

Guía de Aplicación de la Técnica de Calidad Seis Sigma en el Proceso de Desarrollo de Software

C. Hinojosa, D. Monge, V. Mosquera

*Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática, Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador
chinojosa@espe.edu.ec, daanmove1@msn.com, mosqueravanessa79@gmail.com*

RESUMEN: El objetivo del presente proyecto, ha sido desarrollar una guía que permita mejorar el nivel de eficiencia en el control de calidad del proceso de desarrollo de software, aplicando la técnica Seis Sigma, en base a un análisis situacional que evidencie la realidad de las prácticas de calidad en la industria del software ecuatoriano. Los fundamentos sobre el proceso de desarrollo de software, certificaciones de calidad, y Seis Sigma, fueron obtenidos mediante una metodología de investigación tipo bibliográfica documental. El estudio estadístico se realizó empleando encuestas, estableciendo un muestreo sistemático que asegure la disminución de errores y la obtención de resultados representativos. La guía de aplicación Seis Sigma procura ser una alternativa para la industria del software, que busca enmarcar sus proyectos bajo estándares de calidad, sin sacrificar demasiados recursos. El estudio estadístico demostró que la industria ecuatoriana de software presenta ambigüedades sobre actividades y técnicas de aseguramiento de calidad. Por ello, la elaboración de la guía se estructuró en un contexto simple para facilitar su adaptación en las organizaciones, evidenciando que el nivel de madurez, infraestructura, y recursos de la organización, son independientes cuando se trata de encausar los proyectos de software bajo estándares de calidad Seis Sigma.

ABSTRACT: The objective of this project was to develop a guide to improve the level of efficiency in the quality control of software development process, by applying Six Sigma techniques, based on a situational analysis which evidences the reality of practices quality in the software industry in Ecuador. The fundamentals of the process of software development, quality certifications and Six Sigma, were obtained by a research methodology type documentary record. The statistical analysis was conducted using surveys, establishing a systematic sampling to ensure the reduction of errors and to obtain representative results. The Six Sigma implementation guide aims to be an alternative for the software industry, which seeks to frame their projects meet the quality standards, without sacrificing too many resources. The statistical study showed that Ecuador's software industry presents ambiguities on activities and quality assurance techniques. Therefore, the development of the guide is structured in a simple context to facilitate their adaptation in organizations, suggesting that the level of maturity, infrastructure, and organizational resources are independent when it comes to prosecuting software projects under standards Six Sigma quality.

1. INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento de la industria de software en el Ecuador, ha generado una competitividad considerable entre las empresas del sector. Por esta razón, las organizaciones requieren la aplicación de factores diferenciadores que aseguren la calidad de sus sistemas.

El cliente, al momento de elegir un sistema, se fija entre otras cosas, en la calidad del producto, avalado por certificaciones y técnicas de calidad que pueden adoptar las empresas. Dentro del equipo de desarrollo de software, la administración de tareas, la asignación de recursos, el seguimiento, la gestión de cambio y riesgos, en ocasiones se vuelven inmanejables, ya que no existe ningún tipo de registro y/o estándar que marque parámetros confiables para la gestión.

En el mercado existen certificaciones o técnicas de calidad para el proceso de desarrollo de software, que muchas veces son rechazadas por las organizaciones, ya sea por desconocimiento o por escepticismo al cambio. A nivel nacional, las empresas del sector se enmarcan en alternativas como ISO9001, y la certificación de madurez CMMI. Cabe señalar, que la ISO9001 es una certificación de calidad enfocada en la administración de procesos en general, lo cual limita su aplicación en aspectos específicos del proceso de desarrollo de software; mientras que la certificación CMMI brinda una estructura mucho más sólida, enfocada netamente al software [1], pero limita a las organizaciones ecuatorianas por el considerable porcentaje de recursos que deben invertir.

Existen mitos que han evitado que las empresas de software nacional busquen alternativas en el aseguramiento de calidad, como son: nivel de madurez, estructura de la organización, número de empleados, etc. [6]; que han generado la difusión errónea de aspectos referentes a la calidad, haciendo de éste, un problema más de cultura, que de recursos. Ante este escenario, el presente artículo describe la propuesta de una técnica de aseguramiento de calidad en el proceso de desarrollo de software, basado en Seis Sigma. Inicialmente se realizó una investigación documental bibliográfica sobre fundamentos de dicha técnica; posteriormente, mediante un muestreo sistemático [7] y una investigación de campo, se recopiló aspectos relevantes relacionados al proceso de desarrollo de software, calidad del mismo, certificaciones, y conocimiento de la técnica Seis Sigma, con la finalidad de generar un estudio estadístico que permita realizar un análisis situacional de la industria del software en Ecuador. Finalmente, al asociar la documentación y el análisis situacional, se generó una guía sencilla de aplicación de la técnica al proceso de desarrollo de software, como herramienta para mejorar las prácticas de calidad.

El artículo ha sido organizado como sigue: La sección 2 describe la metodología utilizada para la recopilación de información sobre los fundamentos de Seis Sigma; procedimiento para el cálculo de la muestra empleada en la investigación de campo, y una descripción de la estructura de la guía. La sección 3 detalla las consideraciones seguidas en el estudio estadístico. En la sección 4, se describe el desarrollo de la guía. En la sección 5, se analizan algunos trabajos relacionados. Finalmente, en la sección 6, se presentan las conclusiones y trabajos futuros sobre los resultados obtenidos.

2. MÉTODOS

2.1 Método de Investigación Documental

La técnica Seis Sigma es un tema relativamente nuevo cuando se trata de asociarlo al proceso de desarrollo de software; por ello, fue necesario realizar una investigación documental bibliográfica de fuentes primarias y secundarias obtenidas en el extranjero, donde la aplicación de esta técnica al proceso de desarrollo de software, ha tenido éxito en organizaciones mundialmente reconocidas como Motorola, AT&T y Siemens [2].

2.2 Método de Investigación de Campo y Cálculo de la Muestra

Al realizar el estudio estadístico, se realizó un cálculo de muestra basado en información obtenida de la Asociación de Empresas Ecuatorianas de Software (AESOFT) [8], para determinar la distribución demográfica de las organizaciones desarrolladoras en Ecuador, constatando una concentración del sector en las ciudades de Quito y Guayaquil principalmente.

Al determinar la población factible, que asciende a 212 empresas, se procedió al cálculo de la muestra a través de la ecuación (1):

$$n = \frac{PQN}{(N - 1) \times \frac{E^2}{K^2} + PQ} \quad (1)$$

Donde:

N = conjunto universo o población (número total de posibles encuestados).

n = tamaño de la muestra.

P = proporción de individuos de la población que poseen la característica de estudio.

Q = 0.25 es la proporción de individuos que no poseen esa característica.

$N - 1$ = corrección para métrica constante para cálculo de muestras grandes.

E = (0.1 a 0.5: entre 1 y 10 %). Es la diferencia que puede haber entre el resultado obtenido preguntando a una muestra de la población y el obtenido si se preguntara al total de ella.

K = constante que depende del nivel de confianza asignado. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de la investigación sean ciertos (ver Tabla 1).

Tabla 1. “Niveles de confianza utilizados para el cálculo de una muestra”.

K	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2	2,58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95,5%	99%

2.3 Estructura de la Guía de Aplicación Seis Sigma al Proceso de Desarrollo de Software.

La guía de aplicación Seis Sigma adoptó una estructura jerárquica, compuesta por las actividades que conforman las fases del proceso de desarrollo de software; enfatizando los objetivos que se buscan alcanzar en cada actividad, formato de registros, y consideraciones Seis Sigma que asocian los procedimientos a los lineamientos de calidad que establece la técnica. Cabe resaltar la importancia de la navegabilidad en el documento, por la recurrencia en el uso de los formatos, y la facilidad de reutilización que genera al equipo de desarrollo en proyectos futuros.

3. ESTUDIO ESTADÍSTICO SITUACIONAL DE PRÁCTICAS DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN ECUADOR

3.1 Objetivo

Realizar un análisis situacional de prácticas de calidad en la industria de desarrollo de software en Ecuador.

3.2 Encuesta

Para la investigación exploratoria se diseñó una encuesta con preguntas cerradas y abiertas, estas últimas permitieron esclarecer la aplicación empírica de conceptos relacionados principalmente a la técnica de calidad Seis Sigma.

La encuesta fue elaborada considerando la siguiente estructura:

Encabezado: Identifica la institución que auspicia la encuesta (Escuela Politécnica del Ejército).

Objetivo e indicaciones generales: Se detalla la finalidad que persigue la encuesta, así como el tiempo promedio que requiere el encuestado para completar la información.

Cuestionario: Agrupa el conjunto de preguntas que conforman la encuesta, las cuales se encuentran subdivididas en las siguientes secciones:

- Datos del encuestado.
- Proceso de desarrollo de Software.
- Calidad del software.
- CMMI.
- Seis Sigma.
- Seis Sigma y el Proceso de Desarrollo de Software.
- CMMI y Seis Sigma.

3.2.1 Medios utilizados.

Los medios utilizados para la aplicación de la encuesta, fueron de dos tipos:

a) Documento escrito.

Se contó con la colaboración de estudiantes con conocimientos en el área de Ingeniería de Software y técnicas de calidad en el proceso de desarrollo de software, para que satisfagan las inquietudes de los encuestados. Los estudiantes encuestaron empresas ubicadas en la ciudad de Quito, portando una carta de auspicio que comprometió a la institución a mantener seriedad y confidencialidad con la información proporcionada.

b) Encuesta virtual.

Se desarrolló un modelo de encuesta virtual, a través del sitio web www.encuestafacil.com. El acceso a la encuesta fue posible con el link <http://www.encuestafacil.com/RespWeb/Qn.aspx?EID=412326>.

3.3 Empresas Participantes

Con la finalidad de garantizar que la muestra represente de manera fidedigna la situación actual de la industria del desarrollo de software en Ecuador, fue necesario diferenciar las empresas (públicas y privadas), y/o departamentos de sistemas, de las empresas que tienen como razón comercial el desarrollo de software, lo que permitió cumplir las siguientes metas:

Clasificar en tres categorías las empresas involucradas en el proceso de desarrollo:

- *Empresas públicas*, con un departamento de sistemas que desarrolla software.
- *Empresas privadas*, con un departamento de desarrollo de software.
- *Empresas desarrolladoras de software*.

Los encuestados de cada empresa, desempeñaron de preferencia el cargo de Jefe, Gerente o Líder de proyectos de desarrollo de software; por considerar que su conocimiento y experiencia en el tema, aporta con mayor información al estudio estadístico.

3.4 Resultados

Como resultados obtenidos en el estudio estadístico, se evidenció que el modelo incremental y el de prototipado son los más utilizados, [5] y la metodología estructurada con sus variantes, ya sea orientada a datos, a procesos o mixta tienen la preferencia de uso en el desarrollo de software (ver Figuras 1 y 2).

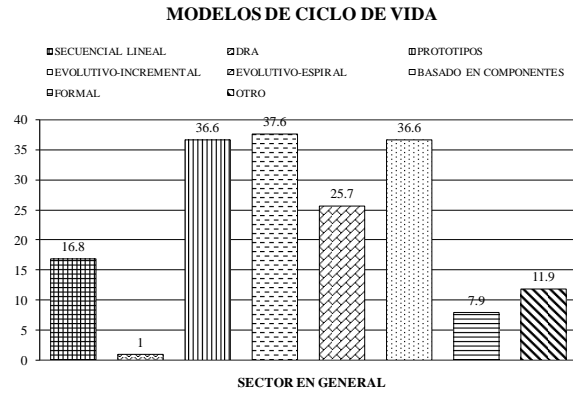


Figura No. 1 Modelos de ciclo de vida.

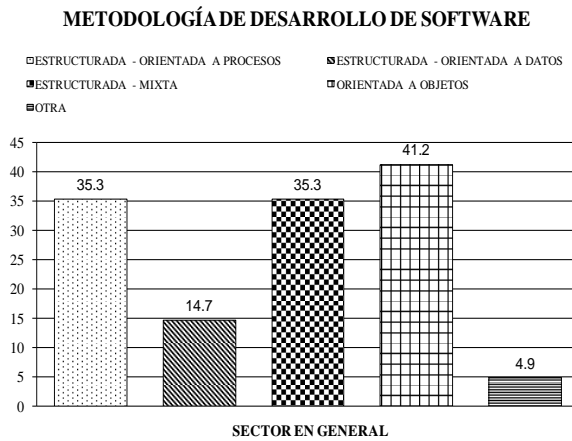


Figura No. 2 Metodologías de desarrollo de software utilizadas.

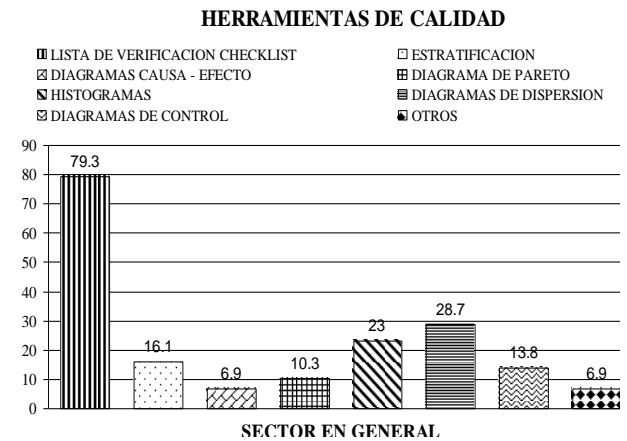


Figura No. 3 Herramientas de calidad empleadas.

En relación al aseguramiento de calidad, se evidenció un considerable porcentaje de organizaciones que aplican algún tipo de herramienta de calidad en ciertas fases del proceso de desarrollo, pero de éstas, existe un número reducido que se han enmarcado bajo lineamientos de técnicas y/o certificaciones de calidad [4] (ver Figuras 3 y 4).

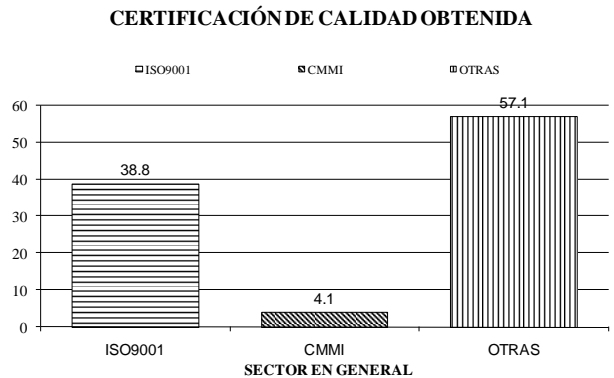


Figura No. 4 Certificaciones de calidad adquiridas.

El grado de conocimiento de los fundamentos, alcance y herramientas de Seis Sigma y su correspondencia con otras certificaciones de software es limitado, evidenciando la necesidad de realizar una guía sencilla, para no entorpecer el proceso de adaptación de las organizaciones, con terminologías y formatos complejos (ver Figura 5).

En relación a las fases que conforman el proceso de desarrollo de software, se observó que la gran mayoría de organizaciones no conservan registros de las actividades que se realizan en un proyecto; además, la participación del cliente y la comunicación entre los miembros del equipo de desarrollo es escasa; la estructura de los equipos de desarrollo está asignada muchas veces de forma empírica, descuidando cargos como auditoría, aseguramiento de calidad, gestión de riesgos, etc.

PROMEDIO PERSONAS FAMILIARIZADAS CON SEIS SIGMA

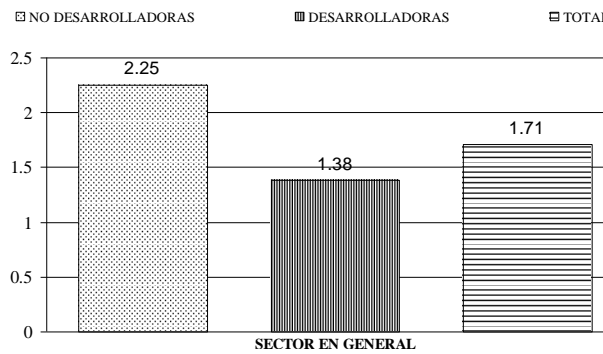


Figura 5 No. Personas del equipo de desarrollo de software familiarizadas con la técnica Seis Sigma.

Las herramientas y procedimientos que se utilizan para cubrir ciertas actividades del proceso de desarrollo, son distintas a las sugeridas por la técnica de calidad Seis Sigma, haciendo más difícil su adaptación.

Uno de los fundamentos de Seis Sigma es el bienestar e importancia del cliente interno y externo, al comparar este postulado con el bajo porcentaje de empresas que realizan algún tipo de reconocimiento de sus miembros al finalizar un proyecto exitoso, o el número de organizaciones que realizan una evaluación de satisfacción del sistema entregado, los resultados obligaron a priorizar dichos aspectos en la guía de aplicación Seis Sigma.

Para explicar la correspondencia entre las fases del proceso de desarrollo de software, y el modelo DMAIC de Seis Sigma, que permita una adecuada adaptación de la técnica en las organizaciones desarrolladoras, se generó la matriz que se presenta a continuación, en la cual se detallan los objetivos de cada actividad, tareas sugeridas, y las técnicas y/o herramientas que provee Seis Sigma para garantizar la generación de registros, y el manejo adecuado de la información para un determinado proyecto.

Matriz 1. “Extracto de Matriz Homologada del Proceso de Desarrollo de Software Vs DMAIC”.

FASES SDLC	OBJETIVOS	FASES DMAIC	ACTIVIDADES	TAREA	ENTREGABLE
4 Construcción	<i>Producir un código de programa ejecutable.</i>	Mejorar	<i>1. Determinar puntos de control.</i>	Realizar revisiones imparciales del código, identificando problemas y áreas de mejora.	Checklist de puntos de control del sistema.
	<i>Desarrollar un sistema libre de defectos que cumpla con los requerimientos del cliente.</i>		<i>2. Prevenir Defectos.</i>	Localizar los defectos, y prevenirlos para evitar recurrencia. Medir y realizar un análisis de las cuales raíces y ciclo de vida de los defectos.	Registro de análisis de errores. Diagrama de frecuencia de errores.
5 Evaluación y aseguramiento de calidad	<i>Demostrar que los desarrolladores conocen y entienden los requerimientos del cliente.</i>	Mejorar	<i>1. Desarrollar el Plan de Evaluación</i>	Identificar los tipos de evaluaciones que se van a realizar. Estructurar el plan de evaluación para el nuevo sistema.	Tipos de evaluaciones del sistema escogidas. Plan de evaluación del sistema.
	<i>Probar el desempeño e interacción del sistema en el mundo real.</i>		<i>2. Ejecutar el Plan de Evaluación</i>	Ejecutar el plan de evaluación de acuerdo a los tipos de evaluaciones seleccionadas en concordancia con la naturaleza del sistema.	Casos de evaluación - ejecución del plan de evaluación.

4 DESARROLLO DE LA GUÍA DE APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE CALIDAD SEIS SIGMA AL PROCESO DE DESARROLLO DE SOFTWARE

Una vez que se realizó el estudio exploratorio de las prácticas de calidad en el proceso de desarrollo de software en Ecuador, se planteó la estructura y contenidos técnicos de la guía, considerando particularidades propias de la industria, enfatizando en una estructura sencilla, acorde al nivel de conocimiento que poseen las organizaciones sobre la aplicación de técnicas de calidad.

La guía está dividida en seis secciones, correspondientes a las seis fases genéricas del proceso de desarrollo de software. En cada fase se indican los objetivos que debe cumplir el equipo de desarrollo, para considerar exitoso el trabajo realizado. Dentro de cada fase se detallan las actividades que la conforman. Cada actividad está conformada por tareas, entregables, consideraciones Seis Sigma y formato sugerido (ver Figura 6).

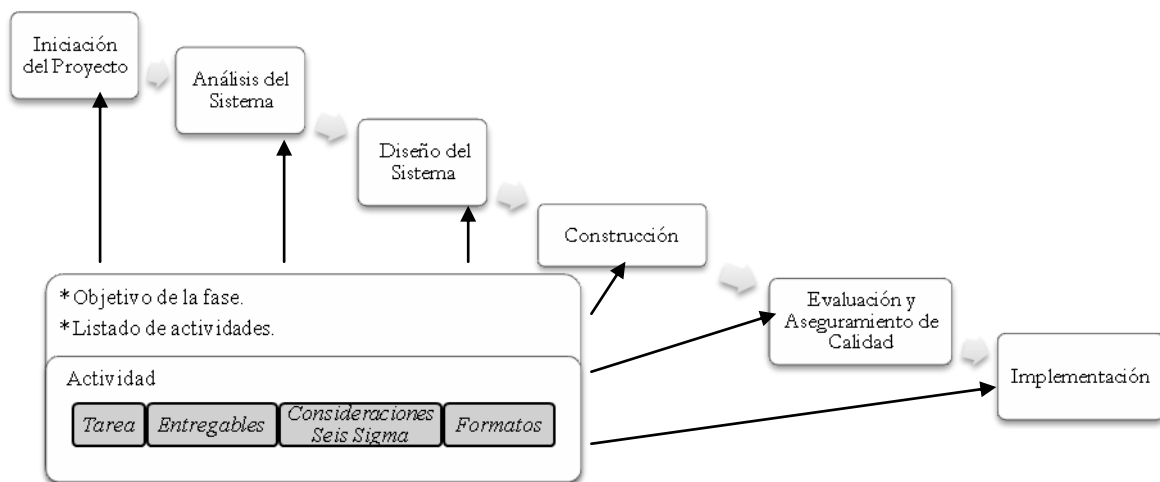


Figura No. 6 “Estructura de la Guía de Aplicación de la Técnica Seis Sigma al Proceso de Desarrollo de Software”

La guía consta de una introducción que describe brevemente la estructura de la misma, y justifica su elaboración de acuerdo al análisis situacional de la industria de software nacional.

Al considerar la información obtenida a través del método documental sobre la técnica Seis Sigma, la guía especifica el modelo que se utilizó para su elaboración. Los modelos pueden ser DMAIC o DFSS (ver Matriz 2), los cuales comparten en esencia las mismas fases y actividades; su principal diferencia radica en que DMAIC se basa en la definición de procesos, mientras que DFSS considera el diseño de procesos desde cero [6]. Es necesario aclarar que cualquiera de los modelos puede ser adaptado al proceso de desarrollo de software, y dependen principalmente de la configuración de trabajo que posee cada organización. La justificación para la elaboración de la guía bajo el modelo DMAIC, se evidencia en el análisis estadístico, en donde se observó que más del 70% de la muestra, afirma que sus procesos son producto de la mejora continua, mas no del diseño independiente de los mismos.

Los entregables se refieren al registro, tabla o esquema que forman parte de la documentación complementaria de todo proyecto de software. Cada uno de estos entregables están codificados, para facilitar el control y navegabilidad en el documento, a lo largo del proceso de desarrollo de un proyecto. Estos códigos están compuestos por dos siglas que hacen referencia a la fase que pertenecen, tres siglas adicionales que especifican la actividad, y un número que permite controlar la progresión entre formatos.

Las consideraciones Seis Sigma, son postulados adicionales por cada tarea, que especifica particularidades que se deben tomar en cuenta para enmarcar al equipo de desarrollo y al proyecto bajo estándares propios de la técnica.

Matriz 2. “Comparación entre los modelos DMAIC y DFSS”.

Modelos Seis Sigma	DMAIC	DFSS
Acción tomada	Análisis	Diseño
Coordinación de acción	En cualquier punto del ciclo de vida del proceso.	Antes del inicio de desarrollo del proceso.
Acción sobre	Cualquier porción de procesos existentes.	Totalidad de nuevos procesos.
Efectos	Prevención de defectos.	Prevención de defectos, incremento de calidad, incremento de la satisfacción del cliente.
Efectos en	Todos los productos.	Todos los productos.
Necesidad de repetición	Ninguna	Ninguna

La sección denominada “Formato”, presenta una estructura genérica para incorporar la información que se requiere en cada actividad del proceso de desarrollo de software, considerando el manejo de estándares, tanto en fondo como en forma. Un ejemplo de los formatos que incorpora la técnica Seis Sigma para el proceso de desarrollo de software, es la matriz para Análisis de Errores, perteneciente a la fase de Construcción (ver Matriz 3).

Matriz 3. “Formato para Análisis de Errores”.

CÓDIGO FORMATO: CN-PDF-39		ANÁLISIS DE ERRORES											
Nombre del sistema											Preparado por		
Módulo											Fecha		
Error	Tipo de error			Errores raíces					Error de fase se introdujo				
	Errores lógicos	Falta lógica	Sentencias de programación con errores	Requerimientos	Descuido	Defectos de diseño	Requerimientos incompletos	Falta de entrenamiento	Codificación	Diseño del programa	Diseño	Diseño funcional	Determinación de requerimientos
Error 1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Error 2													
Error n													
Totales													

* Asigna 1 por cada tipo de error presente.

Además, se puede constatar la relación entre la codificación especificada en la sección de “Entregable”, y la que se presenta en cada uno de los formatos sugeridos.

Finalmente, la guía cuenta con un glosario de términos, para explicar abreviaturas o definiciones propias de la técnica Seis Sigma; además, al final de la misma, se incorporan conclusiones y recomendaciones que hacen hincapié en la implementación de ciertos fundamentos, que garantizan una eficiente adaptación de las empresas desarrolladoras a los estándares propuestos por la técnica.

5 TRABAJOS RELACIONADOS

A nivel nacional, se han realizado investigaciones relevantes relacionadas con el proyecto de investigación detallado en el presente artículo técnico.

En [9], considerando una muestra de 30 empresas entre Guayaquil, Quito, y Cuenca, se realizó un estudio estadístico exploratorio para determinar el nivel académico del recurso humano, estándares de calidad, y mecanismos de control de calidad aplicados en las empresas

desarrolladoras de software; omitiendo el análisis de herramientas, registros, y formatos, que garanticen un adecuado tratamiento de la información, a lo largo de un determinado proyecto.

En [10], se tomó como referencia una muestra de 63 empresas entre Quito y Guayaquil, realizando un estudio exploratorio cuyos objetivos fueron la identificación de procesos de desarrollo donde se asignan más recursos, metodologías más utilizadas, y métricas de calidad aplicadas. No se consideraron estrategias y escenarios de adaptación de los diferentes estándares y métricas de calidad al proceso de desarrollo de software genérico [3].

En [8], se realizó un estudio en base a una muestra de 67 empresas del Ecuador, para determinar niveles de exportación, servicios prestados, ventas generadas, sectores atendidos, y principales dificultades para el crecimiento de la industria. En términos de calidad de software, sólo se especifica el nivel de conocimiento y preparación que posee el recurso humano dentro de las organizaciones desarrolladoras, dejando de lado el análisis del conocimiento, y porcentaje de aplicación de estándares y métricas de calidad.

6 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

La guía de aplicación de la técnica de calidad Seis Sigma al proceso de desarrollo de software, fue diseñada procurando brindar la mayor facilidad para su aplicación como alternativa factible en la industria de desarrollo ecuatoriana, proveyendo de formatos, ayudas, y consideraciones requeridas para su adaptación. Cabe señalar que el éxito de la aplicación de la guía, requiere que el personal sea previamente capacitado en fundamentos de calidad de software y en los principios de la técnica Seis Sigma. Las herramientas y técnicas sugeridas en la guía de aplicación Seis Sigma, hace hincapié en la importancia y atención que merece la comunicación entre los miembros del equipo de desarrollo, y principalmente con el cliente.

Según las consideraciones Seis Sigma contempladas en la guía, se hace necesario realizar ciertas modificaciones en las cláusulas y estamentos que conforman los contratos de proyectos de software, en donde se deberían establecer entre otras cosas: períodos realistas, integración de un equipo de desarrollo correctamente estructurado, recursos distribuidos adecuadamente, participación del cliente y un plan de evaluación y control del sistema. Con el propósito de mejorar las prácticas de desarrollo de software en el Ecuador, es necesario contar con la activa participación de las empresas desarrolladoras, conjuntamente con las instituciones de educación superior, para beneficio del país.

Siendo una guía inédita de aplicación sencilla al proceso de desarrollo de software, el trabajo que se realizará de manera inmediata será la aplicación de la guía en un determinado proyecto de desarrollo, donde se compruebe la viabilidad y factibilidad de la misma. Posteriormente, se sugiere desarrollar un aplicativo que permita automatizar las actividades planteadas en la guía.

Es conveniente iniciar una investigación que determine técnicas de conformación de equipos de desarrollo de software según la naturaleza del proyecto, donde se contemple factores de ausentismo, rotación, cargos, tiempo, variabilidad, equipos, entre otros. Por la importancia que tiene la técnica QFD (quality function deployment) en la aplicación de la técnica Seis Sigma, es necesario profundizar en el tema, resaltando los métodos de aplicación y su correspondencia con ponderaciones y factores probabilísticos que permite categorizar y priorizar de mejor forma los requerimientos del sistema.

7 REFERENCIAS

- [1]. Persee James R. (2006), *Process Improvement Essentials*. Editorial O’Reilly. ISBN -13 9780596102173.
- [2]. Susan K. Land, Douglas B. Smith, John W. Walz (2008), *Practical Support for Lean Six Sigma Software Process Definition: Using IEEE Software Engineering Standards*. Editorial John Wiley & Sons. ISBN 978047017080.
- [3]. Jeannine M. Sivi, M. Lynn Penn, Robert W. Stoddard (2007), *CMMI and Six Sigma: partners in process improvement*. Editorial Addison-Wesley. ISBN-13 9780321516084.

- [4]. Stephen H. Kan (2003), *Metrics and Models in Software Quality Engineering*. Segunda Edición. Editorial Addison-Wesley. ISBN-13: 9780201729153.
- [5]. Pressman, Roger (2002), *Ingeniería del Software – Un Enfoque Práctico*. Quinta edición. Editorial Mac Graw Hill.
- [6]. Tayntor, Christine B. (2005), *Six Sigma Software Development*. Editorial Aurerbach. ISBN-13 9781420044263.
- [7]. Padilla Ulloa, Edgar. (2008), *Metodología de la Investigación Científica para Proyectos*.
- [8]. AESOFT (2005), “Primer Estudio de la Industria de Software en Ecuador”, publicado en www.aesoft.com.ec.
- [9]. ESPOL (2003), “Estudio Estadístico Exploratorio de las Empresas Desarrolladoras de Software asentadas en Guayaquil, Quito y Cuenca”. Publicado en www.vlir8.espol.edu.ec/AppVlir8/articulos/articulo90.pdf.
- [10]. ESPOL (2005), “Estudio Exploratorio sobre Aspectos de la Calidad y Dificultad en la Gestión de Proyectos de Software”. Publicado en www.fiec.espol.edu.ec.