilidad de mantenimiento -Conformidad

**Fuente:** Autores

Los estándares al igual que los modelos de calidad para el producto de software se derivan de la ISO/IEC 9126, con la particularidad de que existen evoluciones del mismo estándar siendo esta el ISO/IEC 25010, aprovechando nuevas características particulares, esta evolución es muy utilizada en la actualidad, pero debido a que toma en cuenta factores a nivel de producto, no es eficiente para la evaluación específica del producto.

Modelos y estándares de calidad del software a nivel de procesos

A continuación, se presenta una tabla donde se establecen modelos y estándares que permiten dirigir y mejorar los procesos que se lleven a cabo en los proyectos de desarrollo de software:

**Tabla 5. Modelos y estándar de calidad a nivel de procesos**

Modelo o Estándar.	Definición
CMMI [30]	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Planificación de proyectos</li> <li>-Monitoreo y Control de Proyectos</li> <li>-Gestión de acuerdos de proveedores</li> <li>-Gestión Integrada de Proyectos (IPPD)</li> <li>-Gestión Integrada de Proveedores (SS)</li> <li>-Integración Integrada (IPPD)</li> <li>-Gestión de Riesgos Gestión de Proyectos Cuantitativos</li> <li>-Gestión de la configuración</li> <li>-Análisis y Análisis Causal de Medición y Análisis</li> <li>-Análisis y resolución de decisiones</li> <li>-Entorno Organizacional para la Integración (IPPD)</li> <li>-Gestión de Requisitos</li> <li>-Desarrollo de Requisitos</li> <li>-Solución técnica</li> <li>-Integración de productos</li> <li>-Verificación</li> <li>-Validación</li> <li>-Enfoque del proceso organizacional</li> <li>-Definición del proceso organizacional</li> <li>-Entrenamiento Organizacional</li> <li>-Rendimiento del proceso organizativo</li> <li>-Innovación e implementación organizacional.</li> <li>-Proceso de Suministro</li> <li>-Proceso de Gestión del Modelo de Ciclo de Vida</li> <li>-Proceso de Planificación del Proyecto</li> <li>-Proceso de Evaluación y Control del Proyecto</li> </ul>
ISO/IEC 15504 (SPICE) [31]	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Proceso de Gestión de la Configuración</li> <li>-Proceso de Medición</li> <li>-Proceso de Definición de Requisitos de los Stakeholders</li> <li>-Proceso de Análisis de los Requisitos del Sistema</li> <li>-Proceso de Gestión de la Configuración del Software</li> <li>-Proceso de Aseguramiento de la Calidad del Software</li> <li>-Documentación</li> <li>-Gestión de la configuración.</li> <li>-Aseguramiento de calidad.</li> <li>-Verificación.</li> <li>-Validación.</li> </ul>
ISO/IEC 12207 [32]	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Revisión conjunta.</li> <li>-Auditoría.</li> <li>-Resolución de problemas.</li> <li>-Procesos de la organización.</li> <li>-Gestión.</li> <li>-Infraestructura.</li> <li>-Mejora.</li> <li>-Recursos Humanos.</li> </ul>

**ISO/IEC 29110 [33]**

- Proceso de planificación del proyecto
- Evaluación de proyectos y Control del proceso
- Proceso de análisis de requisitos software
- Proceso de gestión de riesgo
- Proceso de aseguramiento de calidad de software.
- Estimación de precisión (tamaño/tiempo).
- Predicción de intervalos (tamaño/tiempo).
- Tiempo en la fase de distribución.
- Distribución de la inyección de defectos.
- Distribución de la remoción de defectos.
- Productividad.
- Porcentaje de reúso.
- Índice de costo de desempeño.

**PSP [34]**

- Valor planeado.
- Valor ganado.
- Valor ganado predicho.
- Densidad de defectos.
- Densidad de defectos por fase.
- Tasa de remoción de defectos por fase.
- Apalancamiento de remoción de defectos.
- Tasas de revisión.
- Rendimiento (yield) de proceso.
- Rendimiento (yield) de la fase.
- Falla de costo de calidad (COQ).
- Evaluación (appraisal) COQ.
- Tasa evaluación/fallos COQ.

**PMBOOK [35]**

- Gestión de la Integración del Proyecto
- Gestión del Alcance del Proyecto
- Gestión de Tiempo del Proyecto
- Gestión de los Costos del Proyecto
- Gestión de la Calidad del Proyecto
- Gestión de Recursos Humanos del Proyecto
- Gestión de las Comunicaciones del Proyecto
- Gestión de los riesgos del Proyecto
- Gestión de las Adquisiciones del proyecto.
- Gestión de Procesos
- Gestión de Proyectos
- Gestión de Recursos

**MOPROSOFT [36]**

- Recursos Humanos y Ambiente de Trabajo
- Bienes Servicios e Infraestructura
- Conocimiento de la Organización.

ISO 9001 [37]

- Alcance
- Referencias normativas
- Términos y definiciones
- Contexto de la organización
- Liderazgo
- Planificación
- Soporte-
- Operaciones
- Evaluación del desempeño
- Mejora
- Confiabilidad
- Dificultad
- Costo
- Escalabilidad
- Capacitación
- Flexibilidad
- Tiempo Requerido
- Estado

COBIT 4.0 [38]

- Herramientas
- Audiencia Primaria
- Foco
- Componentes O Dominios
- Comunicación Interna
- Efectividad Para Ci Evaluada
- Responsabilidad Por El Sistema De Ci Evaluado
- Objetivos Organizacionales Para Ci
- Enfoque
- Finanzas
- Clientes
- Procesos internos
- Innovación y aprendizaje
- Gestión de Incidencias

ITIL [39]

- Gestión de la Configuración
- Gestión de Cambios
- Gestión de Problemas
- Gestión Financiera
- Gestión de la Capacidad
- Gestión de la Continuidad
- Gestión de la Disponibilidad.
- Requisitos para la gestión de un sistema.
- Implantación y planificación de Gestión de Servicios.
- Planificación e implantación de servicios nuevos o modificados.
- Procesos del servicio de entrega.
- Procesos relacionales.
- Procesos de control.
- Procesos de emisión.

ISO/IEC 20000 [40]

- Procesos del servicio de entrega.
- Procesos relacionales.
- Procesos de control.
- Procesos de emisión.

TICKIT [41]

- Dirección para los clientes sistema de gerencia.
- Dirección para los proveedores.
- Dirección para los auditores.
- Dirección a los interventores.
- Requisitos del sistema de gerencia de la calidad del software.
- Análisis de Requerimientos

TSP [42]

- Diseño
- Programación
- Pruebas
- Implantación
- Mantenimiento
- Verificación

PSM [17]

- Validación
- Diseño
- Gestión de planificación

**Fuente:** Autores

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 sobresale 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.

### **Metodología**

La investigación a realizarse es de tipo heurística, hermenéutica y descriptiva con el fin de extraer de las unidades de análisis del material documental, los datos pertinentes y someterlos a un proceso de revisión, reseña y descripción. Según Olga Lucía Londoño Palacio [43] heurística significa descubrir, encontrar e indagar en documentos o fuentes históricas para explicar, traducir e interpretar las relaciones existentes entre un hecho y el contexto en el que acontece.

Para realizar el siguiente trabajo se han denominado diferentes etapas que se centrarán en la evaluación de calidad de las metodologías en aplicaciones Web, las cuales son:

1. Investigación bibliográfica de trabajos que correspondan con estudios similares desarrollados en el mismo campo (métricas de calidad para el desarrollo Web)
2. Determinación y procesamiento de datos recopilados de las diferentes normas estándares y métodos hallados.
3. Establecimiento de análisis comparativo por las diferentes métricas que estén vinculadas estrechamente con el desarrollo en aplicaciones Web.
4. Análisis de los datos obtenidos y elaboración de resultados.
5. Investigación de campo aplicada a las cinco empresas dedicadas al desarrollo de software de la ciudad de Machala, provincia de El Oro.
6. Elaboración de la discusión y conclusiones sobre las métricas de calidad en el desarrollo de aplicaciones Web.

## Resultados

En las empresas de carácter global se ve imprescindible el uso de las aplicaciones Web, el reconocimiento en los medios informáticos (Internet) ha adquirido gran importancia. Con 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 incrementen 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.

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 páginas sencillas con contenido estático a dinámicas, 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 6).

**Tabla 6.** Revisión de la literatura sobre calidad Web

INVESTIGACIONES	AÑO	FACTORES CONSIDERADOS
Barron. [44]	1998	Gráficos, Texto, Vínculos, Tamaño del sitio, Longitud, Multimedia
Olsina[45]	1999	Funcionalidad, Usabilidad, Eficiencia, Fiabilidad del sitio.
Misic y Johnson [46]	1999	Información de contacto, Velocidad, Funcionalidad, Navegabilidad, Facilidad de volver al inicio, Actualidad, Vocabulario, Color, Estilo.
Levine[47]	1999	Rapidez de descarga, Interactividad, Actualidad de contenido
Bauer y Scharl[48]	2000	Contenido, Interactividad, Navegación.
Huizingh [49]	2000	Contenido y Diseño.
Liu y Arnett[50]	2000	Capacidad de aprendizaje, Diversión, Calidad del sistema, Uso del sistema.
Buenadicha[51]	2001	Accesibilidad, Velocidad, Navegabilidad y Contenido.
Ranganathan y Ganapathy <b>Fuente especificada no válida.</b>	2001	Contenido informativo, Diseño, Seguridad y Privacidad.
Aladwani y Palvia[52]	2007	Contenido específico, Calidad de contenido, Adecuación tecnológica, Apariencia.

Palmer [53]	2010	Velocidad de acceso, Navegación, Interactividad, Sensibilidad, Contenido informativo.
Cao et al. [54]	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 representa un problema pues no se encuentran normas establecidas para ser aplicados, esto lleva a creer que, a diferencia de las aplicaciones de escritorio, las páginas de Internet contemplan aspectos variantes.

A continuación, se muestra una tabla donde se relacionan los modelos o normas de calidad con las métricas que presentan dichos modelos, cabe recalcar que estas métricas no están enfocadas específicamente a las aplicaciones Web:

**Tabla 7.** Abreviaturas otorgadas a las diferentes normas, estándares y modelos de calidad

Abreviaturas de los modelo y normas de calidad	
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

**Tabla 8.** Comparativa de las métricas comunes entre las normas, estándares y métodos de calidad.

Características de calidad	MC	B	S	F	D	C	ISO 9126	ISO 25010	Total
Facilidad de uso	X			X	X		X	X	5
Integridad	X		X						2
Corrección	X		X						2
Confiabilidad	X	X		X	X		X	X	6
Eficiencia	X	X			X		X	X	5
Facilidad de mantenimiento	X		X		X	X	X	X	6
Facilidad de prueba	X	X							2
Flexibilidad	X								1
Facilidad de reutilización	X		X			X			3
Interoperabilidad	X								1
Portabilidad	X	X			X		X	X	5

Ingeniería Humana	X							1
Fácil de entender	X	X						2
Fácil de modificar	X							1
Funcionalidad			X	X	X	X	X	5
Performance			X					1
Facilidad del soporte			X					1
Ambigüedad		X						1
Trazabilidad		X						1
Estructura/ Arquitectura		X						1
Documentación		X						1
Conformidad					X			1

**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.

### **Métricas de calidad en las aplicaciones Web**

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 ReviewTool, 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, esta característica internamente permite la ayuda al usuario a 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 que otorga al usuario conocimiento de una empresa u organización; por ello, toda 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 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, sobretodo 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 como la capacidad de un producto software de satisfacer los requerimientos funcionales establecidos y las necesidades implícitas de los usuarios.

Por su parte la 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 esta 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 con la que una aplicación proporciona, sin errores, 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 ven tan afectadas por este aspecto a diferencia de otros productos informáticos.

### **Caso de estudio**

#### **Selección de un área piloto de estudio**

La investigación de campo está enfocada en la ciudad de Machala, 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 esta ciudad las empresas dedicadas al desarrollo de software son cinco; 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. A continuación, las empresas:

**Tabla 9.** Dirección de las empresas

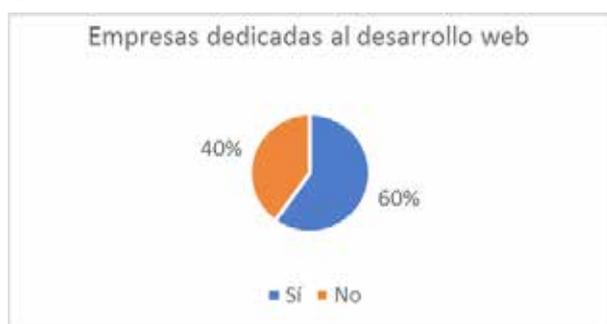
Empresa	Dirección
SofAdconCía.Ltda	Av. Bolívar Madero Vargas
Ecuasis	Arízaga y 10ma D Este
Ofsercont S. A	Cdla. La Aurora, calle Ceibos entre 3ra y 4ta Este.
PagupaSoft	Av. Bolívar Madero Vargas 2106 entre 29ava y 30ava oeste.
Ole Sistemas	Km ½ vía Pasaje

Fuente: Autores

### Análisis estadístico

En este punto se procedió a recolectar de manera sistemática los datos mediante la aplicación de las entrevistas y encuestas con preguntas claves que están directamente relacionadas con las métricas de calidad, luego de eso se procedió a tabular los resultados obtenidos.

### Empresas de desarrollo web en la ciudad de Machala



**Ilustración 1** Empresas dedicadas al desarrollo de aplicaciones Web

Mediante los datos obtenidos se pudo corroborar que tres de las cinco empresas desarrolladoras de software, es decir un 60% se dedican al desarrollo de aplicaciones Web en la ciudad de Machala.

### Calidad Web aplicada en la ciudad de Machala



**Ilustración 2.** Empresas que aplican métricas de calidad

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 Softwares ofrecen una supuesta calidad en sus productos Web.

### Métricas aplicadas a las empresas de desarrollo

**Tabla 10.** Características según ISO/EC 9126

Características según ISO/IEC 9126	Empresas			TOTAL
	E1	E2	E3	
FUNCIONALIDAD	5	5	5	5,0
FIABILIDAD	4	5	5	4,7
USABILIDAD	5	5	5	5,0
EFICIENCIA	4	5	5	4,7
MANTENIBILIDAD	4	5	5	4,7
PORTABILIDAD	1	1	1	1,0

Fuente: Autores

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, es entonces que 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 11.** Características según revisión bibliográfica en base a la Web

Características según revisión bibliográfica en base a la Web	Empresas			TOTAL
	E1	E2	E3	
CONTENIDO	5	5	5	5,0
VISIBILIDAD	4	4	4	4,0
VELOCIDAD	5	5	5	5,0
NAVEGABILIDAD	5	5	5	5,0
INTERACTIVIDAD	5	5	4	4,7
DISEÑO	5	5	4	4,7
ACCESIBILIDAD	4	4	5	4,3

**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.

### Discusión

La calidad en los sistemas de información es cada vez más requerida por empresas que solicitan productos de software, esta calidad está sujeta a diversos criterios que se han desarrollado muy tempranamente en el surgimiento del software, siendo la Organización Internacional de la Información la más conocida en la regulación de calidad en diferentes campos, así como también los estándares IEEE y varios modelos de calidad que aportan medidas de regulación en las empresas de desarrollo de software.

Estas regulaciones de calidad (ISO y modelos) son cada vez más eficientes y ofrecen cambios al mismo tiempo que la tecnología se desarrolla. 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.

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. Esta norma no está dirigida precisamente a las aplicaciones Web sino más bien a los de escritorio, pero al ser estas de carácter flexibles se puede prescindir de ciertos aspectos como son la Portabilidad, característica que hacer referencia al sistema operativo usado para instalar la aplicación y el grado de facilidad que tiene su instalador, puesto que las aplicaciones Web se encuentran almacenadas en servidores y su medio de acceso es un navegador común que se puede obtener en la red.

En la investigación se evidencia que la calidad en la ciudad de Machala está en aumento y tiene gran acogida en las empresas de desarrollo con un 60% de adopción, así mismo las empresas no solo han implementado calidad enfocada al producto, también se pudo apreciar un cierto conocimiento e interés en aplicar normas para regular el proceso por el cual pasa el desarrollo de un 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 investi-

gaciones, 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.

### Conclusiones

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

- 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.
- Existen diversos modelos y normas que establecen métricas de calidad para la evaluación del producto, sin embargo, en la actualidad se considera factible aplicar la norma ISO/IEC 25000 debido a que abarca la norma ISO/IEC 9126, que describe las particularidades de un modelo de calidad del producto de software e ISO/IEC 14598 que abordaba el proceso de evaluación de producto de software.
- 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.

### Referencias

- [1] N. Bevan, «Quality in use: Meeting user needs for quality,» *Journal of Systems and Software*, vol. 49, n° 1, pp. 89-96, 1999.
- [2] R. Pressman, *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*, Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 2002.
- [3] C. C. Y. M. Julio Córdoba, «Modelo de Calidad para Portales Bancarios,» 2007. [En línea]. Available: <http://www.dlsi.ua.es/~ccachero/papers/clei07.pdf>. [Último acceso: 31 10 2016].
- [4] S. Luján Mora, *Programación de aplicaciones web: Historia, Principios básicos y Clientes web*, Madrid: Club Universitario, 2002.
- [5] M. Carles, *Desarrollo de aplicaciones Web*, Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya, 2004.
- [6] R. M. Caivano y L. N. Villoria, *Aplicaciones web 2.0*, México: Euvim, 2009.
- [7] F. Berzal y J. F. Cortijo, *Desarrollo Profesional de Aplicaciones Web con ASP.NET*, México: iKor Consulting, 2010.
- [8] J. Niño, *Aplicaciones web*, Madrid: Editex, S. A., 2010.
- [9] M. L. Garzón, E. Leyva, J. Prieto y M. d. I. Á. Sampalo, *Informática. Temario A. Volumen IV. Profesores de Educación*, Madrid: Mad, L.S., 2003.
- [10] P. Leteller, «Procesos de desarrollo de Software,» Madrid, 2004.
- [11] C. L. Olalde, «Calidad de software: Procesos, Arquitectura,» <http://www.cimat.mx/>, Jalisco, 2007.
- [12] S. J. C. Tomalá, «“Métricas de Calidad de los Sistemas de Información-aplicación en la Certificación de Calidad de un Sistema de un empresa del sector hidrocarburífero”,» *Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil*, 2009.
- [13] J. H. Corrochano, «La calidad del Producto de software,» *AtSistemas*, Madrid, 2013.
- [14] H. F. A. Jimenez, «Modelos de Ciclo de Vida de Desarrollo de Software en el Contexto de,» 2002.
- [15] F. Berzal, «El ciclo de vida de un sistema de informacion,» *Universidad de los Andes, Bogotá*, 2005.
- [16] J. s. F. Urbalejo, «IMPLEMENTACIÓN Y DEBUGGING: ciclo de vida de software,» 2014.
- [17] F. Scalone, «Estudio comparativo de los modelos y estándares de calidad del software,» *Buenos Aires*, 2006.
- [18] J. H. B. L., «Proceso de control de calidad en el software,» *Sevilla*, 2002.
- [19] A. d. Antonio, «GESTIÓN, CONTROL Y GARANTÍA DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE,» 2005.
- [20] L. D. Nicanor, «Evaluación de la Calidad en Sistemas de Información en Internet,» *CDMX*, 2003.
- [21] S. Abrahão, «Calidad de Sistemas de Información Web,» 2005.
- [22] W. Siabato, «Métricas aplicadas a los modelos de calidad: caso de uso en los SIG,» 2008.
- [23] C. A. L. García, «GUIA TECNICA PARA EVALUACION DE SOFTWARE,» *Saramago*, 2005.

- [24] J. Garzas, «Cómo sobrevivir a la planificación de un proyecto ágil. Vol1,» Editorial Ra-Ma, CDMX, 2012.
- [25] R. Pérez, «Modelo de especificación de calidad para sitios web universitarios (MOSCAWEB),» Universidad Nacional Abierta, Valencia, 2007.
- [26] H. Solano y I. Torres, «Análisis de Frameworks para el desarrollo de aplicaciones móviles en la plataforma Android,» Universidad del Azuay, Cuenca, 2013.
- [27] A. Belcastro, «Requerimientos de calidad de sitios web destinado a servicios de catering,» UNPSJB, 2004.
- [28] A. F. M. Antonieta, «Calidad en la Industria del Software. La Norma ISO-9126,» [En línea]. Available: [http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2737/0053L864e\\_anexo.pdf;jsessionid=100EEC63209DE5FB81E20574D70B-2BAB?sequence=2](http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2737/0053L864e_anexo.pdf;jsessionid=100EEC63209DE5FB81E20574D70B-2BAB?sequence=2). [Último acceso: 29 10 2016].
- [29] ISO, «ISO25000,» [En línea]. Available: <http://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>. [Último acceso: 30 30 2016].
- [30] M. Beth, M. Konrad y S. Shrum, CMMI, Pearson Educación, 2009.
- [31] A. Alarcón, J. González y R. Sandra, «Guía para pyes desarrolladoras de software, basada en la norma ISO/IEC 15504,» 2011.
- [32] A. Gallegos y P. Ortiz, «Elaboración del estándar de aplicación de la norma ISO/IEC 12207, al desarrollo de aplicaciones de software para la Utic de la ESPE,» 2011.
- [33] ISO, «ISO/IEC 29110-4-1,» 2011.
- [34] W. Humphrey, «The Personal Software Proces (PSP),» 2000.
- [35] Project Management Institute, Inc., Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, 2013.
- [36] S. Guardati y A. Ponce, «Guía de pruebas de software para MoProSoft,» 2011.
- [37] ISO, «ISO 9001: 2015,» 2015.
- [38] D. Ibañez, «Implantación de directrices ITIL en un Departamento de Soporte y Operaciones de una empresa,» 2012.
- [39] ITIL Foundation, «ITIL V3,» [En línea]. Available: <http://itilv3.osiatis.es/itil.php>.
- [40] AENOR, ISO/IEC 20000 Guía completa de aplicación para la gestión de los servicios de tecnologías de la información, Mdrid: AENOR, 2009.
- [41] UKAS Accreditation, «Use of TickIT as the Benchmark for Software,» 1999.
- [42] W. Humphrey, «The Team Software Process (TSP),» 2000.
- [43] O. L. L. Palacios, «GUÍA PARA CONSTRUIR ESTADOS DEL ARTE,» Bogotá, 2014.
- [44] A. Barrom, B. Tompkins y D. Tai, «Design guidelines for the World Wide Web,» 1998.
- [45] L. Olsina, D. Godoy, G. Lafuente y G. Rossi, «Specifying quality characteristics and attributes for websites,» First ICSE Worksshop on Web Engeering, 1999.
- [46] M. Misisic y K. Johson, «Benchmarking: a tool for web site evaluation and improvement,» Internet Research, 1999.
- [47] G. Levine, «10 steps to building a successful web site,» Bobbin, 1999.
- [48] C. Bauer y A. Scharl, «“Quantitative evaluation of web site content and structure”,» Internet Research: Electronic Networking Applications and Policy, 2000.
- [49] H. E.K.R.E, «“The content design of web sites: an empirical study”,» Information & Management, 2000.
- [50] C. Liu y K. Arnett, «Exploring the factor associated with the web site success in the contexto f electronic commerce,» Information & Management, 2000.
- [51] M. Buenadicha, A. Chamorro, F. Miranda y O. González, «A new web assessment index: spanish universities analysis”,» Internet Research: Electronic Networking Applications and Policy, 2001.
- [52] A. Aladwani y P. Palvia, «“Developing and validating an instrument for measuring user-perceived web quality”,» Information & Management, 2002.
- [53] J. Palmer, «“Web site usability, design and performance metrics”,» Information Systems Research, 2002.
- [54] M. Cao, Q. Zhang y J. Seydel, « “B2C e-commerce web site quality: an empirical examination”,» 2005.
- [55] W. Delone y E. McLean, «Information systems success: the quest for the dependent variable,» Information Systems Research, 1992.