

02

VALORACIÓN EDUCATIVA SOBRE EL DESARROLLO DE SOFTWARE EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

EDUCATIONAL ASSESSMENT ON SOFTWARE DEVELOPMENT IN THE PROVINCE OF TUNGURAHUA

Edwin Fabricio Lozada Torres¹

E-mail: ua.edwinlozada@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3645-0439>

¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Lozada Torres, E. F. (2021). Valoración educativa sobre el desarrollo de software en la provincia de Tungurahua. *Revista Conrado*, 17(78), 16-22.

RESUMEN

El impacto universitario en la enseñanza de sistemas informáticos, ha posibilitado arribar a la conclusión de que el proceso de estimación es una tarea complicada, en el desarrollo de software, ya que, tanto la planificación, como la estimación son por lo general inconsistentes. En este contexto se aplicó una encuesta para obtener una visión general de la práctica actual en el proceso de estimación entre varias empresas de la provincia del Tungurahua zona centro de Ecuador con la finalidad de identificar los problemas al realizar estimaciones de software e intentar brindar sugerencias sobre cómo mejorar los métodos de estimación y el proceso. El principal motivo para realizar este estudio fue la necesidad de conocer el estado actual de las estimaciones en el desarrollo de software de la provincia de Tungurahua, la investigación puede ser útil en trabajos futuros ya que va a ayudar a los lectores a obtener la información necesaria sobre las técnicas de estimación de y sus limitaciones. Se encuestó a las principales empresas del sector para obtener una imagen clara de los modelos de estimación usados, y los problemas derivados por las malas estimaciones. La consideración de asuntos importantes en el proceso de desarrollo de software ayuda a producir un presupuesto preciso, además al aplicar correctamente algún método de estimación, se obtendrán plazos de entrega y presupuestos reales, mayor satisfacción de los interesados, cronogramas más acertados y menor esfuerzo de desarrollo.

Palabras clave:

Estimación, encuesta, desarrollo de software, gestión de proyectos.

ABSTRACT

The impact of the university on the teaching of computer systems has made it possible to conclude that the estimation process is a complicated task in software development, since both planning and estimation are generally inconsistent. In this context, a survey was applied to obtain an overview of the current practice in the estimation process among various enterprises in the province of Tungurahua in central Ecuador. The survey was aimed at identifying problems in performing software estimates and attempting to provide suggestions on how to improve the estimation methods and process. The main reason for conducting this study was the need to know the current status of estimates in software development in Tungurahua province, the research may be useful in future work as it will help readers to obtain the necessary information on the estimation techniques and their limitations. The main companies in the sector were surveyed to obtain a clear picture of the estimation models used, and the problems derived from poor estimates. The consideration of important issues in the software development process helps to produce an accurate budget. In addition, by correctly applying some estimation method, real delivery times and budgets, greater satisfaction of the interested parties, more accurate schedules and less development effort will be obtained.

Keywords:

Estimate, survey, software development, project management.

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de software, tanto la planificación, como la estimación son inconsistentes, la mayoría de las ocasiones se estima la duración del proyecto y los costos en base al juicio de la persona que se encuentra al frente del proyecto. De acuerdo a Mansor, et al. (2012), la estimación es un proceso de predicción para definir tiempos y costos requeridos en la gestión de un proyecto.

En efecto, estimar el esfuerzo requerido para desarrollar aplicaciones representa un problema frecuente en el campo de la ingeniería de software, ya que puede afectar el proceso del desarrollo del proyecto (Ferrucci, et al., 2008). Además, una mala estimación al final va a desembocar en una planificación y programación de proyecto imprecisa, ya sea con el recurso humano, las entregas del producto, la calidad del producto y el costo (Prakash & Viswanathan, 2017). La estimación del software implica estimar el tamaño, esfuerzo y costo requerido para que el producto se desarrolle.

En ese mismo sentido, es importante realizar estimaciones del esfuerzo, el tiempo y el presupuesto necesarios para completar un proyecto de forma correcta, ya que al hacerlo adecuadamente va a desencadenar en el éxito del proyecto. Con mejores estimaciones, se brindará seguridad sobre la eficiencia del producto que se pretende desarrollar. Para estimar se necesita ser preciso y certero, tomando en cuenta los posibles inconvenientes, así como el período de corrección de errores (Zapata & Chaudron, 2013).

Es evidente entonces que, un aspecto considerado como objetivo importante en la ingeniería de software es conocer cómo un modelo puede predecir el esfuerzo requerido en el desarrollo de un software. En este proceso se debe predecir el tiempo y el costo para desarrollar un producto, el mismo que debe ser lo más real, ya que una estimación excesiva puede provocar una pérdida financiera, mientras que la subestimación puede resultar en una calidad deficiente que tarde o temprano deriva en una falla del software (Saeed, et al., 2018).

Por lo tanto, en la gestión de proyectos, la estimación de software es muy importante, ya que, forma parte de la estructura de la planificación, pero se vuelve un problema cuando no es un proceso preciso. La estimación tiene un papel fundamental en el presupuesto del proyecto y la planificación de recursos, tanto para los administradores como para los desarrolladores. El tamaño de una aplicación a desarrollar influye en el tiempo necesario para entregar el producto y en la cantidad de programadores y otras personas involucradas en el proceso de desarrollo (Ceke & Milasinovic, 2015). Todas las fases importantes

de la gestión del proyecto, que incluyen la planificación, la supervisión y el control, no se pueden realizar correctamente si las estimaciones son inexactas.

En este mismo orden, en ingeniería de software, el esfuerzo se usa para cuantificar el tiempo total que toman los miembros de un equipo de desarrollo de software para realizar una tarea determinada, se expresa en unidades tales como día-hombre, meshombre y año-hombre. Este valor sirve como base para estimar otros valores, como el costo o el tiempo total requerido para producir un producto de software. La estimación del esfuerzo del software es diferente del tamaño del software, la estimación del esfuerzo predice el esfuerzo necesario para construirlo. La relación entre el tamaño del software y el esfuerzo requerido para producirlo es productividad (Hamza, et al., 2013).

Por otra parte, la estimación en el desarrollo de software Agile es un desafío debido a que los requisitos evolucionan constantemente y se desarrollan de acuerdo a como avanza el proyecto. Las estimaciones deben ajustarse constantemente a fin de garantizar las entregas periódicas, un solo cambio podría implicar un gran impacto (Tanveer, et al., 2017).

Cabe agregar, que existen numerosos métodos de estimación, estos se pueden clasificar en: basados en datos (basados en modelos, métodos basados en memoria y compuestos), métodos (por ejemplo, COCOMO I, basado en casos de razonamiento y COCOMO II). Métodos basados en expertos como Wideband Delphi, Planning Game, proceso de jerarquía analítica. Métodos híbridos como Expert-COCOMO, Bayesian Belief Nets y CoBRA (Tanveer, et al., 2017). Otros autores como Basri, et al. (2015), señalan que hay varias categorías de estimación de esfuerzo como son: Juicio de expertos, estimación por analogía, análisis de puntos de función, análisis de regresión y basado en modelos.

En referencia a la clasificación anterior, el juicio de experto es uno de los enfoques más comunes, ya que los gerentes de proyecto prefieren usar este método en lugar de modelos formales de estimación, la razón es que otras técnicas son más complejas y menos flexibles. Pero no hay un método en la estimación, que demuestre que su resultado es cien por ciento exacto (Basri, et al., 2015).

En el marco de las observaciones anteriores, las buenas estimaciones de software son fundamentales tanto para el desarrollador, así como para los interesados. Se pueden usar para negociaciones de contratos, programación, monitoreo y control. Sobreestimar o subestimar las estimaciones puede acarrear proyectos que excedan sus

presupuestos, con funciones subdesarrolladas y mala calidad, y fallas en el cronograma (Nisar, et al., 2008).

Existen diversas encuestas que han estudiado el problema de la estimación de software en diferentes países, aunque ningún estudio de este tipo se lo ha realizado en el Ecuador. El presente trabajo permite conocer los problemas derivados de las estimaciones de software en base a múltiples factores que se plantean a los encuestados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una encuesta para obtener una visión general de la práctica actual en el proceso de estimación entre varias empresas de la provincia del Tungurahua zona centro de Ecuador. Para esto se desarrolló un cuestionario compuesto de 30 preguntas, las mismas que se aplicaron a 47 empresas de diferentes ramas mismas que tienen un equipo de desarrollo de software trabajando como parte de la organización. La encuesta fue desarrollada mediante un cuestionario dirigido a los gerentes de proyecto o desarrolladores de las diferentes empresas.

El propósito del estudio fue identificar las prácticas actuales del proceso de estimación y métricas por parte de las empresas que se dedican a desarrollar software o aquellas que tienen un equipo de desarrollo como parte de los empleados de la misma. Se visitaron alrededor de 220 empresas, pero la mayoría usa un software adquirido y no tenían ninguna persona del área de sistemas trabajando en la empresa, otras empresas usaban únicamente herramientas de ofimática para controlar sus procesos. También se encontró varias empresas que no quisieron colaborar con la encuesta por diferentes razones. Para poder aplicar las encuestas se pidió colaboración a los estudiantes de la asignatura de Ingeniería de Software II de la Carrera de Sistemas de la matriz de la Universidad Regional Autónoma de los Andes.

Previa autorización de la empresa, donde se les solicitó su apoyo para el estudio se realizó contacto con las personas a ser encuestadas, esto es el gerente del proyecto o los desarrolladores de software para aplicarles el cuestionario. Los datos se recolectaron entre los meses de junio y julio del año 2018.

La encuesta se estructuró con un cuestionario dividido en cinco partes: 1 Información general, 2 funcionalidad volátil, 3 Información de los métodos y procesos de estimación, y 4 métricas de software.

La primera sección estuvo enfocada a obtener la información general y el perfil de la empresa, en la segunda parte las preguntas se centraron en temas relacionados a la funcionalidad volátil, donde entre otras cosas se les preguntó a los encuestados sobre el uso de requerimientos

volátiles, la frecuencia de su utilización y permanencia y las consecuencias de incorporar y remover requerimientos volátiles.

En la tercera parte de la encuesta las preguntas se refirieron a los antecedentes y la comprensión de las prácticas actuales del proceso de estimación en la empresa. A los encuestados se les preguntó acerca de la gestión de los proyectos, el método de estimación que normalmente utilizan, las prácticas actuales en el proceso de estimación de costos y el proceso de estimación de costos.

La cuarta parte, se concentró en las métricas del desarrollo del software, las fases, el motivo para aplicarlas y cuáles métricas han sido las más utilizadas.

Todas las preguntas aplicadas en la encuesta han sido de tipo cerradas. Los resultados obtenidos en la encuesta se analizan en la siguiente sección.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se indicó en la metodología la encuesta estuvo dividida en cuatro partes, pero para efectos del presente trabajo los resultados de la encuesta se analizaron de acuerdo con las preguntas y respuestas de la tercera parte, esto es la gestión de proyectos, los métodos de estimación que utilizan, las prácticas actuales en el proceso de estimación y el proceso de estimación de costos.

La figura 1, muestra el sector económico al que pertenecen las distintas empresas, se puede observar que las empresas dedicadas a la banca y finanzas son las que lideran el sector, esto es debido a la gran cantidad de cooperativas de ahorro y crédito que existen en la provincia de Tungurahua.

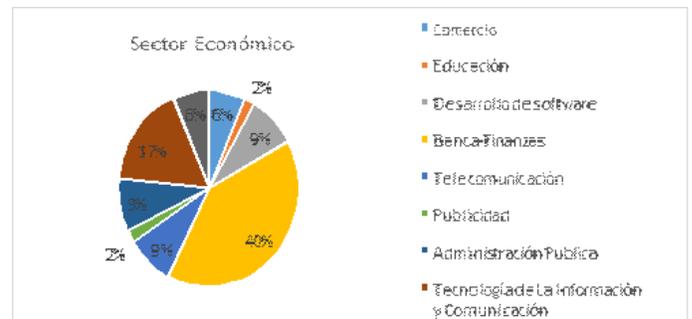


Figura 1. Sector económico de las empresas que participaron en el estudio.

En la figura 2, se observa el perfil de las empresas que participaron en el estudio según el número de empleados, predominando las medianas empresas, ya que la economía en la provincia de Tungurahua es una de las más fuertes de la región central del país.

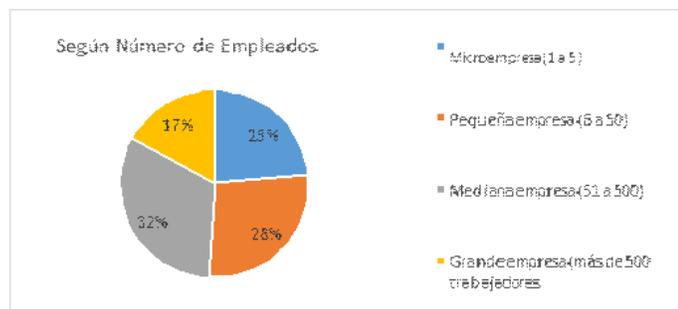


Figura 2. Según Número de Empleados.

En la pregunta planteada sobre las prácticas de estimación de software más aplicadas en las empresas se tomaron los 10 métodos de estimación más comunes, como se puede observar en la tabla 1, la mayoría de las empresas aplica su propio modelo, seguido de las metodologías CCO COCOMO, COCOMO II, luego en su orden se tiene al método DDB Delphi Banda Ancha, Juicio de Expertos y otros modelos.

Tabla 1. Métodos de Estimación de Software.

Métodos de Estimación de Software	N. Empresas	Porcentaje
JEX Juicio de Expertos	6	9%
CCO COCOMO, COCOMO II	15	23%
DDB Delphi Banda Ancha	7	11%
BRN Modelo Basado en Redes Neuronales	2	3%
PCU Basado en Puntos de Caso de Uso	6	9%
FLO Lógica Difusa (Fuzzy Logic)	1	1%
PFA Basado en Puntos de Función Ajustados	2	3%
BCG Basado en componentes Genéricos	2	3%
MP Modelo propio de la empresa	20	30%
PPK Planning Poker	2	3%
Otros Modelos	3	5%

En la pregunta sobre si se monitorea y controla el progreso real del proyecto contra lo estimado, el 49% de las empresas indican que siempre lo hacen, el 38% de las empresas indican que frecuentemente lo hacen, mientras que el 13% responden que en forma ocasional realizan el control. Este resultado demuestra que la mayoría de las empresas si tienen un control donde contrastan el progreso del proyecto con lo estimado inicialmente.

Sobre si se establece criterios de acción correctiva en caso de una desviación importante del plan del proyecto, el 40 de empresas señalan que siempre lo establecen, el 43% indican que frecuentemente realizan acciones correctivas, mientras que el 17% señalan que

ocasionalmente lo hacen. Se observa que no siempre se toman acciones correctivas en caso de existir desviaciones del plan original del proyecto.

Las respuestas en la pregunta sobre si se revisa el estado de las actividades y los resultados del proceso de estimación con la gerencia, los encuestados responden de la siguiente manera: siempre el 43%, frecuentemente el 34%, ocasionalmente el 19% y nunca el 4%. La mayoría de las empresas siempre revisan los resultados de los procesos de estimación con los encuestados, demostrando la preocupación para que los proyectos vayan de acuerdo a lo estimado.

En el cuestionamiento donde se pregunta si se determina el nivel de satisfacción de su equipo de trabajo con respecto a la manera en que se está llevando a cabo la estimación en la organización, el 40% de las empresas encuestadas indican que siempre lo realizan, el 34% señalan que frecuentemente, mientras que el 26% responden que lo hacen ocasionalmente. Las respuestas indican que las empresas se encuentran comprometidas con controlar la forma en que se está llevando a cabo la estimación en la organización.

En la pregunta sobre en qué le afecta al proyecto de desarrollo de software si se desvía del plan original, con respecto al costo, el cronograma y la funcionalidad, como se observa en la tabla 2, el 27% indica que sobrecostos, el 20% cronograma desbordado, el 16% proyectos completados después cronograma, el 15% proyectos completados por encima del presupuesto, el 14% proyectos completados bajo presupuesto. Los resultados indican que siempre tiene afectaciones la desviación del plan original en el desarrollo del software.

Tabla 2. Afectaciones al proyecto de desarrollo de software.

En que le afecta al proyecto de desarrollo de software si se desvía del plan original	N. Empresas	Porcentaje
Sobrecostos	23	27%
Proyectos completados bajo presupuesto	12	14%
Proyectos completados después cronograma	14	16%
Proyectos completados por encima del presupuesto	13	15%
Cronograma desbordado	17	20%
Proyectos completados antes del cronograma	4	5%
Otro	3	4%

Con la pregunta a su criterio cuáles son las causas principales para que los proyectos de software se desvíen de su plan original el 31% de empresas encuestadas

responden que son los cambios en el diseño o la implementación, el 23% indican que son los cambios frecuentes en los requisitos con respecto a las especificaciones originales, los datos completos se los presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Causas principales para que los proyectos de software se desvíen de su plan original.

Cuáles son las causas principales para que los proyectos de software se desvíen de su plan original	N. Empresas	Porcentaje
Estimaciones excesivamente optimistas	9	8%
Cambios en el diseño o la implementación	33	31%
Una planificación optimista	6	6%
Cambios frecuentes en los requisitos con respecto a las especificaciones originales	24	23%
Solicitudes frecuentes de cambios por parte de los usuarios	20	19%
Falta de comprensión por parte de los usuarios de sus propios requisitos	14	13%

En la pregunta cuál es su nivel de satisfacción con el proceso de estimación, las personas encuestadas responden que totalmente satisfechos el 11%, parcialmente satisfechos el 49%, mientras que satisfechos el 41%. Estos resultados demuestran que los proyectos se respaldan en las estimaciones iniciales y la mayoría de las veces se las cumple.

Con la pregunta cuando realiza usualmente la estimación de costos, como se observa en la tabla 4, el 54% responde que, en la etapa inicial de propuesta del proyecto, el 17% señala que, en la definición de requisitos, el 13% indica que, en el estudio de viabilidad, el 10% señala que en la implementación. Como se observa son diferentes las fases en las que se realiza la estimación, lo importante es no dejarlo de hacer durante el desarrollo del software.

Tabla 4. Momento en que se realiza usualmente la estimación de costos.

Cuando realiza usualmente la estimación de costos	N. Empresas	Porcentaje
Etapla inicial de propuesta del proyecto	26	54%
En la definición de requisitos	8	17%
Implementación	5	10%
Estudio de viabilidad	6	13%
Diseño	2	4%
Integración y prueba	1	2%

El resultado de la encuesta en la pregunta cuáles son las causas de inexactitud en la estimación se las puede observar en la tabla 5. Los resultados de la pregunta encuestada indican en su orden que el 21% responden que

es porque los requisitos no están claros, el 11% señalan que, por la falta de colaboración de las partes interesadas, igual porcentaje indican que por la falta evaluación y gestión de riesgos, mientras que el 10% responden que por la falta de estimación apropiada del costo del software. Como se observa existen diferentes aspectos que influyen en la inexactitud de la estimación, los mismos que se deben tomar en cuenta para futuros proyectos.

Tabla 5. Causas de inexactitud en la estimación.

Cuáles son las causas de inexactitud en la estimación	N. Empresas	Porcentaje
Los requisitos son volátiles	8	9%
Los requisitos no están claros	20	21%
Presión para establecer o cambiar los resultados de la estimación	7	8%
No hay recursos suficientes para la estimación	5	5%
Proyectos históricos no eficientes	5	5%
Falta de estimación apropiada del costo del software	9	10%
Falta de colaboración de las partes interesadas	10	11%
Falta evaluación y gestión de riesgos	10	11%
Falta de control de costos según el plan	4	4%
Falta de herramientas de estimación	5	5%
Es difícil evaluar la capacidad de los desarrolladores	2	2%
Falta de evaluación del riesgo del producto	4	4%
Falta participación de desarrolladores en la estimación	4	4%
Falta de entrenamiento y aplicación apropiada de métodos de estimación	1	1%

Las respuestas a la pregunta sobre cuáles son las barreras y dificultades en la aplicación de la estimación del costo del software, se presentan en la tabla 6. Las personas encuestadas responden que las barreras son debido a que los modelos de estimación de costos de software demandan mucho esfuerzo para recopilar datos, configurar parámetros, calibrar modelos, etc., el 20%. Debido a los altos directivos que solo se fijan el resultado y no les interesaba el proceso de estimación el 15%. La empresa no tiene suficiente inversión para mejorar la estimación del costo del software el 13%, mientras que se carece de las herramientas correspondientes el 11%. De acuerdo a los datos de la tabla 6, las barreras y dificultades en la aplicación de la estimación del costo del software son varias demostrando que es importante el presente estudio con la finalidad de tomarlas en cuenta y no incurrir en las mismas.

Tabla 6. Barreras y dificultades en la aplicación de la estimación del costo del software.

Cuáles son las barreras y dificultades en la aplicación de la estimación del costo del software	N. Empresas	Porcentaje
Los modelos de estimación de costos de software demandan mucho esfuerzo para recopilar datos, configurar parámetros, calibrar modelos, etc.	17	20%
La empresa no tiene suficiente inversión para mejorar la estimación del costo del software	11	13%
Los modelos de estimación de costos de software no pueden brindar un beneficio significativo	3	4%
Se carece de las herramientas correspondientes	10	11%
No ha encontrado modelos o herramientas de estimación de costos de software apropiados	9	10%
Los modelos de estimación de costos de software son difíciles de aprender y usar	0	0%
EL cliente no requirió el uso de los modelos de estimación de costos de software	9	10%
Los modelos de estimación no fueron precisos y efectivos	8	9%
Los altos directivos solo se fijan el resultado y no les interesaba el proceso de estimación	13	15%
La estimación no ayuda en el desarrollo	1	1%
Los modelos de estimación no han definido bien qué tipo de datos deben recopilarse	6	7%

El objetivo de la encuesta fue investigar la situación actual de la estimación de software en la provincia de Tungurahua, con la finalidad de identificar posibles mejoras e intentar brindar sugerencias sobre cómo mejorar los métodos de estimación y el proceso.

De igual manera a la investigación realizada por Páez, et al. (2012), la población objeto de la encuesta se constituyó en una limitante para obtener datos más reales. Aunque el número de empresas a las que se les aplicó las encuestas es una cantidad considerable de las cuales se puede obtener datos fiables, un mayor número de encuestas aumentaría en gran nivel la calidad de los resultados obtenidos.

En la pregunta planteada sobre las prácticas de estimación de software más aplicadas en las empresas tabla 1, la mayoría de las empresas aplica su propio modelo, seguido de las metodologías CCO COCOMO, COCOMO II, luego en su orden se tiene al método DDB Delphi Banda Ancha, Juicio de Expertos y otros modelos. Estos datos de cierta manera no concuerdan con otras investigaciones como el caso del trabajo realizado por Mansor, et al.

(2012), donde señala que el método de juicio experto es el método más usado en el proceso de estimación de costos.

La afectación al proyecto de desarrollo de software cuando se desvía del plan original, con respecto al costo, el cronograma y la funcionalidad, de acuerdo a los datos presentados en la tabla 2, son similares a los de otros tipos de encuestas como la aplicada por Molækken-Østfold, et al. (2004).

Varios autores indican que la estimación debe ser la primera fase del desarrollo del software, de esta forma se asegura una estimación lo más ajustada a la realidad. Con la pregunta cuando realiza usualmente la estimación de costos, de acuerdo a los datos de la tabla 4, el 54% responde que, en la etapa inicial de propuesta del proyecto, en el trabajo realizado por Altaf, et al. (2015), señala que, la estimación del software debe tener lugar en la etapa inicial del ciclo de vida, cuando no hay mucha información sobre el problema que se va a resolver, lo que refuerza los datos obtenidos en la pregunta.

Las causas de inexactitud en la estimación se las puede observar en la tabla 5, en los resultados se coincide con la investigación realizada por Yang, et al. (2008), donde se usan similares respuestas a las preguntas. En los dos trabajos las dos causas para la inexactitud en la estimación son los requisitos poco claros y los requisitos volátiles. Los requisitos volátiles son aquellos requerimientos que necesitan la introducción de nueva funcionalidad, que solo es necesaria por un lapso y luego tiene que removerse, estos requisitos pueden hacer que los gerentes y desarrolladores de software vean la estimación y el desarrollo como un esfuerzo para alcanzar un objetivo en movimiento.

CONCLUSIONES

El principal motivo para realizar este estudio fue la necesidad de conocer el estado actual de las estimaciones en el desarrollo de software de la provincia de Tungurahua, la investigación puede ser útil en trabajos futuros ya que va a ayudar a los lectores a obtener la información necesaria sobre las técnicas de estimación de y sus limitaciones. Se encuestó a las principales empresas del sector para obtener una imagen clara de los modelos de estimación usados, y los problemas derivados por las malas estimaciones.

Muchas empresas utilizan sus propios modelos, que por lo general son en base a experiencias de los desarrolladores, siendo una mala técnica por la falta de datos cuantitativos de proyectos anteriores, y la ausencia de una buena gestión del conocimiento.

En todo proyecto de software es necesario realizar el proceso de estimación en la etapa de planeación. También, la mayoría de las empresas coinciden en que, aunque si realizan estimaciones, tienen muchos problemas y aspectos por mejorar en el tema.

Al aplicar correctamente algún método de estimación, se obtendrán plazos de entrega y presupuesto reales, mayor satisfacción de los interesados, cronogramas más acertados y menor esfuerzo de desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altaf, I., Rashid, F., Dar, J. A., & Rafiq, M. (2015). Survey on parameter estimation in software reliability. (Ponencia). *International Conference on Soft Computing Techniques and Implementations (ICSCTI)*. Manav Rachna International University, India.
- Basri, S., Kama, N., & Ibrahim, R. (2015). A novel effort estimation approach for requirement changes during software development phase. *International Journal of Software Engineering and its Applications*, 9(1), 237–252.
- Ceke, D., & Milasinovic, B. (2015). Automated web application functional size estimation based on a conceptual model. (Ponencia). *23rd International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks*. Split, Croatia.
- Ferrucci, F., Gravino, C., & Di Martino, S. (2008). A case study using web objects and cosmic for effort estimation of web applications. (Ponencia). *34th Euromicro Conference Software Engineering and Advanced Applications*. Parma, Italy.
- Hamza, H., Kamel, A., & Shams, K. (2013). Software Effort Estimation Using Artificial Neural Networks: A Survey of the Current Practices. (Ponencia). *10th International Conference on Information Technology: New Generations*. Las Vegas, USA.
- Mansor, Z., Kasirun, Z., Yahya, S., & Arshad, N. H. H. (2012). A Survey on Cost Estimation Process in Malaysia Software Industry. *International Journal on New Computer Architectures and Their Applications*, 2(2), 381–388.
- Moløkken-Østfold, K., Jørgensen, M., Tanilkan, S. S., Galis, H., Lien, A. C., & Hove, S. E. (2004). A survey on software estimation in the norwegian industry. (Ponencia). *10th International Symposium on Software Metrics*. Chicago, USA.
- Nisar, M. W., Wang, Y. J., & Elahi, M. (2008). Software Development Effort Estimation Using Fuzzy Logic - A Survey. (Ponencia). *Fifth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*. Shandong, China.
- Páez, I. D., Anaya, R., & Travassos, G. H. (2012). Estado actual de la estimación de software en compañías colombianas que han adoptado CMMI. Universidad EAFIT.
- Prakash, B., & Viswanathan, V. (2017). A survey on software estimation techniques in traditional and agile development models. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 7(3), 867–876.
- Saeed, A., Butt, W. H., Kazmi, F., & Arif, M. (2018). Survey of Software Development Effort Estimation Techniques. (Ponencia). (Ponencia). *7th International Conference on Software and Computer Applications*. Kuantan, Malaysia.
- Tanveer, B., Guzmán, L., & Engel, U. M. (2017). Effort estimation in agile software development: Case study and improvement framework. *Journal of Software: Evolution and Process*, 29(11).
- Yang, D., Wang, Q., Li, M., Yang, Y., Ye, K., & Du, J. (2008). A survey on software cost estimation in the Chinese software industry. (Ponencia). *International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*. Kaiserslautern, Germany.
- Zapata, A. H., & Chaudron, M. R. (2013). An empirical study into the accuracy of its estimations and its influencing factors. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 23(4), 409–432.