

Modelo para valorar las organizaciones al iniciar la mejora de proceso de software. Estudio de Casos.

Yaimí Trujillo Casañola

Universidad de Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba, yaimi@uci.cu

Ailyn Febles Estrada

Universidad de Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba, ailyn@uci.cu

Giraldo León Rodríguez

Ministerio de Educación Superior, Vedado, La Habana, Cuba, giraldo@reduniv.edu.cu

ABSTRACT

Improving software processes is complex which prevents organizations decide to start it. Different models propose to perform a diagnostic log that includes the assessment of organization in order to identify the status of processes. However, it is important to assess the state of the organization fully and conditions to start improving, these elements represent a starting point that will determine the outcome. The main objective of the research is to develop a model to assess the software development organizations to initiate process improvement, considering the experiences of organizations and expert knowledge to help reduce the negative impact of critical success factors. As the model incorporates original elements "what" rating from identifying critical success factors and associated variables, and "how " to evaluate the use of indicators and metrics. Results validating the model using case studies are shown and validate the implementation of the model helps to reduce the negative impact of critical success factors in process improvement program, obtaining a high customer satisfaction.

Keywords: improvement, process, software, indicators, metrics.

RESUMEN

La mejora de procesos de software resulta compleja lo que impide que las organizaciones se decidan a iniciarla. Diferentes modelos proponen realizar un diagnóstico al iniciarla que incluye la evaluación de la organización con el objetivo de identificar el estado de los procesos. Sin embargo, es importante valorar el estado de la organización integralmente y las condiciones para iniciar la mejora, estos elementos representan un punto de partida que condicionará el resultado final. El objetivo principal de la investigación es elaborar un modelo para valorar las organizaciones desarrolladoras de software al iniciar la mejora de proceso, considerando las experiencias de las organizaciones y el conocimiento de los expertos para contribuir a disminuir el impacto negativo de los factores críticos de éxito. Como elementos originales el modelo incorpora el "qué" valorar a partir de identificar los factores críticos de éxito y sus variables asociadas, y el "cómo" valorar con el uso de indicadores y métricas. Se muestran los resultados de la validación del modelo empleando casos de estudios y validan que la implementación del modelo ayuda a disminuir el impacto negativo de los factores críticos de éxito en un programa de mejora de procesos, obteniendo de los clientes una alta satisfacción.

Palabras claves: improvement, process, software, indicators, metrics.

1. INTRODUCCIÓN

Diversas investigaciones reafirman la importancia de la mejora de proceso de software [1] [2]. Con respecto a este elemento se afirma: la institucionalización de una mejora de procesos aporta ventajas significativas respecto a la

madurez organizacional de las empresas [3-5]. También se asegura que: numerosas universidades, comunidades científicas y organizaciones, así como los gobiernos invierten en función de identificar las buenas prácticas e influir en la mejora de procesos, a través de normas, modelos y estándares [6-11]. Sin embargo, son numerosos los estudios publicados que reportan las dificultades que enfrentan las organizaciones. Los autores aportan elementos sobre lo difícil de desarrollar las iniciativas en las complejas y disímiles características de las organizaciones [2, 12-19].

La mejora del proceso de software; tiene por cometido analizar y definir cómo mejorar las prácticas de desarrollo software de una organización, partiendo de una evaluación del proceso en uso [20]. El mismo se centra en mejorar el rendimiento, la utilidad y la efectividad de los procesos de una manera disciplinada [3]. Se parte del principio de mejorar la madurez del proceso software [12, 15] [21] y como consecuencia la calidad del producto de software [22, 23]; incluso algunos autores consideran que incrementa la competitividad [13]. El objetivo de una iniciativa de mejora de proceso de software es alinear la empresa de software con el modelo de calidad deseado [20].

En la actualidad, se destaca un auge en estas investigaciones, tanto desde el punto de vista teórico como en su ejercicio práctico, vinculado sobre todo con el fin de fortalecer la industria del software. Sin embargo, hoy existen dificultades en las organizaciones, los informes indican que la cantidad de fracasos es muy alta, llegando al 70 % [20]. Se debe (buena parte) de estas dificultades a que las iniciativas de mejora no contemplan el estado real de las organizaciones, cada una posee características que la distinguen del resto, tienen sus propias peculiaridades que representan un punto de partida diferente para el programa y que condicionará sus resultados. A pesar de que se ha definido un conjunto de elementos que influyen en el resultado de un programa de mejora [1, 3, 4, 20, 21, 23-36], no se han definido los mecanismos que establezcan cómo valorar estos en una organización.

En el diagnóstico que se realiza como parte de la iniciativa en propuestas como el Modelo IDEAL. [10] MPS. Br y MoProSoft, resulta muy útil, evalúan los procesos en uso con el objetivo de poner de manifiesto el estado actual y valorar como alinear la empresa de software con el modelo de calidad deseado. Pero no con el objetivo de identificar el estado de la organización integralmente y valorar las condiciones que presenta la organización para iniciar la mejora de proceso de software. En este aspecto, existen insuficiencias en los procedimientos para la identificación de fortalezas, debilidades y el análisis de los riesgos. Otra de las necesidades es poder comparar varias organizaciones en función de determinar cuál de los dos escenarios está en mejores condiciones para el éxito.

En este aspecto, una de las actividades más complejas es identificar “qué” valorar y “como” hacerlo. Las experiencias documentadas en estudios de casos, evidencia y anécdotas de empresas exitosas que han hecho descripciones de sus iniciativas, sin dudas, han resultado de utilidad. Gracias a las lecciones aprendidas de las organizaciones triunfantes, se han obtenido los factores críticos de éxito, las barreras y las buenas prácticas [1, 3, 4, 13, 16, 18, 23-35], lo que ayuda a controlar la aplicación de la MPS. No obstante, existe un número de diferencias entre los resultados de las investigaciones. Se aluden factores en unas que no se mencionan en otras, en algunos casos generalizados y en otros demasiado contextualizados. Esto se debe principalmente al hecho de que diferentes estudios han investigado diferentes factores, con una variedad de elementos, los mismos se desarrollaron con características diferentes, como el contexto, el momento, los objetivos, y los métodos de investigación aplicados.

Ante esta realidad se define como objetivo de la investigación elaborar un modelo para valorar las organizaciones desarrolladoras de software al iniciar la mejora de proceso, con el uso de indicadores y métricas, que tenga en cuenta la experiencia de los expertos para contribuir a minimizar el impacto negativo de los factores críticos de éxito. Con la aplicación de la propuesta a través del cuasiexperimento de series cronológicas múltiples con dos prepruebas y dos postpruebas y grupo de control se pudo constatar que ésta permite identificar las barreras de la mejora y a partir de ellas realizar el análisis de los riesgos para minimizar el impacto negativo de los factores críticos de éxito.

2. MÉTODOS.

En la investigación primeramente se utilizó el análisis y síntesis para la búsqueda de enfoques anteriores que sustenten la investigación. Conjuntamente con esto, se hizo uso de la inducción deducción para llegar a los puntos de contacto del marco teórico con el objeto de investigación. A partir de estos métodos se llegó a la elaboración del modelo y los indicadores, el cual fue validado teóricamente a través de los métodos de consulta de expertos Delphi y Grupo focal y la validación práctica con un estudio de casos.

3. MODELO.

La deducción de un modelo para valorar las organizaciones desarrolladoras de software al iniciar la mejora de procesos (Si.MPS.Cu) con el uso de indicadores y métricas, que tenga en cuenta las experiencias de las organizaciones y el conocimiento de los expertos para contribuir a disminuir el impacto negativo de los factores críticos de éxito constituyó un aporte significativo de la investigación.

A partir de los elementos abordados se formaliza que el objetivo del modelo propuesto es representar los diferentes componentes y sus interrelaciones que permitan implementar una serie de acciones para valorar una organización al iniciar la mejora de procesos e identificar las barreras de la mejora y buenas prácticas recomendadas que permita disminuir el impacto negativo de los factores críticos de éxito. El modelo se debe sustentar en los siguientes principios, enfoques, cualidades y premisas.

Los principios son:

- Necesidad de la evaluación de la organización para identificar las barreras de la mejora y recomendar buenas prácticas para disminuir el impacto negativo de los factores.
- Carácter participativo y de cooperación en el proceso de medición para facilitar la obtención de los datos y la calidad de las mediciones.

Los enfoques son los siguientes:

- Mejora continua: La mejora permanente, se expresa en la retroalimentación de los resultados de la mejora y el análisis del impacto del modelo.
- Sistémico: Se expresa a través de la interacción de los componentes para obtener las salidas del modelo.
- Estratégico: se manifiesta que su objetivo es que la organización pueda enfrentar en mejores condiciones la mejora de procesos.

Las cualidades que distinguen al modelo propuesto son las siguientes:

- Integración: se establece en que el modelo debe integrar la mejora de procesos de software con los indicadores y métricas, la gestión del conocimiento y las técnicas de inteligencia artificial para obtener los resultados.
- Iterativo e incremental: los resultados de la aplicación del modelo puede acordar una nueva iteración y cada caso analizado incrementa el número de casos para elevar la calidad de los análisis.
- Capacidad de retroalimentación: el modelo parte de las necesidades de las organizaciones y se retroalimenta de los casos analizados y los resultados de su instrumentación, los resultados obtenidos constituyen casos para otras aplicaciones del modelo.
- Aprendizaje por reforzamiento: el modelo debe aprender de las experiencias, de los aciertos y desaciertos en las valoraciones y los pronósticos.

Las premisas con vista a la aplicación del modelo son:

- Voluntad de la alta gerencia de la organización desarrolladora de software de la necesidad de la mejora de procesos de software.
- Disposición de la organización a entregar la información necesaria para la evaluación.
- La definición en la organización del modelo de referencia para el desarrollo de software.

El esquema general de la arquitectura del modelo Si.MPS.Cu se muestra en la figura 1:

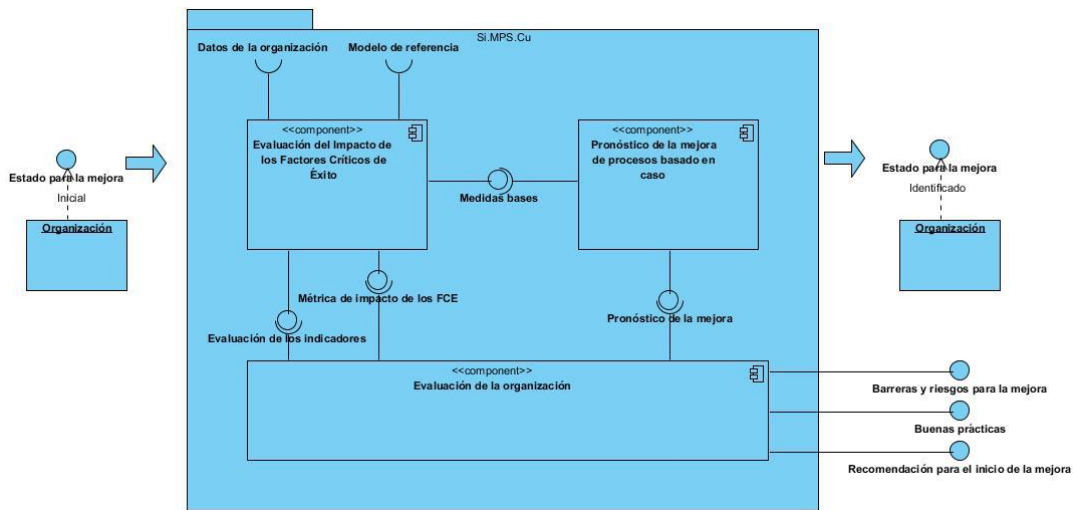


Figura 1: Representación Arquitectura del modelo Si.MPS.Cu.

El componente Evaluación del Impacto de los Factores Críticos de Éxito, transforma los datos de la organización y el modelo de referencia deseado por la organización para evaluar los indicadores y obtener la métrica de impacto de los factores críticos de éxito. Además obtiene las medidas base que son la entrada al componente Pronóstico de la mejora basado en experiencias, el cual con un sistema de razonamiento basado en casos determina los casos similares y realiza un análisis de los resultados de éxito y fracaso. Con la evaluación de los indicadores, la métrica de impacto de los factores críticos de éxito y el pronóstico de la mejora basado en casos similares el componente Evaluación de la organización identifica las barreras de la mejora y las buenas prácticas a recomendar, a partir de la cual la organización puede decidir si inicia o no la mejora.

Las entradas del modelo son:

- La definición del modelo de referencia que la organización desea implementar como parte de la mejora de procesos de software.
- Datos de la organización que permitan la entrada de información al modelo.

Las salidas del modelo son:

- Las barreras y los riesgos de la mejora de procesos de software.
- Una lista de buenas prácticas recomendadas.
- Recomendación para el inicio de la mejora.

Se obtienen además los siguientes resultados intermedios:

- Medidas bases.
- La evaluación de los indicadores.
- La evaluación de la métrica para medir el impacto de los factores críticos de éxito.
- El pronóstico del resultado de la mejora de procesos de software.

Estos resultados parciales permiten una vez decidido iniciar el programa de mejora realizar una planificación y estrategia adecuada a las condiciones de la organización en cada uno de estos aspectos.

3.1 COMPONENTE: EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LOS FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO.

El objetivo fundamental de este componente es evaluar el impacto de los factores críticos de éxito en la organización a partir de la aplicación de los indicadores y la métrica y la interpretación de sus resultados, dando respuesta al “qué” valorar y “cómo” valorar el estado de las organizaciones al iniciar la mejora. Este constituye el componente más importante del modelo, del cual se obtiene la información que nutre el resto de los componentes del modelo. El conjunto de indicadores y la métrica para valorar la organización constituyen el principal aporte teórico de la investigación.

Las actividades que se proponen realizar son:

- Identificar Factores Críticos de Éxito: Los FCE definen el “qué” se va a valorar, por lo que la organización debe realizar un proceso de combinación del conocimiento que le permita definir en su entorno los FCE a considerar. Como parte del modelo se describe el proceso de obtención de estos factores y como resultado la autora hace una propuesta de cuáles considerar para el entorno cubano. [37]
- Determinar los instrumentos de recolección de información: A partir de los FCE es necesario definir los datos a recopilar que permitan su evaluación. Como parte del modelo la autora propone el uso del Test de Diagnóstico Organizacional definido por Adalberto Ávila Vidal [38] el cual está alineado con los FCE definidos para el entorno cubano.
- Recolectar la información: Se realiza el proceso de obtención de los datos definidos mediante la aplicación de instrumentos. Para el entorno cubano se aplica el cuestionario que responde al Test definido en la actividad anterior. [38]
- Evaluar los indicadores: Como parte del modelo se definen un conjunto de indicadores que se evalúan de acuerdo a los datos recopilados. [39]
- Calcular la métrica del impacto de los FCE: Se realiza la evaluación de una métrica definida por la autora que permite realizar una valoración cuantitativa y cualitativa del impacto de los FCE en el éxito de la MPS. [39]

3.2 COMPONENTE: PRONÓSTICO DE LA MEJORA DE PROCESOS DE SOFTWARE.

El objetivo fundamental de este componente es pronosticar el resultado de la MPS a partir de las experiencias almacenadas de casos similares. Este componente se nutre de la aplicación de la valoración de las organizaciones almacenando las medidas bases de la aplicación de los indicadores. El diseño de la base de casos y la biblioteca de casos constituyen uno de los aportes prácticos de la investigación.

Las actividades que se proponen realizar son:

- Comparar caso introducido con casos almacenados: para realizar el análisis necesario se debe comparar la información de la organización con las experiencias similares mediante el establecimiento de una función de semejanza. La función de semejanza que se propone utilizar es la función de semejanza en su forma clásica (S) [40], la cual es el resultado de la suma de los valores de semejanza existentes para cada rasgo y el coeficiente de ponderación de los rasgos (Ki) [41,42].
- Recuperar casos semejantes: a partir de los resultados obtenidos de aplicar la función de semejanza entre el caso introducido con los casos almacenados, se recuperan los casos cuyo valor de la función $S \geq 0,75$.
- Calcular pronóstico de éxito del caso introducido: Se realiza el cálculo del pronóstico a partir de realizar el análisis de frecuencia de los casos exitosos y fracasados.

3.3 COMPONENTE: EVALUACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

El componente de evaluación de la organización es ejecutado por la dirección de las organizaciones y tiene como objetivo realizar el análisis de los resultados de los indicadores para determinar los factores críticos de éxito que constituyen barreras y riesgos de la organización y recomendar las buenas prácticas. A partir de triangular los resultados de la métrica, los indicadores y el pronóstico analizan el estado de la organización y recomienda iniciar la mejora y atender las barreras y riesgos.

Las actividades que se proponen realizar en el componente son:

- Identificar los FCE que son barreras y riesgo: realizar un análisis de la información obtenida de la evaluación de los indicadores en la organización, para identificar los FCE que se evaluaron por debajo de 0,4 como barreras y los que se evaluaron entre 0,4 y 0,6 como riesgos. Así como las variables asociadas a los FCE que más impactan negativamente en la organización. Esta información constituye una de las salidas del modelo.
- Recomendar las buenas prácticas a instrumentar: en esta actividad se analizan los FCE que son barreras y riesgos para identificar las buenas prácticas que debe ejecutar la organización con vista a disminuir el impacto negativo de estos FCE. En el caso de las barreras deben analizarse como parte del plan de

contingencia de riesgos y en el caso de los riesgos en el plan de mitigación de riesgo. Para proponer las buenas prácticas la autora propone consultar la base de datos con la información recopilada de la relación FCE-Buenas prácticas que desarrolló como parte de la revisión bibliográfica. Esta lista de buenas prácticas constituye la segunda salida del modelo.

- Analizar el estado de la organización para la mejora: para esta actividad es necesario analizar los resultados obtenidos de las salidas de cada uno de los componentes en función de obtener las conclusiones del diagnóstico con una de las siguientes recomendaciones: Iniciar la mejora de procesos de software, Iniciar la mejora de procesos de software bajo riesgo y No iniciar la mejora de procesos de software. La recomendación final es la salida más importante del modelo pues concluye con una valoración de toda la información obtenida del modelo.

3.3.1 ANALIZAR EL ESTADO DE LA ORGANIZACIÓN PARA LA MEJORA

Las entradas principales de esta actividad son los resultados obtenidos de los componentes Evaluación del Impacto de los Factores Críticos de Éxito y Pronóstico de la mejora basado en experiencias, del primero se analiza la métrica de impacto de los FCE principalmente teniendo en cuenta la escala y los rangos obtenidos y los indicadores para evaluar la capacidad que tiene la organización de implementar actividades que disminuyan el impacto negativo de los FCE. Del segundo se obtiene el pronóstico de la mejora en porcentaje de éxito.

Con estos resultados se propone hacer un análisis utilizando el método de triangulación metodológica, del cual se obtiene la información para arribar a las conclusiones del diagnóstico. La autora sugiere en función de la experiencia y los estudios realizados en la investigación, que la interpretación de los resultados para cada una de las posibles recomendaciones sea:

- Iniciar la mejora de procesos de software: cuando la métrica se evalúa en Muy Adecuado o Adecuado y el pronóstico de éxito es superior al 60%)
- Iniciar la mejora de procesos de software bajo riesgo: cuando la métrica se evalúa de Poco Adecuado y/o el pronóstico está en el rango de 40% a 60%).
- No iniciar la mejora de procesos de software: cuando la métrica se evalúa en No Adecuado y/o el pronóstico es inferior al 40%.

Estas recomendaciones se refuerzan con el análisis de la capacidad que tiene la organización de implementar actividades que disminuyan el impacto negativo de los FCE, lo cual se obtiene de los indicadores. Para ello se deben tener en cuenta las buenas prácticas que pueden implantar en la organización y de estas los riesgos y las barreras en la que impactan. Mientras más riesgos y barreras se cubran mejores condiciones posee la organización para la mejora. Aunque no deba ser lo más común estos elementos pueden conducir a variar las recomendaciones anteriores sobre todo en los casos donde se está cercano a los límites. Con la información recopilada de los tres componentes los directivos de las organizaciones pueden desarrollar una valoración del estado que posee la organización para iniciar la MPS integralmente.

4. VALIDACIÓN EXPERIMENTAL.

Con el fin de validar el modelo se desarrolló el diagnóstico en cuatro centros de desarrollo de software, el estudio de caso es un método que se aplica en entornos reales y proporciona información valiosa para el análisis de los resultados. Para el caso de estudio se definieron dos centros sin estímulo y dos con estímulo, a los cuales se les aplicaron dos niveles de análisis:

Niveles de análisis

- Antes de aplicar el estímulo: Relación entre el número de riesgos definidos para la MPS y las barreras y los riesgos identificados como parte del diagnóstico. Relación entre las acciones para mitigar los riesgos de la MPS y las buenas prácticas recomendadas del diagnóstico.
- Después de implantado un paquete de mejora: Relación entre el número de riesgos que se materializaron en la mejora de procesos con las barreras y riesgos identificados.

Los resultados tributaron a la ejecución de un programa de mejora de procesos de software que se ejecuta en un organización desarrolladora de software que posee tres centros y se analizan a continuación:

Los datos reflejan que los cuatro centros poseen escenarios similares, la métrica de impacto de los FCE se evalúa en el rango de adecuado, pero existen un FCE (experiencia del personal) como barrera y dos como riesgos. Se identificaron como riesgo en todos los casos la Efectividad del programa de reconocimiento y remuneración y en dos la Disponibilidad de recursos y en los otros dos Comunicación.

Las recomendaciones fueron presentadas a los centros del caso 1 y 2, los cuales incorporaron al plan de mitigación y contingencia de riesgos del proceso de mejora. En el caso 3 y 4 inician la MPS con los elementos que empíricamente fueron valorados por sus directivos, los cuales tiene la relación de los riesgos definidos para la MPS y las barreras y riesgos identificados como parte del diagnóstico de 0,07 y 0,09. Esto refiere que de las variables ubicadas en el nivel intermedio (0,4 a 0,6) y el nivel bajo (menos de 0,4) según los indicadores propuestos en el modelo solo analizaron el 7% y el 9%. En el caso de la relación entre las acciones de mitigación de los riesgos de la MPS y las buenas prácticas recomendadas del diagnóstico obtuvieron 0,06 y 0,011, sin embargo el plan de mitigación y contingencia de riesgos era mucho más extenso en estos dos casos. Esta información refleja que el plan de mitigación y contingencia de riesgos no está en concordancia con las condiciones que posee la organización para iniciar la MPS en los casos donde no se aplicó el estímulo.

Después de implementado un paquete de mejora el análisis arrojó que en los casos que se le aplicó el estímulo la relación entre los riesgos que se materializaron en la mejora de procesos con las barreras y los riesgos identificadas fue de 0,11 y 0,21 y en los que no se le aplicó el estímulo fue de 0,57 y 0,63. Teniendo en cuenta que los FCE tardan en manifestarse y que este análisis se ejecuta después de implementado el primer paquete de mejora las diferencias son marcadas.

Del estudio de casos se concluye que existen dos contribuciones importantes en la aplicación del modelo en estas organizaciones, uno relativo a que evalúa la organización integralmente aportando al análisis de los riesgos información objetiva y tangible a partir de estar fundamentada en datos y las condiciones de la organización, y prepara a la organización para enfrentar el impacto negativo de los FCE, concentrando sus esfuerzos en aquellos que más le afectan. La segunda contribución es a disminuir el impacto de los FCE en las organizaciones a partir de disminuir los riesgos que se materializan durante la MPS.

5. CONCLUSIONES

- Los resultados que brinda el modelo en función de lograr una valoración integral de la organización al iniciar la MPS favorece obtener la información para elaborar el plan de mitigación de riesgos en función de las condiciones de las organizaciones.
- El modelo propuesto integra los factores críticos de éxito y las buenas prácticas de la mejora de proceso de software e incide en el punto de partida de la mejora de proceso.
- Los resultados de la valoración del modelo apoyan que su aplicación disminuye el impacto negativo de los factores críticos de éxito.
- Almacenar y reutilizar la experiencia en términos de factores críticos de éxito y buenas prácticas permite apoyar las decisiones de los que apliquen el modelo propuesto en la identificación de las barreras y las buenas prácticas a recomendar.

Estos resultados reafirman la necesidad de complementar el diagnóstico con el análisis integral de las organizaciones, en tanto crean las bases para impulsar la mejora de proceso de software.

La investigación se dirige a una etapa superior en la cual se propone:

- Extender el uso del modelo a otras organizaciones de la industria cubana del software.
- Continuar el desarrollo del modelo, a partir de incorporar al componente de pronóstico de la mejora de procesos métodos más robustos de la inteligencia artificial para el procesamiento de las experiencias de las organizaciones.

- Incorporar a la base de casos, las experiencias documentadas en la bibliografía como punto de partida para realizar los pronósticos.
- Incorporar al análisis un coeficiente relacionado con el impacto de los factores en combinación.

REFERENCES

- [1] S. Zahran. "Software Process Improvement: Practical Guidelines for Business Success". Addison-Wesley Professional. Primera Edición. Reino Unido. pp 480. 1998. ISBN: 978-0201177824
- [2] S.D Müller, L. Mathiassen y H.H. Balshoj. "Software Process Improvement as organizational change: A metaphorical analysis of the literature". Journal of Systems and Software. Vol: 83 N° 11, pp. 2128-2146. Noviembre 2010. ISSN: 0164-1212. URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1864808.1864916&coll=DL&dl=GUIDE&CFID=355965936&CFTOKEN=28817302>. Fecha de Consulta: 12 de septiembre de 2012. DOI: 10.1016/j.jss.2010.06.017.
- [3] M. Niazi, M.A. Babar y J.M. Verner. "Software Process Improvement barriers: A cross-cultural comparison". Journal Information and Software Technology. Vol: 52 N° 11, pp. 1204-1216. Noviembre 2010. ISSN: 0950-5849. URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1860147.1860510&coll=DL&dl=GUIDE&CFID=355965936&CFTOKEN=28817302>. Fecha de Consulta: 12 de septiembre de 2012. DOI: 10.1016/j.infsof.2010.06.005.
- [5] M. Paulk, Ch. Weber, B. Curtis y M. Beth. "The capability maturity model: guidelines for improving the software process". Addison-Wesley Professional. Primera Edición. Estados Unidos. Vol: 86-18, pp. 441. 1995. ISBN: 0-201-54664-7
- [6] M.d.P.d.S, Brasileiro. "Mps.Br - Melhoría de Processos do Software Brasileiro". Pp 11. Fecha de Actualización: 05/04/2012; Fecha de consulta: 09/09/2012. URL: http://www.softex.br/mpsbr/ES/_home/default.asp.
- [7] P.I.d.C.y.T.p.e, Desarrollo. "Programa CY-TED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo". Pp. 15. Fecha de Actualización: 15/04/2012; Fecha de consulta: 09/09/2012. URL: http://www.cytetd.org/cytetd_investigacion/detle_accion.php?un=9c838d2e45b2ad1094d42f4ef36764f6&lang=es.
- [8] I.d.S, Europeo. "ESI - Tecnalia". Pp. 2. Fecha de Actualización: 04/04/2012; Fecha de consulta: 09/09/2012. URL: <http://www.esi.es/index.php?op=15.1.2>.
- [9] P. M. Institute. "Standards Overview | Project Management Institute". Fecha de Actualización: 23/04/2012; Fecha de consulta: 09/09/2012. URL: <http://www.pmi.org/PMBOK-Guide-and-Standards.aspx>.
- [10] U.C., Mellon. "Instituto de Ingeniería de Software". Pp. 5. Fecha de Actualización: 15/04/2012; Fecha de consulta: 09/09/2012. URL: <http://www.sei.cmu.edu/cmimi/index.cfm>.
- [11] ISO, Standardization. "International Organization for Standardization." Pp. 1. Fecha de Actualización: 15/04/2012; Fecha de consulta: 09/09/2012. URL: <http://www.iso.org/iso/home.htm>.
- [12] H.E. Thomson, y P. Mayhew. "Approaches to software process improvement". Journal of Software Maintenance and evolution: Research and Practice. Vol: 3 N° 1, pp. 3-17. Diciembre 1997. ISSN:1532-0618, URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/%28SICI%2910991670%28199703%293:1%3C3::AID-SPIP60%3E3.0.CO;2-%23/abstract..> Fecha de Consulta: 12 de septiembre de 2012. DOI: 10.1002/(SICI)1099-1670(199703)3:1<1::AID-SPIP68>3.0.CO;2-I.
- [13] D.E. Harter, M.S. Krishnan y S.A. Slaughter. "Effects of Process Maturity on Quality, Cycle Time, and Effort in Software Product Development". Journal Management Science. Vol:46 N° 4, pp. 451-466. Abril 2000. ISSN: 0025-1909, URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=970214.970247&coll=DL&dl=GUIDE&CFID=355965936&CFTOKEN=28817302>. Fecha de Consulta: 12 de septiembre de 2012. DOI: 10.1287/mnsc.46.4.451.12056.
- [14] N. Ashrafi. "The impact of software process improvement on quality: in theory and practice". Journal Information and Management. Vol: 40 N° 7, pp. 677-690. Agosto 2003. ISSN: 0378-7206, URL: dl.acm.org/citation.cfm?id=944983.944989&coll=DL&dl=GUIDE&CFID=356543895&CFTOKEN=15538546 Fecha de Consulta: 12 de septiembre de 2012. DOI: 10.1016/s0378-7206(02)00096-4.
- [15] E-Y. Li, , H.-G. Chen, y T.-S. Lee. "Longitudinal study of software process management in Taiwan top companies". Journal Total Quality Management & Business Excellence, Web of Science. Vol: 14 N° 5 pp. 571-590. Mayo 2003. ISSN: 1478-3363, 1478-3371, URL: <http://cel.webofknowledge.com/InboundService.do?SID=N1B9chbLLc6418PmfBA&product=CEL&UT=00018314100005&SrcApp=literatum&Init=Yes&action=retrieve&Func=Frame&customersID=atyponcel&SrcAuth=atypocel&IsProductCode=Yes&mode=FullRecord>. Fecha de Consulta: 12 de septiembre de 2012. DOI: 10.1080/1478336032000053591

- [16] A. Rainer y T. Hall. "A quantitative and qualitative analysis of factors affecting soft-ware processes". Journal of Systems and Software. Vol: 66 N° 1, pp. 7-21. Noviembre 2003. ISSN: 0164-1212 DOI: 10.1016/s0164-1212(02)00059-6
- [17] D. Dorenbos, y A. Combelles. "Introduction: Lessons Learned around the World: Key Success Factors to Enable Process Change". IEEE Software. Vol:21 N°4, pp. 20-21. Abril 2004. ISSN: 0740-7459, DOI: 10.1109/ms.2004.19
- [18] J.H. Iversen, L. Mathiassen, y P.A. Niel-sen. "Managing risk in software process im-provement: an action research approach". Journal MIS Quarterly. Vol: 28 N°3, pp. 395-433. Septiembre 2004. ISSN: 0276-7783, URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2017227.2017232&coll=DL&dl=GUIDE&CFID=356543895&CFTOKEN=15538546>, Fecha de Consulta: 19 de septiembre de 2012.
- [19] L. Mathiassen, O.K. Ngwenyama, y I. Aaen. "Managing Change in Software Process Improvement". IEEE Software. Vol: 22 N° 6, pp. 84-91. Noviembre 2005. ISSN: 0740-7459, URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1098520.1098581&coll=DL&dl=GUIDE&CFID=356543895&CFTOKEN=15538546> Fecha de Consulta 19 de Septiembre del 2012. DOI: 10.1109/ms.2005.159
- [20] I.d.I.d.S.d.I.U.C, Mellon. "Process maturity profile of the software community". Pp. 11. Fecha de Actualización 14 de Septiembre de 2009, Fecha de Consulta 19 de Septiembre del 2012. URL: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/casestudies/profiles/pdfs/upload/2009SepCMMI.pdf>
- [21] P. Clarke y R. O'Connor. "Harnessing ISO/IEC 12207 to Examine the Extent of SPI Activity in an Organisation". Journal Communications in Computer and Information Science. Vol 99, pp. 25-36. Septiembre 2010. ISBN 978-3-642-15666-3, URL: http://rd.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-15666-3_3 Fecha de consulta: 21 de septiembre del 2012. DOI: 10.1007/978-3-642-15666-3_3
- [22] S.-H. Chen, H.-G. Chen, y D.-C. Yen. "Empirical Study of Software Process Maturity, TQM Practices and Organizational Characteristics in Taiwanese Companies". Total Quality Management & Business Excellence, Web of Science, Vol: 16 N° 10, pp. 1091-1102. Enero 2007 ISSN:1478-3373,1478-3371, URL: www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14783360500235819?journalCode=ctqm20#preview. Fecha de Consulta: 21 de septiembre del 2012. DOI: 10.1080/14783360500235819
- [23] M.A. Babar y M. Niazi. "Implementing Software Process Improvement Initiatives: An Analysis of Vietnamese Practitioners' Views". Proceedings of the 2008 IEEE International Conference on Global Software Engineering. 2008, IEEE Computer Society. pp. 67-76. ISBN: 978-0-7695-3280-6. URL: <http://www.computer.org/csdl/proceedings/icgse/2008/3280/00/3280a067-abs.html>. Fecha de Consulta: 21 de septiembre del 2012.
- [24] M.A. Montoni y A. Rocha. "Methodology for Identifying Critical Success Factors That Influence Software Process Improvement Initiatives: An Application in the Brazilian Soft-ware Industry, in Software Process Improvement". 14th European Conference, EuroSPI 2007. Potsdam, Germany. Del 26 al 28 de Septiembre del 2007.
- [25] T. Galinac. "Empirical evaluation of selected best practices in implementation of software process improvement". Journal Information and Software Technology. Vol: 51 N° 9, pp. 1351-1364. Septiembre 2009. ISSN: 0950-5849, URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1558382.1558415&coll=DL&dl=GUIDE&CFID=356543895&CFTOKEN=15538546>, Fecha de consulta: 21 de septiembre del 2012. DOI: 10.1016/j.infsof.2009.05.002
- [26] F.J. Pino, F. Garcia, y M. Piattini. "Key processes to start software process im-provement in small companies". Symposium on Applied Computing SAC 09. Honolulu, Hawaii. Del 9 al 12 de Marzo de 2009.
- [27]. I. Allison. "Organizational Factors Shaping Software Process Improvement in Small-Medium Sized Software Teams: A Multi-Case Analysis". Seventh International Conference on the Quality of In-formation and Communications Technology. IEEE Computer Society Porto, Portugal. 2010.
- [28] G.V Boas, A.R.C.d. Rocha, y M.P.d. Amaral. "An approach to implement software process improvement in small and mid-size organizations". Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology. IEEE Computer Society. Porto, Portugal 2010.
- [29] P. Dounos y G. Bohoris. "Factors for the Design of CMMI-Based Software Process Improvement Initiatives". Proceedings of the 2010 14th Panhellenic Conference on Informatics. IEEE Computer Society. Tripolis, Greece. Del 10 a 12 de Septiembre de 2010.
- [30] M.A. Montoni, y A.R. Rocha. "Applying Grounded Theory to Understand Software Process Improvement Implementation". Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology. IEEE Computer Society. Porto, Portugal 2010
- [31] G. Santos, M. Kalinowski, A.R. Rocha, G. Horta, K. Chaves, J.A. Antonioni. "MPS.BR: A Tale of Soft-ware Process Improvement and Performance Results in the Brazilian Software Industry". Seventh International

Conference on the Quality of Information and Communications Technology. IEEE Computer Society. Porto, Portugal 2010.

- [32] J. Wan, y R. Wang. "Empirical Research on Critical Success Factors of Agile Software Process Improvement". Journal of Software Engineering and Applications. Vol: 3 N° 12, pp. 1131-1140. ISSN Print: 1945-3116. Diciembre 2010. ISSN Online: 1945-3124, URL: <http://www.scirp.org/journal/jsea>. Fecha de consulta: 21 de septiembre de 2012. DOI: 10.4236/jsea.2010.312132
- [33] S.U. Khan, M. Niazi, y R. Ahmad. "Barriers in the selection of offshore software development outsourcing vendors: An exploratory study using a systematic literature review". Journal Information and Software Technology. Vol: 53 N° 7, pp. 693-706. Julio 2011. ISSN: 0950-5849, URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1969865.1970022&coll=DL&dl=GUIDE&CFID=356543895&CFTOKEN=15538546>. Fecha de consulta: 9 de septiembre de 2012. DOI: 10.1016/j.infsof.2010.08.003
- [34] A.L. Mesquida, A. Mas, E. Amengual, J. A. Calvo-Manzano. "IT Service Management Process Improvement based on ISO/IEC 15504: A systematic review". Journal Information and Software Technology. Vol: 54 N° 3, pp. 239-247. Marzo 2012. ISSN: 0950-5849, URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2088538.2088603&coll=DL&dl=GUIDE&CFID=356543895&CFTOKEN=15538546>, Fecha de consulta: 9 de septiembre de 2012. DOI: 10.1016/j.infsof.2011.11.002
- [35] M. Sulayman, C. Urquhart, E. Mendes, S. Seidel. "Software process improvement success factors for small and medium Web companies: A qualitative study". Journal Information and Software Technology. Vol: 54 N° 5, pp. 479-500. Mayo 2012. ISSN: 0950-5849, URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2133842.2133934&coll=DL&dl=GUIDE>, Fecha de Consulta: 9 de septiembre del 2012. DOI: 10.1016/j.infsof.2011.12.007.
- [36] Bannerman, P.L. "Capturing business benefits from process improvement: four fallacies and what to do about them". 1st international workshop on Business impact of process improvements. Leipzig, Germany. 2008.
- [37] Trujillo Casañola, Y., et al. "Variables para valorar una organización al iniciar la mejora de procesos de software", 16 Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura-CUJAE. 2012. p. 13
- [38] Vidal, A.A. (2013) "Diseño de un cuestionario para el diagnóstico sociopsicológico de las organizaciones". Revista Wimb Lu, Revista Electrónica de Estudiantes de la Escuela de Psicología de la Universidad de Costa Rica. 2013. vol 8, núm. 1, p. 81-103. ISSN 1659-2107.
- [39] Trujillo, Y., et al. Indicadores para valorar una organización al iniciar la mejora de procesos de software. Actas del 11th LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2013). , celebrado en Cancún, México, (2013)., p. 10. ISBN: 978-0-9822896-5-5. Disponible en: <http://www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun/RefereedPapers/RP218.pdf>.
- [40] Espinosa, M.L., et al. Concept Maps Combined with Case-Based Reasoning in Order to Elaborate Intelligent Teaching/Learning Systems. Actas del Intelligent Systems Design and Applications, 2007. ISDA 2007. Seventh International Conference on, (20-24 Oct. 2007,2007), p. 205-210.
- [41] Silverman, B.W. and M.C. Jones (1989) "E. Fix and J.L. Hodges (1951): An Important Contribution to Nonparametric Discriminant Analysis and Density Estimation: Commentary on Fix and Hodges (1951)". International Statistical Review. 1989. vol 57, núm. 3, p. 233-238.
- [42] Filiberto, Y., et al. (2011) "Una medida de la teoría de los conjuntos aproximados para sistemas de decisión con rasgos de dominio continuo". Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. 2011, p. 141-152. ISSN 0120-6230.

Authorization and Disclaimer

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el artículo en las actas de congresos. Ni los editores ni LACCEI son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresa en el documento.