

MEJORAS AL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE USANDO EL MODELO DE MADUREZ DE CAPACIDAD INTEGRADO (CMMI)

Wilker Yépez Vargas*

Carlos Primera Leal**

Maritza Torres Samuel***

*Analista de Sistemas. UCLA
Especialista en Tecnologías de Información
y Comunicaciones. UCLA
IT Especialista UNIX/AIX. IBM.
Caracas. Venezuela.
wilkeryopez@hotmail.com

**Ingeniero de Sistemas
Universidad de los Andes
Doctor en Gerencia Avanzada
Universidad Fermín Toro. Venezuela
Docente-Investigador en el Decanato
de Ciencias y Tecnología. UCLA.
cprimera@ucla.edu.ve

***Ingeniero en Informática. DCyT-UCLA.
Magister en Ingeniería Industrial
Universidad Nacional Experimental Politécnica
Antonio José de Sucre
Barquisimeto. Venezuela
Doctora en Ciencias de la Ingeniería. UNEXPO
Docente-Investigador DCyT-UCLA.
mtorres@ucla.edu.ve

Las Empresas Desarrolladoras de Software (EDS) llevan a cabo procesos que deben integrarse para hacer uso eficiente de los recursos empleados y culminar satisfactoriamente el software de acuerdo a los requerimientos del cliente. La planificación de proyectos contribuye con este propósito y el Modelo de Madurez de Capacidad Integrado para el desarrollo (CMMI-DEV) provee una guía de buenas prácticas para tal fin. El presente trabajo plantea una propuesta de mejora al proceso de planificación de proyectos de desarrollo de software apoyada en el CMMI como guía para el diseño de las acciones de mejora en una PYME venezolana desarrolladora de software. El trabajo se enmarca en la modalidad de proyecto factible y de investigación de campo de tipo descriptivo utilizando la observación directa y aplicación de encuestas al personal de la organización, conformada por el personal directivo, empleados y el equipo de desarrollo. Los hallazgos muestran deficiencias en las estimaciones respecto al alcance del proyecto, planificación del conocimiento y recursos e insuficiencia en la obtención del compromiso de las partes interesadas. Como resultado se diseña una propuesta de actividades de mejora basada en las prácticas estipuladas por el CMMI, donde se indican las tareas a realizar, las técnicas a emplear, los participantes y los productos a obtener.

Palabras clave: *empresas desarrolladoras de software, planificación de proyectos, CMMI, PYME, Plan de Mejora.*

Recibido: 01-10-13

Aceptado: 07-03-14

ABSTRACT

The Software Development Companies (SDC) perform processes that must be integrated to make efficient the use of the resources and the satisfactory creation of software according to customer requirements. The project planning management pursues this purpose and the Capability Maturity Model Integrated (CMMI) provides a guide to that purpose. This paper presents a proposal to improve the planning process of software development projects and it is framed in the CMMI as a response to the problems presented by a Venezuelan SME SDC. This work is a feasible project supported by a descriptive research through direct observation and the implementation of surveys to the staff of the organization, made of managers, employees and the development team. The findings show deficiencies regarding the scope of the project, attributes of the work products, effort and expense, and failure in obtaining the commitment of stakeholders. The proposed improvement is based on the practices set by the CMMI, using templates and formats which indicate the tasks, the employed techniques, participants and products to be obtained.

Keywords: Software development companies, project planning, CMMI, SME, Improvement Plan.

SOFTWARE PROJECT PLANNING PROCESS IMPROVEMENTS BY USING THE CAPACITY MATURITY MODEL INTEGRATED. A CASE STUDY: A VENEZUELAN SME SOFTWARE DEVELOPMENT COMPANY

Wilker Yépez Vargas
Carlos Primera Leal
Maritza Torres Samuel

INTRODUCCIÓN

A pesar de los continuos avances en las tecnologías y metodologías de desarrollo de software, este aún representa un desafío para las organizaciones dedicadas a esta actividad. Este conlleva las dificultades propias de un proyecto de ingeniería, incluyendo los particulares retos inherentes a la construcción de un producto software como lo son los asociados a la complejidad de su implementación, la gestión de requisitos, los desafíos tecnológicos y la dificultad para asegurar su calidad (Marante, 2009).

El proceso de desarrollo de software requiere capacidades claves para asegurar la calidad del producto, y que a su vez representan cualidades de madurez de dicho proceso. En este sentido, la naturaleza intangible del software dificulta la visualización y medición del avance en los procesos de desarrollo, siendo vital una gestión eficiente del tiempo, costo y recursos. En este sentido, la exitosa gestión del plan del proyecto de desarrollo de software representa una característica esencial en los primeros niveles de madurez (SEI, 2008), representando un importante desafío para cualquier organización, en particular para las Pymes (Mantilla, 2009; Ramos y otros, 2010; Anaya y otros, 2011; Sosa y otros, 2012).

En este sentido Rubiano y Cuadros (2012) señalan que las deficiencias en la planificación del proyecto son muestras de un bajo nivel de madurez

en el proceso de desarrollo, esto lo evidenciaron en su estudio con un grupo de Pymes Colombianas.

Las Pymes, como organizaciones que enfrentan restricciones presupuestarias, de disponibilidad de recursos humanos y de capacidad de incorporación de nuevos conocimientos (Sosa y otros, 2012), requieren la adopción de buenas prácticas que guíen sus procesos de mejoras, especialmente en aquellas dedicadas al desarrollo de software. Los modelos CMMI® (*Capability Maturity Model® Integration*) son colecciones de buenas prácticas que ayudan a las organizaciones a mejorar sus procesos. Estos modelos son desarrollados por equipos con miembros procedentes de la industria, del gobierno y del *Software Engineering Institute* (SEI).

Para el caso de la organización en estudio, Empresa Desarrolladora de Software (EDS) venezolana, el diagnóstico de sus procesos y establecimiento de mejoras se realizó siguiendo los lineamientos del CMMI para desarrollo, denominado CMMI-DEV por sus siglas en inglés (SEI, 2010), el cual proporciona un conjunto completo e integrado de guías para desarrollar productos y servicios, considerando para este estudio las prácticas específicas sobre el área de planificación de proyectos. Esta área, según Cukier (2008), es la que presenta mayor debilidad en Pymes, seguida del monitoreo y del control de proyectos. Cabe destacar además, que la selección de esta área como centro del presente estudio se fundamenta en un requerimiento explícito de la directiva y del equipo

de desarrollo de la empresa estudiada, fundamentado en la incertidumbre observada en el manejo del tiempo y costos, así como la necesidad de mejorar los cumplimientos a clientes.

Por lo anterior se aprecia la importancia de iniciar la mejora del proceso de desarrollo de software con el área de planificación de proyectos, esto permite además contribuir con su madurez considerando además los recursos para el desarrollo del software y combinándolo con los entregables exigidos por el cliente. Esto propicia que el control de los plazos de entrega sea exhaustivo y que además haya control sobre las posibles desviaciones en plazo y coste de cada fase del desarrollo del software (Ramos y otros, 2010).

Si bien CMMI enseña el camino para alcanzar un nivel de madurez o un nivel de capacidad de un área, permitiendo con esto incrementar la eficiencia de los procesos involucrados y la calidad de sus productos (Navarro y Garzas, 2010), no señala como hacerlo. Por otra parte, si bien las áreas de proceso descritas en este modelo representan comportamientos considerados buenas prácticas para la mayoría de los usuarios, las áreas de proceso y las prácticas deben interpretarse considerando las restricciones de su organización y su entorno de negocio (SEI, 2010, p.18). Al ser considerado CMMI como una guía de buenas prácticas para la presente investigación a fin de establecer mejoras y no para alcanzar una certificación, y considerando que existe un acuerdo general respecto a que

su correcta aplicación puede aumentar las posibilidades de éxito, entonces este no necesariamente debe aplicarse de forma uniforme en todos los proyectos (Project Management Institute, 2004:3). Por otra parte, estos modelos son bastante útiles, proporcionando lineamientos generales sobre dónde empezar a mejorar la gestión de los proyectos, y en qué orden, a personas que no saben cómo hacerlo (García, 2013). En este sentido, el plan de acción de mejoras obtenido se ha diseñado considerando las características propias de la EDS en estudio y de su entorno, en vista que los procesos de mejora deben aplicarse de forma distinta en pequeñas empresas (Sosa y otros, 2012), y aplicando CMMI como una guía de buenas prácticas en el área de planificación de proyectos de desarrollo de software.

Este artículo se desarrolla en cinco secciones. En la primera se presenta una introducción a la problemática; en la segunda se describe específicamente el Modelo CMMI-SVC; en la tercera, se especifica la metodología. En la cuarta sección, se presentan y discuten los resultados; en la quinta, se presentan propuesta de mejoras al proceso de planificación de proyectos en el desarrollo de software de la organización objeto de estudio. Finalmente, se presentan las conclusiones.

DESARROLLO

La EDS objeto del presente estudio provee servicios y productos de software en la región Centroccidental de Venezuela. Conformada por seis personas entre directivos y empleados;

actualmente se dedica a la creación, implantación y mantenimiento de sistemas de administración, facturación y control de acceso de personal para restaurantes, tiendas y afines, así como a la venta y reparación de equipos de computación e instalación de redes informáticas; sin embargo, su principal proceso productivo, alineado con la misión y visión de la empresa, es la elaboración de productos de software y la modificación y adaptación de los sistemas de información existentes. Ambos procesos, elaboración de productos de software y adaptación de SI están enmarcados en lo que se denomina en la presente investigación, desarrollo de software.

Factores como la excesiva cantidad de trabajo que se suscita en la empresa en conjunción con el limitado personal, aunado a la premura por la obtención del software por parte de los clientes, la ausencia de documentación de proyectos anteriores y el desconocimiento por parte del personal de técnicas para la realización de una planificación pertinente, propician un proceso de desarrollo de software caótico, donde se omiten procesos fundamentales como la planificación. Desde el punto de vista del grupo de desarrollo, la incertidumbre ocasionada por la falta de planificación, repercute de forma negativa en la productividad de la empresa, ocasionando un ambiente donde no existen lineamientos claros para la consecución de los objetivos, así como tampoco estándares de calidad para los procesos o el producto de software, conduciendo en la mayoría de las ocasiones

al retrabajo en etapas avanzadas del proceso de desarrollo, lo que dificulta una ejecución eficaz y eficiente. Desde el punto de vista gerencial, la falta de planificación impide las proyecciones con fundamentos reales al estimar alcance, duración, trabajo y costo de un proyecto de desarrollo, por lo que la organización desconoce si el proyecto a afrontar es rentable o incluso factible, lo que podría ocasionar pérdidas económicas o penalizaciones legales por incumplimiento de los acuerdos con sus clientes.

Modelo de Capacidad y Madurez Integrado (CMMI, por sus siglas en inglés)

CMMI es un conjunto de modelos que proponen buenas prácticas, bajo un enfoque de calidad, para evaluar y establecer estrategias de mejoras en el proceso de desarrollo de software. Desarrollado por el *Software Engineering Institute* (SEI), provee a las organizaciones los elementos esenciales para realizar el proceso de desarrollo de software eficiente y efectivo. CMMI propone tres (3) modelos o constelaciones para ser aplicados en la organización: Adquisición de Productos y Servicios (CMMI-ACQ), Establecimiento, administración y entrega de Servicios (CMMI-SVC) y Desarrollo de Productos y Servicios (CMMI-DEV). Ésta última se aplica como guía en el presente trabajo por ser un modelo de referencia que cubre las actividades del desarrollo y del mantenimiento, específicamente se aborda el proceso de planificación de proyectos en el desarrollo de

software. La escogencia de este proceso se debe fundamentalmente a la necesidad emergente en la EDS objeto de estudio de mejorar su proceso de desarrollo de software, fundamentalmente el proceso de planificación.

CMMI para Desarrollo (CMMI-DEV) y la Planificación de Proyectos

CMMI para Desarrollo contiene prácticas que cubren la gestión de proyectos, la gestión de procesos, la ingeniería de sistemas, la ingeniería de hardware, la ingeniería de software y otros procesos de soporte utilizados en el desarrollo y mantenimiento (SEI, 2010:18). Estas se encuentran contenidas en veintidós áreas de proceso, las cuales son prácticas relacionadas para satisfacer un conjunto de metas consideradas importantes para mejorar cada área específica. Una de estas áreas de proceso corresponde a la Planificación del Proyecto (PP), la cual de acuerdo a lo especificado por CMMI-DEV implica desarrollar el plan de proyecto, interactuar de forma apropiada con las partes interesadas relevantes, obtener

el compromiso con el plan y mantener el plan. En este sentido, el plan de proyecto proporciona la base para realizar y controlar las actividades del proyecto que abordan los compromisos con el cliente del proyecto.

Para CMMI-DEV, el área de Planificación de Proyectos (PP) está conformada por tres (3) metas específicas, las cuales representan las acciones de transformación de los productos de trabajo de entrada identificables en productos de trabajo de salida identificables. Cada meta específica contiene una serie de prácticas específicas que corresponden a las actividades que se espera que produzcan el logro de las metas específicas de un área de proceso. El producto de trabajo corresponde al resultado de una práctica específica.

A continuación en la Tabla 1, se detallan las metas y prácticas específicas para esta área de procesos. Se incorpora un ejemplo de producto de trabajo, sin embargo pueden incorporarse varios productos por práctica, se acuerdo a las especificaciones dadas por CMMI-DEV:

Tabla 1

Metas y prácticas específicas del área de proceso de Planificación de Proyecto

Metas específicas	Código práctica	Prácticas específicas	Ejemplo de productos de trabajo
SG 1. Establecer estimaciones	SP 1.1	Estimar el alcance del proyecto.	Descripción de tareas.
	SP 1.2	Establecer las estimaciones de los atributos del producto de trabajo y de las tareas.	Número y complejidad de las interfaces.

Tabla 1. Continuación...

Metas específicas	Código práctica	Prácticas específicas	Ejemplo de productos de trabajo
SG 1. Establecer estimaciones	SP 1.3	Definir las fases del ciclo de vida del proyecto.	Fases del ciclo de vida del proyecto.
	SP 1.4	Estimar el esfuerzo y el costo.	Estimaciones del esfuerzo y costo del proyecto.
SG 2. Desarrollar un plan de proyecto	SP 2.1	Establecer el presupuesto y el calendario.	Calendario del proyecto.
	SP 2.2	Identificar los riesgos del proyecto.	Lista de riesgos identificados.
	SP 2.3	Planificar la gestión de los datos.	Plan para la gestión de datos.
	SP 2.4	Planificar los recursos del proyecto.	Lista de instalaciones y equipamiento.
	SP 2.5	Planificar el conocimiento y las habilidades necesarias.	Planes de formación.
	SP 2.6	Planificar la involucración de las partes interesadas.	Lista de partes interesadas.
	SP 2.7	Establecer el plan de proyecto.	Tareas del proyecto.
SG 3. Obtener el compromiso con el plan	SP 3.1	Revisar los planes que afectan al proyecto.	Registro de revisiones de los planes que afectan al proyecto.
	SP 3.2	Conciliar los niveles de trabajo y de recursos.	Calendarios modificados.
	SP 3.3	Obtener el compromiso con el plan.	Compromisos documentados.

METODOLOGÍA

La presente investigación se enmarca en la modalidad de Proyecto Factible y se sustenta en una investigación de campo.

Se realiza un diagnóstico para describir la situación actual del proceso de planificación de proyectos en el desarrollo de software de la organización objeto de estudio, considerando como guía las prácticas estipuladas por el CMMI-DEV (*Software Engineering Institute*, 2010) para el área de Planificación de Proyectos.

Con los resultados obtenidos se elabora un plan de mejoras específico para la EDS en estudio con acciones para atender las debilidades observadas en el proceso de planificación de proyectos.

En relación a la población estuvo constituida por los seis (6) empleados de la organización conformado por Directivos, Gerente Administrativo, Programadores, Gerente de Soporte Técnico y Consultores Técnicos. Se les aplicó un cuestionario conformado por catorce (14) ítems.

Adicionalmente se realizó una revisión, mediante una lista de cotejo, de los diversos documentos que guardan relación con el proceso de planificación de proyectos de desarrollo de software, a fin de conocer el nivel de estandarización del mismo. La lista de cotejo está conformada por 41 ítems que permiten determinar el cumplimiento de los principales aspectos estipulados

por CMMI-DEV para la planificación de proyectos. Se validaron los instrumentos mediante juicio de expertos. Los datos fueron procesados utilizando estadística descriptiva y las observaciones derivadas de la lista de cotejo categorizadas e interpretadas.

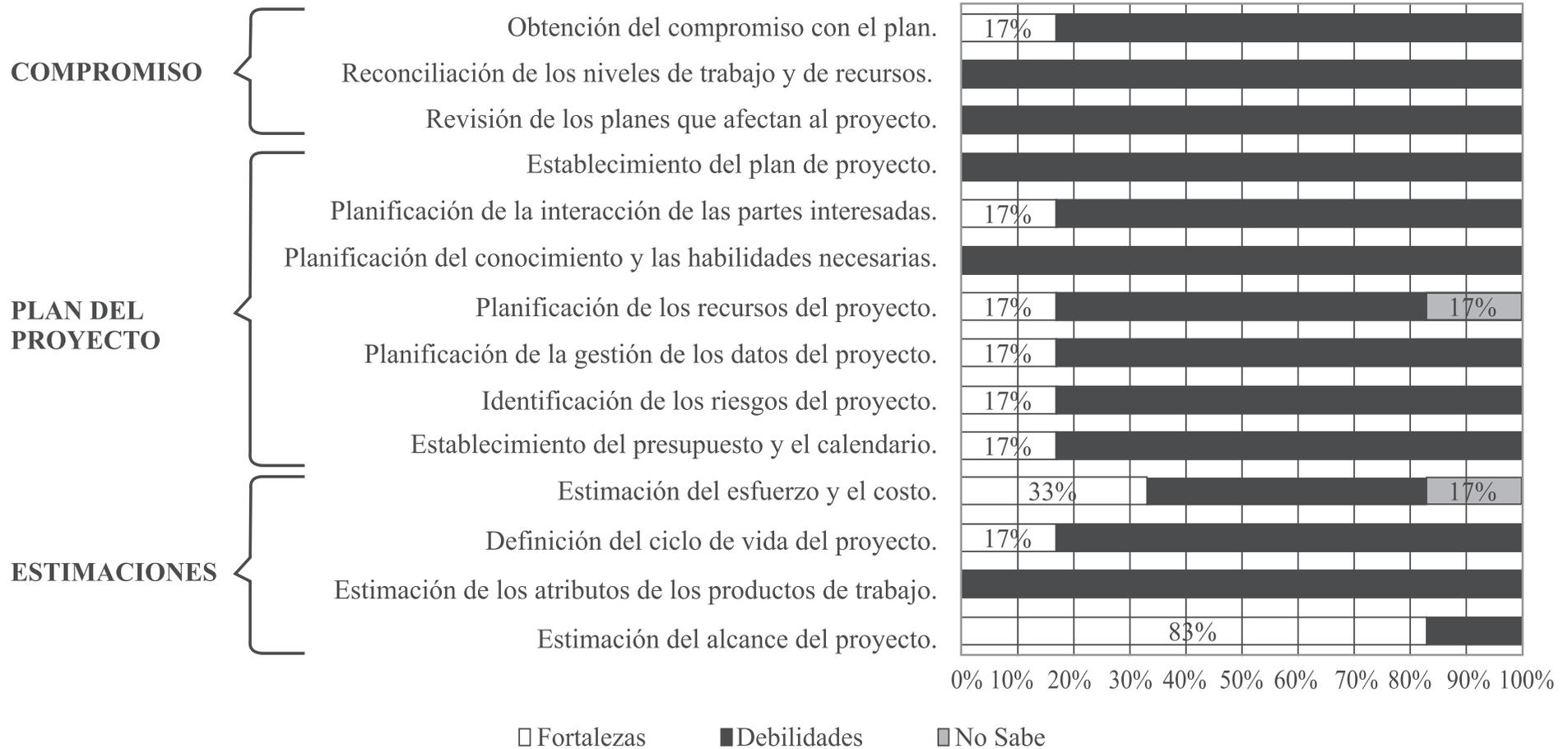
RESULTADOS

Como resultado de la observación se tiene que los proyectos de desarrollo de software en la empresa estudiada se realizan de manera informal, escasamente documentados, no se realizan planes de trabajo, no se cuenta con inventario de actividades de habilidades y de infraestructura necesarias para llevar a cabo los proyectos de desarrollo de software.

Las encuestas permitieron caracterizar el proceso de planificación, donde las fortalezas son aquellas cuya aplicación se realizan siempre o casi siempre, y como debilidades los que no se aplican o casi nunca son aplicados. Se muestra además, aquellos aspectos cuya aplicación es desconocida por el personal. En la Figura 1 se presenta la consolidación de los resultados.

Figura 1

Resultados de la aplicación de la encuesta sobre los aspectos que conforman la Planificación de Proyectos en el Desarrollo de Software



Elaboración propia.

Como puede apreciarse en la Figura 1, la empresa en estudio desarrolla proyectos de software considerando básicamente la estimación del alcance, y en menor medida, la estimación de esfuerzos y costos. Por otra parte, muestra debilidades respecto a los diferentes aspectos que abarca la planificación de proyectos, especialmente en la planificación del conocimiento y las habilidades necesarias. Respecto al compromiso con el plan se observan carencias importantes, puntualmente en la revisión de los planes y la reconciliación de los niveles de trabajo con los recursos en la empresa. En este sentido, la observación realizada muestra que el grupo de trabajo, a efectos de cumplir tiempos de entrega, sacrifica funcionalidades del sistema, y con frecuencia, es obligado a alargar la duración del proyecto, incumpliendo con la finalización oportuna del mismo.

Respecto a la lista de chequeo de los ítems correspondientes a las prácticas de planificación de proyectos definidas por el modelo CMMI-DEV, se evidenció que el 83% de los ítems evaluados no se cumplen en la empresa objeto de estudio; un 12% son parcialmente cumplidos, mientras que sólo el 5% restante se cumplen, correspondiendo éstas últimas a actividades indispensables para llevar a cabo cada proyecto.

Los resultados anteriores muestran una significativa brecha del 85% de no conformidad entre las actividades estipuladas por el CMMI-DEV para la Planificación de Proyectos y lo que actualmente realiza la EDS estudiada.

Los hallazgos anteriores evidencian la necesidad de establecer un plan de mejoras para lograr la estimación más real el tiempo, esfuerzo, costo y recursos necesarios para llevar a cabo un proyecto de desarrollo de software. A continuación se diseñan las acciones de mejoras propuestas para el proceso de planificación de proyectos en el desarrollo de software de la empresa objeto de estudio. Esta propuesta se diseña considerando como buenas prácticas las directivas estipuladas por el CMMI.

Propuesta de mejora al proceso de planificación de proyectos en el desarrollo de software

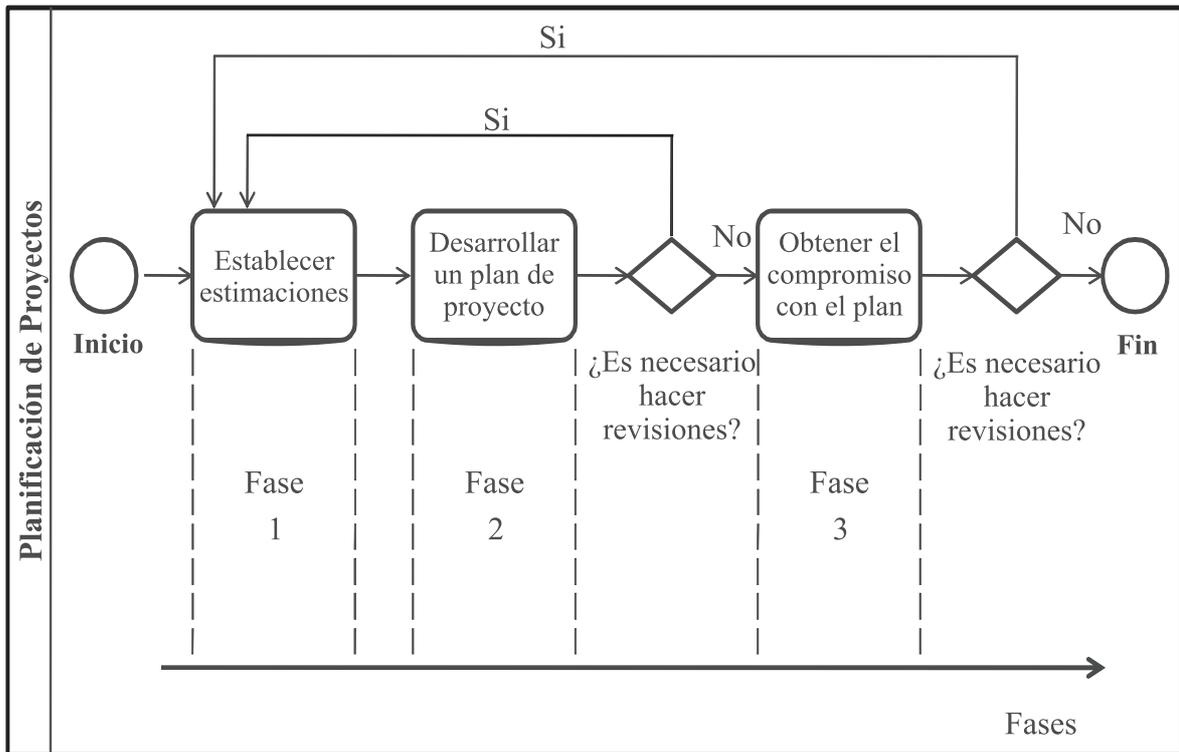
La propuesta de mejora consta de tres (3) fases principales: 1) Establecer estimaciones, 2) Desarrollar un plan de proyecto y 3) Obtener el compromiso con el plan. Estas fases están sustentadas por un proceso de soporte denominado Gestión de los Datos y Documentación, el cual tiene como objetivo registrar los datos generados por las fases mencionadas, además de garantizar la accesibilidad a éstos por parte del equipo de planificación y desarrollo, tomando en cuenta los criterios de seguridad necesarios.

La iteración continua propuesta sobre las fases permite obtener un plan de proyecto refinado, en donde se tiene una estimación real del tiempo, los costos, el esfuerzo, los recursos y las habilidades necesarias para llevar a cabo el proyecto de forma exitosa, así mismo, identificar de forma precisa los riesgos que afectan al proyecto

y los planes de acción a seguir para mitigarlos, los productos a entregar y las actividades a realizar en detalle,

todo esto beneficia la obtención del compromiso de las partes interesadas con el plan, ver Figura 2.

Figura 2
Modelado del proceso de la propuesta planteada



Elaboración propia.

Seguidamente se presentan las Tablas 2, 3 y 4 donde se detallan las actividades, técnicas, y productos de trabajo correspondientes a cada fase de la propuesta de mejora al proceso de

planificación de proyectos en el desarrollo de software. Este representa un plan integral que comprende las catorce prácticas específicas enmarcadas en CMMI-DEV.

Tabla 2
FASE 1: Establecer estimaciones

Objetivo: Establecer las estimaciones en cuanto al alcance, costo y esfuerzo relacionados al proyecto de desarrollo de software, así como también el ciclo de vida a seguir para la consecución del proyecto.					
Actividades	Tareas	Técnicas	Participantes	Productos de trabajo	
1	Estimar el alcance del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar la estructura de descomposición del trabajo (EDT) basada en la arquitectura y alcance funcional del producto de software. • Identificar los paquetes de trabajo en detalle suficiente para especificar las estimaciones de las tareas, las responsabilidades y el calendario del proyecto. • Identificar el producto o los componentes del producto que serán adquiridos externamente • Identificar los productos que serán reutilizados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión documental de informes. • Investigación en fuentes externas. • Reuniones de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente Administrativo • Programador • Gerente de soporte técnico • Consultor. • Cliente 	<ul style="list-style-type: none"> • EDT. • Descripciones de las tareas. • Descripciones de los paquetes de trabajo. • Minutas de reunión.
2	Establecer las estimaciones de los atributos del producto de trabajo y de las tareas	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar el planteamiento técnico para el proyecto. • Usar métodos apropiados para determinar los atributos de los productos de trabajo y de las tareas que serán usados para estimar los requerimientos de recursos. • Estimar los atributos de los productos de trabajo y de las tareas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión documental. • Reuniones de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Programadores. • Gerente de Soporte técnico. • Consultor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Planteamiento técnico. • Tamaño y complejidad de las tareas y de los productos de trabajo. • Modelos de estimación. • Estimaciones de los atributos. • Minutas de reunión.

Tabla 2. Continuación...

Objetivo: Establecer las estimaciones en cuanto al alcance, costo y esfuerzo relacionados al proyecto de desarrollo de software, así como también el ciclo de vida a seguir para la consecución del proyecto.				
Actividades	Tareas	Técnicas	Participantes	Productos de trabajo
3 Definir las fases del ciclo de vida del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Elegir una metodología de desarrollo a fin de precisar las fases del proyecto y su secuencia. • Capacitar al personal sobre la metodología. • Definir el procedimiento para seguimiento y control de la aplicación de la metodología. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Soporte Técnico • Gerente Administrativo • Programador 	<ul style="list-style-type: none"> • Metodología de desarrollo. • Fases del ciclo de vida del proyecto. • Procedimiento de seguimiento. • Minutas de reunión.
4 Estimar el esfuerzo y el costo	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilar datos históricos para determinar los atributos de los productos de trabajo y de las tareas, y estimar horas de trabajo y el costo. • Incluir las necesidades de la infraestructura de soporte al estimar el esfuerzo y el costo. • Usar modelos para estimación del esfuerzo y del costo apoyados en los datos históricos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión documental. • Inspección de la infraestructura tecnológica. • Reuniones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Soporte Técnico • Gerente Administrativo • Programador 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimaciones del esfuerzo del proyecto • Estimaciones del coste del proyecto • Minutas de reunión.

Tabla 3
FASE 2: Desarrollar un plan de proyecto

Objetivo: Establecer un plan de proyectos tomando en consideración los aspectos relacionados al presupuesto, calendario, recursos, riesgos, así como también definir las políticas para el almacenamiento, distribución y seguridad de los datos inherentes al proyecto.					
Actividades	Tareas	Técnicas	Participantes	Productos de trabajo	
1	Establecer el presupuesto y el calendario	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los hitos principales. • Identificar las restricciones. • Identificar las dependencias de las tareas. • Definir el presupuesto y el calendario. • Establecer los criterios de acción correctiva. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente Administrativo. • Programadores. • Gerente de soporte técnico. • Consultor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Calendario del proyecto. • Dependencias del calendario. • Presupuesto del proyecto. • Minutas de reunión.
2	Identificar los riesgos del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los riesgos. • Documentar los riesgos. • Revisar y obtener el acuerdo con las partes interesadas relevantes sobre la completitud y certeza de los riesgos documentados. • Corregir los riesgos según sea apropiado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión documental. • Reuniones de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente Administrativo. • Gerente de soporte técnico. • Clientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgos identificados y documentados. • Impactos de los riesgos y probabilidad de ocurrencia. • Prioridades de los riesgos. • Minutas de reunión.
3	Planificar la gestión de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer los requerimientos y los procedimientos para asegurar la privacidad y la seguridad de los datos. • Establecer un mecanismo para almacenar los datos y acceder a los datos almacenados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de políticas de la organización. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente Administrativo • Programadores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan para la gestión de datos. • Lista maestra de datos gestionados. • Requerimientos de privacidad. • Requerimientos de seguridad. • Procedimientos de seguridad.

Tabla 3. Continuación...

Objetivo: Establecer un plan de proyectos tomando en consideración los aspectos relacionados al presupuesto, calendario, recursos, riesgos, así como también definir las políticas para el almacenamiento, distribución y seguridad de los datos inherentes al proyecto.				
Actividades	Tareas	Técnicas	Participantes	Productos de trabajo
3 Planificar la gestión de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar los datos del proyecto que serán identificados, recogidos y distribuidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente de soporte técnico. • Consultor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismo para la recuperación, reproducción y distribución de los datos. • Calendario para la recogida de datos del proyecto. • Listado de datos del proyecto a recoger. • Minutas de reunión.
4 Planificar los recursos del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar técnicas de estimación de recursos. • Determinar los requerimientos de los recursos del proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión documental. • Reuniones de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente administrativo. • Gerente de soporte técnico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requerimientos de instalaciones, equipamiento y componentes. • Paquetes de trabajo de la EDT. • Diccionario de tareas de la EDT. • Requerimientos de personal basados en el tamaño y en el alcance del proyecto. • Minutas de reunión.

Tabla 3. Continuación...

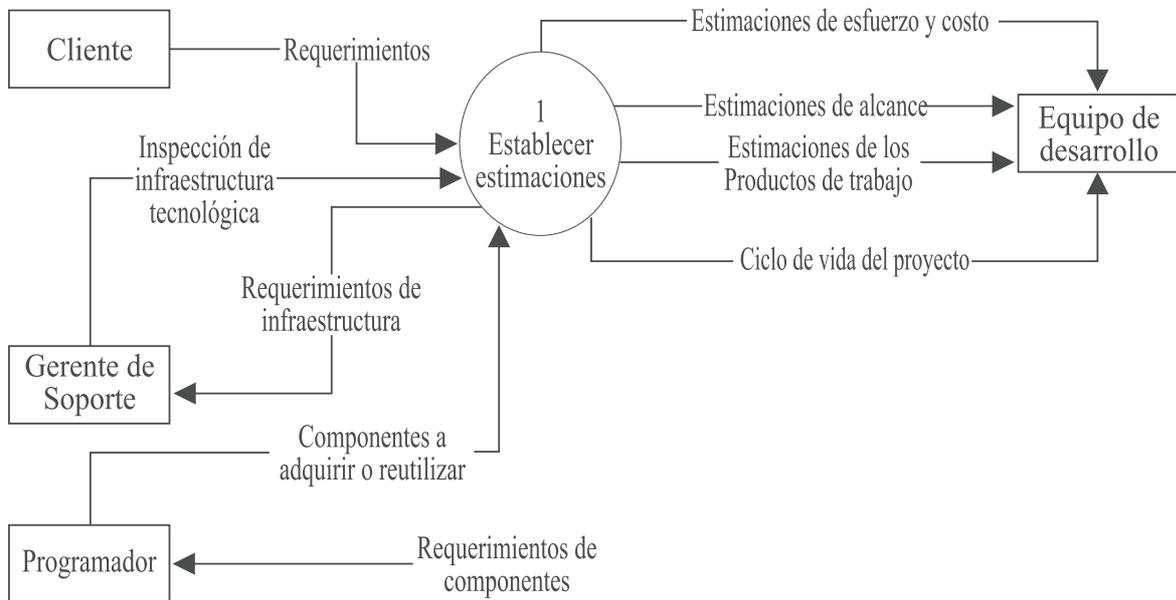
Objetivo: Establecer un plan de proyectos tomando en consideración los aspectos relacionados al presupuesto, calendario, recursos, riesgos, así como también definir las políticas para el almacenamiento, distribución y seguridad de los datos inherentes al proyecto.					
Actividades	Tareas	Técnicas	Participantes	Productos de trabajo	
5	Planificar el conocimiento y las habilidades necesarias	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar el conocimiento y las habilidades necesarios para ejecutar el proyecto. • Evaluar el conocimiento y las habilidades disponibles. • Seleccionar los mecanismos para proporcionar el conocimiento y las habilidades necesarias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión documental. • Reuniones de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente administrativo. • Programadores. • Gerente de soporte técnico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario de habilidades necesarias. • Planes de capacitación para el personal. • Requerimientos de nuevas contrataciones. • Minutas de reunión.
6	Planificar la incorporación de las partes interesadas	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las partes interesadas a participar en cada fase del ciclo de vida del proyecto. • Determinar funciones y grado de interacción con las actividades del proyecto. • Identificar la experiencia de los involucrados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente de soporte técnico • Consultor técnico. • Clientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan para involucrar las partes interesadas. • Minutas de reunión.
7	Establecer el plan de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Integrar tareas técnica, presupuestos y calendarios; hitos; gestión de datos, identificación de riesgos, requerimientos de recursos y habilidades; e identificación e interacción de partes interesadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente de soporte técnico. • Programadores. • Consultor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan global del proyecto. • Definiciones y diagramas de proceso/flujo de trabajo.

Tabla 4
FASE 3: Obtener el compromiso con el plan

Objetivo: Obtener el compromiso de las partes interesadas con el proyecto de desarrollo, a través de la reconciliación de los niveles de trabajo y de recursos, para de esta manera maximizar las oportunidades de éxito.					
Actividades		Tareas	Técnicas	Participantes	Productos de trabajo
1	Revisar los planes que afectan al proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar y comprender el alcance del proyecto, objetivos, plan de riesgo, roles y compromisos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de chequeo. • Reuniones de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente de soporte técnico. • Gerente administrativo. • Consultor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de las observaciones realizadas al plan que afectan al proyecto.
2	Reconciliar los niveles de trabajo y de recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar la diferencia entre los recursos estimados y los disponibles. • Establecer acciones para conciliar o mitigar la diferencia identificada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente general. • Gerente de soporte técnico. • Gerente administrativo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos y parámetros de estimación corregidos. • Presupuestos renegociados. • Calendarios corregidos. • Lista de requerimientos corregida. • Acuerdos renegociados con las partes interesadas.
3	Obtener el compromiso con el plan	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar el soporte necesario y negociar los compromisos con las partes interesadas relevantes. • Documentar y asegurar los compromisos de la organización, tanto completos como provisionales. • Revisar los compromisos internos con la dirección. • Identificar los compromisos sobre las interfaces entre los elementos en el proyecto, y con otros proyectos y unidades de la organización. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente de soporte técnico. • Gerente administrativo. • Cliente. • Consultor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Peticiones de compromisos documentadas. • Compromisos aceptados documentados.

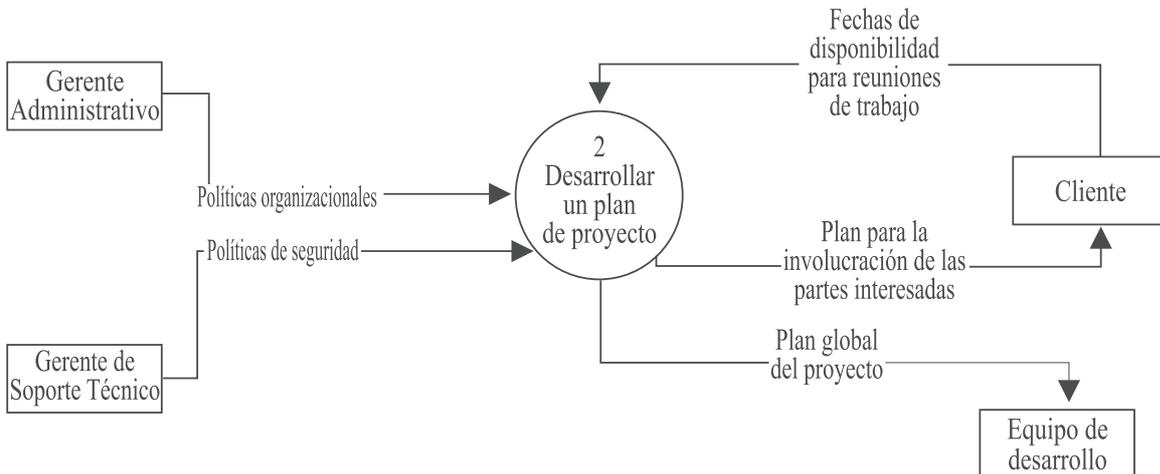
A continuación se ilustra cada una de las fases antes descritas en los cuadros anteriores, a través de Diagramas de Flujo de Datos (DFD) presentadas en las Figuras 3, 4 y 5.

Figura 3
Diagrama de Contexto – 1. Establecer Estimaciones



Elaboración propia.

Figura 4
Diagrama de Contexto – 2. Desarrollar un Plan de Proyecto



Elaboración propia.

Figura 5
Diagrama de Contexto – 3. Obtener Compromiso con el Plan



Elaboración propia.

CONCLUSIONES

El CMMI-DEV sirve como guía de buenas prácticas para realizar diagnóstico y diseño de mejoras en pequeñas empresas de desarrollo de software, utilizando y dimensionando la aplicación de sus prácticas específicas de acuerdo a las características propias de dichas empresas. Para empresas como la estudiada, este proceso de revisión utilizando modelos reconocidos, conlleva además de la evaluación técnica de sus procesos y la consiguiente propuesta de mejora, una reflexión y comprensión por parte de la directiva y gerencia acerca de importancia de institucionalizar buenas prácticas de calidad y comprometerse con su implementación y seguimiento.

En la EDS estudiada se observó un proceso de desarrollo inmaduro, con serias deficiencias en la planificación de proyectos de desarrollo de software, observándose una significativa brecha del 85% de no conformidad respecto a las prácticas estipuladas por el CMMI-DEV.

Aspectos como la estimación de esfuerzo y costos, la planificación del conocimiento y habilidades, la obtención del compromiso de las partes interesadas para la planificación de proyectos presentan deficiencias originando incumplimiento en las entregas en términos de alcance o tiempo.

Al orientar las acciones de mejora para superar las debilidades antes mencionadas en la empresa objeto de estudio se diseñó un plan de mejoras para su proceso de planificación que orien-

te las acciones para elevar el grado de certidumbre con las actividades del proyecto y consolidar un proceso que documente, almacene y distribuya los datos relacionados con los proyectos de desarrollo de software y sus productos de trabajo. La propuesta de mejora, está conformada por catorce (14) prácticas específicas agrupadas en tres (3) fases destinadas a establecer estimaciones, desarrollar un plan de proyectos y obtener el compromiso con el plan, respectivamente.

Finalmente cabe destacar que la planificación de proyectos, como parte del proceso de desarrollo de software, se aprecia como un factor vital en pequeñas empresas como la estudiada, para propiciar la mejora de su capacidad, y en consecuencia de su nivel de madurez 

BIBLIOGRAFÍA

- ANAYA, RAQUEL y LILIANA GÓMEZ (2011). **Lecciones aprendidas en el acompañamiento masivo para mejora de procesos en empresas de software: Un caso colombiano.** *Congreso Iberoamericano Software Engineering (CIBSE papers)*. Fuente: cibse.inf.puc-rio.br/CIBSEpapers (Consultado el 09-10-13).
- CUKIER, JUAN (2008). **Problemas de las pymes en el nivel 2 de madurez. Una muestra sesgada.** *REICIS Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*. Vol. 4. No. 2. pp. 20-32.
- GARCÍA, IVÁN (2013). **Metamodelo para la definición, implantación y mejora de los procesos de gestión de proyectos.** Tesis Doctoral. Archivo digital UPM. Universidad Politécnica de Madrid. España. Fuente: oa.upm.es/21780 (Consultado el 10-02-14).
- MANTILLA JUAN (2009). **Mejora y mantenimiento del sistema de gestión de la calidad y apoyo en la valoración CMMI nivel 2 y 3 en la Empresa Gattaca S.A.** Universidad Pontificia Bolivariana. Trabajo de grado. Fuente: repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/585/1/digital_18064.pdf (Consultado el 13-02-14).
- MARANTE, MARÍA (2009). **Planificación y seguimiento en proyectos de desarrollo y mantenimiento de software dirigido por gestión de tiempos.** Universidad Politécnica de Valencia. España.
- NAVARRO JOSÉ y JAVIER GARZAS (2010). **Experiencia en la implantación de CMMI-DEV v1.2 en una micropyme con metodologías ágiles y software libre.** *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería de Software*. Vol. 6. No. 1. pp. 6-15.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (2004). **Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos. Guía del PMBOK®.** Tercera Edición. Estados Unidos.
- RAMOS FERNANDO, OLIMPIA TORRES, NICOLÁS SÁNCHEZ, MANUEL ALBA (2010). **Implantación de CMMI nivel de madurez 2 en una PYME.** *REICIS Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*. Vol. 6. No. 3. pp. 35-46. Asociación de Técnicos de Informática. España. Fuente: www.redalyc.org/articulo.oa?id=92218768003 (Consultado el 11-10-13).
- RUBIANO OSCAR y ÁLVARO CUADROS (2012). **Estado de la gerencia de proyectos en pymes del sector artes gráficas y propuestas de lineamientos para su mejoramiento.** *Revista Sotavento*. No. 19. pp. 16-30.
- SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE (2010). **CMMI para Desarrollo, Versión 1.3. Mejora de los procesos para el desarrollo de mejores productos y servicios.** Fuente: cmmiinstitute.com/

resource/cmmi-para-servicios-version-1-3

(Consultado el 03-12-2013).

SOSA ROSSANA, RAFAEL BLANC, LOURDES PRALONG, CLAUDIA ÁLVAREZ y SOLANGE GALÁZ (2012). **El desafío de producir software de calidad aplicando prácticas de CMMI para las Pymes de Concepción del Uruguay, Entre Ríos.** *CoNaIISI 2013. Primer Congreso Nacional de Ingeniería Informática/ Sistemas de Información.* Córdoba. Argentina. Fuente: conaiisi.fr.utn.edu.ar/PDFsParaPublicar/1/schedConfs/7/193-510-1-DR.pdf (Consultado el 20-01-14).