

## **Criterios para la Adaptabilidad de Estándares y Modelos de Procesos de software en PYMES Ecuatorianas**

Sandra P Sánchez.  
Escuela Politécnica Nacional  
[sandra.sanchez@epn.edu.ec](mailto:sandra.sanchez@epn.edu.ec)

### **Resumen**

*El presente trabajo contiene una caracterización de las PYMES de la industria de software ecuatoriana así como un diagnóstico del uso de estándares y procesos de desarrollo. Se proponen criterios para la selección y adaptación de dichos estándares y procesos para la implantación de los mismos en micro, pequeñas y medianas empresas ecuatorianas que desarrollan software. Finalmente, se abordan aspectos para la consolidación de las PYMES del sector software ecuatoriano con miras a la internacionalización del sector a fin de exportar como una marca país centrada en la calidad.*

**Palabras Claves:** *PYMES, procesos de software, estándares de software, criterios de selección de estándares y procesos de software, gestión de proyectos de software, actividades de ingeniería de software.*

### **Abstract**

*The present work contains a characterization of the SMEs of the Ecuadorian software industry as well as an assessment of the use of standards and development processes. Criteria is proposed for the selection and adaptation of such standards and processes in order to deploy them in very small, small and medium Ecuadorian development software companies. Finally, aspects for the consolidation of the Ecuadorian software industry SMEs are addressed. The goal is the internationalization of the industry in order to export with quality.*

**Keywords:** *SME, software processes, software standards, criteria for selection of standards and software processes, software project management, software engineering activities.*

## 1. Introducción

La importancia del desarrollo de software se basa en su capacidad de mejorar la productividad de otros sectores. El software constituye una herramienta decisiva para el aumento de productividad de toda actividad humana, ya que incorpora tecnologías y soluciones para los más diversos tipos de problemas.

La industria de software representa una actividad económica de suma importancia para todos los países del mundo. La producción de software y la prestación de servicios relacionados son actividades económicas cada vez más importantes por ser inyectores para el aumento de productividad del país, más su potencial para generar empleos calificados y divisas por exportaciones. En Ecuador, la industria de software va en aumento progresivamente y tiene un alto potencial de exportación.

El nacimiento de micro, pequeñas y medianas empresas de software ha sido desordenado en Ecuador, por lo que no ha dado lugar en muchos casos a implementar procesos de desarrollo de software adecuados, generando incumplimientos en los cronogramas, insatisfacción del cliente, y una baja calidad en el producto final.

Según estudios existentes, la mayoría de empresas de software ecuatorianas conocen la existencia de estándares y procesos internacionales; sin embargo, en muchos casos utilizan sus propios procesos que los han desarrollado en base a la experiencia acumulada. Para viabilizar que las micro, pequeñas y medianas empresas de la industria de software ecuatoriana utilicen estándares y procesos formales para desarrollo de software que mejoren la calidad de sus productos, es necesario adecuar dichos estándares y procesos a las especificidades de este sector.

La industria ecuatoriana del software, en los últimos diez años ha sufrido un decaimiento, pese a que en los años noventa fue un referente latinoamericano sobretodo en brindar soluciones para el sector financiero y banca. En la actualidad, el software hecho en Ecuador cuenta con un potencial exportador, demostrado en múltiples casos de éxito, que han sido reconocidos en los mercados internacionales.

## 2. Caracterización de las PYMES de la industria de software ecuatoriana [1][2][4][8][9]

Acorde al Sistema Estadístico Comunitario de la Comunidad Andina, las PYMES comprenden a todas

las empresas formales legalmente constituidas y/o registradas ante las autoridades competentes, que llevan registros contables y/o aportan a la seguridad social, comprendidas dentro de los umbrales establecidos para este tipo de empresas.

Las PYMES se clasifican utilizando tres variables principales: personal, valor bruto de ventas anuales, y total de activos. Una micro empresa tiene hasta 9 empleados y hasta \$100,000 tanto en ventas anuales como en activos. Una pequeña empresa tiene entre 10 y 49 empleados, hasta \$1,000,000 en ventas anuales y \$750,000 en activos. Una empresa mediana tiene entre 50 y 99 empleados, y hasta \$2,000,000 tanto en ventas anuales como en activos. Donde, para catalogar una empresa, la variable del valor bruto de ventas anuales prevalece sobre la variable personal.

Acorde a la Superintendencia de Compañías, en el 2011 existían 633 empresas en el sector software ecuatoriano, de las cuales 277 se reportaron como micro empresas, 117 pequeñas empresas, 16 medianas empresas y apenas 7 se consideran grandes empresas. Acorde a esta tendencia, los expertos del sector estiman que al menos el 90% de las empresas desarrolladoras de software correspondan a micro, pequeñas y medianas empresas, esto es, sean MIPYMES.

En cuanto a la distribución geográfica, 49% de las empresas se encuentran en Quito, 37% en Guayaquil, 6% en Cuenca. Por ser una industria de servicios, depende fundamentalmente del talento humano, generando alrededor de 7200 puestos de trabajo, 36% directos, 55% indirectos y 9% a destajo.

Por otro lado, según datos estadísticos publicados por la AESOFT, para el 2011 existían en el país 500 empresas dedicadas a desarrollo de software que facturaron \$250 millones, de las cuales \$32 millones corresponden a exportaciones.

Según datos del Banco Central y del SRI, en los últimos diez años el sector de software ha crecido un 117%. Por ejemplo, en el 2007 el número de empresas registradas era 265 con una facturación de \$130.000.000, lo que evidencia un crecimiento acelerado de la industria. Ver figura 1.

Las ventas nacionales por solución se distribuyen principalmente en los siguientes sectores: 49.9% en finanzas, 11.1% en servicios, 10.1% en telecomunicaciones, 8,8% en distribución y logística, 6% en manufactura.

Las exportaciones por solución se distribuyen principalmente en los siguientes sectores: 92.2% en finanzas, 2.7% en telecomunicaciones, 2.2% en servicios.



Figura 1. Ventas del Sector Software Ecuatoriano  
Fuente: Banco Central del Ecuador [9]

La exportación de software ecuatoriano se inició en los años 70, siendo Latinoamérica y Estados Unidos las principales regiones con las que se mantiene negociaciones, especialmente de productos financieros y de banca. Sin embargo, la potencialidad del sector ha permitido una diversificación y las negociaciones se han extendido a algunos países de Europa y Asia. Sin embargo, de las empresas que exportan, casi el 90% exportan a países en América Latina, donde existe solamente el 3.3% de la demanda internacional.

De acuerdo al SRI y Banco Central, el sector software representó el 0,5% del PIB no petrolero del Ecuador en el 2009, lo cual es bajo comparado con otros países de Latinoamérica.

El mercado objetivo de las empresas de software se lo puede dividir según el tamaño de las mismas. Las empresas desarrolladoras pequeñas, en su mayoría, orientan sus productos a satisfacer las necesidades de pequeñas y medianas empresas de tipo comercial y de servicios. Las empresas medianas producen principalmente software para: empresas industriales grandes, empresas comerciales pequeñas y medianas, empresas de servicio pequeñas, y financieras medianas y grandes. Las empresas grandes venden sus productos a: empresas comerciales e industriales medianas, al gobierno y a financieras grandes.

La industria del software es transversal a todos los sectores productivos y es determinante para lograr competitividad de las empresas, pues tiene la capacidad de asimilar, adaptar y difundir tecnologías existentes.

En el año 2011, este sector de la industria ecuatoriana fue declarado por el gobierno actual como estratégico de la economía nacional. A consecuencia de ello y con

el fin de impulsar la industria del software, es uno de los sectores priorizados por la agenda de transformación productiva.

No obstante, el sector enfrenta dificultades. Es evidente que quien desarrolla software debe adoptar algún mecanismo de creación, por lo cual los estándares y procesos existentes deben ser evaluados, adoptados y adaptados. Las empresas ecuatorianas aún no tienen gran presencia en el mercado internacional ni cubren la demanda local a completa satisfacción de los clientes. Uno de los factores podría estar vinculado a la calidad de sus procesos y productos.

### 3. Diagnóstico del uso de estándares y procesos en las PYMES de la industria de software ecuatoriana [3] [7] [10]

Un estándar de software establece un marco de referencia común al que hace referencia la industria para los procesos, actividades y entregables del ciclo de vida del software.

Se puede decir que los procesos de desarrollo de software comprenden un conjunto de actividades, tanto técnicas como administrativas, que son necesarias para la fabricación de los distintos entregables que forman parte de un producto de software. Los entregables pueden ser programas, repositorios de datos y documentación.

En definitiva, los estándares y procesos de software definen un conjunto de criterios de desarrollo que guían la forma en que se aplica la Ingeniería del Software en un proyecto. El problema es que existen una gran variedad de estándares y procesos posibles.

CATEGORÍA	ALTERNATIVAS
Ciclo de Vida del Software	ISO/IEEE 12207:2008
Calidad y Evaluación de Producto	ISO9126 ISO25000 ISO14598
Calidad y Evaluación de Proceso	ISO9001:2008 ISO9000-3 EFQM
Madurez del Proceso	ISO15504:2003 CMMi IT-Mark COMPETISOFT
Ingeniería de Software	IEEE SESC
Procesos de Software	CASCADA MSF RUP

	XP TSP Light MECPDS MoPRoSoft METRICA v3
Gestión de Proyecto	SCRUM PMBOK

**Tabla 1. Estándares y Procesos de Software**  
Elaborado por: Autora

En el 2003, se realizó un estudio con una muestra de 77 empresas desarrolladoras de software de Quito, Guayaquil y Cuenca. Cuando se les preguntó a las empresas sobre la familiaridad con algunos estándares de calidad, el 94,8% de las empresas dijeron conocer acerca de ISO 9001, el 48% acerca de MSF y el 29,8% acerca de CMM. El 36,3% de las empresas encuestadas utilizan estándares de calidad en el desarrollo de software, de los cuales, sólo el 24,6% corresponde a estándares internacionalmente reconocidos. Un resultado alentador es que, al momento del estudio, el 37,6% de las empresas estaba analizando la posibilidad de implantar algún estándar.

En otro estudio realizado en el 2007, con empresas representativas de Quito y Guayaquil, se determinó que el 41,5% utilizó en sus proyectos el proceso Cascada, el 22% Espiral, el 17.1% MSF, el 7.3% RUP. En cuanto a la duración de los proyectos, el 43% estaba entre 3 y 9 meses, el 30% menos de 3 meses, el 16% más de 12 meses, y el 11% entre 9 y 12 meses. En su mayoría los proyectos duraron y costaron más de lo estimado. La complejidad técnica es media, pero la situación del negocio es difícil.

#### **4. Criterios para la Adaptabilidad de Estándares y Procesos de Software [1] [5] [6] [11]**

La propuesta es definir un conjunto de características compartidas entre la gran variedad de PYMES desarrolladoras de software que existen en el país, que permita unificar criterios para la adaptabilidad de estándares y procesos de software, y así obtener productos de mejor calidad y hacer más competitiva a la industria de producción de software.

Entre las características comunes de las PYMES de la industria de software ecuatoriana tenemos:

**Recursos humanos.** El tamaño de los equipos suele ser pequeño, donde los mismos empleados forman parte de diferentes equipos. No existen especialistas, una misma persona tiene que estar capacitada para realizar diversas actividades del desarrollo de software.

**Aspectos económicos.** Se prioriza la obtención de beneficios a corto que a largo plazo, y se dedican pocos recursos a programas de I+D+i.

**Adopción de estándares y procesos.** Resulta muy costoso para las PYMES desarrollar software a medida para sus clientes con el nivel de detalle que exigen los estándares y procesos formales. Es por ello que se requiere adaptar dichos estándares y procesos a los recursos e idiosincrasia de las PYMES.

**Proyectos.** Los proyectos que ejecutan las PYMES no son de alta complejidad y no llevan mucho tiempo. Se manejan pocos proyectos de manera simultánea. Se consideran proyectos pequeños aquellos que requieren para su desarrollo dos personas, medianos cuatro personas y grandes seis personas. La duración de los proyectos es generalmente de 3 a 9 meses.

**Soluciones.** No se entrega un producto, se provee una solución que genera valor para el cliente.

Tomando en cuenta estas especificidades, los criterios que a tomar en cuenta para seleccionar los estándares a aplicar en un proyecto son: criticalidad de la aplicación, tamaño del equipo, madurez de la PYME, y requerimientos externos. La figura 2 ilustra la aplicación de estos criterios para seleccionar estándares del IEEE SESC. Cabe destacar, que incluso para un proyecto individual se recomienda al menos la adaptación del estándar IEEE 12207.

Adicionalmente a los criterios anteriores, para seleccionar el proceso a utilizar en un proyecto se debe tomar en cuenta: curva de aprendizaje del proceso, disponibilidad de soporte, documentación y herramientas para implantación del proceso, tiempo y presupuesto disponible para el proyecto.

Una vez seleccionado el proceso, éste debe ser adaptado mediante una integración de roles y priorización de actividades, así como la minimización de la cantidad y complejidad de los entregables que conforman el producto, equilibrado con el aseguramiento de la calidad del mismo.

Las actividades y entregables deben cubrir aspectos tanto de gestión del proyecto como del ciclo de vida del software.

En la dimensión de gestión del proyecto, se debe establecer el caso del negocio, planificar, medir, controlar, evaluar y generar lecciones aprendidas. El caso del negocio es fundamental para explicitar el valor al cliente.

En la dimensión de ingeniería de software, se debe incluir la gestión de requerimientos, análisis, arquitectura, diseño, construcción, verificación, validación, documentación, control de la configuración, despliegue.

empresa en el mercado de software son: calificación de la empresa, funcionalidades que ofrece, plataforma tecnológica que utiliza, precios, condiciones de garantía, soporte y mantenimiento.

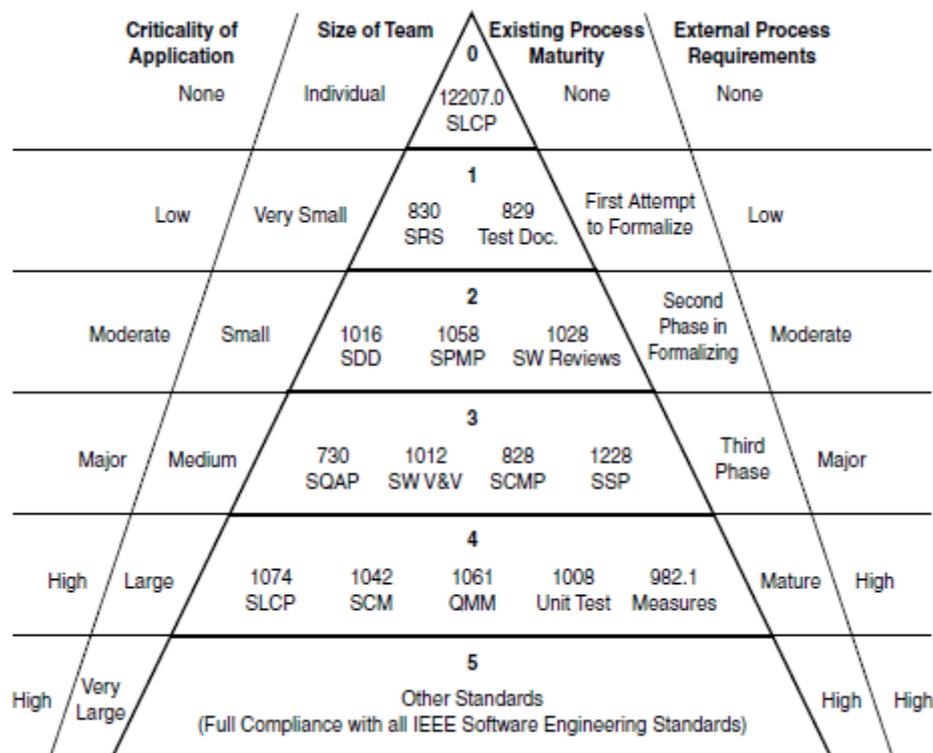


Figura 2. Pirámide de Aplicabilidad de Estándares IEEE  
Fuente: Schmidt M. [11]

## 5. Consolidación de las PYMES de la industria de software ecuatoriana [2] [9]

Exportar software implica varias condiciones básicas que posibilitan abrirse campo, entre ellas, una experiencia nacional probada, esto es, haber logrado colocar productos de calidad en el mercado local, tener clientes satisfechos y relaciones de larga data con los mismos.

La experticia en satisfacer la demanda local da paso a la posibilidad de exportación. Sin embargo, una empresa debe garantizar ciertas condiciones adicionales para poder competir en un mercado internacional. Por ejemplo, la empresa necesita solvencia, estructura adecuada, formalidad en lo legal y lo administrativo-financiero, políticas de derechos de autor, un sistema de gestión de calidad, esquemas de promoción, y un sistema contractual. Algunas condiciones adicionales de elegibilidad de una

En el 2009, el gobierno impulsa el “Proyecto Lanzadera para el Fortalecimiento del Sector Software Ecuatoriano”, que identificó varias áreas de potencial y necesidad para el sector software:

Competitividad PYMES: estandarización, conectividad, incentivos fiscales para el grueso del sector compuesto por empresas PYMES.

I+D+i: agencia técnica de I+D+i que impulse proyectos de esta clase e introduzca mayor investigación y desarrollo que potencie el recurso humano.

Internacionalización: Estrategia clara de internacionalización del sector para lograr iniciativas fuertes con el involucramiento de todos los actores.

Vigilancia Tecnológica: del mercado y la competitividad.

Talento Humano: involucra a la academia en la elaboración de mallas curriculares y la formación y promoción de talentos.

En el 2011, con el auspicio del Ministerio de Productividad y AESFOT, se inicia el proyecto Modelo de Excelencia a la Calidad EFQM, en el que participan 20 PYMES desarrolladoras de software.

En el 2012, la AESOFT realizó una encuesta a empresas representativas del sector. La capacitación y los procesos de certificación de calidad son los factores más valorados por las empresas consultadas con miras a mejorar la competitividad del sector. En tercer lugar se encuentra incrementar el número de profesionales especializados y en cuarto lugar el desarrollo de políticas públicas y marco regulatorio.

## 6. Conclusiones

- Uno de los mayores obstáculos que impide el desarrollo de las PYMES de la industria de software ecuatoriana no es su tamaño sino la falta de alternativas para mejorar su competitividad y la calidad de sus productos
- Es necesario determinar los aspectos que las PYMES de la industria de software ecuatoriana tienen en común, a fin de proponer criterios que sean útiles a todo el grupo.

## 7. Recomendaciones

- Se recomienda que las PYMES de la industria de software utilicen los criterios propuestos para adoptar estándares y procesos que habiliten la mejora de la calidad de los productos de software.
- Se recomienda que la industria y la academia trabajen en conjunto para definir una estrategia para formar talento humano acorde a las necesidades actuales del mercado
- Se recomienda que la industria y el Gobierno trabajen en conjunto para definir un plan estratégico del sector con miras a la internacionalización del software a fin de exportar bajo una marca país centrada en la calidad.

## 8. Referencias

- [1] AESOFT, “Software: el mejor potenciador de desarrollo en Ecuador”, Ecuador, 2012
- [2] AESOFT, “Estudio de Mercado del Sector de Hardware y Software del Ecuador”, Ecuador, 2011
- [3] Alvear J, “Elaboración y análisis de métricas para el proceso de desarrollo de software para empresas del Ecuador”, Ecuador, 2007
- [4] Bedford R, “Clasificación de las PYMES acorde a la normativa de la Comunidad Andina”, Boletín Especial Nro. 12, Ecuador, 2010
- [5] CYTED, “COMPETISOFT Mejora de Procesos para fomentar la competitividad de la pequeña y mediana industria del software de Iberoamérica”, España, 2006
- [6] IEEE, “ISO-IEC/IEEE 12207:2008”, Estados Unidos, 2008
- [7] Mendoza F, “La Certificación asegura mercados”, Revista Líderes, Marzo, 2012. Disponible en línea:
- [8] [http://www.revistalideres.ec/tecnologia/certificacion\\_asegura\\_mercados\\_software\\_0\\_6647\\_33548.html](http://www.revistalideres.ec/tecnologia/certificacion_asegura_mercados_software_0_6647_33548.html) (último acceso 26-julio-2012)
- [9] MIPRO, “Invest with Values – Software del Ecuador”, Ecuador, 2011
- [10] PROMPERU, “Perfil del Mercado de Software en Ecuador”, Perú, 2011
- [11] Salazar D et. al., “Estudio estadístico exploratorio de las empresas desarrolladoras de software asentadas en Guayaquil, Quito y Cuenca”, ESPOL, Ecuador, 2003
- [12] Schmidt M, “Implementing the IEEE Software Engineering Standards”, Estados Unidos, 2000