

## MODELO DE CALIDAD PARA EVALUAR EL SOFTWARE DESARROLLADO EN EL DEPARTAMENTO TICS DE LA UTMACH

Farez, M.; Vargas, M.; Riofrío, O.

Universidad Técnica de Machala

[mrfarez@utmachala.edu.ec](mailto:mrfarez@utmachala.edu.ec)

### RESUMEN

La presente ponencia busca proponer un modelo de calidad para evaluar el proceso de desarrollo de software, mediante la revisión bibliográfica de autores que contribuyen a buscar el aseguramiento de calidad en los procesos internos de las pequeñas, medianas y grandes empresas desarrolladoras de software, considerando el tiempo de implementación e inversión. La propuesta está dirigida a la Dirección de Tecnologías de Información y Comunicación de la Universidad Técnica de Machala, cuya caracterización se aprecia en las áreas de evaluación establecidas en la norma técnica ISO 12207 desde el ciclo de planificación, desarrollo, mantenimiento y evaluación, lo que destaca la finalidad de las normas técnicas aplicables para efectivizar cada uno de los procesos.

**Palabras clave:** Modelo de calidad, proceso software, evaluación, normas técnicas, aseguramiento de calidad.

### ABSTRACT

The current research proposes a quality model to assess the software development process, through literature review of researchers who contribute to seek quality assurance in the internal processes of small, medium and large software development companies, taking into account the implementation and investment time. The proposal is addressed to the Directorate of Information Technologies of Universidad Técnica de Machala, whose characterization can be seen in the evaluation areas established in ISO 12207 from the planning, development, maintenance and evaluation cycle. This research highlights the purpose of the applicable technical standards to effect each of the processes.

**Keywords:** Quality model, software process, evaluation, technical standards, quality assurance.

### INTRODUCCIÓN

Las exigencias de los procesos internos en las instituciones de cualquier tamaño y sector, conlleva a mejorar los estándares de calidad, para satisfacer a los usuarios internos y externos, el análisis de los paradigmas empresariales incluye la implementación de tecnología donde está inmersa la innovación de hardware y

software, cuyos modelos diseñados son adaptados a las necesidades percibidas en los procedimientos de control y evaluación.

Bajo este contexto las instituciones buscan implementar modelos específicos a sus necesidades, siendo una oportunidad para aquellas empresas dedicadas a desarrollar software con características de calidad, aplicando funciones eficientes y medibles sobre los productos elaborados, los mismos que están basados en estándares internacionales.

Autores como Pressman (1998) definen a la calidad de software como la “Concordancia con los requisitos 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”, este concepto atribuye a que las unidades empresariales buscan mejorar en herramientas que contribuyan a la gestión del conocimiento desde dimensión de transferencia y aplicación.

Para Juran (1986), la mejora de calidad constituye el proceso de alcanzar niveles de rendimiento satisfaciendo a clientes y monitoreando de manera paralela los productos alcanzados. Éstos criterios referenciados en cuanto a la calidad se puede resumir que no es más que el cumplimiento de las características que el usuario requiere en el desarrollo de software, y en vista de la complejidad que existe en satisfacer al cliente se analiza varios modelos de calidad que permiten aplicar las buenas prácticas de desarrollo de software.

Las empresas para fines de organización y ser competitivos por sus procesos, hacen diseñar modelos de calidad que permitan acoplarse al entorno de trabajo conforme área de responsabilidad; se califica de calidad al diferenciar al producto software como al proceso de desarrollo, donde intervengan las diferentes etapas del software eficientes para evaluar la planificación, el producto, el proceso y la gestión de la calidad del software como la ISO/IEC o IEEE.

El ámbito de aplicación del software es diferenciado conforme se determinan las necesidades, en el ámbito educativo constituye la efectividad en los procedimientos preestablecidos donde interactúan docentes, administrativos, estudiantes, estado, sociedad, los productos habilitantes y de gobernanza que proporciona un buen software, demuestra parte de la calidad educacional.

Este artículo tiene como objetivo proponer un modelo de calidad para evaluar el proceso de desarrollo de software en la Dirección de Tecnologías de Información y Comunicación de la Universidad Técnica de Machala, diseñado mediante la caracterización y análisis comparativo de modelos existentes, considerando los niveles establecidos en la norma técnica ISO 12207 desde el ciclo de planificación, desarrollo, mantenimiento y evaluación, lo que destaca la finalidad de las normas técnicas aplicables en pro de efectivizar los procesos en las diferentes áreas de desarrollo.

Al buscar dentro de la literatura acerca de las características que tiene la calidad durante el proceso de desarrollo de software se encontró con algunos modelos que los países latinoamericanos como México, Brasil, Perú entre otros, están poniendo en práctica modelos de referencia para la calidad de desarrollo de software, los mismo que se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Revisión bibliográfica sobre modelos de calidad para el proceso de desarrollo de software generados desde los modelos de referencia**

Año	Autor	Modelos	Características
1977	Richards y Walters	McCall	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión del producto donde se comprueba cual era la capacidad que tenía al cambio.</li> <li>- Transición del producto permitía evaluar la capacidad de adaptarse a otras plataformas</li> <li>- Operaciones del producto permitía evaluar si el producto cumplía con las características que requería el cliente.</li> </ul>
1978	Barry Boehm	Boehm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muestra factores de calidad estructurados de una forma jerárquica de alto a bajo nivel</li> <li>- Considerando los factores como utilidad general: y estos se subdividen en portabilidad, utilidad percibida, y facilidad de mantenimiento.</li> </ul>
1987	Hewlett-Packard	Furps	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Este modelo incluye la evaluación en cinco factores como la funcionalidad, usabilidad, confiabilidad, desempeño, y soportabilidad.</li> </ul>
1996	R. Geoff Dromey	Dromey	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Este modelo define la calidad en tres aspectos específicos del producto software, conjunto de componentes, propiedades y los atributos mismos del software tales como funcionalidad, fiabilidad, usabilidad.</li> <li>- Derivado del modelo McCall.</li> </ul>
1993	ISO	ISO 15504 - SPICE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realiza la evaluación en base a niveles de madurez de la organización desde el nivel 0 hasta el nivel 5 y dentro de cada nivel analiza una serie de procesos como el de suministro de gestión de planificación de aseguramiento de la calidad, etc. Y además está alineado a las metodologías ágiles SCRUM y XP.</li> </ul>
2003	Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México	Moprosft (Modelo de procesos para la industria de software)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creado en la ciudad de México explícitamente para evaluar a calidad en las empresas desarrolladoras de software y está dividido en tres categorías de alta Dirección, gestión y de operación y cada categoría subdivida en procesos.</li> <li>- Alta dirección contiene los subprocesos de gestión de negocio</li> <li>- La categoría gestión contiene los subprocesos gestión de procesos de proyectos y recursos humanos.</li> <li>- La categoría operación está dividida en administración de proyectos, desarrollo y mantenimiento software.</li> </ul>
2008	ISO	12207	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esta norma define el proceso del ciclo de vida del software, desde los procesos principales de apoyo y organizativos del ciclo de vida del software, se puede aplicar al desarrollo, operación, adquisición y mantenimiento de productos software.</li> </ul>

La caracterización efectuada en la tabla 1 permite observar que cada modelo o estándar se desarrolló con enfoque al aseguramiento de la calidad de software, su fin común es dividir la evaluación en criterios o factores en sinergia a los productos y procesos del software.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de la presente investigación descriptiva, se construye cuadros comparativos sobre los modelos aplicados al proceso de desarrollo de software y estandarizados en la norma técnica de calidad ISO-12207; además de la revisión bibliográfica de artículos científicos referentes a criterios de autores sobre el tema investigado, los mismos que permiten exponer la propuesta de un modelo específico para evaluar las buenas prácticas en el proceso de desarrollo de software cuyas características se adaptan a la Dirección de Tecnologías de Información y Comunicación de la Universidad Técnica de Machala.

La propuesta esta inmersas a procesos *principales* del ciclo de vida del software, dentro de sus etapas de desarrollo, operación y mantenimiento, como tambien a los de *apoyo* como la documentación, verificación, validación y solución de problemas, sin dejar de omitir el aseguramiento de la calidad en su ejecución; y en los procesos *organizativos* que incluye etapas de gestión, reutilización y mejora.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

**Tabla 2. Análisis comparativo sobre los modelos y estándares de calidad para el proceso de desarrollo de software**

Modelo	Categorías de procesos	Campo de aplicación recomendado	Ventajas	Limitaciones
ISO 15504	Primarios Soporte Organización	Empresas de la industria de software, basados en la certificación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escala de comparación externa.</li> <li>- Centra sus resultados en la optimización de la productividad.</li> </ul>	<p>Atributos para evaluación complejos y universales.</p> <p>Evaluaciones complejas generan altos costos de inversión.</p>
CMMI	Inicial Repetible Definido Gestionado Optimizado	Evaluación de la madurez de la organización, basados en la certificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se basa en una guía útil para orientar el esfuerzo organizacional.</li> <li>- Garantía basada en la certificación del software.</li> </ul>	<p>Extenso para su aplicación en las pequeñas empresas.</p> <p>Para poder evaluar con CMMI requiere de altos costos de inversión.</p>
MOPROSOFT (Modelo de Procesos para la Industria de Software)	Alta dirección Gestión Operación	Empresas o áreas internas dedicadas al desarrollo y/o	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseñado basándose en normas estandarizadas.</li> </ul>	<p>Evaluación formales constantes.</p>

		mantenimiento de software	- Prevalece la organización basada en proyectos	El tiempo de evaluación del proyecto.
COMPETISOFT (Mejora de procesos para fomentar la competitividad de la pequeña y mediana industria del software)	Alta dirección Gerencia Operación	Micro, Pequeña y/o Mediana empresa del desarrollo de software.	- Estándar para la mejora de los procesos y de la calidad de los productos. - Su aplicación no requiere de cantidad significativas de dinero.	No son adecuados para empresas que se dedican a llevar a cabo proyectos de explotación de información.
ISO 12207	Principales Soporte o Apoyo Organizacionales	Empresas dedicadas a la adquisición de sistemas, productos y servicios software, al suministro, desarrollo, operación y mantenimiento de productos software.	- Dinamiza el entorno de trabajo. - Facilita la comparación entre organizaciones de la misma naturaleza, desde la perspectiva buenas prácticas en el desarrollo del software.	No define cómo o en qué orden se lograrán los propósitos y salidas de los procesos.

Al considerar el análisis comparativo efectuado sobre los modelos y estándares de calidad para el proceso de desarrollo de software ilustrado en la tabla 2, la categoría de procesos que proporciona cada modelo es similar en el contexto de gestión y operación, al observar las Normas ISO 15504; 12207 aplicables, parte de categorías primarias o principales, soporte o apoyo y organizacionales cuyos resultados en las empresas dedicadas a la adquisición de sistemas, desarrollo de software y mantenimiento requieren certificación, independiente del modelo de ciclo de vida, como también de la tecnología utilizada como plataforma.

La categoría principal es una dimensión que contribuye al a mejora de funciones inmersas en proyectos que demuestren el ciclo de vida del software, cuyo modelo de referencia parte de adquisición, suministro, desarrollo, operación y mantenimiento (Acosta, Espinel y García, 2017: 78). En este contexto Acosta et al. (2017) describe la estructura arquitectónica del modelo ISO de la siguiente manera:

- *Adquisición:* define las actividades del contratante. La empresa que adquiere un producto o servicio.
- *Suministro:* define las actividades del proveedor. La empresa que ofrece el producto o servicio.
- *Desarrollo:* define las actividades de los desarrolladores. La organización que define y desarrolla el software.

- *Operación*: define las actividades de los operadores. La organización que presta el servicio de operar los sistemas de información en el ambiente de los usuarios.
- *Mantenimiento*: define las actividades de la organización que presta el servicio de mantener el software, conservándolo actualizado y utilizable.
- *Categoría de soporte y apoyo*: son las actividades que soportan y coordinan el desarrollo y el ciclo de vida. Su función es indispensable, ya que apoya otros procesos cuyas funciones son especializadas.

Acosta et al. (2017) describe la siguiente estructura de análisis:

- *Documentación*: define las actividades requeridas para consignar toda la información producida por los procesos del ciclo de vida.
- *Gestión de la configuración*: incluye actividades de identificación, control, estadística y evaluación de las configuraciones, así como las de la administración de versiones.
- *Aseguramiento de calidad*: define las actividades para asegurar de forma objetiva que los productos de *software* cumplen los requerimientos especificados y si están alineados a los planes establecidos. Las revisiones conjuntas, auditorías, verificación y validación.
- *Verificación*: define las actividades (para el cliente o proveedor) para verificar los productos y servicios de *software*.
- *Validación*: define las actividades (para el cliente o proveedor) para validar los productos de *software* del proyecto de *software*.
- *Revisión conjunta*: proceso para revisiones tanto técnicas como administrativas, para que de esta forma una de las partes evalúe el estado de los productos producidos y las actividades realizadas por la otra parte.
- *Auditoría*: define las actividades para verificar/validar el cumplimiento de los requerimientos, planes y contratos. Este proceso puede ser usado por cualquiera de las dos partes, donde una parte (auditora) audita los productos o actividades de la otra parte (auditada).
- *Resolución de problemas*: define un proceso para analizar y resolver los problemas (incluyendo inconformidades), sin importar su naturaleza u origen, que sean descubiertos durante la ejecución de alguno de los procesos.
- *Proceso de organización*: corresponde al área total de desarrollo del software.
- *Gestión*: proporcionar administración a todos los demás procesos del proyecto, incluyendo administración del producto y administración del proyecto.
- *Infraestructura*: establece y mantiene el *hardware*, *software*, herramientas, técnicas y estándares; necesaria para la ejecución de los otros procesos. Cualquier estándar que sea utilizado un proyecto o por una organización se vuelve parte de la infraestructura.
- *Mejora*: define las actividades que una organización realiza para establecer, medir, controlar y mejorar los procesos de su ciclo de vida.
- *Recursos humanos*: define las actividades para proveer el personal capacitado adecuado.

En referente al modelo de capacidad y madurez para el software CMMI, es junto al ISO 15504 por su estandarización los más implementados especialmente en empresas grandes por el costo de inversión al utilizar un sinnúmero de herramientas conexas, además por el tiempo de ejecución que generalmente es a largo plazo.

El CMMI tiene etapas definidas para el desarrollador de software, así tenemos: etapa Inicial repetible, definido, gestionado, optimizado, cuyas características atributan a un componente reconocido como “constelación”, ya que está integrado para el mejoramiento de la calidad, utilizando la evaluación multidisciplinaria que permite a la industria del software practicas productivas.

El modelo COMPETISOFT (Mejora de procesos para fomentar la competitividad de la pequeña y mediana industria del software), su utilización es característico de empresas dedicadas al desarrollo y/o mantenimiento del software, el mismo que puede ir mejorando sus atributos conforme se efectúa su implementación.

En cuanto a las categorías de COMPETISOFT, guardan sinergia con las ISO 12207 y 15504, así tenemos procesos de alta dirección, Gerencia y Operación que refiere a estrategias de logro, establecimiento de planes de acciones y proyectos enfocados a desarrollar y mantener el software, su agrupación permite que los resultados de una categoría sirvan para la otra.

Al igual que COMPETISOFT, existe otro modelo con categorías similares como es MOPROSOFT (Modelo de Procesos para la Industria de Software), así tenemos alta dirección, gerencia y operación, su aplicación, cuyos resultados pueden ser aplicable a una estandarización para calidad de desarrollo y evaluación en las normas ISO 12207 y 15504 respectivamente (Llaneza, Dapozo, Greiner, y Estayno, 2013).

El relacionar con la normas ISO, nace desde los criterios utilizados para su creación, donde el cliente y usuario se lo reconoce dentro de los roles exógenos de la organización. Sus categorías proporcionan lineamientos con la perspectiva de retroalimentar e “integrar los elementos para la ingeniería de productos de software en un solo marco que incluya los procesos de soporte (verificación, validación, documentación, control de configuración)” (Oktaba, Esquivel, Ramos, Martínez, Osorio, López, & Lemus, 2005:4).

### **Modelo propuesto**

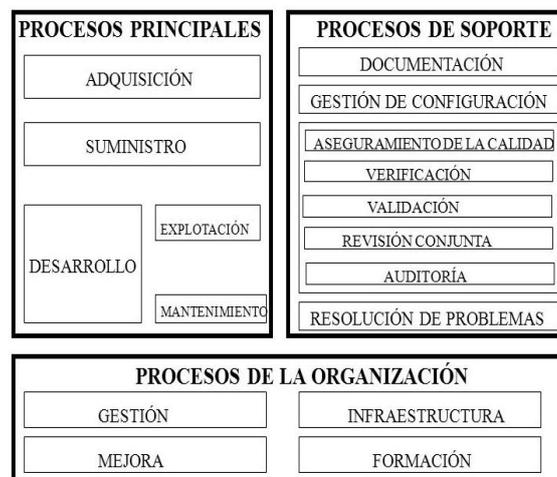
A continuación con la literatura revisada se considera que los modelos de calidad para el proceso de desarrollo de software persiguen un mismo fin y es la mejora continua en sus procedimientos de desarrollo de software, y sobre todo en la aplicación de las buenas prácticas en sinergia con la calidad aseguran la satisfacción del cliente con el producto final desarrollado.

Después de analizar las características sobre los modelos aplicados en el proceso de desarrollo de software se ha tomado en cuenta para la presente investigación la norma ISO 12207 que es la que más se adapta a los procesos de ciclo de vida del desarrollo

de software donde es importante destacar que la calidad de un producto software debe estar evaluado desde su desarrollo.

La norma ISO/IEC 12207:2008 conforme el estándar internacional ISO/IEC 12207 establece un marco común para los procesos del ciclo de vida del software. Aunque, desde el punto de vista de los autores de este artículo, alguno de los procesos de esta Norma guarda relación con la operación y la provisión del servicio al cliente. Al respecto, la norma ISO 12207 tiene las siguientes características:

**Figura 1. Norma ISO 12207**

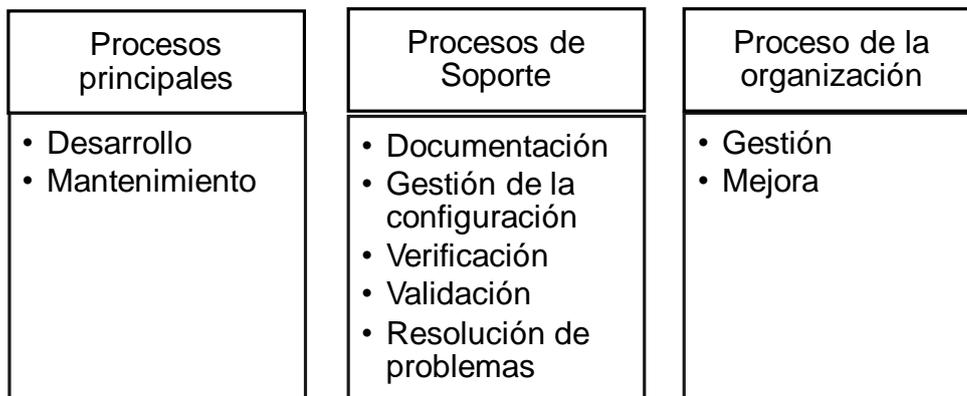


Esta norma contiene un modelo de procesos que se refieren al ciclo de vida del software que son las fundamentales para cubrir las buenas prácticas durante el desarrollo y los términos empleados en cada proceso describen cada una de las actividades que debe responder específicamente y que tareas requiere el modelo para alcanzar la referencia del buen procedimiento en el software desarrollado.

En base a esta estructura de la Norma ISO 12207 se propone un nuevo modelo para evaluar el proceso de calidad de software durante el desarrollo, la aportación en este caso consiste en la adaptación para el Departamento de Tecnologías de Información y comunicación de la Universidad Técnica de Machala en el área de sistemas de información, conociendo además que el departamento cuenta con el área de redes y telecomunicaciones, mantenimiento de equipos informáticos.

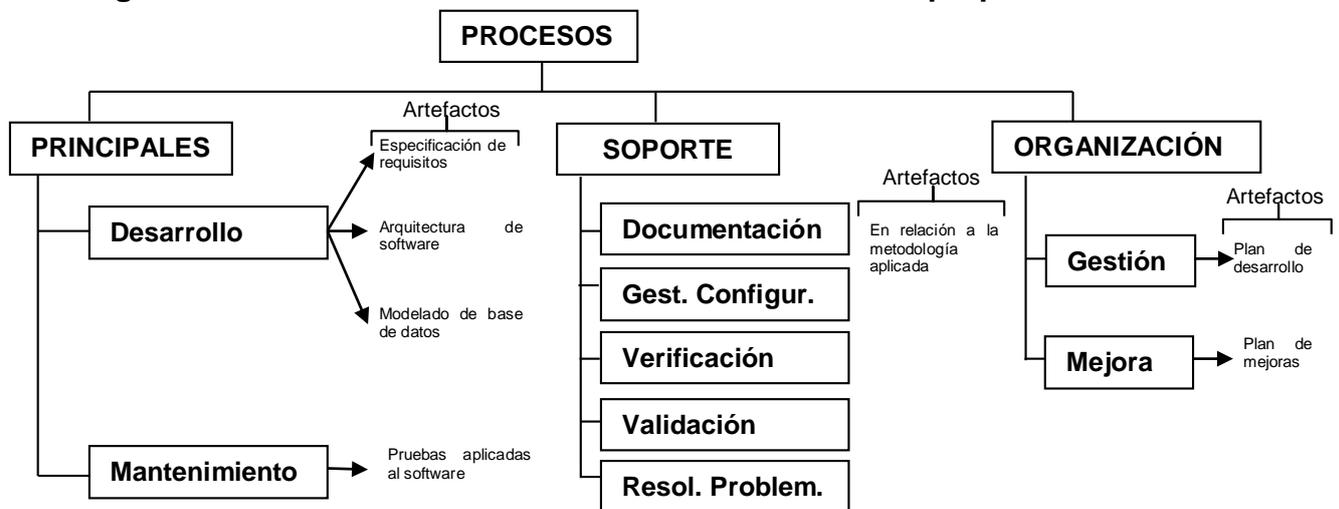
En el modelo propuesto se analiza que dentro de los procesos principales que contiene la norma ISO 12207 se considera la característica de desarrollo, explotación y mantenimiento, dentro de los proceso de soporte se abarcara la tarea de documentación, gestión de configuración, verificación, validación y resolución de problemas, en el proceso de la organización se referirá a la gestión y mejora quedando gráficamente de la siguiente manera como muestra la figura 2.

**Figura 2. Modelo propuesto basado en la Norma ISO 12207**



Al conocer que el Departamento de tecnologías de información y comunicación en el área de sistemas no tiene una metodología de desarrollo específica el modelo permite sugerir los artefactos considerados en cada proceso conociendo además que durante el desarrollo de software el qué va hacer y cómo lo va hacer han sido aspectos esenciales en la mejora del proceso de desarrollo por ello define Glazer (2008) el modelo ISO/IEC 12207 definen buenas prácticas y lo que se espera encontrar en cada proceso, pero en ningún momento indica la forma en que va a realizarlo para ello en la figura 3. Muestra los artefactos requeridos en cada proceso del modelo propuesto.

**Figura 3. Artefactos a evaluar en cada área del modelo propuesto**



## CONCLUSIONES

Al caracterizar las categorías de los modelos de calidad, se considera los criterios técnicos adaptables a mejorar el proceso de evaluación al desarrollo del software, en pequeñas, medianas y grandes empresas, como parte de las buenas prácticas al definir artefactos claves dentro de los procesos principales, de soporte y de gestión, mismos que vinculan el aseguramiento de la calidad de software como propuesta para la Dirección de Tecnologías de Información y Comunicación de la Universidad Técnica de Machala. Para consolidar el proceso investigativo, se sugiere modelar y adaptar

los artefactos propuestos para el desarrollo de software en sus procesos principales, soporte y de gestión, mediante pruebas piloto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, N., Espinel, L. & García, J. (2017). Estándares para la calidad de software. *Tecnología, Investigación y Academia*, 5(1), 75-84.

Chavarría, A., Oré, S. & Pastor, C. (2016). Aseguramiento de la Calidad en el Proceso de Desarrollo de Software utilizando CMMI, TSP y PSP. *RISTI*, 20, 62-77.

Erazo Martínez, J., Florez Gómez, A. & Pino, F. (2016). Generando productos software mantenibles desde el proceso de desarrollo: El modelo de referencia MANTuS. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 24(3), 420-434.

Esponda, S. et al. (2016). Aseguramiento de la calidad en productos, procesos de software y procesos de gestión para la mejora de las sociedades del conocimiento. In *XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.

Gómez, G., Aguilera, A., Ancona, G. & Gómez, O. (2014). Avances en las Mejoras de Procesos Software en las MiPyMEs Desarrolladoras de Software: una revisión sistemática. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 2(4), 262-268.

Gómez, O., Aguilera, A., Gómez, G. & Aguilar, R. (2016). Estudio del Proceso Software Personal (PSP) en un entorno académico. *ReCIBE*, 3(2).

Llaneza, M., Dapozo, G., Greiner, C. & Estayno, M. (2013). Análisis comparativo de modelos de calidad orientado al desarrollo de software en PYMES. In *XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.

Moreno, J., Bolaños, L. & Navia, M. (2010). Exploración de modelos y estándares de calidad para el producto software. *Revista UIS Ingenierías*, 9(1).

Oktaba, H. et al. (2005). Modelo de Procesos para la Industria de Software MoProSoft. Versión 1.3.

Pesado, P. et al. (2015). Normas y Modelos de Calidad para la Mejora de Productos y Procesos de Software, y de Procesos de Gestión. In *XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.

Pino, F., García, F., Ruiz, F. & Piattini, M. (2005). Adaptación de las normas ISO/IEC 12207: 2002 e ISO/IEC 15504: 2003 para la evaluación de la madurez de procesos software en países en desarrollo. *JISBD*, 187-194.

Pino, F., García, F. & Piattini, M. (2006). Revisión sistemática de mejora de procesos software en micro, pequeñas y medianas empresas. *REICIS*, 2(1).