

/03/

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE CONTROL BIOMÉTRICO BASADO EN LA NORMA ISO/IEC 9126-2 Y 9126-3

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF A BIOMETRIC CONTROL SYSTEM BASED ON ISO / IEC 9126-2 AND 9126-3

Susana Gabriela Patiño Rosado

Docente, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas, (Ecuador)

E-mail: susana.patino@pucese.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5405-5224>

Erika Paola Reina Guña

Ingeniera en Sistemas Informáticos, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
(Ecuador)

E-mail: ereina2804@gmail.com

Recepción: 19/06/2018 Aceptación: 21/11/2018. Publicación: 28/12/2018

Citación sugerida:

Patiño Rosado, S. G. y Reina Guña, E. P. (2018). Evaluación de la eficiencia de un sistema de control biométrico basado en la norma iso/iec 9126-2 y 9126-3. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 7(4), pp.60-75. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2018.62.60-75>

RESUMEN

El presente artículo analiza y determina las métricas de eficiencia interna y externa de la norma ISO/IEC 9126-2 y 9126-3 aplicadas a un sistema de control biométrico. Se exponen las especificaciones de cada métrica para obtener los resultados deseados. Estos resultados se valoran de acuerdo con los niveles de puntuación que corresponden al grado de eficiencia que posee cada una de las subcaracterísticas y así se logró detectar un déficit de eficiencia del 5% y un cumplimiento del 95%.

ABSTRACT

This paper analyzes and determinates the metrics of internal and external efficiency of ISO/IEC standard 9126-2 and 9126-3 applied into a biometric control system. It exposes the specifications of each metric to obtain the expected results. These results are valued according with the scoring levels that corresponds to the efficiency grade that sub-characteristics have, and that is how it has been able to detect a low level of efficiency about 5% approximately and a rate of 95% that achieves the goal.

PALABRAS CLAVE

Calidad de software, Métricas de eficiencia interna, Métricas de eficiencia externa, Norma ISO/IEC 9126-2, Norma ISO/IEC 9126-3.

KEYWORDS

Software quality, Metrics of internal efficiency, Metrics of external efficiency, ISO/IEC standard 9126-2, ISO/IEC standard 9126-3.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad ser competitivo es lo que diferencia a cada individuo, de igual manera ocurre con los productos o servicios de diversa índole, debido a que la calidad es un factor diferenciador al momento de ser adquiridos (León, 2009).

Igualmente, en el desarrollo de producto de software la calidad adquirida debe representar el cumplimiento de los requerimientos de los usuarios. Asimismo, existen diversas definiciones de calidad en todas las ramas de estudio, propuestas desde puntos de vista basados en experiencias de campo, pero todas enmarcando el sentido innato de transformar las necesidades futuras del cliente en características medibles (Duque, 2005).

Por lo tanto, el software al ser un producto se encuentra subyugado a la medición de su calidad. Sin embargo los diferentes paradigmas con respecto al tema, consideran que la calidad debe ser abordada al finalizar el código, pero esto se ha ido moldeando con el tiempo puesto que la calidad debe ser un proceso que se administra durante el desarrollo del software (Pressman, 2010).

Sin embargo, el modelo de calidad del producto software presentado en la norma ISO/IEC 9126, divide a la calidad del software en tres partes: calidad interna, externa y en uso; en las cuales se comprenden características relacionadas entre sí (Durán, Peinado y Rosado, 2015).

La ISO/IEC 9126-2: comprende las métricas externas, provee ciertos factores que logran cuantificar mediante los seis atributos que tiene la norma, el proceder del sistema dentro de un computador por medio de software. Estos factores permiten a los verificadores, usuarios, desarrolladores y evaluadores determinar la calidad del software mientras está en funcionamiento (Acosta, Espinal y Garcia, 2017).

Por otro lado, la ISO/IEC 9126-3 (métricas internas): permite evaluar la calidad del software a través de los inconvenientes que salen a flote antes de la puesta en producción, además utiliza elementos cuantificables que son parte de la arquitectura del software como líneas de código, flujos de procesos, gráficos, etc. (Acosta, *et al.*, 2017).

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la característica eficiencia tanto para la calidad interna como externa, mediante la medición de las métricas que describen el comportamiento temporal y la utilización de los recursos del sistema especificadas en la norma ISO/IEC 9126-2 y 9126-3.

2. DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN

La evaluación se realizó a un sistema biométrico que permite automatizar el registro de asistencia mediante la huella dactilar, así como la administración de solicitudes de permisos y vacaciones de los empleados evitando la impostura de identidad.

El sistema está desarrollado en el lenguaje de programación Java con entorno Netbeans, se utilizó el framework Java Server faces con la herramienta del framework Primefaces, Ireport y JasperReports para la creación de reportes. Para el almacenamiento de los datos se utilizó la base de datos PostgreSQL y Glassfish como servidor web.

El sistema está diseñado en una arquitectura Cliente-Servidor debido a que las tareas son distribuidas entre el cliente y los servidores en una conexión de área local. En la Figura 1 se observa la arquitectura del sistema que consiste en: un lector de huellas dactilares de marca *digitalPersona* utilizado por el empleado para el registro de la huella, los datos son enviados al sistema alojado en el computador personal del cliente, posteriormente la aplicación realiza la petición al servidor web con Windows server 2012 y a través de un switch se conecta al sistema gestor de base de datos PostgreSQL almacenado otro servidor Windows server 2012.

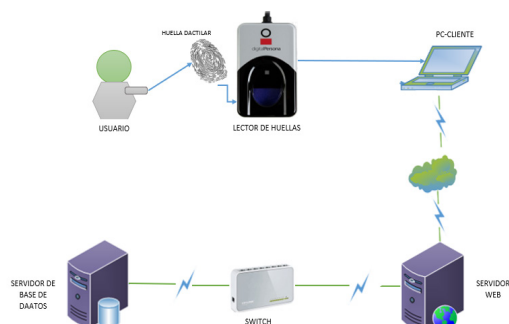


Figura 1. Funcionamiento del sistema biométrico. **Elaboración:** propia.

La aplicación está diseñada en tres capas, en la Figura 2 se divisa la Capa de Presentación, Capa de Negocio y Capa de Acceso a Datos, empleando el patrón de diseño Modelo Vista Controlador en la capa de presentación, las sentencias HQL y extensiones .jar en la capa de negocios y finalmente en la capa de acceso a datos HIBERNATE para el mapeo de los datos.

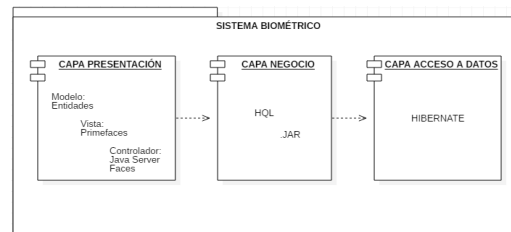


Figura 2. Capas del sistema biométrico. **Elaboración:** propia.

El sistema cuenta con tres módulos. El Módulo de Gestión de Información del Trabajador consta de: gestión de datos personales, reintegro de datos del trabajador, traslado de personal de un departamento a otro, notificación de felicitación de cumpleaños al correo de cada trabajador. El Módulo de Control permite el registro de información biométrica del trabajador, registro de la hora ingreso y salida del trabajador, generación de atrasos del trabajador, generación de días de vacaciones de los trabajadores, gestión de solicitudes de vacaciones de los trabajadores, gestión de calendario de días no laborables y gestión de permisos por departamento siendo validado por talento humano y gestión de grupos de horarios laborables. En el módulo de reportes se encuentra la nómina de trabajador clasificada por departamento, reporte de quienes no están afiliados al seguro social, reporte de asistencia por departamento, reportes de vacaciones gozadas, por gozar y saldos y reporte de vacaciones acumuladas.

3. METODOLOGÍA

La ISO 9126 define un modelo para calidad tanto interna como externa y los categoriza en 6 características: funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad. Estas características están subdivididas en sub características que pueden ser medidas por métricas internas o externas.

Para desarrollar el proyecto se escogió como única característica de evaluación a la eficiencia, tanto para la calidad interna como externa. Para ser medida se determinó como base las dos sub características comportamiento temporal y utilización de los recursos del sistema especificadas en la norma ISO/IEC 9126-2 y 9126-3.

3.1. EFICIENCIA COMO CARACTERÍSTICA DE CALIDAD A EVALUAR

En el reconocimiento biométrico es necesario acceder a la base de datos, previamente preparada, para lograr dar paso a la autenticación de una persona, en este sentido mejorar la eficiencia de los accesos es fundamental a medida que trasciende la tecnología, puesto que es demandante el rendimiento y la seguridad en tiempo real, la mejora de la eficiencia constantemente es requerida, comenzando por la evaluación de la misma en la versión del software establecido. En conclusión, es posible identificar que la eficiencia de las aplicaciones en tiempo real es un aspecto clave en la actualidad (Etchart, Alvez, y Benedetto, 2013).

De acuerdo con lo anterior, se determinó la importancia de la característica eficiencia en el sistema de control biométrico, posteriormente se seleccionó cinco requerimientos funcionales que demandan el mayor rendimiento y a los cuales se aplicará las métricas de evaluación: ingreso datos del empleado, generación de los días de vacaciones a partir del registro diario, generación de atrasos mediante el registro diario del empleado, generación de asistencia a partir del registro diario del empleado y registro de permisos por tipo.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS SUB CARACTERÍSTICAS Y MÉTRICAS

Tanto para la eficiencia interna como para la externa existen 2 sub características las cuales son:

- **Utilización de Recursos:** En la eficiencia interna se verifica mientras se procesan los métodos en el código fuente y durante las pruebas al sistema en la arquitectura desplegada ejecutando las tareas en caliente. Se debe considerar que el consumo de recursos al iniciar y culminar una acción no exceda el uso de hardware y software, para lograr optimizar los recursos del sistema.
- **Comportamiento Temporal:** Se determina a través de una respuesta oportuna del sistema mediante el tiempo de procesamiento de los requerimientos. Se debe considerar un rendimiento óptimo dentro del entorno de trabajo.

En la Figura 3. podemos observar que las métricas de evaluación son iguales en su contexto, sin embargo, la forma de medirla está determinada de acuerdo con el ambiente en el que son tratadas.



Figura 3. Sub características y métricas de Eficiencia. **Elaboración:** propia.

Las métricas de Utilización de recursos en la eficiencia externa son:

- **Uso de procesador:** Es fundamental conocer las propiedades de los dispositivos para un correcto procesamiento de la información ya que es recomendable utilizar aquellos que tengan las propiedades iguales o superiores. El valor obtenido en su uso varía, dependiendo de la velocidad de transmisión entre los dispositivos, así como la densidad o velocidad de procesos que se ejecutan en los servidores (Buitrago, Báez, 2017). En este caso, se midió el rendimiento del procesador de la PC cliente al administrar la comunicación entre el lector biométrico y el sistema web partiendo del tipo de procesador y la velocidad de procesamiento. Por lo tanto, se determinó Intel Core I7 como procesador con 2.40 GHz de velocidad de procesamiento.
- **Uso de memoria RAM:** El sistema biométrico requiere un funcionamiento eficaz y efectivo para procesar los datos. Por lo tanto, la capacidad de la memoria RAM debe ser acorde a la cantidad de información tratada para que no colapsen los servidores por una sobrecarga de datos y así tanto la velocidad como el rendimiento del sistema no se vean afectados. La memoria RAM utilizada fue de 4 GB de almacenamiento con una velocidad

de transmisión de 1600 MHz, para un correcto funcionamiento es necesario como mínimo estas especificaciones.

La métrica de comportamiento temporal en la eficiencia externa es:

- **Tiempo de respuesta:** Se determinó el tiempo en que el sistema inicia una acción, la transmisión y la finalización de una tarea específica. Para su medición se utilizó la herramienta web *Bad boy 2.2.5*, la cual permite capturar el tiempo de los procesos elegidos mediante las pruebas al sistema desde la carga permitiendo obtener un informe detallado, así como la captura gráfica de la interfaz de cada prueba realizada. Asimismo se guarda lo efectuado mediante una grabación en caliente (Díaz, Banchoff, Rodriguez y Soria, 2009; Slack, 2011).

Las métricas de Utilización de recursos en la eficiencia interna son:

- **Utilización I/O Densidad de mensaje:** Corresponde al número de bits en mensajes de errores de entrada y salida (Input/Output) cuando se efectúan llamadas al sistema. Para ello se analizó los errores controlados a través del *if/else* diferenciando los casos buenos de los casos excepcionales, es decir; aquellos que han sido previstos desde los requisitos funcionales a evaluar y por ello se ha logrado especificar el camino de la excepción para ser resuelto. Se diagnosticó al código de entrada y salida de datos dentro de los controladores, a través de las sentencias *if/else*, esto se lo realizó de forma manual, debido a que actuaron en el proceso de tareas en la capa de presentación del sistema.
- **Utilización de Memoria Densidad de mensaje:** Corresponde al número de bits en mensajes de errores de memoria cuando se efectúan llamadas al sistema. Por el contrario, se analizó los errores no controlados los cuales no han sido previstos específicamente. Sin embargo, han sido detectados a través de un bloque *try-catch* lo que permite manejar la excepción forjada por código en ejecución. Diversas excepciones pueden ser resueltas en primera instancia a través del bloque *catch*, a pesar de ello la mayoría de veces no ocurre esta situación y lo único que es viable es garantizar que se genere la excepción adecuada. Es importante mencionar que se especificó a través del bloque *try-catch*, el cual está relacionado al lenguaje de programación utilizado y al uso de la memoria RAM.

La métrica de comportamiento temporal en la eficiencia interna es:

- **Tiempo de respuesta:** Se determinó el tiempo transcurrido en que el sistema empezaba a ejecutar una acción, englobando el inicio y el procesamiento de una tarea en específica, a través de un cronómetro (Ortega, 2010).

3.3. ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE PUNTUACIÓN PARA LAS MÉTRICAS

Cada una de las métricas fue interpretada y especificada de acuerdo con las mediciones a través de los criterios presentados en la norma ISO/IEC 9126-2 y 9126-3. En la Tabla 1 se presenta un ejemplo de la especificación formalizada de la métrica Utilización I/O Densidad de mensaje, donde se completó los datos, y se obtuvo como resultado final “el mayor, el mejor” valor que posteriormente se utilizará para determinar si la métrica cumple con el rango objetivo descrito en la Figura 4.

Tabla 1. Datos para Evaluación de métricas de Eficiencia.

Proceso de Evaluación de la Eficiencia	
Característica:	Eficiencia Interna
Subcaracterística:	Utilización de Recursos
Datos de la Métrica	
Nombre:	Utilización I/O Densidad de mensaje
Objetivo:	¿Cuál es la densidad de mensajes relacionado con la utilización de I/O en las líneas de código responsables hacienda llamadas del Sistema?
Método de aplicación:	Contar el número de errores que pertenecen a fallas de I/O, advertencia y comparar al número estimado de líneas de código responsable en llamadas al sistema
Medición, Fórmula y cálculo de datos:	$X=A/B$ <p>A=Número de I/O relacionados con mensajes del error</p> <p>B=Número de líneas de código directamente relacionados con llamadas del sistema</p>
Interpretación de los valores medidos:	El mayor El mejor
Tipo de escala de métrica:	Absoluto
Tipo de Medida:	X=contable/contable A=contable B=contable
Entradas para medición:	Código Fuente
Usuarios Seleccionados:	Diseñadores

Para interpretar los valores medidos, se analiza la sub característica Comportamiento Temporal del Sistema a través de la condición $0 < T$, donde T significa tiempo e indica que mientras más pronto es mejor.

Para la sub característica Utilización de Recursos de la eficiencia interna se realiza mediante la fórmula $A/B = X$, donde A es el número de entrada y salida o número de memoria relacionados con mensajes de error, B es el número de líneas de código del método a analizar, dando X como el recurso contable que mientras mayor sea será mejor (Piedrahita, 2007; Reina, 2017; Durán, *et al.*, 2015). Asimismo, la sub característica Utilización de recursos de la eficiencia externa se establece a través de $0 \leq X$, mientras más pequeño sea el valor será mejor, donde X es el recurso y puede ser: memoria RAM o procesador (Piedrahita, 2007; Reina, 2017; Durán, *et al.*, 2015).

Luego de aplicar las métricas se obtuvo un valor, el cual permite conocer el nivel de eficiencia del sistema utilizando como referencia la norma ISO/IEC 14598-1, la cual nos presenta una escala de valoración en dos categorías: satisfactoria e insatisfactoria, la misma que se subdivide en cuatro categorías: inaceptable, mínimamente aceptable, rango objetivo y excede los requisitos (Vivanco, 2012).

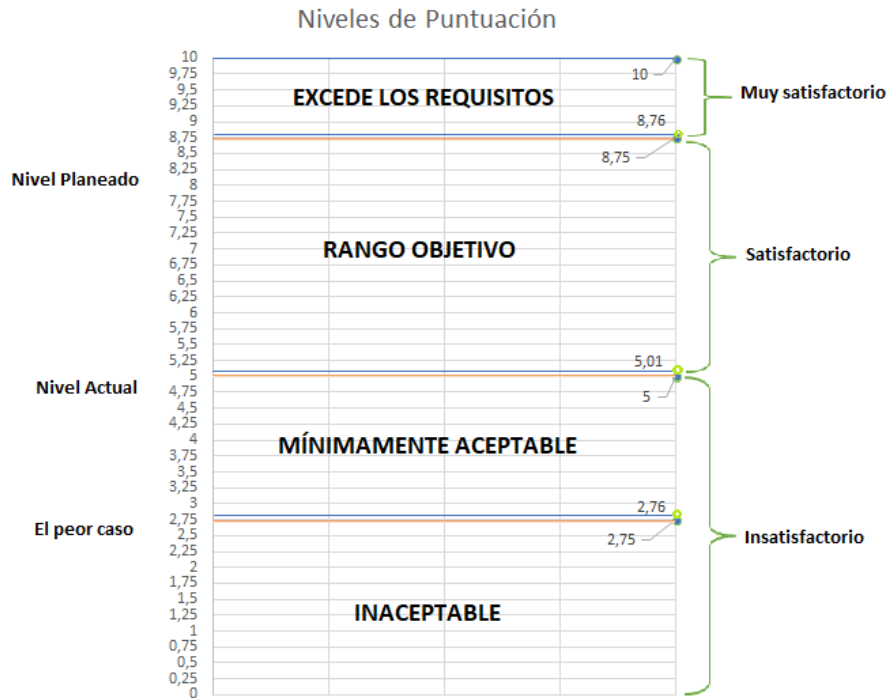


Figura 4. Escala de puntuación para las métricas. **Elaboración:** propia.

En el Figura 4 podemos observar la relación entre datos cuantitativos y cualitativos, establecidos de acuerdo con una escala de medición que plantea el nivel de aceptación de las métricas según el rango al cual pertenecen. Por lo tanto, permite destacar que el nivel “peor caso” se da si los valores obtenidos determinan que el sistema no satisface el mínimo del requerimiento especificado, el nivel “planeado” corresponde a que el sistema es posible con la ayuda de los recursos que dispone, sin ocasionar alteraciones en el mismo y el nivel “actual o inicial” determina que el sistema en producción no se deteriore en la situación presente (Vivanco, 2012).

4. RESULTADOS

Una vez ejecutadas todas las mediciones se pudo constatar los resultados tanto de la eficiencia interna como la externa se realizó el proceso de la siguiente manera para cada una de las subcaracterísticas. Por ejemplo, en la Tabla 2 se visualiza los datos obtenidos de la métrica Utilización de Memoria Densidad de Mensaje de la eficiencia interna, para cada uno de los requisitos funcionales, tomando valores de medición entre 0 a 10. Para este caso se escoge al “mayor” el cual fue Registrar Permisos por Tipo que obtuvo 0.0209 y lo consideramos como 10 en base a la Figura 4.

Tabla 2. Datos de la métrica Utilización de Memoria Densidad de Mensaje. **Elaboración:** propia.

Requerimiento	Utilización de Memoria Densidad de Mensaje	Valor de medición
Ingresar datos del empleado.	0.0086	4.11
Generar los días de vacaciones a partir del registro diario.	0.0059	2.82
Generar atrasos mediante el registro diario del empleado.	0.0054	2.58
Generar asistencia a partir del registro diario del empleado.	0.0048	2.30
Registrar permisos por tipo.	0.0209	10.00
Promedio		4.36

Luego procedemos a verificar si el promedio obtenido de la métrica medida 4.36 se encuentra en el rango objetivo especificado en la Tabla 1. En el ejemplo no se halla en el rango objetivo estableciéndose como mínimamente aceptable es decir insatisfactorio determinando que no se cumple con la percepción de eficiente establecida en la norma ISO/IEC 9126-3. El mismo proceso se realiza con cada una de las métricas, para finalmente obtener un resumen de todos los datos evaluados.

Tabla 3. Resumen de valores de las métricas y ponderación. **Elaboración:** propia.

Característica	Subcaracterística	Métrica	Valor	Ponderación
Eficiencia Interna	Utilización de Recursos	Utilización I/O Densidad de mensaje	6.06	5%
		Utilización de Memoria Densidad de Mensaje	4.36	5%
	Comportamiento Temporal	Tiempo de respuesta	7.00	20%
Eficiencia Externa	Utilización de Recursos	Uso de Memoria	8.45	22.5%
		Uso de Procesador	5.96	22.5%
Comportamiento Temporal		Tiempo de Respuesta	6.44	25%

Además, se realizó un consenso con los interesados del sistema para establecer la ponderación de la medición de acuerdo con el grado de importancia que tiene cada una de las sub características. En la Tabla 3 se determina que a la eficiencia interna le corresponde un 30% distribuidos de la siguiente manera: Utilización de Recursos 10%, Comportamiento Temporal 20%. De igual manera a la eficiencia externa le corresponde un 70% para la Utilización de Recursos 45% y al Comportamiento Temporal 25%.

Finalmente, se distingue un 95% total de cumplimiento de la eficiencia del sistema mientras que un 5% no corresponde al grado de satisfacción requerido, sin embargo, el software es eficiente según lo planteado en la norma ISO/IEC 9126-2 y 9126-3.

5. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se describió un conjunto de actividades que alcanzaron valorar el nivel de eficiencia, permitiendo realizar mediciones que se pueden adaptar a diferentes entornos de evaluación de calidad de un producto software.

Los resultados determinaron que las métricas establecidas en la norma ISO/IEC 9126-2 y 9126-3 logran precisar una correcta evaluación de la característica eficiencia. Además, la eficiencia está relacionada estrechamente con las propiedades de los componentes de los dispositivos utilizados en el sistema informático. Por lo tanto, para

una correcta comunicación entre los componentes es necesario tener propiedades iguales o superiores debido a que las mediciones se lograrán en un entorno normalizado.

Es importante utilizar herramientas tecnológicas para la toma de datos debido a la facilidad en la obtención de los parámetros, así como la agilidad en la generación de resultados del análisis de las métricas. Como resultado del análisis se determinó un nivel de eficiencia del 95% y un faltante de 5%, de acuerdo con la norma utilizada se considera como un producto eficiente.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, N. J., Espinel, L. A. y Garcia, J. L. (2017). Estándares Para La Calidad de Software. *Tecnología Investigación y Academia*, 5(1), pp. 75–84. Recuperado de: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tia/article/view/8388/pdf>

Buitrago-Rodriguez, J. S. y Báez-Sánchez, J. S. (2017). *Sistema de Control de Acceso Basado en el Reconocimiento Biométrico de la Distribución Superficial de las Venas de la Mano* (Trabajo de fin de grado). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11634/10682>

Díaz, F. J., Banchoff Tzancoff, C. M., Rodríguez, A. S., y Soria, V. (2009). Herramientas open source para testing de aplicaciones Web. Evaluación y usos. En *XV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación* (pp. 742-751). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10915/21017>

Duque Oliva, E.J. (2005). Revisión Del Concepto de Calidad Del Servicio y Sus Modelos de Medición. *Innovar*, 15(25) , pp. 64–80. Recuperado de: <http://www3.redalyc.org/articulo.oa?id=81802505>

Durán Sanjuán, Á. J., Peinado Rodríguez, J. L., y Rosado, A. A. (2015). Comparación de dos tecnologías de desarrollo de aplicaciones móviles desde la perspectiva del rendimiento como atributo de calidad. *Scientia Et Technica Año XX*, 20(1), pp. 81-87. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84938609010>

Etchart, G., Alvez, C. y Benedetto, M. (2013). Gestión De Datos Biometricos En Bases De Datos Objeto-Relacionales. En *XV Workshop de investigadores en ciencias de la computación* (pp. 97–101). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10915/27105>

- León, N. E. (2011). Herramienta computacional para la evaluación de calidad de productos software enmarcados en actividades de investigación. *Computational Tool for Assessment of Software Products Under Research Activities*, 2(48) , pp. 93–98. doi:<http://dx.doi.org/10.22517/23447214.1247>
- Ortega Cabrera, E. (2010). Estudio De Aplicabilidad Y Comparativo De Un Modelo De Calidad a Productos De Software Con La Norma Iso/Iec 9126 (Trabajo de fin de grado). Recuperado de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90580/D-83241.pdf>
- Piedrahita Mesa, S. (2007). Construcción de Una Herramienta Para Evaluar La Calidad de Un Producto Software (Trabajo de fin de grado. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10784/2431>
- Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería Del Software. Un Enfoque Práctico* (7 ed.). México D.F., México: Mc Graw Hill.
- Reina Guaña, E. P. (2017). Sistema de Control Biométrico para los Empleados de la “Fundación Amiga” de la ciudad de Esmeraldas, aplicando la norma ISO/IEC 9126-2 y 9126-3 para determinar la eficiencia del Software (Trabajo de fin de grado). Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7348>
- Slack, J. M. (2011). System Testing of Desktop and Web Applications. *Information System Education Journal*, 9(4), p. 68. Recuperado de: <http://isedj.org/2011-9/N3/ISEDJv9n3p68.pdf>
- Vivanco Villamar, A. A. (2012). Evaluación de La Calidad Del Sistema Integrado Para Casas de Valores SICAV de La Bolsa de Valores de Quito Utilizando la Norma ISO/IEC 14598 (Trabajo de fin de grado). Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4329>