

GERENCIA TECNOLOGICA

INFORMATICA

Informatics Technology Management

ITIB

**Modelos ágiles de desarrollo
software**
Agile models of software
development

**Modelamiento y Diseño
orientado a objetos**
Object Oriented Design

**Administración de la
Configuración de software**
Administration of Software
Configuration

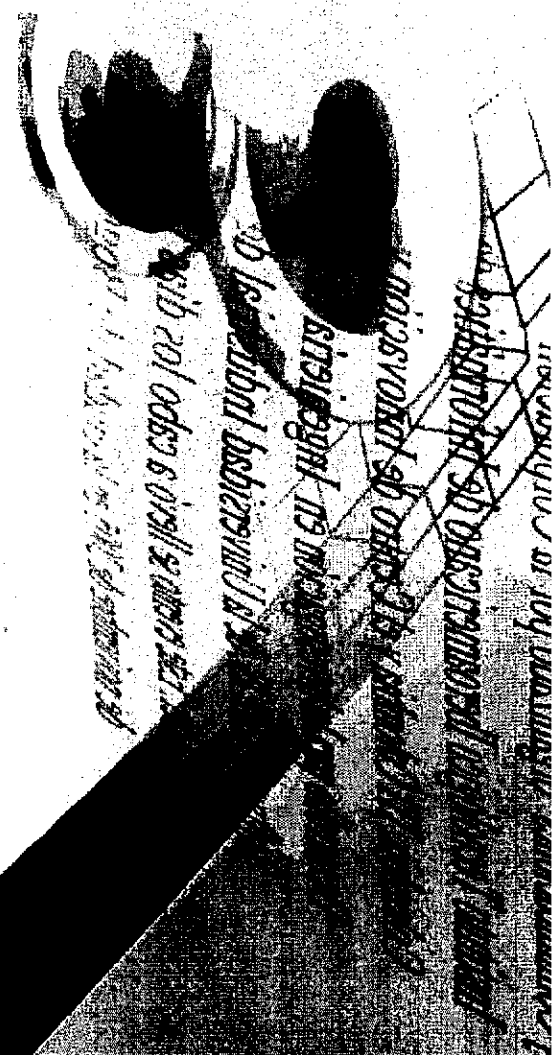
Modelos Educativos
Educative Models

**Desarrollo curricular, modelos
de conocimiento para la
creación de contenidos de
aprendizaje**
knowledge models for the creation of
learning contents

**Estrategias de negocios y
comercialización de software**
Strategies of businesses and
commercialization of software

ITI
Colombia
Instituto Tecnológico de Investigación y
Desarrollo

Universidad
Industrial de Santander
CIDLIS



**GERENCIA
TECNOLOGICA**

INFORMÁTICA

Informatics Technology Management

DIRECTOR

Dr. Ricardo Llamosa Villalba

rllamos@iticol.org

COORDINADOR

Ing. Mónica Andrea Rico Martínez

mrico@cidlisuis.org

ADMINISTRADOR DE CONOCIMIENTO

Ing. Andres Guerrero

anguerrco@iticol.org

DISEÑO Y DIAGRAMACION

José Fernando Esquivia Gómez

TRADUCCIONES

Ing. Mónica Andrea Rico Martínez

mrico@cidlisuis.org

PORTADA E ILUSTRACIÓN

José Fernando Esquivia Gómez

IMPRESIÓN

CIDLIS - UIS

Universidad Industrial de Santander

Carrera 19 No. 35 - 02

Of. 330 - Tel. 670 10 62

652 01 23



Una Publicación de **ITI COLOMBIA**

Para el sector de la Investigación, académico y empresarial

Página Web: www.iticol.org

Periodicidad: Cuatrimestral

Número 10, Volumen 4

Fecha de Publicación: 06-12-2005

Contacto: revistagti@iticol.org

Publicidad y Comercialización

ITI Colombia

Cra 19 No. 35 - 02

Of. 330 - Tel. 6520123

Bucaramanga - Colombia

ISSN : 1657-8236

Indexada en :

PUBLINDEX. Índice Nacional de Publicaciones Serias, Científicas y Tecnológicas de Colombia

LATINDEX. Sistema Regional en Línea para revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

La dirección de la revista GTI no se responsabiliza por el contenido de los artículos ni su publicación en otros medios. Se autoriza la reproducción total o parcial de la obra para fines educativos siempre y cuando se cite la fuente.

Índice

EDITORIAL	10
MODELO LIGERO PARA LA EVALUACIÓN DE PROCESOS SOFTWARE Francisco J. Pino, Felix García, Mario Piattini, Francisco Ruíz	11
CARACTERIZACIÓN Y MODELADO CON UML DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA GENERACIÓN DE PORTALES DE CONOCIMIENTO ORIENTADO A GRUPOS Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIOS Carlos Andrés Guerrero	21
FACILITANDO EL ACCESO A LAS FUENTES DE INFORMACIÓN DE UN GRUPO DE MANTENIMIENTO DE SOFTWARE POR MEDIO DE UN MAPA DE CONOCIMIENTO Oscar Rodríguez, Ana Martínez, Jesús Favela, Aurora Vizcaíno, Mario Piattini	31
METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE PROPUESTAS DE SISTEMAS DE ACTIVIDAD HUMANA ORIENTADA A CONSULTORIOS JURÍDICOS PARA EL DESARROLLO DE SU APRENDIZAJE ORGANIZACIONAL Victor Cárdenas, Jimena Vásquez	43
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE CURSOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE BASADOS EN ESTÁNDARES EDUCATIVOS Daniel Salas, Juan Kelsy	53
DE REQUISITOS TEMPRANOS A REQUISITOS TARDÍOS: UN ENFOQUE BASADO EN METAS Alicia Martínez, Óscar Pastor	61

**LA ELICITACIÓN DE REQUISITOS EN
DESARROLLO GLOBAL DE SOFTWARE:
UN ENFOQUE COGNITIVO** **73**

Gabriela Aranda, Aurora Vizcaíno, Alejandra Cechich,
Mario Piattini

**GENERACIÓN DE MODELOS ORGANIZACIONALES
A PARTIR DE ESTRUCTURAS DE
REFINAMIENTO DE METAS** **81**

Oscar Pastor, Hugo Estrada

**MODELO INTELIGENTE PARA BASES DE
DATOS DISTRIBUIDAS** **91**

Ana Muñoz, José Aguilar, Rodrigo Martínez



MODELO LIGERO PARA LA EVALUACIÓN DE PROCESOS SOFTWARE



AUTOR

Francisco J. Pino

Especialista en Redes y Servicios Telemáticos
Investigador Grupo GTI
Docente Departamento de Sistemas
Universidad del Cauca
Fjpino@unicauca.edu.co
COLOMBIA

AUTOR

Mario Piattini

Doctor en Informática
Director Grupo Alarcos,
Docente Escuela Superior de
Informática
Universidad Castilla-La Mancha
Mario.Piattini@uclm.es
ESPAÑA

AUTOR

Francisco Ruiz

Doctor en Informática
Investigador Grupo Alarcos
Escuela Superior de Informática
Universidad Castilla-La Mancha
Francisco.RuizG@uclm.es
ESPAÑA

AUTOR

Félix García

Doctor en Informática
Investigador Grupo Alarcos
Escuela Superior de Informática
Universidad Castilla-La Mancha
Felix.Garcia@uclm.es
ESPAÑA

*Fecha de recepción del Artículo: 4 de Noviembre de 2005 Fecha de recepción del Artículo: 18 de Noviembre de 2005
Artículo Tipo 2*

RESUMEN.

La mejora en los procesos de desarrollo de software garantiza a las empresas, alcanzar altos niveles de madurez en los procesos e incrementa la competitividad internacional. Es necesario adecuar los modelos de mejora, evaluación y calidad que son reconocidos internacionalmente, a las características propias de los países donde son aplicados. Estos modelos difícilmente pueden ser aplicados en la mayoría de las empresas de muchos países iberoamericanos debido a la gran inversión en dinero, tiempo y recursos que requieren, así como a la complejidad de las recomendaciones que proporcionan y a un retorno de la inversión a largo plazo. Especialmente, las pequeñas empresas que inicien una cultura de mejora continua tienen la necesidad de realizar una evaluación respecto a un modelo de calidad. El primer paso en el proceso de mejora es determinar el estado en el que se encuentran sus procesos software. El proceso de evaluación permite conocer las fortalezas y debilidades que guían un programa de mejora de procesos al interior de la organización. El objetivo de este artículo es presentar MECPDS, un modelo ligero de evaluación de la calidad de procesos de desarrollo de software basado las normas ISO/IEC 12207:2002 e ISO/IEC 15504:2003 aplicable a las micro, pequeñas y medianas empresas, de manera fácil y económica, con pocos recursos y en poco tiempo.

PALABRAS CLAVES

Modelos de Evaluación
Framework de Medida
Modelos de Proceso de Referencia

Capacidad del Proceso
Cumplimiento del Proceso
ISO/IEC 12207:2002
ISO/IEC 15504:2003.

ABSTRACT

The Software Process Improvement guarantees to organizations, to reach high maturity levels in processes and increases international competitiveness. It is necessary to adapt the Improvement, Evaluation and Quality Models that are recognized internationally, to the own characteristics of countries where they are applied. These models hardly can be applied in the companies of many Latin American countries due to the great investment in money, time and resources that they require, as well as the complexity of the recommendations that they provide and a return of the investment in the long term. Specially, small organizations that initiate a culture of continuous improvement have the necessity to make an evaluation with respect to a Quality Model. The first step in the improvement process is to determine the current state of their software processes. The evaluation process allows us to know the strengths and weaknesses that guide a processes Improvement program within an organization. The goal of this paper is to present MECPS, a light model of evaluation of the quality of software development processes based on norms ISO/IEC 12207:2002 and ISO/IEC 15504:2003 applicable to micro, small and medium organizations, of easy and economic way, with investment of few resources and time.

KEYWORDS

Evaluation Models
Measurement Framework
Process Reference Models
Process Capability
Fulfillment of Process
ISO/IEC 12207:2002
ISO/IEC 15504:2003

INTRODUCCIÓN

La industria de software representa una actividad económica de suma importancia para todos los países del mundo, y una oportunidad muy importante para aquellos en vía de desarrollo, como pueden ser la mayoría de los países iberoamericanos. Sin embargo, en estos países la industria de software es incipiente e inmadura [1], lo que conlleva a una falta de competitividad que a su vez dificulta su crecimiento.

Así, por ejemplo, en Colombia las empresas de desarrollo de software no están preparadas para ser competitivas internacionalmente. El sector informático se enfrenta a una serie de problemas como la dependencia tecnológica del país, el desconocimiento de la importancia que tiene el proceso de desarrollo en la calidad del producto y la construcción de software de forma artesanal.

Como consecuencia de todos estos factores, el software desarrollado por la mayor parte de las empresas es de baja calidad, el tiempo de desarrollo es inapropiado, los costes no son competitivos, las actividades de operación y mantenimiento del software son difíciles y existe una gran insatisfacción de los clientes y usuarios finales.

Por ello pensamos que es muy importante generar estrategias para encaminar a estos países en la dirección de los países con un gran desarrollo en la industria informática, mediante la implantación de proyectos para la mejora del proceso software. En todo proceso de mejora es particularmente importante contar con un adecuado modelo de evaluación de los procesos. Un modelo de evaluación debe identificar los aspectos que realmente la empresa debe mejorar. Por esta razón, un proceso de mejora depende ampliamente de la aceptación de los aspectos que debe mejorar la empresa.

Incrementar la calidad de los productos software por medio de la mejora de los procesos es un paso que las empresas deben dar como respuesta a dos situaciones: la primera por imagen, para poder exportar software e incursionar y mantenerse en un mercado global lo que las podría hacer muy competitivas teniendo en cuenta el costo de la mano de obra; la segunda por necesidad, para poder hacer de sus proyectos unidades administrativas eficaces y eficientes.

Una de las características principales de la industria de software iberoamericana es estar compuesta por micro, pequeñas y medianas empresas. Como sabemos, este tipo de empresas tiene serios problemas de madurez en sus procesos de desarrollo, en muchos casos no existe un proceso de desarrollo de software conocido por la organización conduciendo a modelos caóticos de operación que afectan toda la empresa [2] y por ende el producto software desarrollado. Aunque muchas de estas empresas se plantean como objetivo organizacional asegurar la calidad de sus productos a través de la mejora del proceso acreditándose en modelos de calidad del SEI o ISO [1][3]. Estos procesos están estructurados para ser aplicables a empresas grandes. Difícilmente pueden ser aplicados a empresas pequeñas debido a que un proyecto de mejora supone gran inversión en dinero, tiempo y recursos, además de la alta complejidad de las recomendaciones y al largo plazo del retorno de la inversión [4][5][6][7].

Para mitigar estos inconvenientes, en Colombia, se está desarrollando el proyecto "Sistema Integral para el Mejoramiento de los Procesos de Desarrollo de Software" (SIMEP-SW), que busca proporcionar a las empresas del sector informático las herramientas necesarias para motivarlas a mejorar sus procesos de desarrollo de software con el objetivo de incrementar la calidad de los productos desarrollados así como facilitar el posicionamiento y la competitividad en mercados nacionales e internacionales.

El proyecto pretende crear, aplicar y probar un sistema de mejora que integre elementos de modelos de calidad, mejora y evaluación reconocidos internacionalmente, adaptados a las características propias de la industria del software del sur occidente colombiano, y que pueda ser replicado a industrias de características similares a nivel nacional e internacional. Se pretende que los proyectos de mejora sigan un modelo nacional coherente con las características propias de la idiosincrasia y adaptadas al contexto socio económico del país [8].

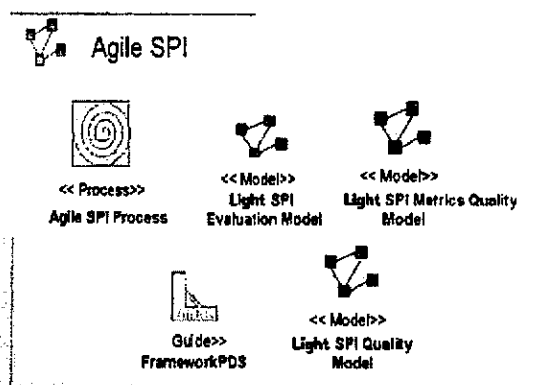
El principal resultado del proyecto SIMEP-SW es Agile SPI

(Software Process Agile Improvement) [9], cuya premisa esencial es que los modelos utilizados sean ligeros y basados en estándares internacionales. La arquitectura de Agile SPI, se presenta en la figura 1.

Los componentes de la arquitectura del sistema son:

- Agile SPI Process: Un proceso ágil que guía el programa de mejora de procesos.
- Light SPI Evaluation Model: Un modelo ligero de evaluación del proceso productivo.
- Light SPI Metrics Quality Model: Un modelo ligero de métricas para el proceso productivo.
- Framework PDS: Un marco conceptual y tecnológico para soportar procesos.
- Light SPI Quality Model: Un modelo de calidad ligero.

Figura 1. Arquitectura de Agile SPI



En este artículo se presenta la definición del modelo ligero de evaluación de la calidad de procesos de desarrollo de software denominado MECPDS, basado en las normas ISO/IEC 12207:2002 [10] e ISO/IEC 15504:2003 [11]. Este modelo proporciona un marco de trabajo ligero de valoración de la madurez y cumplimiento del proceso junto con un modelo de proceso de referencia.

El artículo se estructura en cinco secciones. En primer lugar, en la sección 2 se muestra una panorámica de los trabajos relacionados. En la sección 3 se resumen las normas ISO/IEC 12207:2002 e ISO/IEC 15504:2003 en las que se basa el modelo. La sección 4 presenta el modelo. La sección 5 presenta una herramienta de soporte para la valoración de la calidad que soporta al modelo, y la sección 6 muestra las conclusiones y trabajos futuros.

1. TRABAJOS RELACIONADOS

Algunos países iberoamericanos se han preocupado en los últimos años por la calidad de los procesos de desarrollo de software de su industria como un elemento fundamental para incrementar la calidad de sus productos, prueba de esto son el modelo "MoProSoft" de México y el proyecto "mps Br" de Brasil, entre otros.

En el caso de México, se ha desarrollado el modelo MoProSoft - Modelo de Procesos para la Industria de Software [12]. Este

modelo está basado en ISO 9001:2000, ISO/IEC 15504-2:1998 y CMM. MoProSoft pretende proporcionar a la industria de software de México, un modelo basado en las mejores prácticas internacionales fácil de entender, fácil de aplicar y no costoso en su adopción. Pretende apoyar a las organizaciones en la estandarización de sus prácticas, en la evaluación de su efectividad y en la integración de la mejora continua.

MoProSoft define tres categorías de procesos: Alta Dirección-DIR, Gestión-GES y Operación-OPE. Para cada uno de los procesos especifica tres partes: definición general del proceso, prácticas y guía de ajuste. Basa su estrategia de mejora en que la organización debe establecer la estrategia de implantación de los procesos definidos por el modelo. Los procesos deben evolucionar con base en las sugerencias de mejora alcanzando los objetivos del plan estratégico de la organización con metas cada vez más ambiciosas. De esta manera la organización puede ir logrando la madurez a través de la mejora continua de sus procesos.

En el caso de Brasil, se está desarrollando el proyecto mps Br [13]. Basado en ISO/IEC 12207:2002, CMMI e ISO/IEC 15504:2003. El proyecto mps Br, desarrolló dos modelos: un Modelo de Referencia para la mejora del proceso del software MR mps y un Modelo de Negocio para la mejora del proceso del software MN mps.

MN mps define los elementos e interacciones involucrados para la certificación de la empresa a través de la implementación de MR mps de dos maneras: personalizada para una empresa o conjunta entre un grupo de empresas (logrando así costos más accesibles para las PyMES).

MR mps, comprende niveles de madurez y un método de evaluación. El nivel de madurez está organizado en dos dimensiones: de capacidad y de proceso. La madurez del proceso se clasifica en siete niveles: Optimizado, Gestionado Cuantitativamente, Definido, Largamente Definido, Parcialmente Definido, Gestionado y Parcialmente Gestionado. A cada nivel de madurez se le atribuye áreas de proceso basándose en los niveles de CMMI, para posibilitar la implementación gradual y adecuada en las PyMES brasileñas. El método de evaluación a partir de indicadores asigna un nivel de implementación de una práctica relacionada a un área de proceso.

En los modelos anteriores no se explicita ninguna estrategia de mejora guiada por un proceso de mejora. SIMEP-SW basa su estrategia de mejora en proporcionar a la organización un proceso ágil que guía a un programa de mejora de procesos. Para esto es indispensable contar con un modelo de evaluación ligero, ya que para poder promover la mejora de los procesos software, es muy importante establecer previamente un marco de evaluación con el fin de conocer sus puntos fuertes y débiles. La evaluación de los procesos software tiene como objetivo detectar los aspectos de un proceso software que se pueden mejorar [14].

MECPDS está basado en ISO/IEC 15504:2003, y define el marco de medida para la evaluación en la dimensión de capacidad del proceso y en la dimensión del cumplimiento del proceso. En la dimensión de la capacidad, sólo existen tres

niveles de madurez, para aligerar el modelo y que pueda ser aplicado a las PyMES. Además sugiere como modelo de proceso de referencia a ISO/IEC 12207:2002.

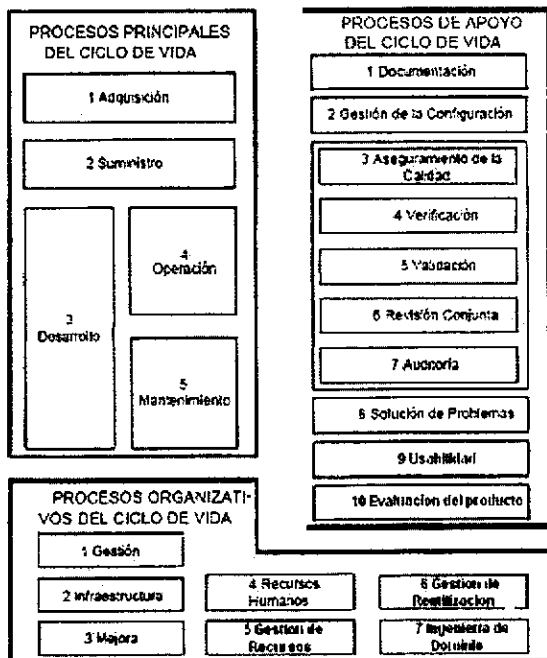
Otros trabajos relacionados llevados a cabo en España y que merecen ser destacados son: una adaptación de modelos de madurez a las Pymes [4] y un modelo de evaluación de procesos de software basado en ISO/IEC TR 15504-5:1998, orientado a PyMES de desarrollo de software [15] que permite deducir la capacidad de los procesos del ciclo de vida del software.

2. NORMAS UTILIZADAS EN MECPDS

2.1 ISO/IEC 12207:2002

Esta norma presenta un modelo de procesos del ciclo de vida del software que son fundamentales para una buena ingeniería de software y cubre las mejores prácticas. Los procesos son descritos en términos de propósitos y resultados. Además precisa las actividades y tareas requeridas para implementar a alto nivel los procesos para alcanzar las capacidades deseadas para los adquirentes, proveedores, desarrolladores, responsables de mantenimiento y operadores del sistema. La norma agrupa los procesos en tres categorías: organizativos (gestión, infraestructura, mejora, recursos humanos, gestión de recursos, gestión de reutilización e ingeniería de dominio), de apoyo (documentación, aseguramiento de la calidad, gestión de la configuración, validación, revisión conjunta, auditoría, solución de problemas, usabilidad y evaluación de proyectos) y principales (adquisición, suministro, desarrollo, operación y mantenimiento). Ver figura 2.

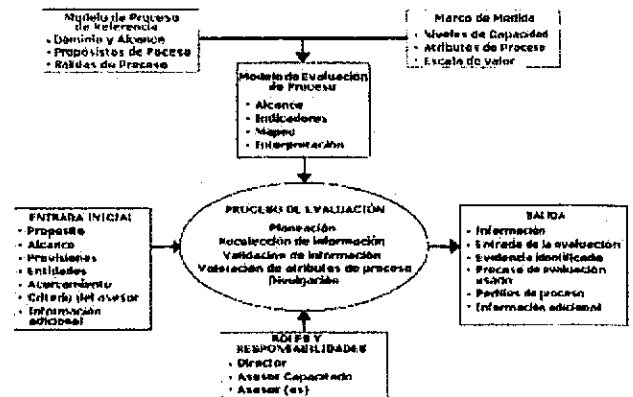
Figura 2. Estructura de la norma ISO/IEC 12207:2002



2.2 ISO/IEC 15504:2003

Esta norma está constituida por cinco partes: Parte 1: Conceptos y vocabulario de términos relacionados con evaluación de procesos, Parte 2: Realización de la evaluación, Parte 3: Guía para la realización de la evaluación, Parte 4: Guía para usar en la determinación de la capacidad y mejora de procesos, y Parte 5: Un ejemplo de un modelo de evaluación de procesos. Ver figura 3.

Figura 3. Estructura de la norma ISO/IEC 15504:2003



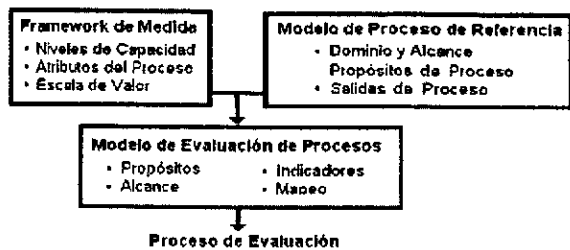
La parte 2, guía la evaluación del proceso y la aplicación del proceso de evaluación para el mejoramiento y determinación de la capacidad, precisa los requisitos mínimos para realizar una evaluación que asegura un nivel de consistencia y capacidad de repetición, y que los resultados de la evaluación sean: objetivos, imparciales, repetibles, consistentes y representativos. Identifica el marco de medición para la capacidad del proceso y los requisitos para el modelo de procesos de referencia, el modelo de evaluación de procesos y la verificación de la conformidad del proceso de evaluación. El proceso de evaluación contiene una dimensión del proceso y una dimensión de la capacidad del proceso.

La dimensión del proceso es proporcionada por un modelo de proceso de referencia externo, que define un conjunto de procesos característicos con declaraciones de propósitos y resultados de cada uno de los procesos. La dimensión de la capacidad del proceso abarca seis niveles de capacidad del proceso y sus atributos de proceso asociados.

3. MODELO LIGERO DE EVALUACIÓN MECPDS

MECPDS consta de un marco de medición y un modelo de procesos de referencia que deben ser aplicados durante la evaluación de los procesos software de una organización (ver figura 4).

Figura 4. Estructura de MECPDS



Los propósitos de MECPDS, son:

Establecer los elementos necesarios para evaluar la madurez y el cumplimiento de los procesos de una organización, con respecto a un modelo de procesos de referencia.

- Aportar un modelo de evaluación ligero para que sea aplicable a las PyMES, de manera fácil y económica (con pocos recursos y en poco tiempo).
- Fomentar la evaluación en las PyMES de desarrollo de software del sur occidente colombiano, con el objetivo de conocer sus puntos fuertes y débiles, para que sirvan de guía en la mejora de los procesos de desarrollo de software de la organización.
- Ser parte del componente de evaluación de Agile SPI.

El alcance de MECPDS lo constituyen los procesos del ciclo de vida del software definidos en la norma internacional ISO/IEC 12207:2003. Sin embargo MECPDS, puede utilizar cualquier modelo de proceso de referencia, donde cada uno de sus procesos esté descrito en términos de sus propósitos y sus resultados.

Con el fin de aligerar el modelo de evaluación y teniendo en cuenta el tipo de empresas a las que se ha de aplicar, el modelo de evaluación se describe en términos del nivel dos de madurez de la norma internacional ISO/IEC 15504:2003.

MECPDS debe hacer parte de un programa de mejora de procesos software iniciado por la organización, donde a partir de los objetivos de negocio y de mejora, del conjunto de procesos descritos en el modelo de procesos de referencia se debe seleccionar los procesos pertinentes y adecuados que se han de evaluar.

MECPDS se basa en un conjunto de indicadores que guían los propósitos y resultados de todos los procesos dentro del modelo de evaluación de procesos. Estos demuestran el logro de los atributos del proceso dentro del ámbito del nivel de capacidad del modelo de evaluación. Estos indicadores son:

- Para la dimensión de la capacidad del proceso: las prácticas de gestión asociadas a conseguir los resultados de los atributos del proceso.
- Para la dimensión del cumplimiento del proceso: las prácticas base asociadas a conseguir los resultados de

los procesos definidos en el modelo de proceso referencial.

El nivel de implementación de las prácticas se evalúa a partir también de indicadores. Los cuales deben ser reconocidos por la organización para cada práctica. Pueden ser de tres tipos:

Directos: son los productos que resultan de una actividad.

Indirectos: son por lo general documentos que indican que una actividad fue realizada.

Comentarios: son opiniones del personal relacionado con un proceso evaluado.

MECPDS utiliza el mapeo de los propósitos y salidas de los procesos seleccionados del modelo de proceso de referencia como indicadores de evaluación en la dimensión del cumplimiento del proceso. Además, utiliza el mapeo de los atributos del proceso del marco de medición como indicadores de evaluación en la dimensión de la capacidad del proceso.

3.1 MARCO DE MEDICIÓN

El marco de medición de MECPDS está basado en ISO/IEC 15504:2003 y aborda la dimensión de la capacidad del proceso y la dimensión del cumplimiento del proceso.

La dimensión de la capacidad del proceso es definida por una escala jerárquica de tres niveles, que representan el incremento de las capacidades de los procesos de desarrollo de software:

- **Nivel 0: Proceso Incompleto.** El proceso no está implementado, o fallan los logros de su propósito. Hay poca o ninguna evidencia de algún logro sistemático del propósito del proceso. Hay grandes fallos que limitan o incluso impiden el cumplimiento de los objetivos y propósitos del proceso. Hay muy pocos, o incluso ningún, producto y/o salida identificado a lo largo del proceso.
- **Nivel 1: Proceso Realizado.** La implementación del proceso logra su propósito. El propósito del proceso es generalmente alcanzado, aunque éste no sea siempre planificado o controlado. Los individuos dentro de la organización reconocen que se debe llevar a cabo una acción la cual se ejecuta cuando es requerida. Existen productos generados por el proceso y por medio de ellos se mide el logro de los objetivos.
- **Nivel 2: Proceso Gestionado.** A la realización del proceso se le implementa una manera de gestionario (se planea, se monitoriza y se ajusta). Sus productos de trabajo se establecen, controlan y mantienen apropiadamente. El proceso genera productos capaces de ser liberados en tiempo y bajo planes controlables. Los productos generados están alineados con determinados estándares y requerimientos. Los productos generados por procesos que se encuentran en éste nivel cumplen con ciertas especificaciones puntuales de calidad respetando un cronograma y un plan.

En esta dimensión alcanzar un nivel se demuestra por el cumplimiento de atributos del proceso. Los atributos del proceso son elementos que permiten determinar las capacidades y habilidades de un proceso. Los atributos del proceso se componen de prácticas de gestión.

Una práctica de gestión es una actividad de gestión de proceso que demuestra la capacidad para realizar un proceso. Una práctica de gestión soporta la implementación o gestión de un proceso y puede ser aplicada a cualquier proceso. Las prácticas de gestión permiten su medición individual para así determinar el grado de alcance del atributo al que pertenecen y el nivel en que se encuentra el proceso en estudio. Cada uno de estos atributos, en forma individual, permite a su vez medir un aspecto específico de las capacidades y habilidades dentro de un proceso.

Cada uno de los elementos descritos anteriormente, como son las practicas de gestión y los atributos de proceso, deben tener una escala específica para su medición, es así que para las prácticas de gestión y los atributos del proceso los valores se reflejan en una escala discreta compuesta por los siguientes elementos:

- CI: completamente implementado. Entre 86% y 100 %. Hay evidencias de una completa y sistemática aproximación, y logro total, al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado. No hay debilidades significativas a lo largo de las unidades de trabajo.

- AI: ampliamente implementado. Entre 51% y 85%. Hay evidencias de una aproximación sistemática, y logro significativo, al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado. La ejecución del proceso puede variar en algunas áreas o unidades de trabajo.
- PI: parcialmente implementado. Entre 16% y 50%. Hay alguna evidencia de una aproximación, y algún logro, al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado. Algunos aspectos del cumplimiento del atributo pueden ser impredecibles.
- NI: no implementado. Entre 0% y 15%. Hay muy poco o incluso ninguna evidencia de cumplimiento del atributo definido en el proceso evaluado.

Cada nivel exige un grado de cumplimiento y/o un mayor número de atributos del proceso para alcanzarlo. En las tablas 1, 2 y 3 se especifican los atributos de proceso y las practicas de gestión asociadas a cada uno de los niveles.

El valor de un atributo del proceso se obtiene de encontrar el promedio de los valores porcentuales de sus prácticas de gestión. Se debe considerar que cada práctica de gestión tiene el mismo peso dentro de un atributo del proceso.

La tabla 4 define el nivel de capacidad asociado a un proceso, el cual permite medir el grado de calidad de un producto de software generado por el mismo. Hay una relación entre niveles de capacidad y grado de cumplimiento de los atributos del proceso evaluado.

Tabla 1. Atributo Realización del Proceso

Id. Atributo		Descripción del atributo: Realización del proceso		Escala
PA 1.1		El atributo Realización de Procesos es una medida del nivel en el cual el proceso alcanza su propósito.		NI, PI, AI, CI
Nivel	Id. Practica	Descripción de la practica de gestión		NI, PI, AI, CI
1. Realizado	MP 1.1.1	Identificar los productos de trabajo que son entrada del proceso		
	MP 1.1.2	Identificar los productos de trabajo que son producidos por el proceso		
	MP 1.1.3	Tomar acciones para transformar los productos de trabajo de entrada en productos de salida.		

Tabla 2. Atributo Gestión de la Realización

Id. Atributo		Descripción del atributo: Gestión de la Realización		Escala
PA 2.1		El atributo Gestión de la Realización es una medida del nivel en el cual se gestiona la realización del proceso.		NI, PI, AI, CI
Nivel	Id. Practica	Descripción de la practica de gestión		NI, PI, AI, CI
2. Gestionado	MP 2.1.1	Identificar los objetivos para la realización del proceso.		
	MP 2.1.2	Planear y monitorear la realización del proceso.		
	MP 2.1.3	Ajustar la realización del proceso para satisfacer los planes.		
	MP 2.1.4	Definir, asignar y comunicar los responsables y autoridades para realizar el proceso.		
	MP 2.1.5	Identificar, asignar, utilizar y poner a disposición los recursos e información necesaria para realizar el proceso.		
	MP 2.1.6	Gestionar las interfaces entre las partes involucradas para asegurar la efectiva comunicación y también la asignación clara de responsabilidades.		

Tabla 3. Atributo Gestión del Producto de Trabajo

Id. Atributo		Descripción del atributo: Gestión del producto de trabajo		Escala
PA 2.2		El atributo Gestión del Producto de Trabajo es una medida del nivel en el cual son apropiadamente gestionados los productos de trabajo producidos por el proceso.		NI, PI, AI, CI
Nivel	Id. Practica	Descripción de la practica de gestión		NI, PI, AI, CI
2. Gestionado	MP 2.2.1	Definir los requisitos para los productos de trabajo del proceso.		
	MP 2.2.2	Definir requisitos para la documentación y control de los productos de trabajo.		
	MP 2.2.3	Identificar, documentar y controlar los productos de trabajo		
	MP 2.2.4	Revisar de acuerdo con el plan establecido los productos de trabajo y ajustarlo como necesidad para satisfacer los requisitos.		

Se define un nivel de capacidad para cada uno de los procesos evaluados y definidos por el modelo de proceso de referencia. Pero es importante dar una visión general del estado de la capacidad de la organización. Para la evaluación del "nivel de capacidad general" de la organización se tiene en cuenta los resultados de la evaluación de los procesos asociados y definidos por el modelo de proceso de referencia determinado por MECPDS (ver tabla 5).

La dimensión del cumplimiento del proceso se caracteriza por enfocarse en las características y propósitos de un proceso específico determinado y definido por el modelo de proceso de referencia.

Los procesos están compuestos por prácticas base, que son actividades de ingeniería de software que guían directamente el propósito de un proceso particular y contribuyen a la generación de sus salidas.

En esta dimensión alcanzar un proceso se demuestra por el cumplimiento de las prácticas base asociadas al proceso que se está evaluando. Las prácticas base permiten su medición individual para así determinar el grado de cumplimiento del proceso en estudio.

Para asignar un valor de implementación a las prácticas base y los procesos, se debe tener una escala específica para su medición. Estos valores están en una escala discreta compuesta por los siguientes elementos CI, AI, PI o NI, como se describió anteriormente.

El valor del cumplimiento de un proceso se obtiene de hallar el promedio de los valores porcentuales de sus prácticas base, expresado en los valores definidos anteriormente. Se debe considerar que cada práctica base tiene el mismo peso, dentro de un proceso específico.

Se define un valor de cumplimiento para cada uno de los procesos evaluados y definidos por el modelo de proceso de referencia. Pero es importante dar una visión general del

estado del cumplimiento de los procesos de la organización.

Primero se debe obtener el valor del cumplimiento de cada una de las categorías de proceso (principales, apoyo y organizativos) definidas en el modelo de proceso de referencia. Este valor se obtiene de encontrar el promedio de los valores porcentuales de sus procesos correspondientes, expresado este promedio en términos de CI, AI, PI o NI. Se debe considerar que cada proceso tiene el mismo peso.

Para determinar el "estado general de cumplimiento del proceso" en la organización, se debe tener en cuenta el valor del cumplimiento de cada una de las categorías de proceso. El valor del estado general de cumplimiento del proceso en la organización, se obtiene de encontrar el promedio de los valores porcentuales de sus categorías de proceso, expresado este promedio en términos de CI, AI, PI o NI. Se debe considerar que cada categoría de proceso tiene el mismo peso.

3.2 MODELO DE PROCESO DE REFERENCIA

El modelo de proceso de referencia de MECPDS, está basado en la norma ISO/IEC 12207/Amd.1: 2002. Sin embargo MECPDS, puede utilizar cualquier modelo de proceso de referencia, donde cada uno de sus procesos esté descrito en términos de sus propósitos y sus resultados.

El dominio de la norma es el suministro, desarrollo, operación y mantenimiento de productos software. Esta orientada para ser usada por una organización en el aseguramiento de la calidad de sus procesos de desarrollo de software. El alcance de la norma es establecer un marco de referencia común para los procesos del ciclo de vida del software. Contiene procesos, actividades y tareas para aplicar durante el suministro, desarrollo, operación y mantenimiento de productos software. Los procesos son descritos en términos de lograr los propósitos y salidas.

Tabla 4. Cumplimiento de los niveles de capacidad

Nivel de Capacidad	Atributos del proceso	Grado de cumplimiento esperado
Nivel 1. Realizado	Realización del proceso	AI o CI
Nivel 2. Gestionado	Realización del proceso	CI
	Gestión de la realización	AI o CI
	Gestión de los productos	AI o CI

Tabla 5. Determinación del nivel de capacidad general

Nivel de Capacidad General de la Organización	Regla para alcanzar el nivel
Nivel 1. Realizado	Si todos los procesos aplicables a la organización en el atributo del proceso PA 1.1, tiene un grado de cumplimiento esperado AI o CI entonces el nivel es alcanzado por la organización, sino el nivel no es alcanzado por la organización.
Nivel 2. Gestionado	Si todos los procesos aplicables a la organización en los atributos del proceso PA 1.1, PA 2.1 y PA 2.2, tienen un grado de cumplimiento esperado AI o CI entonces el nivel es alcanzado por la organización, sino el nivel no es alcanzado por la organización.

La norma no define cómo o en qué orden se lograrán los propósitos y salidas. Los resultados serán alcanzados en una organización siguiendo prácticas detalladas para generar productos de trabajo. Estas prácticas realizadas y las características de los productos de trabajo son indicadores que demuestran si los propósitos específicos están siendo logrados. Además la norma permite a una organización definir "como" un proceso será ejecutado conservando de esta forma la flexibilidad necesaria para que los países o las organizaciones la implementen de acuerdo la cultura local o a la tecnología disponible.

La estructura de los procesos software se divide en tres categorías: Principales - PRI, Apoyo APO, Organizativos ORG (véase tabla 6). Con el fin de aligerar el modelo de evaluación, de cada una de estas categorías se debe escoger los procesos pertinentes y aplicables que se van a evaluar en la organización a partir de los objetivos de negocio y de mejora. Los elementos fundamentales del modelo de proceso de referencia son las descripciones de los procesos en términos de sus propósitos y sus resultados.

4. HERRAMIENTA DE SOPORTE A MECPS

Dentro de los modelos de evaluación es importante hacer estimaciones de la calidad de los procesos software mediante valoraciones (evaluaciones internas de la organización). Además se debe considerar la importancia de la calidad de los datos a obtener en un proceso de evaluación de la calidad de los procesos de desarrollo de software de una organización. Es necesario entonces un conjunto de herramientas que soporten el proceso de valoración asociado a un modelo de evaluación. Un componente importante en un proceso de valoración es principalmente la entrevista. Las entrevistas están guiadas por un instrumento de recolección de información. Un cuestionario es un instrumento de recolección de información obtenido a partir de un modelo de evaluación. Para que las entrevistas generen datos de alta calidad, los métodos y herramientas del proceso de valoración tienen que brindar un ambiente de confidencialidad muy alto durante las entrevistas. Los participantes del proceso de valoración deben sentirse cómodos, de modo que sus opiniones sean honestas. Esto permite obtener un gran volumen de información acerca de la forma como se realizan las diferentes actividades del proceso de desarrollo de software.

Tabla 6. Procesos de referencia de MCEPDS

PRI Procesos principales del ciclo de vida del software	PRI 1	Adquisición	PRI 1.1	Preparación de la adquisición
			PRI 1.2	Selección del proveedor
			PRI 1.3	Supervisión del proveedor
			PRI 1.4	Aceptación del cliente
	PRI 2	Suministro		
	PRI 3	Desarrollo	PRI 3.1	Obtención de requisitos
			PRI 3.2	Análisis de requisitos del sistema
			PRI 3.3	Diseño de la arquitectura del sistema
			PRI 3.4	Análisis de los requisitos del software
			PRI 3.5	Diseño del software
			PRI 3.6	Construcción del software
			PRI 3.7	Integración del software
			PRI 3.8	Prueba del software
			PRI 3.9	Integración del sistema
PRI 3.10			Prueba del Sistema	
PRI 3.11			Instalación del software	
PRI 4	Operación	PRI 4.1	Uso Operacional	
		PRI 4.2	Apoyo al cliente	
PRI 5	Manejo			
APO Procesos de apoyo del ciclo de vida del software	APO 1	Documentación		
	APO 2	Gestión de la configuración		
	APO 3	Aseguramiento de la calidad		
	APO 4	Verificación		
	APO 5	Validación		
	APO 6	Revisión conjunta		
	APO 7	Auditoría		
	APO 8	Solución de problemas		
	APO 9	Usabilidad		
	APO 10	Evaluación del producto		
ORG Procesos organizativos del ciclo de vida del software	ORG 1	Gestión	ORG 1.1	Alineamiento organizativo
			ORG 1.2	Gestión de la organización
			ORG 1.3	Gestión de proyectos
			ORG 1.4	Gestión de calidad
			ORG 1.5	Gestión de riesgos
			ORG 1.6	Medición
	ORG 2	Infraestructura		
	ORG 3	Mejora	ORG 3.1	Establecimiento del proceso
			ORG 3.2	Proceso de evaluación
			ORG 3.3	Proceso de mejora
	ORG 4	Recursos humanos	ORG 4.1	Gestión del recurso humano
			ORG 4.2	Entrenamiento
			ORG 4.3	Gestión del conocimiento
	ORG 5	Gestión del recurso		
	ORG 6	Gestión de reutilización		
ORG 7	Ingeniería de dominio			

Debido a lo expuesto anteriormente para el modelo ligero de evaluación MECPDS se ha desarrollado el prototipo de una herramienta denominada SPQA.web - Herramienta Web para la Valoración de la Calidad de Procesos Software en PyMES [16] que soporta el instrumento de recolección de información de MECPDS. Debido a que es una herramienta Web aporta características que facilitan su aplicación y que ayudan a cumplir ciertos objetivos que apuntan a crear una cultura de calidad permitiendo derribar fronteras de espacio, tiempo y costos. En cuanto a espacio se puede analizar y valorar las características del proceso de desarrollo de software de las PyMES sin que el equipo líder del proceso de valoración se encuentre al interior de las empresas. En cuanto al tiempo, la aplicación de entrevistas en forma concurrente permite que diferentes personas encargadas de distintas áreas de procesos de desarrollo accedan a la herramienta al mismo tiempo. Con respecto a los costos la aplicación estará en la red al servicio de las empresas interesadas en realizar su valoración para mejorar sus procesos de desarrollo de software.

Las PyMES podrán utilizarla de manera fácil y económica, con pocos recursos y en poco tiempo. La Herramienta SPQA.web aporta diferentes funcionalidades que permiten a las PyMES colombianas iniciar un proceso de mejora continua de sus procesos. La recolección de los datos en forma centralizada y confidencial permite generar reportes comparativos que pueden ser utilizados para que las empresas puedan hacer análisis tipo benchmarking. Los resultados del análisis permiten obtener el estado de la empresa frente a las demás empresas de la industria del software.

5. CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado un modelo ligero de evaluación de la calidad de los procesos software, cuyos componentes fundamentales son: el marco de medición y el modelo de proceso de referencia.

El marco de medición proporciona una guía para determinar la capacidad y el cumplimiento de un proceso. En la dimensión de la capacidad del proceso define la forma de valorar el nivel de capacidad general, niveles, atributos de proceso y prácticas de gestión. En la dimensión del cumplimiento del proceso define la forma de valorar el estado general del cumplimiento, categorías, procesos y prácticas base.

Para aligerar el modelo de evaluación se definen 3 niveles con 3 atributos del proceso (de los 9 definidos por la norma). Esto significa, que una empresa que quiera valorar el estado de sus procesos aligera bastante la evaluación. Por ejemplo, si utiliza la herramienta de evaluación [17] debería responder sólo a 440 de las 1440 preguntas asociadas a las prácticas de gestión de todos los procesos, lo que implica que la evaluación se aligera aproximadamente en un 70%. Además otro elemento que permite aligerar la evaluación es la posibilidad de escoger los procesos pertinentes y aplicables que se van a evaluar en la organización.

En estos momentos se está refinando el instrumento de recolección de información y la herramienta web que soporta

el modelo MECPDS, para la aplicación de éste modelo en algunas empresas piloto. Se ha realizado una primera prueba de la aplicación del modelo y la herramienta a la empresa Unisoft [18], y se espera como trabajo futuro aplicar el modelo y la herramienta a otras empresas, con el fin de proceder a la evaluación, refinamiento y validación de MECPDS.

6. REFERENCIAS

- [1] Mayer & Bunge Informática LTDA. Panorama de la Industria del Software en Latinoamérica. Brasil. 2004.
- [2] Batista, J. y Figueiredo, A. SPI in very small team: a case with CMM. Software Process Improvement and Practice 5 (4), 243-250. 2000.
- [3] Fedesoft. II Cumbre Sectorial de entidades relacionadas con las Tecnologías de la Información. www.fedesoft.org. 2004
- [4] Calvo-Manzano, J. Métodos de mejora del proceso de desarrollo de sistemas de información en la pequeña y mediana empresa. Tesis Doctoral. Universidad de Vigo 1999.
- [5] Hareton, L. y Terence, Y. A Process Framework for Small Projects. Software Process Improvement and Practice 6, 67-83. 2001.
- [6] Hosseln, S. y Natsu, C. Characterizing a Software Process Maturity Model for Small Organizations. University of Nebraska at Omaha. 1997.
- [7] Maller, P., Ochoa, C. y Silva, J. Lightening the software production process in a CMM level 5 framework. Actas de las Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD' 2004).
- [8] Hurtado, J. y otros. SIMEP-SW- Sistema Integral de Mejoramiento de los Procesos de Desarrollo Software en Colombia. Colciencias. 2003.
- [9] Hurtado, J. y otros. El modelo integral de mejoramiento Agile SPI. Universidad del Cauca. 2004.
- [10] ISO/IEC 12207:2002: Information Technology - Software Life Cycle Processes Amendment 1.
- [11] ISO/IEC 15504-2:2003. Information technology - Process assessment - Part 2: Performing an assessment.
- [12] Oktaba, H. et al. Modelo de Procesos para la Industria de Software. MoProSoft Versión 1.1. Mayo 2003.
- [13] Weber, K. y Rocha, A. Modelo de Referência para Melhoria de Processo de Software: uma abordagem brasileira. Proc. of the QUATIC 2004, 73-78.
- [14] García, F. FMESP: Marco de Trabajo Integrado para el Modelado y la Medición de los Procesos. Universidad Castilla-La Mancha. 2004.
- [15] Mas, A. y Amengual, E. Un nuevo modelo de evaluación de procesos de software para pymes a partir de SPICE (ISO/IEC TR-15504-5), Novática. 2001.
- [16] Herramienta Web para la Valoración de la Calidad de Procesos Software en Pymes. Actas de las V Jornadas de Investigación y Desarrollo en Informática - JIDI TECNOCOM 2005. ISBN 958-655-887-8.
- [17] SYNSPACE. Producto software SPICE 1-2-1 V.3.0 Supporting Assessments for ISO 15504:1998.
- [18] UNISOFT Soluciones en movimiento. Pagina disponible en www.unisoft.com.co. 2005.