

Documentos Anexos

TABLA DE CONTENIDO

ANEXO 1: EVALUACIÓN BASADA EN EL MODELO DE MADUREZ DE LA CAPACIDAD (CMM)[9].....	2
ANEXO 2: EL ESTÁNDAR ISO/IEC 15504 [11][12].....	8
ANEXO 3: CMMI (CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION) [10].	12
ANEXO 4: NORMAS ISO 9000:2000 [8][13].....	17
ANEXO 5: RESUMEN DE LAS APLICACIONES REALIZADAS DE LOS DIFERENTES MODELOS DE MEJORA DE PROCESOS DE SOFTWARE AL CASO ESPECÍFICO DE MIPYMES [15].....	20
ANEXO 6: ONTOLOGÍA DE MEDICIÓN DE SOFTWARE.....	24
ANEXO 7: FORMULARIO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.	32
ANEXO 8: TABLA DE MEDIDAS.....	36
ANEXO 9: OBTENCIÓN E INTERPRETACIÓN DE LAS MEDIDAS DEL MLM - PDS.....	40
ANEXO 10: DOCUMENTO DEL MODELO LIVIANO DE MEDIDAS MLM – PDS EMPRESAS.....	51
ANEXO 11: ARTÍCULO ENVIADO AL CONGRESO COLOMBIANO DE COMPUTACIÓN CCC 2007.....	62
ANEXO 12: ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL MLM - PDS.....	71
REFERENCIAS	71

Anexo 1: Evaluación basada en el modelo de Madurez de la Capacidad (CMM)[9].

A la hora de establecer la madurez de los procesos de una organización en CMM se establecen cinco niveles de capacidad, que definen una escala ordinal para representar la evolución del proceso software desde un nivel inicial caótico (procesos ad hoc cuyos resultados no son predecibles) hasta un estado de mejora continua (maduro). Las características de cada nivel de madurez se resumen en la Tabla 1:

Nivel	Características	Resultados
Inicial	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de Gestión de Proyectos. • El proceso de Software es cambiante e irregular. • Los planes, estimaciones y calidad son impredecibles. • El rendimiento depende de la capacidad individual de los miembros del grupo. • Se establecen programas de formación del personal de desarrollo y mantenimiento. 	Productividad y Calidad Escasa. Riesgo Máximo.
Repetible	<ul style="list-style-type: none"> • Los procesos de software son estables y repetibles. • La organización establece políticas de gerencia de proyectos y procesos. • La planificación se basa en proyectos similares. • Existen estándares definidos y exigidos. • El proceso se enmarca en un sistema de gerencia de proyectos basado en experiencias pasadas. 	Productividad y Calidad Baja. Riesgo Alto.
Definido	<ul style="list-style-type: none"> • Los procesos son definidos: estandarizados, documentados e institucionalizados. • Los procesos de ingeniería y gerencia son estables y se integran en uno solo. • Existe un entendimiento común de los procesos, funciones y responsabilidades. • La organización mantiene un grupo dedicado a la definición, mejoramiento y difusión del proceso de Ingeniería de Software. 	Productividad y Calidad Media. Riesgo Medio.
Gestionado	<ul style="list-style-type: none"> • Los procesos son medibles o cuantificables. • La productividad y la calidad se miden y registran para cada proyecto de la organización. • Se fijan metas cuantitativas de la calidad del software. • Mediante el uso de métricas de software, se crea una base cuantitativa para la evaluación y estimación en proyectos futuros. 	Productividad y Calidad Alta. Riesgo Mínimo.
Optimizado	<ul style="list-style-type: none"> • Los procesos se mejoran continuamente. • La organización busca lograr el nivel máximo de capacidad. • Se incorporan nuevas tecnologías y métodos para mejorar los procesos. 	Productividad y Calidad Total. Riesgo Nulo.

Tabla 1. Niveles de Capacidad de CMM

El modelo de referencia CMM establece una serie de áreas clave (hasta un total de dieciocho) agrupadas en los distintos niveles de madurez. Para que una organización pueda estar en un determinado nivel de madurez debe satisfacer los criterios de evaluación asociados con las áreas clave que pertenecen a ese nivel y a los niveles anteriores. Cada área clave de proceso o KPA (Key Process Area) se describe en función de una serie de prácticas clave (KPs, Key Practices),

que a su vez se organizan en una serie de características comunes (common features). Las relaciones entre estos conceptos del modelo CMM se ilustran en la Figura 1:



Figura 1. Estructura de CMM como modelo de referencia para la evaluación

Como se puede observar en la Figura 1, CMM proporciona la estructura necesaria para poder aplicar de forma sistemática un proceso de evaluación al estar claramente definido cada nivel de madurez en base a:

Áreas clave del proceso. Cada nivel de madurez, excepto el nivel inicial se descompone en diferentes áreas clave del proceso. Ejemplos de áreas clave son la gestión de configuración y planificación del proyecto del nivel dos de madurez, o la prevención de defectos y gestión de cambio del proceso correspondiente al nivel cinco de madurez. Cada área clave contiene un conjunto de objetivos o metas, que describen de forma general qué se debe hacer para dar soporte a un área clave de proceso. Las metas se usan para comprobar si efectivamente se implementa adecuadamente un área clave de proceso determinada.

Características Comunes. Cada área clave de proceso se organiza en una serie de características comunes que representan los atributos que debe tener el proceso. Mediante la evaluación de las características comunes se puede averiguar si la implementación de un área clave de proceso se ha realizado de forma que sea efectiva, repetible y duradera.

Prácticas Clave. Constituyen los ejemplos de lo que se debe hacer para satisfacer los objetivos de un área clave de proceso sin entrar en detalle de cómo hacerlo.

Para poder conocer el nivel de madurez de una organización es necesario realizar la evaluación de sus procesos software. Por este motivo y con el fin de proporcionar el medio necesario para realizar evaluaciones basadas en CMM y para poder comparar los resultados de evaluación se creó el marco de trabajo CAF (CMM Appraisal Framework), que identifica los requisitos y características necesarias en un método de evaluación basado en CMM para mejorar la consistencia y la fiabilidad de los diferentes métodos de evaluación y sus resultados. Los dos principales métodos de evaluación basados en CMM son:

- SCE (Software Capability Evaluation), es el método desarrollado para evaluar los procesos software de una organización con el objetivo de determinar su capacidad. La capacidad de un proceso se refiere al rango de los resultados esperados que se pueden obtener al llevar a cabo un proceso determinado.

Las principales áreas de aplicación de SCE son: la selección del proveedor, el monitoreo del proceso y la evaluación interna. SCE usa el modelo de madurez de capacidad (CMM) como modelo de referencia. El objetivo de la evaluación de SCE es el proceso software, y en particular, se centra en conjuntos de procesos (o lo que en CMM se considera como áreas clave de procesos) que se pueden agrupar en tres categorías: procesos organizacionales, que contienen un conjunto de áreas clave que se centran sobre la gestión organizacional de los procesos software; los procesos de gestión de proyectos, centrados en aspectos de gestión de proyectos como su planificación y seguimiento; y los procesos de ingeniería, que incluyen aspectos de desarrollo del producto como la gestión de requisitos, ingeniería del producto, revisiones por pares, etc. Aunque en el modelo CMM se consideran los procesos de producción técnica, estos no se incluyen en el alcance de la evaluación proporcionada por SCE, tal y como se puede observar en la Figura 2.



Figura 2. Procesos Evaluados por SCE

El proceso de evaluación definido en SCE está compuesto básicamente por las siguientes actividades: Planificar y preparar la evaluación, conducir la evaluación e informar sobre los resultados de la evaluación. Las principales características y responsables de estas actividades se resumen en la Tabla 2:

Fase SCE v 3.0	Actividades y Resultados
Planificar y Realizar la preparación para la Evaluación	<p>La Organización Patrocinadora:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determina los atributos deseados del producto • Determina la capacidad del proceso más apropiada para alcanzar los objetivos de negocio (la capacidad objetivo del proceso) • Selecciona y forma al equipo de la evaluación (SCE) <p>Resultado: Se definen los objetivos y los requisitos de la evaluación</p>
	<p>El Equipo SCE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifica las áreas en las que la organización carece de experiencia (indicando un riesgo potencial) • Define el alcance de la evaluación. <p>Resultado: Se define el alcance de la evaluación definido y se</p>

	<p>completan las preparaciones a alto nivel para evaluar a la organización de desarrollo.</p> <p>El Equipo SCE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selecciona los proyectos a evaluar. • Prepara los temas específicos para la evaluación. • Analizar los datos <p>Resultado: Se completan las preparaciones detalladas para evaluar un sitio de desarrollo.</p>
Conducir la Evaluación	<p>El Equipo SCE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investiga cada tema planificado en el sitio de desarrollo. • Conduce actividades de recogida de datos mediante la realización de entrevistas, revisiones de documentos y presentaciones. • Consolida la información recogida y valida las observaciones. • Determina los puntos fuertes, débiles y las actividades de mejora. <p>Resultado: Datos del Proceso consolidados y se determinan los resultados.</p>
Informar los Resultados de la Evaluación	<p>El Equipo SCE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presenta y entrega los resultados al patrocinador y a la organización. • Produce un informe final para el patrocinador. • Realiza recomendaciones para el uso de los resultados. <p>Resultado: Se determinan y documentan los resultados de la evaluación</p> <p>Datos del Proceso consolidados y se determinan las búsquedas.</p>

Tabla 2. Fases y Actividades de la evaluación SCE

Como se puede apreciar en la Tabla 2, el equipo de evaluación SCE lleva a cabo una planificación en la que básicamente identifica las áreas de proceso a evaluar para conducir un proceso de evaluación basado en rigurosas revisiones de documentación y realizaciones de entrevistas en el que, mediante un proceso de análisis, establece las debilidades y fortalezas de la evaluación para finalmente realizar los informes adecuados en función de los resultados obtenidos.

- CBA-IPI. CBA-IPI (CMM-Based Appraisal for Internal Process Improvement) es un método que facilita a una organización conocer la capacidad de sus procesos software mediante la identificación de las fortalezas y debilidades y la relación de estas fortalezas y debilidades en base al modelo CMM, con el fin de establecer y dar prioridad a planes de mejora software y para facilitar que la organización se centre en la mejora de los aspectos que le resulten más beneficiosos en función de su nivel de madurez y sus objetivos de negocio. El método consiste en la evaluación de la capacidad del proceso software de una organización a través de un grupo de profesionales adecuadamente entrenados que trabajan como un equipo para averiguar y puntuar las distintas áreas clave del proceso de CMM que se encuentran en el alcance de la evaluación. Las averiguaciones se obtienen a partir de datos recogidos de cuestionarios, revisiones de documento, presentaciones y entrevistas con gestores, líderes de proyecto y agentes software. Los dos principales objetivos de CBA IPI son:

- Dar soporte, habilitar y animar a una organización a la mejora del proceso software.
- Proporcionar una visión exacta de las fortalezas y debilidades de los procesos software actuales de la organización, usando el CMM como modelo de referencia y para identificar las áreas clave del proceso que es necesario mejorar.

Las actividades y alcance del proceso de evaluación del método CBA-IPI son básicamente los mismos que el establecido en el método SCE (planificación, conducción y generación de informes). En realidad, CBA-IPI es muy similar a SCE con la diferencia fundamental de que CBA IPI es una evaluación centrada en la mejora de procesos,

mientras que SCE suele orientarse más a la selección de proveedores, aunque también se puede usar para la evaluación interna de procesos.

De acuerdo a la terminología usada en los modelos de evaluación basados en CMM, se considera que CBA IPI es un método para la valoración (assessment) o evaluación de la capacidad para mejora de procesos, mientras que SCE es un método de evaluación (evaluation) con el fin de seleccionar proveedores para medir el progreso de las mejoras. La diferencia fundamental entre la valoración y la evaluación es que la primera consiste en un proceso que una organización hace para sí misma, mientras la segunda es un proceso en el que un grupo externo llega a una organización y examina la capacidad de sus procesos para tomar decisiones respecto de posibles negocios o tratos futuros.

El alcance de una valoración es relativo a las necesidades de la organización y objetivos de negocio del patrocinador, que es usualmente el gestor senior de la organización evaluada. En contraste, el alcance de una evaluación es relativo a las necesidades del patrocinador, que es la persona o grupo de personas responsables de decidir si se hace la evaluación de la organización con la que se pretende hacer negocios. En la Tabla 3 se representan las diferencias entre un proceso de valoración y un proceso de evaluación:

	SCE	CBA IPI
	Valoración (Assessment)	Evaluación (Evaluation)
Objetivo	Mejora de Procesos.	Selección y monitorización de proveedores Los desarrolladores lo usan para medir el progreso de la mejora.
Comunicación de Resultados	Se usan en la organización evaluada.	Los resultados se hacen saber al patrocinador (sponsor).
Equipo	Colaborativo. Los miembros de la organización deben formar un equipo.	Los miembros de la organización podrían no estar en un equipo.
Alcance	Se aplica a la organización, no a proyectos individuales o contratos.	Se aplica a necesidades específicas del proveedor.
Uso de los resultados	Como entradas al plan de mejora.	Como entrada a la selección de suministrador, gestión de riesgos y mediciones de la mejora interna.

Tabla 3. Diferencias entre Valoración y Evaluación.

Los resultados de la evaluación de los métodos comentados anteriormente se pueden utilizar en el contexto de la mejora de procesos software, ya sea para la mejora de los procesos de la propia organización evaluadora (CBA-IPI) o para mejora en la organización evaluada (SCE). El marco de mejora de procesos del SEI lo constituye el modelo IDEAL, en el que se define un marco de ciclo de vida para la mejora de procesos. Las fases definidas en el modelo IDEAL son cinco: iniciación, diagnóstico, actuación, establecimiento y aprendizaje, constituyendo las evaluaciones la parte fundamental de la fase de diagnóstico.

En el contexto del modelo CMM y a la hora de facilitar la aplicación de los procesos de evaluación y mejora en una organización es necesario implantar buenas prácticas en el desarrollo software. Con tal fin se han desarrollado los métodos PSP (Personal Software Process) y TSP (Team software Process).

- El Proceso de Software Personal (PSP) apoya a las empresas que están llevando a cabo o tienen planeado implementar un plan de mejora de procesos basados en el modelo CMM y/o ISO/IEC 15504, ayudando a crear personal capacitado y disciplinado en su trabajo. Está principalmente basado en CMM y permite implementar las prácticas de ingeniería del software descritas en dicho modelo a nivel individual, incorporando de forma efectiva, eficaz y a bajo costo aspectos tales como la planificación y seguimiento de

proyectos, las revisiones e inspecciones, el proceso de ingeniería del producto, el enfoque en el proceso, la medición cuantitativa del proceso, la prevención de defectos, la evaluación de calidad, etc.

- El Proceso de Software de Equipo (TSP) ayuda a conformar equipos para el desarrollo de software de calidad. TSP proporciona un marco de trabajo, que se construye sobre la base de PSP, con fases de desarrollo bien definidas, en las que los productos de software se generan en varios ciclos. Además, se establecen medidas estándares para la calidad del producto y para el desempeño de los equipos y de los desarrolladores y se aplican evaluaciones por rol y del equipo, fomentando una disciplina en el proceso y proporcionando una guía para resolver los problemas del trabajo en equipo.

Anexo 2: El estándar ISO/IEC 15504 [11][12].

El estándar ISO/IEC 15504 (ISO/IEC, 1998a; ISO/IEC, 1998b; ISO/IEC, 1998c) es un estándar internacional para la evaluación y mejora de procesos software. En este estándar se desarrolla un conjunto de medidas de capacidad estructuradas con el objetivo de evaluar el proceso de ciclo de vida del software. El estándar está compuesto por nueve partes cuyo contenido se resume en la Tabla 4:

Partes de la norma ISO/IEC 15504	Contenido
1. Conceptos y Guía Introductoria	Presenta la norma, sus objetivos, composición e incluye una breve introducción
2. Modelo de Referencia para Procesos y Capacidad de Procesos	Modelo de referencia para procesos y la capacidad de dichos procesos. En esta parte se definen una serie de procesos en términos de su propósito y resultados, asigna una serie de atributos a los procesos para establecer unos niveles de capacidad. Es como una plantilla. Para evaluar un determinado proceso hay que hacer un modelo que se ajuste a ese proceso pero tiene que estar acorde con esta plantilla
3. Realización de la Evaluación	Requisitos necesarios para realizar la evaluación de un proceso software así como los pasos a seguir en dicho proceso
4. Guía para la Realización de la Evaluación	Guía que describe cómo realizar la evaluación. Para que una evaluación sea útil debe ser repetible, segura y consistente, es decir, una evaluación debe poder repetirse tantas veces como sea necesario de manera que los resultados obtenidos sean los mismos para un mismo proceso y permita la comparación entre dos procesos distintos.
5. Modelo de Valoración y Directrices	Ejemplo de modelo para realizar la valoración de procesos conforme se describe en la parte 2.
6. Guía para la Cualificación de los Asesores	Cualidades y formación que se deben tener para realizar una adecuada valoración de los procesos.
7. Guía para la Mejora de Procesos	Mejora de los procesos a partir de los resultados de una evaluación conforme a esta norma. La norma no sólo es válida para las empresas que desean valorar sus posibles proveedores sino que también es útil para los proveedores que pueden evaluar sus procesos propios y mejorarlos.
8. Guía para determinar la Capacidad de los Proveedores	Proporciona la guía sobre cómo utilizar la evaluación de procesos para determinar la capacidad de los mismos.
9. Vocabulario	Define los términos utilizados en el estándar.

Tabla 4. Contenido de ISO/IEC 15504

Tanto ISO 15504 como CMM definen una serie de niveles de madurez que pueden alcanzar las organizaciones o los procesos relacionados con el software. En la parte 2 de este modelo se describen los resultados de una evaluación de procesos teniendo en cuenta dos dimensiones:

Tanto ISO 15504 como CMM definen una serie de niveles de madurez que pueden alcanzar las organizaciones o los procesos relacionados con el software. En la parte 2 de este modelo se describen los resultados de una evaluación de procesos teniendo en cuenta dos dimensiones:

Dimensión del proceso: En la que se definen cinco categorías de procesos que se corresponden con las categorías de ISO 12207. En la Tabla 5 se describen las categorías de procesos definidas en ISO 15504:

Categoría de procesos	Descripción
Cliente - Proveedor	Procesos que afectan directamente al cliente, soportan el desarrollo y transición del software al cliente, y proporcionan la correcta operación y uso del producto software o servicio
Ingeniería	La categoría de procesos de ingeniería consiste en procesos que directamente especifican, implementan o mantienen el producto software, su relación con el sistema y su documentación para el cliente. En circunstancias donde el sistema esta compuesto totalmente de software, los procesos de ingeniería tratan solo con la construcción y mantenimiento de tal software.
Soporte	Procesos que pueden ser empleados por cualquiera de los otros procesos (incluyendo otros procesos de soporte) en varios puntos del ciclo de vida del software.
Gestión	Procesos que contienen prácticas genéricas que pueden ser usadas por cualquiera que gestione cualquier tipo de proyecto o proceso en el ciclo de vida del software.
Organización	Procesos que establecen los objetivos del negocio de la organización y desarrollan procesos, productos y bienes de recursos que, cuando se usan para los proyectos de la organización, ayudan a que la organización consiga sus objetivos de negocio.

Tabla 5. Descripción del sistema de procesos de ISO 15504.

Dimensión de la capacidad: formada por seis niveles de capacidad y nueve atributos de proceso. Cada nivel de capacidad está formado por uno o varios atributos que proporcionan una mejora importante en la capacidad de realizar un proceso. En la Figura 3 se representan los niveles de capacidad definidos en ISO/IEC 15504:



Figura 3. Niveles de capacidad de Proceso en ISO/IEC 15504

La evaluación del estándar ISO 15504 permite obtener un perfil de cada uno de los procesos, examinando un número de instancias de cada proceso a cuyos atributos se le asignan valores. El perfil de cada instancia de un proceso se obtiene asignando cuatro valores (no conseguido, parcialmente conseguido, bastante conseguido y completamente conseguido) a cada uno de los nueve atributos de la instancia. Para alcanzar un nivel de capacidad una instancia del proceso debe ser evaluada como completamente conseguida para todos los atributos asociados con los niveles inferiores, y conseguida en su mayoría por los atributos de ese nivel. El alcance del proceso de evaluación se muestra en la Figura 4:



Figura 4. Alcance de la evaluación ISO/IEC 15504

Como se puede observar en la figura anterior, de acuerdo a ISO 15504 el proceso de evaluación puede comenzar ante una necesidad de mejora de procesos o la necesidad de determinar la capacidad de los mismos. Para poder llevar a cabo la evaluación es necesario partir de un modelo de referencia, que es el que se describe en la parte 2 de la norma, y se necesitan recoger información de entrada a la evaluación (objetivos, restricciones, alcance) para su planificación y los indicadores del proceso. Las salidas de la evaluación permiten que una organización conozca de forma cuantitativa los puntos fuertes y los puntos débiles o riesgos de sus procesos software que pueden ser usados como entrada para las acciones de mejora o simplemente para conocer su capacidad. Las actividades del proceso de evaluación según ISO 15504 se representan en la Figura 5:

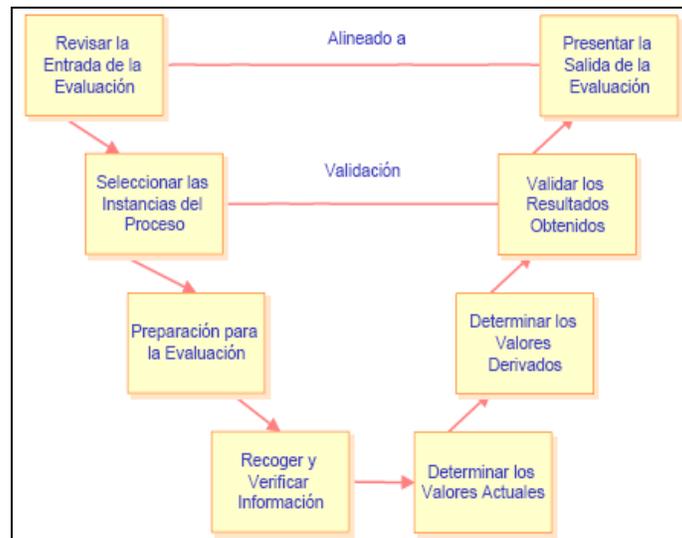


Figura 5. Actividades de Evaluación ISO/IEC 15504

La primera actividad de la evaluación consiste en revisar el propósito, alcance y las restricciones para asegurar que son consistentes y que se puede conseguir los objetivos de la evaluación. La selección de instancias del proceso consiste en establecer las correspondencias entre los procesos de la organización y el modelo de procesos (parte 2) y seleccionar las instancias del proceso a evaluar teniendo en cuenta que se deben seleccionar instancias del proceso que permiten obtener los objetivos de la evaluación y que se encuentren en el alcance del proceso de

evaluación. Una vez seleccionadas las instancias se puede proceder a la actividad de preparación en la que se selecciona y se forma al equipo de la evaluación, se planifica la evaluación, se prepara la unidad organizacional (selección de participantes) y se recoge información de soporte (planes de proyecto, documentos de revisión de entregables).

Finalizada la preparación comienza la evaluación propiamente dicha, en la que se recoge y se verifica la información necesaria que deben proporcionar los encargados de llevar a cabo los procesos en la organización a evaluar. Con la información recogida se evalúa cada instancia del proceso. A partir de los resultados actuales de cada instancia se puede derivar información sobre la capacidad de los procesos de la organización en conjunto. Una vez obtenidos los valores actuales y derivados, éstos se validan para comprobar que representan fielmente los procesos evaluados. Finalmente se deben presentar de forma adecuada los resultados obtenidos. Las principales contribuciones de esta norma al proceso de evaluación y mejora son las siguientes:

- Proporciona un modelo de procesos bidimensional, con una dimensión del proceso totalmente independiente y una dimensión de la capacidad.
- Los resultados de la evaluación se pueden representar como un perfil bidimensional del proceso.
- Existe una escala refinada de la capacidad del proceso con un conjunto de nueve atributos genéricos del proceso estructurados en seis niveles de capacidad.
- Se ha definido un criterio para poder comparar modelos de procesos externos estableciendo los requisitos comunes.

Anexo 3: CMMI (Capability Maturity Model Integration) [10].

El éxito y amplia aceptación de CMM propició la aparición de modelos similares incluso en otras disciplinas además del software. Esta proliferación de modelos ha facilitado la aparición de conflictos en los objetivos y técnicas de la mejora de procesos, debido al considerable incremento en el entrenamiento requerido, y a la confusión por parte de los que los aplican en cuál de los modelos usar según sus necesidades específicas. CMMI constituye un sólo modelo que cubre múltiples disciplinas y se creó con el objetivo de eliminar esas desventajas.

El proyecto CMMI persigue objetivos tanto a corto como a largo plazo. Los objetivos iniciales consistían en integrar tres modelos de mejora de procesos específicos: software, ingeniería de sistemas y desarrollo de procesos y productos integrados. CMMI-SE/SW especifica el modelo CMMI que contiene las disciplinas de ingeniería de sistemas y software. CMMI-SE/SW/IPPD indica el modelo que añade material para la integración de procesos y desarrollos de procesos en CMMI-SE/SW. Esta integración fue propuesta para reducir el coste de la mejora de procesos basados en modelo e implementados mediante varias disciplinas de la siguiente manera:

- Eliminando inconsistencias
- Reduciendo duplicaciones.
- Incrementando la claridad y comprensión
- Proporcionando terminología común
- Proporcionando estilos consistentes
- Estableciendo reglas de construcción uniformes
- Manteniendo componentes comunes
- Asegurando la consistencia con ISO 15504
- Siendo susceptible a la inferencia de esfuerzos legales

Los objetivos a largo plazo consisten en establecer la base necesaria para la posterior inclusión de otras disciplinas (tales como adquisición y seguridad). Para facilitar ambos modelos de integración actuales y futuros, el equipo de desarrollo de CMMI creó un marco de trabajo automatizado y extensible y definió reglas para la posible inclusión de más disciplinas dentro de este marco de trabajo.

Los modelos en los que se basa CMMI son los que aparecen en la Tabla 6:

Disciplina del Modelo	Modelo Fuente	Descripción Modelo Fuente
Software	El CMM para software (SW-CMM)	Modelo que describe los principios y prácticas fundamentales de la madurez de procesos software. El CMM está organizado para ayudar a las organizaciones de software a mejorar mediante una trayectoria evolutiva, creciendo con fines específicos, desde un ambiente caótico hacia unos maduros y disciplinados procesos de software.
Ingeniería de Sistemas	Modelo de Capacidad de Ingeniería de Sistemas (EIA/IS 731)	Integración de todas las disciplinas de sistemas para que conozcan las necesidades técnicas y de negocio de la forma más efectiva.
Proceso integrado de desarrollo de productos	Desarrollo integrado de producto CMM (IPD CMM)	Enfoque sistemático para el desarrollo del producto que incrementa la satisfacción del cliente mediante una colaboración oportuna de las disciplinas necesarias a lo largo del ciclo de vida del producto.

Tabla 6. Modelos de CMMI.

Un concepto fundamental de todos los modelos CMMI es el área de procesos. No todo lo relacionado con procesos y mejora de procesos está incluido en un modelo de mejora de procesos. Como sus predecesores, CMMI selecciona sólo los aspectos más importantes de la mejora de procesos y entonces agrupa estos aspectos dentro de "áreas".

Desde el punto de vista de los contenidos del modelo CMMI, hay que indicar que en este modelo se hace una distinción de los mismos en tres categorías principales, que por orden de importancia son: requerido, esperado e informativo.

Material requerido. Es esencial para el modelo y para la comprensión de qué es necesario para la mejora de procesos y para hacer demostraciones de conformidad con el modelo. El único componente requerido del modelo CMMI es el "objetivo". Un objetivo representa un estado final deseable, un hecho notable, el cual indica que se ha conseguido un cierto grado del proyecto y un cierto control de los procesos. Cuando un objetivo es único en un área de procesos simple, se le llama un objetivo específico. En contraste, cuando un objetivo puede aplicarse a todas las áreas de procesos, se le llama un objetivo genérico. Cada área de procesos tiene entre uno y cuatro objetivos específicos. La versión 1.0 del modelo CMMI-SE/SW/IPPD abarca un total de 54 objetivos específicos.

Material esperado. No es un material esencial para el modelo, y en algunos casos, podría no estar presente en una organización que use el modelo CMMI con éxito. Sin embargo, el material esperado se considera que juega un papel fundamental en la mejora de procesos. El único componente esperado del modelo CMMI es la declaración de una "Práctica". Una práctica representa el método "esperado" para el cumplimiento de un objetivo. Cada práctica en el modelo CMMI está destinada exactamente a un objetivo.

Material Informativo. Es el más extenso y constituye la mayoría del modelo. Proporciona una guía útil para mejorar los procesos, y ofrecer una mayor claridad para la comprensión de los componentes requeridos y esperados. Otro aspecto importante y muy novedoso en el modelo CMMI, es que usa dos tipos de representaciones de sus modelos, incluyendo de esta forma la representación de CMM y la representación de ISO 15504:

Representación por etapas.

Un modelo por etapas proporciona un marco predefinido para la mejora organizacional basada en el agrupamiento y ordenación de procesos y en las relaciones organizacionales asociadas. El término "por etapas" viene de la forma en la que el modelo describe este marco como una serie de "etapas", denominadas "niveles de madurez". Cada nivel de madurez tiene un conjunto de áreas de procesos que indican en qué aspectos debería centrarse una organización para la mejora sus procesos.

Cada área de procesos está descrita en términos de prácticas que contribuyen a satisfacer sus objetivos. Las prácticas describen la infraestructura y actividades que más contribuyen en la implementación e institucionalización efectiva de las áreas de procesos. El progreso ocurre satisfaciendo los objetivos de todas las áreas de proceso en un nivel de madurez determinado. El CMM para software es el ejemplo primordial de modelo por etapas. En la Figura 6 se muestra la estructura de la representación por etapas:



Figura 6. Representación por etapas de CMMI

Como se puede observar en la Figura 6, la representación por etapas se estructura en torno a niveles de madurez, que se van alcanzando en la medida que se cumplen en la organización las áreas clave de proceso asociadas a cada nivel de madurez. Esta representación permite evaluar los procesos de una organización para establecer la madurez global de la misma.

Representación continua.

Los modelos continuos proporcionan una guía menos específica con respecto al orden en el cual debería realizarse el proceso de mejora. Se denominan continuos porque ninguna etapa discreta está asociada con la madurez de la organización. Como los modelos por etapas, los modelos continuos tienen áreas de procesos que contienen prácticas. A diferencia de los modelos por etapas, las prácticas de un área de procesos en un modelo continuo están organizadas de forma que dan soporte a la mejora y al crecimiento de procesos individuales.

La mayoría de las prácticas asociadas con la mejora de procesos son genéricas; son externas a las áreas de procesos individuales y son aplicables a todas las áreas de procesos. Las prácticas genéricas están agrupadas bajo niveles de capacidad, cada una de las cuales tiene una definición que es casi equivalente a la definición de niveles de madurez en los modelos por etapas. El modelo EIA/IS 731 es un ejemplo de un modelo continuo.

En la Figura 7 se muestra la representación continua de CMMI:

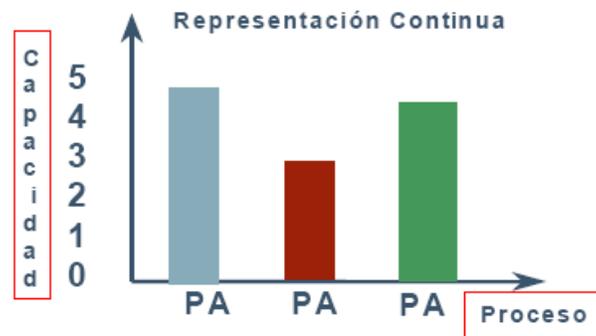


Figura 7. Representación Continua de CMMI

Como se puede observar en la Figura 7, la representación continua no se estructura en torno a niveles de madurez, sino que lo que se facilita es la evaluación de procesos individuales, permitiendo que una organización pueda seleccionar un conjunto de sus procesos individuales para evaluarlos y conocer la madurez concreta de dichos procesos.

Desde el punto de vista de la evaluación de los procesos, el concepto clave de CMMI lo constituyen las áreas de proceso. El modelo CMMI-SE/SW/IPPD tiene 24 áreas de proceso que definen la dimensión del modelo de procesos. Estas áreas son las mismas en todas las representaciones de la arquitectura de CMMI. En la representación continua, las áreas de proceso son agrupadas por las categorías (Ver Figura 8):

- Gestión de procesos.
- Gestión de proyectos.
- Ingeniería.
- Apoyo o soporte.

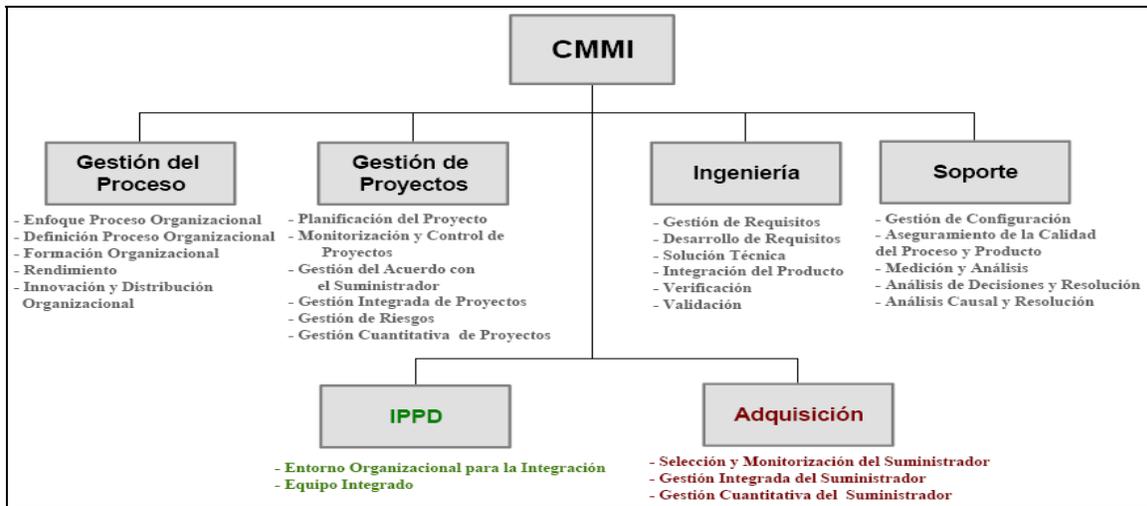


Figura 8. Áreas Clave de Proceso agrupadas según la representación continua.

Para la evaluación del modelo CMMI se usa el método SCAMPI (Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement). SCAMPI es un método de evaluación formal para CMMI. Este método define una serie de reglas para la evaluación del modelo, las cuales deben utilizarse para valorar las distintas partes del mismo durante una evaluación formal. SCAMPI incorpora las mejores prácticas del dominio de evaluación, los resultados de la evaluación se obtienen mediante la aplicación de un conjunto de reglas de negocio aplicadas a cada componente del modelo (prácticas, objetivos, áreas de proceso y niveles de madurez).

El método SCAMPI, consta de tres fases, en cada una de las cuales se llevan a cabo un conjunto de procesos. Las principales fases de la evaluación SCAMPI son:

- Planificación y preparación de la evaluación, en la que se incluyen el análisis de los requisitos de la evaluación, el desarrollo del plan de evaluación, la selección y preparación del equipo, el conocimiento de las actividades y procesos de la organización a evaluar y la preparación de las estrategias de recolección de datos.
- Realización de la evaluación, en la que se recoge la información necesaria para la evaluación relacionando la información con el modelo de referencia, se verifica y valida la información recogida, se documentan los datos transformándolos en registros que representen la implementación de las prácticas y las fortalezas y debilidades y se generan los resultados de la evaluación en los que se calculan los niveles de capacidad/madurez de los procesos en base a los datos recogidos y la aplicación de algoritmos de cálculo sobre esos datos.
- Informe de resultados, en el que se entregan y archivan los resultados de forma adecuada.

Las principales aplicaciones del método SCAMPI se resumen en la Tabla 7.

Aplicación	Descripción
Mejora Interna del Proceso	<p>La evaluación interna de los procesos se aplica en las organizaciones para:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer una línea base de su nivel de capacidad/madurez • Establecer o actualizar un programa de mejora del proceso • Medir el progreso en la implementación de un programa de mejora <p>Las aplicaciones de evaluación interna incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medición del progreso de la mejora

	<ul style="list-style-type: none"> • Conducción de auditorías del proceso • Enfoque sobre dominios específicos o líneas de productos • Evaluar proyectos específicos • Preparación para evaluaciones externas conducidas por el cliente
Selección de Proveedores	Los resultados se usan como factores discriminantes para la selección de proveedores y para establecer los riesgos relacionados con el proceso de aceptación de un contrato. Constituyen un factor más de selección y constituyen la línea base para un posible posterior control de los procesos del proveedor seleccionado.
Monitoreo del Proceso	Se puede usar la evaluación como mecanismo de control de los procesos del proveedor una vez que ha sido seleccionado.

Tabla 7. Aplicaciones del método de Evaluación SCAMPI

Anexo 4: Normas ISO 9000:2000 [8][13].

Las normas ISO 9000 son un conjunto de normas y directrices internacionales para la gestión de la calidad que, desde su publicación inicial en 1987, han obtenido una importante reputación global como base para el establecimiento de sistemas de gestión de la calidad. En la Tabla 8 se resumen los conceptos básicos de las normas de la familia ISO 9000.

NORMAS ISO 9000	PROPÓSITO
ISO 9000: Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario.	Establece un punto de partida para comprender las normas y define los términos fundamentales utilizados en la familia de normas ISO 9000, que se necesitan para evitar malentendidos en su utilización.
ISO 9001: Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.	Esta es la norma de requisitos que se emplea para cumplir eficazmente los requisitos del cliente y los reglamentarios aplicables, para así conseguir la satisfacción del cliente.
ISO 9004: Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la mejora del desempeño.	Esta norma proporciona ayuda para la mejora del sistema de gestión de la calidad para beneficiar a todas las partes interesadas a través del mantenimiento de la satisfacción del cliente. La Norma ISO 9004 abarca tanto la eficiencia del sistema de gestión de la calidad como su eficacia.

Tabla 8. Normas de la familia ISO 9000.

Las actuales normas UNE-EN ISO 9001, 9002 y 9003:1994 se han integrado en una única norma UNE-EN ISO 9001:2000. Las normas UNE-EN ISO 9001:2000 y UNE-EN ISO 9004:2000 se han desarrollado como un "par coherente" de normas. Mientras la norma UNE-EN ISO 9001:2000 se orienta a los requisitos del sistema de gestión de la calidad de una organización para demostrar su capacidad para satisfacer las necesidades de los clientes, la norma UNE-EN ISO 9004:2000 va más lejos, proporcionando recomendaciones para mejorar el desempeño de las organizaciones, siendo esta parte la que se describirá más en detalle en este apartado.

En esta nueva edición de las normas ISO 9000, se han identificado ocho principios de gestión de la calidad que pueden ser utilizados por la alta dirección con el fin de conducir a la organización hacia una mejora en el desempeño.

1. Enfoque al cliente: Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.

2. Liderazgo: Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.

3. Participación del personal: El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.

4. Enfoque basado en procesos: Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso. Los beneficios de aplicar este enfoque son: la reducción de costos y tiempos mediante el uso eficaz de los recursos; resultados mejorados, coherentes y predecibles; y se permite que las oportunidades de mejora estén centradas y priorizadas. Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que identificar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. Una actividad que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un proceso. Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso. La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones de

estos procesos, así como su gestión, puede denominarse como "enfoque basado en procesos". Cuando se utiliza este enfoque dentro de un sistema de gestión de la calidad, se implanta una forma de trabajo basada en:

- La comprensión y el cumplimiento de los requisitos.
- La necesidad de considerar los procesos en términos que aporten valor.
- La obtención de resultados del desempeño y eficacia del proceso.
- La mejora continua de los procesos con base en mediciones objetivas.

El modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos se representa en la Figura 9:

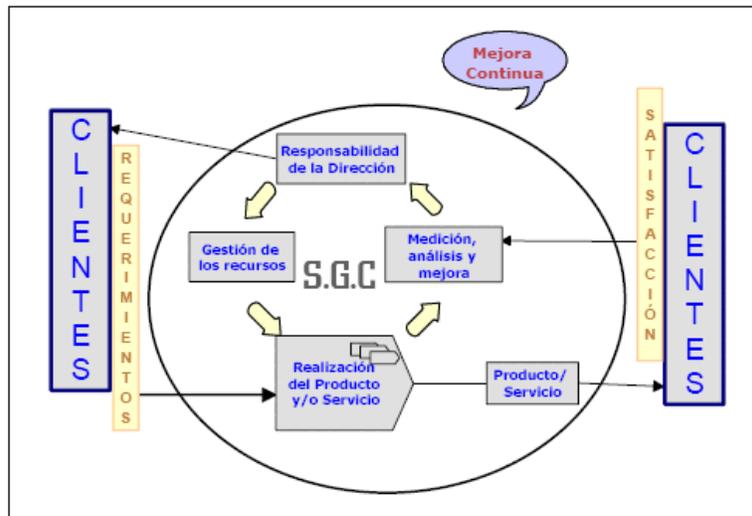


Figura 9. Modelo de un sistema de gestión de la calidad (SGC) basado en el proceso

Como se muestra en la Figura 9, los clientes juegan un papel significativo para definir los requisitos como elementos de entrada. El seguimiento de la satisfacción del cliente requiere la evaluación de la información relativa a la percepción del cliente acerca de si la organización ha cumplido sus requisitos.

Enfoque de sistema para la gestión: Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.

Mejora continua: La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta. La aplicación del principio de mejora continua normalmente conduce a:

- Aplicar un enfoque a toda la organización coherente para la mejora continua del desempeño de la organización.
- Proporcionar al personal de la organización formación en los métodos y herramientas de la mejora continua.
- Hacer que la mejora continua de los productos, procesos y sistemas sea un objetivo para cada persona dentro de la organización.
- Establecer objetivos para orientar la mejora continua, y medidas para hacer el seguimiento de la misma.
- Reconocer y admitir las mejoras.

Enfoque basado en hechos para la toma de decisión: Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información. La aplicación del principio de enfoque basado en hechos

para la toma de decisión normalmente conduce a: asegurarse de que los datos y la información son suficientemente precisos y fiables; hacer accesibles los datos a quienes los necesiten; analizar los datos y la información empleando métodos válidos y tomar decisiones y emprender acciones en base al análisis objetivo, en equilibrio con la experiencia y la intuición.

Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor: Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

Estos ocho principios de gestión de la calidad constituyen la base de las normas de sistemas de gestión de la calidad de la familia de Normas ISO 9000. Con respecto a los aspectos de evaluación y mejora, en la norma se incluyen los siguientes apartados:

a. Evaluación de los sistemas de gestión de la calidad.

Los apartados que se contemplan son:

Procesos de evaluación dentro del sistema de gestión de la calidad. Cuando se evalúan sistemas de gestión de la calidad, hay cuatro preguntas básicas que deberían formularse en relación con cada uno de los procesos que es sometido a la evaluación: ¿Se ha identificado y definido apropiadamente el proceso?; ¿Se han asignado las responsabilidades?; ¿Se han implementado y mantenido los procedimientos?; ¿Es el proceso eficaz para lograr los resultados requeridos?

El conjunto de las respuestas a las preguntas anteriores puede determinar el resultado de la evaluación. La evaluación de un sistema de gestión de la calidad puede variar en alcance y comprender una diversidad de actividades, tales como:

- Auditorias, para determinar el grado en que se han alcanzado los requisitos del sistema de gestión de la calidad. Los hallazgos de las auditorias se utilizan para evaluar la eficacia del sistema de gestión de la calidad y para identificar oportunidades de mejora.
- Autoevaluaciones. La autoevaluación de una organización es una revisión completa y sistemática de las actividades y resultados de la organización con referencia al sistema de gestión de la calidad o a un modelo de excelencia. Puede proporcionar una visión global del desempeño de la organización y del grado de madurez del sistema de gestión de la calidad. Asimismo, puede ayudar a identificar las áreas que precisan mejora en la organización y a determinar las prioridades.

b. Mejora continua.

El objetivo de la mejora continua del sistema de gestión de la calidad es incrementar la probabilidad de aumentar la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas. Las siguientes son acciones destinadas a la mejora:

- Análisis y evaluación de la situación existente para identificar áreas para la mejora;
- Establecimiento de los objetivos para la mejora;
- Búsqueda de posibles soluciones para lograr los objetivos;
- Evaluación de dichas soluciones y su selección;
- Implementación de la solución seleccionada;
- Medición, verificación, análisis y evaluación de los resultados de la implementación para determinar que se han alcanzado los objetivos;
- Formalización de los cambios.

Los resultados se revisan, cuando es necesario, para determinar oportunidades adicionales de mejora. De esta manera, la mejora es una actividad continua. La información proveniente de los clientes y otras partes interesadas, las auditorías, y la revisión del sistema de gestión de la calidad pueden, asimismo, utilizarse para identificar oportunidades para la mejora.

Anexo 5: Resumen de las aplicaciones realizadas de los diferentes modelos de mejora de procesos de software al caso específico de MiPyMES [15].

Año	Organismo/Autor	Iniciativa/Proyecto	Descripción
1.993	ESSI (European Software and System Initiative). Desde que se inició la fase piloto en 1993. La ESSI ha promovido más de 450 proyectos relacionados con SPI, todos ellos dirigidos a estimular el desarrollo, a experimentar y difundir conceptos, buenas prácticas, métodos, etc. que permitan la mejora de los procesos de software y que estimulen su aplicación en las empresas de desarrollo del software de toda Europa.	Marco ESPRIT (European Commission's Research and Development Programme for Information Technologies) Esprit Project 23873 - SPIRE (Software Process Improvement in Regions of Europe).	Ayudar a las pequeñas empresas y unidades de desarrollo de software con un máximo de 50 empleados, a: <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar sus procesos de software. • Obtener beneficios tangibles a partir de las inversiones en programas de SPI. • Formar a sus empleados en todos los aspectos de SPI. • Compartir las experiencias del proyecto con otras empresas de las mismas características.
1.999	ESSI (European Software and System Initiative). Con el fin de estimular, soportar y coordinar todo el esfuerzo llevado a cabo en estos experimentos, la Comisión Europea dentro del programa ESPRITESSI estableció una red de 18 participantes-socios denominada ESSI PIE Nodes, denominándose también proyectos ESPINODE	TOPS (Toward Organised Software Processes in SMEs).	Es el ESPINODE que promovió la iniciativa de mejora de procesos en pymes de desarrollo de software en el Centro de Italia. Se ofrecieron evaluaciones de los procesos gratuitas para todas las empresas que se adscribieron al proyecto. Esto permitió recopilar una gran cantidad de datos derivados de estas evaluaciones y elaborar un informe sobre la madurez de los procesos en las pymes italianas.
1.999	NRC (Norwegian Research Council)	SPIQ (Software Process Improvement for better Quality)	Se describe una experiencia de mejora de procesos llevada a cabo en una compañía noruega, dentro del programa SPIQ subvencionado por el NRC, con el objetivo principal de definir un marco genérico y sistemático para la mejora del proceso de software que conduzca a un incremento de competitividad de las empresas noruegas.
		MESOPYME	MESOPYME proporciona un Método de mejora formado por 5 fases y un paquete de actuación, que es un conjunto de componentes

1.999	Calvo-Manzano, J.	(Método/Modelo de mEjora del proceso Software orientado a la Pequeña Y Mediana Empresa).	organizativos, técnicos y de gestión que ayudan a dar una solución concreta a un problema software bien definido. Esta arquitectura proporciona una guía para soportar, analizar, diseñar y gestionar los procesos software, de forma que sean consistentes con CMM, ISO/IEC 15504 o el modelo de procesos de referencia elegido.
2.000	Karlheinz Kautz, Henrik Westergaard Hansen, Kim Thaysen. SEI (Software Engineering Institute).	Aplicando y Ajustando un Modelo de Mejora de Procesos en la Practica: El uso del modelo IDEAL en una empresa pequeña de software. IDEAL (Initiating, Diagnosing, Establishing, Acting, Leveraging).	Se describe la investigación realizada para determinar la aplicabilidad del modelo a pequeñas empresas, así como las adaptaciones que han sido realizadas en cada una de las cinco fases del modelo IDEAL para posibilitar su uso en empresas danesas. El curso del proyecto y el uso del modelo se enfocan alrededor de la mejora de procesos de manejo del software como cambio de organización.
2.000	Batista, J., Dias de Figueiredo, A.	Aplicación del modelo CMM a una pyme portuguesa.	Se describe la aplicación del modelo CMM a una empresa portuguesa con un equipo inferior a 10 personas y con unos recursos muy limitados. El principal objetivo del estudio era ver si el modelo podía ser aplicado, utilizado y adaptado para conseguir la mejora real de los procesos de software en equipos muy pequeños.
2.000	Horvat, R.V., Rozman, I. and Gyorkos, J.	PROCESSUS.	Formado por un conjunto de Procedimientos Estándares y otro de Documentos Estándares junto con una metodología que nace de la integración del modelo CMM y de las Normas ISO 9001:1994 e ISO 9000-3:1997, todo ello orientado a la aplicación de la mejora de procesos de software en pequeñas empresas.
2.001	Leung, H., Yuen, T.	Small process o Small Project lifecycle.	Se muestra el desarrollo de un modelo, denominado Small process o Small Project lifecycle, basado en ocho áreas clave de proceso de CMM y especialmente creado para la aplicación a pequeños proyectos. Un Proyecto pequeño es aquel cuyo esfuerzo es inferior o igual a 3 personas/mes, considerando asimismo que a mayor número de miembros del equipo, mayor incremento del esfuerzo en la comunicación.
			Se realiza el estudio de los

2.003	Beecham, S., Hall, T., Rainer, A.	Mejora del proceso de software. Problemas en doce compañías. Un análisis empírico.	problemas detectados durante la implantación de un programa de mejora de procesos según el modelo CMM en 12 empresas de desarrollo de software. En este trabajo se observa que hay una gran relación entre el nivel de madurez de la empresa y los tipos de problemas encontrados.
2.003	Director. Dra. Hanna Oktaba.	Moprosoft: Modelo de Procesos para la Industria de Software (MoProSoft) en México.	Es un modelo que –de manera más pragmática que otros – presenta las mejores prácticas para la industria de software. Proporciona a la industria mexicana, y a las áreas internas dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software, un conjunto integrado de las mejores prácticas basadas en los modelos y estándares reconocidos internacionalmente, tales como ISO 9000:2000, CMM-SW, ISO/IEC 15504, PMBOK, SWEBOK entre otros. No se reconoce una metodología de mejora de procesos de software formal y documentada, pero indudablemente está implícita al modelo en el proceso de gestión del negocio (esta es la Alta dirección – según su estructura de procesos).
2.003	Tore Dybå.	Factors of Software Process Improvement Success in Small and Large Organizations: An Empirical Study in the Scandinavian Context.	En este proyecto se describe más que una metodología de mejora de procesos de software, un estudio entre las diferencias de pequeñas y grandes empresas de software para la aplicación y ejecución de programas SPI. Esta investigación examina si el tamaño de una organización afecta su estrategia de la puesta en práctica de SPI y el grado de éxito de un SPI, el cual fue realizado a 120 empresas desarrolladoras de software.
2.004	Guerreo, F., Eterovic, Y.	Los 10 factores de éxito para una pyme.	Se describe una iniciativa de aplicación del modelo CMM a una empresa chilena de desarrollo de software, basada en considerar los 10 factores relacionados con el entorno organizacional que pueden contribuir al éxito de un programa de mejora de procesos de software en una pyme.
	Kival C. Weber, Ana Regina Rocha, Ângela Alves, Arnaldo M. Ayala, Austregésilo Gonçalves, Benito Paret, Clênio Salviano, Cristina F.		Se describe una iniciativa que implica a la universidad, grupos de investigación y a compañías, bajo coordinación de la sociedad SOFTEX (sociedad para la promoción de la excelencia del software brasileño).

2.004	Machado, Danilo Scalet, Djalma Petit, Eratóstenes Araújo, Márcio Girão Barroso, Kathia Oliveira, Luiz Carlos A. Oliveira, Márcio P. Amaral, Renata Endriss C. Campelo, Teresa Maciel	Proyecto MPS br (Modelo de Procesos de Software Brasileiro).	Dentro del proyecto se crea y difunde el modelo de referencia para la mejora del proceso de software (MR mps). La novedad del proyecto está en la estrategia adoptada para su puesta en práctica, creado para la realidad brasileña. El modelo del negocio definido para el proyecto tiene gran potencial del replicabilidad en el Brasil y otros países de características similares, [p.ej., en los países latinoamericanos].
2.004	Dr. Juan Carlos Vidal Rojas, Julio Ariel Hurtado, Francisco Pino.	SIMEP-SW (Sistema Integral para el Mejoramiento de los Procesos de desarrollo de Software en Colombia).	El proyecto busca generar un Sistema Integral de Mejoramiento de los procesos de desarrollo de software que proporcione las herramientas necesarias para motivar a las empresas a mejorar sus procesos de desarrollo de software con el objeto de facilitar el posicionamiento y la competitividad en mercados internacionales, y que se ajuste con el tiempo y su aplicación, a la industria del software en Colombia especialmente en pymes
2.005	Antonia Mas, Esperanza Amengual	Proyecto QuaSAR (Qualitat de Software a les baleARs).	Dentro del ámbito del trabajo presentado se ha llevado a cabo el proyecto QuaSAR (Qualitat de Software a les baleARs), iniciativa que ha partido de la UIB (Universitat de les Illes Balears) y que ha permitido realizar un estudio de la situación actual del sector de las empresas de desarrollo de software en el entorno Balear, además de ofrecer soporte en el camino hacia la mejora de sus procesos de software y hacia la certificación según la Norma ISO 9001:2000. El proyecto QuaSAR también ha permitido aplicar los resultados de esta investigación y así refinar el método genérico para la implantación de un SGC en pymes, a partir de los puntos débiles que se han detectado en su primera aplicación.

Tabla 9. Resumen de la aplicación de modelos de SPI a PYMES.

Anexo 6: Ontología de medición de Software

La medición del software juega un papel muy importante en la Ingeniería del Software. Actualmente, las medidas de software están demostrando ser muy eficaces en la construcción de sistemas de alta calidad[1], en la comprensión y mejora de los proyectos de desarrollo y mantenimiento del software [2], en la evaluación y garantía de calidad de sistemas, evidenciando las áreas problemáticas [3] y en la determinación de mejores prácticas de trabajo con el fin de ayudar a los usuarios e investigadores en su trabajo[4], entre otras. Sin embargo, la medición del software sufre los síntomas típicos de cualquier disciplina relativamente joven.

A pesar de los esfuerzos y de los avances en la investigación y en la estandarización internacional durante la última década, la medición del software se encuentra en una fase en que terminología, principios y métodos aún están siendo definidos, consolidados y acordados. En particular, no hay todavía consenso sobre los conceptos y terminologías utilizadas en este campo. Por ejemplo, usuarios e investigadores de la medición del software aún no logran un acuerdo sobre el significado preciso de algunos términos comúnmente utilizados como "medición", "medida", "métrica", "atributo medible", entre otros. Además, frecuentemente se pueden encontrar inconsistencias entre diferentes propuestas de investigación en el área de la medición [5].

Con el objetivo de contribuir a la armonización de los diferentes estándares de la medición del software y propuestas de investigación, se tiene como base para el presente trabajo de grado, La Ontología de Medición de Software [6], en la cuál se presenta un análisis comparativo de los conceptos y términos usados en los estándares más relevantes en el campo de la medición, identificando las concordancias, discrepancias y conflictos de terminología y presenta una propuesta unificada cuyo objetivo principal es contribuir para la creación de una terminología consistente para la medición del software que es la que será utilizada para el presente trabajo.

Con la ontología de medición adoptada y adaptada al presente trabajo, se establecen y clarifican los conceptos y relaciones relevantes relacionados con la medición de las entidades software (proyecto, proceso y producto), a partir de los cuales se puede definir la información necesaria que hay que recoger y establecer para llevar a cabo un proceso de medición adecuado y efectivo.

Además, se proporciona una forma de comunicación en una empresa en el contexto de sus procesos de medición, basada en el uso de una terminología común, lo que facilita no sólo el entendimiento entre miembros del equipo responsables de realizar dichas actividades de medición, sino también la posibilidad de registrar los resultados de dicho proceso de una forma consistente e integrada.

El glosario de conceptos de la Ontología utilizada para este trabajo se muestra en la tabla 10.

Concepto	Descripción	Ejemplos
Necesidad de Información	Información necesaria para gestionar un proyecto (sus objetivos, hitos, riesgos y problemas).	Conocer el nivel de productividad de los programadores del proyecto en comparación con lo habitual en otros proyectos en la organización.
Concepto Medible	Relación abstracta entre atributos y necesidades de información.	Ratio de productividad de un equipo de desarrollo frente a un grado de productividad objetivo.
Entidad	Un objeto que va a ser caracterizado mediante una medición de sus atributos.	El programa "HolaMundo.c"
Categoría de Entidad	Una colección de entidades caracterizadas por satisfacer	"Programas", "Programas en C", "Componentes software",

	un cierto predicado común.	"Componentes COTS", "Componentes software para comunicaciones".
Atributo	Una propiedad mensurable, física o abstracta, que comparten todas las entidades de una categoría de entidad.	Tamaño de código fuente.
Modelo de Calidad	Un conjunto de conceptos medibles y relaciones entre ellos que proporciona la base para especificar requisitos de calidad y evaluar la calidad de las entidades de una determinada categoría de entidad.	Modelo de calidad para productos software de ISO 9126.
Medida	La forma de medir (método de medición, función de cálculo o modelo de análisis) y la escala de medición.	La medida "líneas de código" puede ser definida para realizar mediciones del "tamaño" de un "módulo en C" y para realizar mediciones del "tamaño" de un "programa en Ada".
Escala	Un conjunto de valores con propiedades definidas.	El nivel de madurez CMM: 1, 2, 3, 4, 5 (Ordinal), el tamaño de un código software expresado en líneas de código: Conjunto de los números naturales (Ratio), etc.
Tipo de Escala	Indica la naturaleza de la relación entre los valores de la escala.	Nominal, Ordinal, Intervalo, Ratio y Absoluta.
Unidad de Medición	Una cantidad particular, definida y adoptada por convención, con la que se puede comparar otras cantidades de la misma clase para expresar sus magnitudes respecto a esa cantidad particular.	Kilómetros, metros, millas; Líneas de código, Páginas; Persona-mes; Número de módulos, Número de clases.
Medida Base	Una medida de un atributo que no depende de ninguna otra medida, y su forma de medir es un método de medición	LCF (líneas de código fuente escritas), HPD (horas-programador diarias), CHP (coste por hora-programador).
Medida Derivada	Una medida que es derivada de otra medida base o derivada, utilizando una función de cálculo como forma de medir.	HPT (horas-programador totales, que es la sumatoria de las HPD de cada día), LCFH (líneas de código fuente por hora de programador), CTP (coste total actual del proyecto, , que es el producto del coste unitario de cada hora por el total de horas empleadas).
Indicador	Una medida que es derivada	PROD (productividad de los

	de otras medidas utilizando un modelo de análisis como forma de medir.	programadores), CAR (costos del proyecto).
Medición	Conjunto de operaciones que permite obtener el valor del resultado de la medición para un atributo de una entidad, usando una forma de medir.	Acción consistente en usar la forma de medir "contar el número de líneas de código" para obtener el resultado de la medición del atributo "tamaño" de la entidad "módulo nominas.c".

Tabla 10. Glosario de conceptos

La siguiente Ontología incluye los elementos necesarios para identificar las entidades sobre las que se puede aplicar un proceso de medición, los atributos de dichas entidades sobre los que se calculan las medidas, y los objetivos fundamentales del proceso de medición mediante la definición de las necesidades a satisfacer con dicho proceso. Esta información es fundamental para definir el contexto en el que se establece la medición del software. En la Figura 9 se representan usando notación UML los conceptos de esta Ontología y sus relaciones:

Los conceptos se muestran en la Tabla 11:

Concepto	Descripción y Propósito
Atributo	Una propiedad mensurable, física o abstracta, que comparten todas las entidades de una categoría de entidad.
Entidad	Un objeto que va a ser caracterizado mediante una medición de sus atributos.
Concepto Medible	Relación abstracta entre atributos y necesidades de información
Necesidad de Información	Información necesaria para gestionar un proyecto (sus objetivos, hitos, riesgos y problemas)
Forma de Medir	Conjunto de operaciones cuyo objeto es determinar el valor de una medida. Una forma de medir puede ser un método de medición, función de cálculo o modelo de análisis.
Medición	La acción que permite obtener el valor de una medida para un atributo de una entidad, usando una forma de medir.
Medida	Resultado de una medición.
Escala	Un conjunto de valores con propiedades definidas
Indicador	Una medida cuya forma de medir es un modelo de análisis, es decir, las mediciones de dicha medida utilizan las medidas obtenidas en las mediciones de otras medidas (directas, indirectas o indicadores) junto con criterios de decisión.
Medida	Una forma de medir (método de medición, función de cálculo o modelo de análisis) y una escala, definidas para realizar mediciones de uno o varios atributos.
Medida Directa	Una Medida cuya forma de medir es un método de medición, es decir, se pueden realizar mediciones de dicha medida sin depender de ninguna otra.
Medida Indirecta	Una Medida cuya forma de medir es una función de cálculo, es decir, las mediciones de dicha medida utilizan las medidas obtenidas en mediciones de otras medidas directas o indirectas.
Tipo de Escala	Indica la naturaleza de la relación entre los valores de la Escala.
Unidad	Una cantidad particular, definida y adoptada por convención, con la que poder comparar otras cantidades de la misma clase para expresar sus magnitudes respecto a esa cantidad particular.
Criterio de Decisión	Valores umbral, objetivos, o patrones, usados para determinar la necesidad de una acción o investigación posterior, o para describir el nivel de confianza de un resultado dado.
Función de Cálculo	La forma de medir una Medida indirecta. Algoritmo o cálculo realizado para combinar dos o más Medidas directas y/o indirectas.

Instrumento de Medición	Instrumento que asiste o es útil a un método de medición
Método de Medición	La forma de medir una Medida directa. Secuencia lógica de operaciones, descritas de forma genérica, usadas para realizar mediciones de un atributo respecto de una escala específica.
Modelo de Análisis	La forma de medir un indicador. Algoritmo o cálculo realizado para combinar una o más Medidas (directas, indirectas o indicadores) con criterios de decisión asociados.

Tabla 11. Tabla de Conceptos de la Ontología de Medición

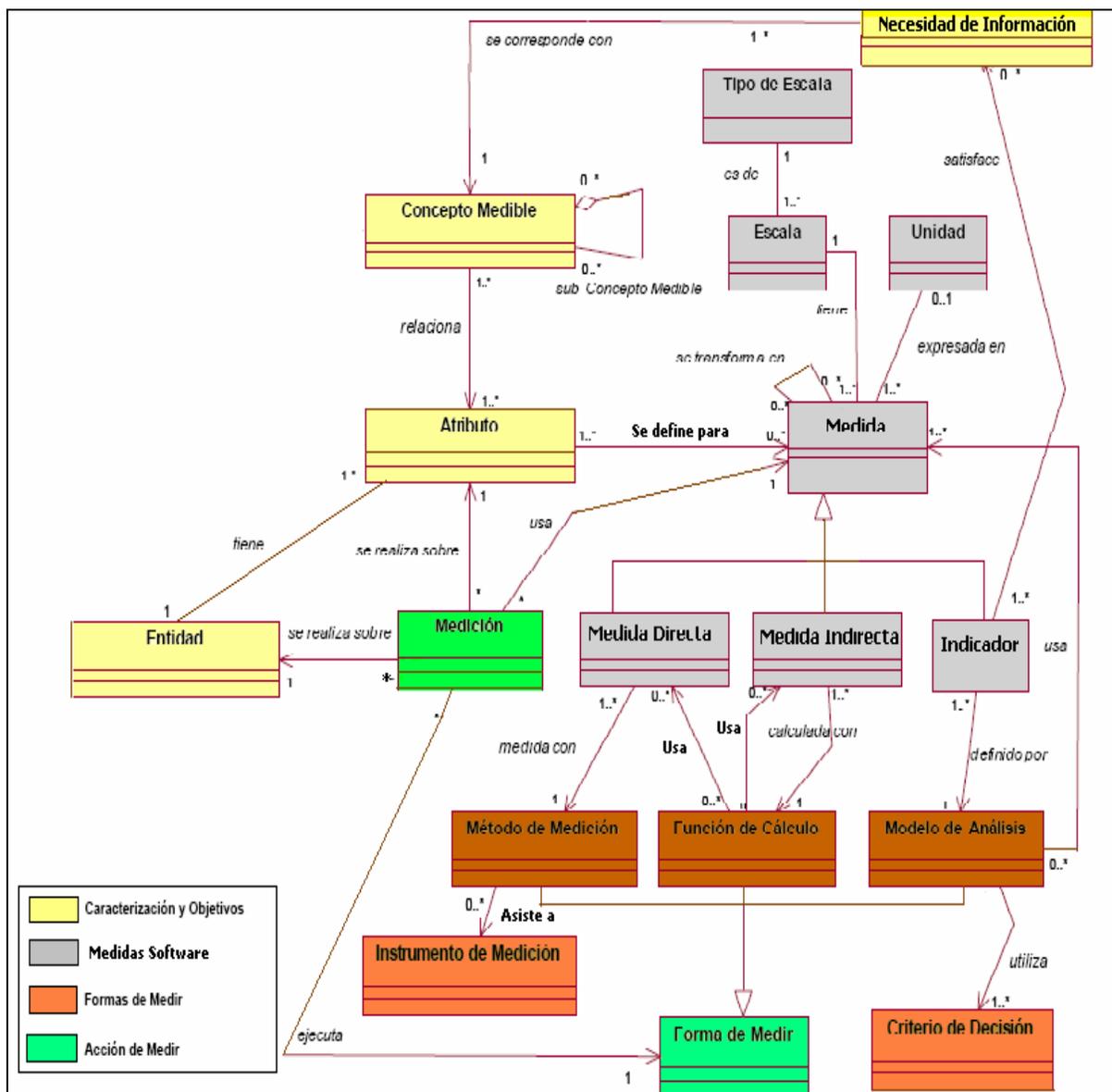


Figura 10. Ontología de la Medición

En la Tabla 12 se describen las relaciones entre conceptos:

Nombre	Conceptos	Descripción
Relaciona	Atributo Concepto Medible	Un atributo está relacionado con uno o más conceptos medibles. Un concepto medible relaciona uno o más atributos.
Se corresponde con	Concepto Medible Necesidad de Información	Un concepto medible se corresponde con una o varias necesidades de información. Una necesidad de información se corresponde con un concepto medible.
Tiene	Entidad Atributo	Una Entidad tiene uno o varios atributos. Un atributo solo puede pertenecer a una Entidad.
Ejecuta	Forma de Medir Medición	Una forma de medir es utilizada en cada medición, dependiendo de la medida que calcula. Una medición es llevada a cabo usando una forma de medir. Esta forma de medir es la que define la medida usada en la medición.
Se realiza sobre	Medición Atributo	Una medición se realiza para un atributo de una entidad. El atributo ha de estar definido para la categoría a la que pertenece dicha entidad.
Se realiza sobre	Medición Entidad	Una medición se realiza sobre una entidad a través de uno de sus atributos. El atributo ha de estar definido para la categoría a la que pertenece dicha entidad.
Usa	Medición Medida	Una medición es llevada a cabo usando una forma de medir. Esta forma de medir es la que define la Medida usada en la medición.
Es de	Escala Tipo de Escala	Toda escala es de un cierto tipo de escala. A un tipo de escala pertenecen una o más escalas.
Se define para	Medida Atributo	Una Medida está definida para uno o más atributos. Un atributo tiene definida cero, una o varias Medidas.
Se transforma en	Medida	Dos Medidas pueden relacionarse mediante una función de transformación. El tipo de dicha función de transformación va a depender del tipo de escala de ambas Medidas.
Expresada en	Medida Unidad	Una Medida puede expresarse en una unidad (sólo para Medidas cuya escala sea de tipo intervalo o ratio). Una unidad sirve para expresar una o varias Medidas cuyo tipo de escala sea intervalo o ratio.
Tiene	Medida Escala	Una Medida tiene una escala. Una escala puede estar relacionada con una o más Medidas.
Asiste a	Instrumento de Medición Método de Medición	Un instrumento de medición asiste a uno o más métodos de medición. Un método de medición puede usar Instrumentos de Medición.
Calculada con	Medida Indirecta Función de Cálculo	La forma de medir una Medida indirecta es una función de cálculo. Una función

		de cálculo define una o más Medidas indirectas.
Definido por	Modelo de Análisis Indicador	Un modelo de análisis define uno o más indicadores. Un indicador es definido por un modelo de análisis.
Medida con	Medida Directa Método de Medición	La forma de medir una Medida directa es un método de medición. Un método de medición define una o más Medidas directas.
Satisface	Indicador Necesidad de Información	Un indicador satisface necesidades de información. Una necesidad de información se satisface con uno o más indicadores.
Usa 1	Medida Indirecta Función de Cálculo	Una función de cálculo usa cero o más Medidas indirectas. Una Medida indirecta puede usarse en funciones de cálculo.
Usa 2	Medida Directa Función de Cálculo	Una función de cálculo usa cero o más Medidas directas. Una Medida directa puede usarse en funciones de cálculo.
Usa	Modelo de Análisis Medida	Un modelo de análisis usa una o más Medidas. Una Medida puede usarse en modelos de análisis.
Utiliza	Modelo de Análisis Criterio de Decisión	Un modelo de análisis utiliza uno o más criterios de decisión. Un criterio de decisión es utilizado en uno o más modelos de análisis.

Tabla 12. Tabla de Interrelaciones de la Ontología de Medición.

Con el fin de facilitar la comprensión de esta Ontología, en la Tabla 13 se muestra información adicional y ejemplos de los diferentes conceptos que la constituyen:

Concepto	Información Adicional	Ejemplos
Atributo	ISO 9126 distingue entre atributos internos y externos. En esta ontología esta clasificación no se considera. La naturaleza de los atributos viene establecida por el tipo de medida (directa, indirecta o indicador) definida para llevar a cabo sus mediciones.	<ul style="list-style-type: none"> • El atributo "tamaño de código fuente", como atributo de la entidad "programas en C" va a ser diferente del atributo "tamaño de código fuente" de la entidad "programa en Ada". • El "tamaño" de un "módulo en C" no es el mismo atributo (aunque tenga el mismo nombre) que el "tamaño" de un "diagrama de clases UML". • Tamaño de código fuente.
Entidad	Una entidad puede ser un proceso, un producto, un servicio, un proyecto, o un recurso concreto. Puede ser física –tangible– (un ordenador) o abstracta (un programa en C)	El programa "HolaMundo.c"
Concepto Medible	Un concepto medible es el encargado de indicar cómo satisfacer las necesidades de	<ul style="list-style-type: none"> • Ratio de productividad de un equipo de desarrollo frente a un grado de productividad objetivo.

¹ Al menos una función de cálculo utiliza una Medida (sea directa o indirecta).

² Al menos una función de cálculo utiliza una Medida (sea directa o indirecta).

	información. Para ello indica los atributos que hay que medir para satisfacer una o más necesidades de información [ISO 15939].	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuación de la tecnología
Necesidad de Información		<ul style="list-style-type: none"> • Conocer el nivel de productividad de los programadores del proyecto en comparación con lo habitual en otros proyectos en la organización (ver ejemplo desarrollado). • Determinar si los recursos del proyecto son adecuados para satisfacer sus objetivos. • Evaluar el rendimiento de la actividad de codificación. • Evaluar si un producto software satisface las expectativas del cliente.
Medición	En un proceso de medición, al menos siempre interviene una medida directa y un indicador (después). Lo que puede no haber es alguna medida indirecta.	Acción consistente en usar la forma de medir "contar el número de líneas de código" para obtener la medida del atributo "tamaño" de la entidad "módulo nominas.c".
Medida	La medida sólo aparece cuando se realiza una medición.	35.000 líneas de código, 200 páginas, 50 clases, 5 meses desde el comienzo al fin del proyecto, 0.5 fallos por cada 1000 líneas de código
Escala	Conjunto de valores con unas propiedades definidas. Ejemplos de tipos de escalas son: escala nominal, que corresponde a un conjunto de categorías, escala ordinal que corresponde a un conjunto ordenado de puntos, escala intervalo que corresponde a una escala ordenada con puntos equidistantes, escala ratio que no sólo tiene puntos equidistantes sino que también tiene un cero absoluto. Las medidas en escalas nominal u ordinal producen datos cualitativos. Las medidas en escala intervalo o ratio producen datos cuantitativos (ISO/IEC, 2001).	<p>Los valores que puede tomar la medida "lenguaje de Programación usado en un proyecto": Pascal, C, Java (Nominal).</p> <p>El nivel de madurez CMM: 1, 2, 3, 4, 5 (Ordinal).</p> <p>El tamaño de un código software expresado en líneas de código: Conjunto de los números naturales (Ratio).</p> <p>La temperatura expresada en ° centígrados o ° Fahrenheit (Intervalo).</p>
Medida	ISO 9126 e ISO 14598-1:1999 (ISO/IEC, 1999) distinguen entre medidas internas o externas, que en esta ontología no se consideran porque no se distingue entre atributos internos y externos.	La medida "líneas de código" puede ser definida para realizar mediciones del "tamaño" de un "módulo en C" y para realizar mediciones del "tamaño" de un "programa en Ada".

Tipo de Escala	Cada tipo de escala determina las transformaciones admisibles, el tipo de operaciones matemáticas, y los análisis estadísticos que pueden aplicarse sobre el conjunto de valores de la escala. (Zuse, 1998) No existe definición de tipo de escala como tal en la ISO 9126 aunque si comenta los tipos de escala posibles cuando define escala	Nominal, Ordinal, Intervalo, Ratio y Absoluta
Unidad		Kilómetros, metros, millas. Líneas de código, Páginas, Persona-mes, Número de módulos, Número de clases. Dólares, Pesetas, Horas, Días, Meses, Años.
Función de Cálculo		<ul style="list-style-type: none"> • $LCFH = LCF / HPT$ [medida indirecta definida en base a 2 medidas directas]. • $HPT = \text{días} \cdot HPT \cdot HPD$ [medida indirecta definida en base a sólo 1 medida directa]. • $CTP = CHP * HPT$ [medida indirecta definida en base a 2 medidas, una directa y otra indirecta].
Indicador		PROD (productividad de los programadores). CAR (carestía del proyecto).
Instrumento de Medición	Un instrumento software de medición es un caso particular de un instrumento de medición.	Un reloj es un instrumento de medición que asiste al método de medición contar el paso del tiempo. Una herramienta CASE que sirva para contar líneas de código es un instrumento de medición que asiste al método de medición contar líneas de código.
Método de Medición	El tipo de método de medición va a depender de la naturaleza de las operaciones utilizadas para realizar mediciones del atributo. Podemos distinguir entre métodos subjetivos y objetivos. Subjetivo: cuando el método de medición supone un juicio realizado por un ser humano. Objetivo: cuando el método de medición está basado en métodos numéricos.	<ul style="list-style-type: none"> • Contar líneas de código. • Anotar cada día las horas dedicadas por los programadores al proyecto.
Modelo de Análisis		<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de Análisis para obtener la Medida PROD. • Modelos de Análisis para obtener la Medida CAR.

Tabla 13. Ejemplos e Información Adicional de los conceptos de la Ontología de Medición.

Anexo 7: Formulario de Recolección de la Información.

Para obtener valores cuantitativos de los elementos involucrados con la mejora de procesos de desarrollo software, tales como actividades, productos de trabajo, esfuerzo, recursos, entre otros, se debe tener un formulario de recolección de información general que permita evaluar cualquiera de los procesos incluidos dentro de un proyecto de mejora de procesos. A modo de ejemplo en la figura 11 se presenta el instrumento de recolección de información para evaluar la mejora de procesos.

Como se puede observar en la figura 11 el formulario tiene una estructura sencilla, además es importante resaltar que cada uno de los elementos, están siendo evaluados por medio de una serie de preguntas; con el fin de tener mayor información sobre la realización de las actividades, productos y roles al interior de la organización.

El valor de las medidas de los elementos asociadas a los procesos realizados o llevados a cabo por la organización, se obtiene a partir de éste instrumento de recolección de información, como se explica a continuación; cada actividad tiene un grado de realización, al cual se le asigna un valor así:

- Nunca Implementado NI.
A este grado de realización se le asigna el valor de 0
- Casi Nunca Implementado CNI.
A este grado de realización se le asigna el valor de 0.33
- Casi siempre Implementado CSI.
A este grado de realización se le asigna el valor de 0.67
- Siempre Implementado SI.
A este grado de realización se le asigna el valor de 1

1. El valor del grado de satisfacción de una pregunta es su valor numérico asociado.
2. El valor del grado de realización de una práctica base se obtiene del promedio del valor del grado de satisfacción de las preguntas que evalúan cada elemento.

Nombre del Proceso	Propósito del Proceso	Grado de Realización				Preguntas cuya respuesta contribuye al logro del Objetivo de Mejora Nro.	Comentarios ó Evidencias (Este campo es Obligatorio)
		N I	C N I	C S I	S I		
Actividades Realizadas							
	1. ¿La empresa cuenta con herramientas para documentar, manejar y controlar los Planes de Proyecto y de Desarrollo?					Objetivo de Mejora 1	
	2. ¿Se tienen recursos suficientes para realizar las actividades?						
	3. ¿Se cuenta con la infraestructura y herramientas identificadas para realizar las actividades definidas en el proceso?						
	4. ¿Se ofrecen las facilidades para la capacitación del personal de la empresa?					Objetivo de Mejora 2	
	5. ¿Se sabe quién es responsable de realizar las actividades?						
	6. ¿Se comunica las responsabilidades?						
	7. ¿Se sabe quién autoriza los productos?						
	8. ¿Se asignan los roles y se comunican sus responsabilidades de acuerdo al proceso definido?						

9. ¿Las personas asignadas a los roles cuentan con las competencias especificadas para el proceso?						
10. ¿Se realiza gestión de la configuración de los productos de trabajo?					Objetivo de Mejora 3	
11. ¿Se cuenta con herramientas para documentación y seguimiento de los productos de trabajo?						
12. ¿Se Realizan actividades de Verificación, validación o prueba de los productos de trabajo?						
13. ¿Se asignan los roles y se comunican sus responsabilidades de acuerdo al proceso definido?					Objetivo de Mejora 4	
14. ¿Se cumplen las actividades, identificadas, definidas y planificadas por el proyecto de mejora SPI?						
15. ¿Se asignan responsabilidades según los objetivos del proceso?						
16. ¿Se generan los productos de trabajo definidos por el proyecto de mejora?						
17. ¿Se incorporan a la Base de Conocimiento los productos de este proceso?					Objetivo de Mejora 7	
18. Se identifican y aprovechan las Lecciones Aprendidas?						
19. ¿Se cuenta con herramientas para documentar la información?						
20. ¿Se asegura que se consulten la Base del Conocimiento y las Lecciones Aprendidas de los otros proyectos ó procesos?						
21. ¿Los involucrados en el proceso realizan sus actividades de acuerdo al proceso ajustado de acuerdo a las guías establecidas?					Objetivo de Mejora 8	
22. ¿Se asignan los roles y se comunican sus responsabilidades de acuerdo al proceso definido?						
23. ¿Se realiza gestión de Procesos? Es decir, se establecen los procesos de la organización, en función de los procesos requeridos identificados.						
24. ¿Se realizan actividades como: definir, planificar, e implantar las actividades de mejora en los mismos?						
25. ¿Se cuenta con herramientas para documentación y seguimiento de planes?						
26. ¿Se realizan reportes de avance con respecto a las metas cuantitativas?						
Fase en que se encuentra el proyecto de mejora SPI:						

Tabla 14. Formulario de Recolección de Información del Modelo Liviano de Medidas para evaluar la Mejora de Procesos de Desarrollo Software

A continuación se presenta una tabla en la que debe registrar los valores correspondientes a la medida que se le solicita.

¿Que Mide?		¿Cómo lo Mide?		
Entidad	Atributo	Medida	Descripción	Registre aquí el valor de la Medida
Proceso	Tiempo	TTFiP	Tiempo Total de Desarrollo la Actividad i del Proceso.	
Proceso	Tiempo	TPT	Tiempo total para desarrollar el Producto de Trabajo Número de Horas.	
Proyecto	Calidad	NPMP	Numero de Procesos Mejorados durante el proyecto.	
Proceso	Tamaño	NAP (*)	Numero de Actividades del Proceso.	
Producto	Calidad	NE	Numero de especificaciones del Producto de Trabajo.	
Producto	Calidad	NNC	Numero de No Conformidades del Producto de Trabajo según las especificaciones del cliente	
Producto	Calidad	NC	Numero de Conformidades del Producto de Trabajo según las especificaciones del cliente	
Proceso	Tamaño	PTEp:	Número Productos de Trabajo Establecidos por Proceso.	
Proceso	Calidad	PTCp:	Número de Productos de Trabajo que cumplen con cronogramas establecidos por Proceso.	
Proceso	Calidad	GCECPp:	Número de Productos de Trabajo Controlados según las especificaciones del cliente por Proceso.	
Proyecto	Tamaño	NPM	Numero de Procesos Mejorados	
Proceso	Tamaño	PTEa:	Número d Productos de Trabajo Establecidos por Actividad.	
Proceso	Calidad	PTCa:	Número de Productos de Trabajo que cumplen con cronogramas establecidos por Actividad.	
Proceso	Calidad	GCECPa:	Número de Productos de Trabajo Controlados según las especificaciones del cliente por Actividad.	
Proceso	Tamaño	NPTFp	Numero de Productos de Trabajo para la Actividad i	

			del proceso involucrado en el programa SPI.	
Producto	Calidad	PTCCFp	Numero de Productos de Trabajo que cumplen con cronogramas establecidos por proceso.	
Proceso	Calidad	PTCCFa	Numero de Productos de Trabajo que cumplen con cronogramas establecidos por actividad.	
Producto	Tiempo	IFE:	Exactitud de la entrega de producto final en términos de la fecha prevista.	
Producto	Tiempo	TRPT:	Tiempo real de generación del Producto de Trabajo (Número de Días)	
Proceso	Calidad	PTE	Productos de Trabajo Establecidos.	
Proceso	Calidad	PTC	Productos de Trabajo Controlados.	
Proyecto	Tamaño	NPA	Numero de Procesos actuales de la Organización.	
Proyecto	Tamaño	NPB	Numero de Procesos Beneficiados con la Mejora SPI.	
Proceso	Tamaño	NAB	Numero de Actividades Nuevas y/o Mejoradas.	
Proceso	Tamaño	NA_AM	Numero de Actividades antes de la mejora SPI.	
Proyecto Proceso	Tamaño	NPTN	Numero de Productos de Trabajo definidos por la mejora SPI.	
Proyecto Proceso	Tamaño	NPT_AM	Numero de Productos de Trabajo antes de la mejora SPI.	
Proyecto	Calidad	NOM_AM	Numero de Objetivos de mejora establecidos al inicio de la mejora SPI.	
Proyecto	Calidad	NOM_LSPI	Numero de Objetivos de mejora alcanzados con la mejora SPI.	

Tabla 15. Medidas para evaluar la Mejora de Procesos de Desarrollo Software

Anexo 8: Tabla de Medidas

El MLM – PDS establece tres tipos de medidas definidas según la Ontología de Medición de Software que se utiliza como referente para la construcción de este modelo; las cuales son: Medidas Base, Medidas Derivadas e Indicadores.

A continuación se presentan la definición de las medidas las cuales están orientadas hacia los objetivos de la mejora de procesos definidos anteriormente en este documento. De esta manera y teniendo como base la metodología de medición Goal Question Metric GQM [19], se han establecido los objetivos de mejora de procesos, las hipótesis asociadas a estos objetivos y las preguntas que responden a estas; ahora se establecen las medidas asociadas satisfacer las necesidades de información respecto a los objetivos de mejora planteados, estas se presentan en la siguiente Tabla (Ver Tabla 16), de la siguiente manera: En la columna ¿Qué mide? se establece la entidad que mide y el atributo de dicha entidad software; en la columna ¿Cómo lo mide? se indica la medida, su descripción y el tipo y escala de la medida.

¿Que Mide?		¿Cómo lo Mide?			
Entidad	Atributo	Medida	Descripción	Tipo	Escala
Proceso	Tiempo	TTFiP	Tiempo Total de Desarrollo la Actividad i del Proceso.	Base	Horas
Proceso		EA	Esfuerzo Necesario por Actividad	Indicador	Horas/empleado
Proyecto		EPROY	Esfuerzo Necesario por Proyecto	Indicador	Horas/empleado
Proceso		EPROC	Esfuerzo Necesario por Proceso	Indicador	Horas/empleado
Producto	Tiempo	TPT	Tiempo para desarrollar una Producto de Trabajo.	Base	Horas
Proyecto	Calidad	Productividad de la mejora de procesos	Procesos mejorados/ unidad de tiempo.	Derivada	Ratio
Proceso	Calidad	Productividad de la mejora de un proceso	Actividades del proceso mejoradas / unidad de tiempo.	Derivada	Ratio
Proyecto	Calidad	NPMP	Numero de Procesos Mejorados durante el proyecto.	Base	Ratio
Proceso	Calidad	NC	Numero de No Conformidades del Producto (s) de la Actividad Nueva o Mejorada	Base	Ratio
Proceso	Calidad	NC/ NANA (*)	Calidad del producto entregado y probado (QP).	Derivada	Ratio
Proceso	Tamaño	NAP (*)	Numero de Actividades del Proceso.	Base	Ratio
Proyecto	Tamaño	NPM	Numero de Procesos Mejorados	Base	Ratio
Proceso	Tamaño	NPTFp	Numero de Productos de Trabajo para la Actividad i del proceso involucrado en el programa SPI.	Base	Ratio
Proyecto	Costo	Costo por Proyecto de Mejora	Provee una vista al gestor del proyecto del costo actual asociado a los objetivos del proyecto de mejora y la comparación	Indicador	Ratio

			con el costo estimado originalmente.		
Proyecto	Tiempo	IFE	Exactitud de la entrega de producto final en términos de la fecha prevista.	Indicador	Ratio
Producto	Calidad	GCECP	Grado de cumplimiento de las especificaciones del cliente respecto del PT (*) por proceso.	Base	Ratio
Producto	Calidad	GCECF	Grado de cumplimiento de las especificaciones del cliente respecto del PT (*) por actividad.	Base	Ratio
Producto	Calidad	PTCCF	Numero de Productos de Trabajo que cumplen con cronogramas establecidos por proceso.	Base	Ratio
Proceso	Calidad	PTCCF	Numero de Productos de Trabajo que cumplen con cronogramas establecidos por actividad.	Base	Ratio
Proyecto	Calidad	Satisfacción del cliente	GCECP/ PTCCF	Derivada	Ratio
Proyecto	Calidad	GPP_SPI	Grado en que el proyecto SPI se planea.	Base	Ratio
Proyecto	Calidad	GMP_SPI	Grado en que el proyecto SPI se monitorea.	Base	Ratio
Proyecto	Calidad	GECEM_PT	$PTE*0.5 + PTC*0.5$	Derivada	Ratio
Proceso	Calidad	PTE	Productos de Trabajo Establecidos.	Base	Ratio
Proceso	Calidad	PTC	Productos de Trabajo Controlados.	Base	Ratio
Proyecto	Tamaño	NPA	Numero de Procesos actuales de la Organización.	Base	Ratio
Proyecto	Tamaño	NPB	Numero de Procesos Beneficiados con la Mejora SPI.	Base	Ratio
Proceso	Tamaño	NAB	Numero de Actividades Nuevas y/o Mejoradas.	Base	Ratio
Proceso	Tamaño	NA_AM	Numero de Actividades antes de la mejora SPI.	Base	Ratio
Proyecto Proceso	Tamaño	NPTN	Numero de Productos de Trabajo definidos por la mejora SPI.	Base	Ratio
Proyecto Proceso	Tamaño	NPT_AM	Numero de Productos de Trabajo antes de la mejora SPI.	Base	Ratio
Proyecto Proceso	Costo	RU_SPI	Recursos Utilizados por el proceso durante el programa SPI.	Indicador	Ratio
Proyecto Proceso	Costo	RA_SPI	Recursos Asignados para el programa SPI.	Indicador	Ratio
Proyecto	Calidad	NOM_AM	Numero de Objetivos de mejora establecidos al inicio de la mejora SPI.	Base	Ratio
Proyecto	Calidad	NOM_LSPI	Numero de Objetivos de	Base	Ratio

			mejora alcanzados con la mejora SPI.		
Proyecto Proceso Actividad	Tamaño	IC	Determina la cantidad de elementos cubiertos por un proceso, proyecto o programa de mejora.	Indicador	Ratio
	Tamaño	CP	Determina la cantidad de procesos beneficiados con el proyecto de mejora en relación con el número total de procesos de la empresa.	Indicador	Ratio
	Tamaño	CA	Determina la cantidad de actividades beneficiadas con el proyecto de mejora en relación con el número total de actividades de un proceso de la empresa.	Indicador	Ratio
	Tamaño	CPT	Determina la cantidad de productos de trabajo definidos o mejorados con el proyecto de mejora en relación con el número total de productos de trabajo antes de la mejora.	Indicador	Ratio
	Calidad	IE	Cumplir con los Requisitos definidos en cuanto a la utilización de recursos y en cuanto a tiempo.	Indicador	Ratio
	Calidad	ER	Grado de cumplimiento de los Requisitos definidos en cuanto a la utilización de recursos de la empresa.	Indicador	Ratio
	Calidad	ET	Grado de cumplimiento de los Requisitos definidos en cuanto al tiempo de los empleados de la empresa.	Indicador	Ratio
	Calidad	IF	Permite identificar la relación que existe entre los objetivos alcanzados, tiempo y recursos consumidos con respecto a un plan establecido. Buen uso de los recursos.	Indicador	Ratio
	Calidad	IEZ	Permite identificar la relación que existe entre los objetivos alcanzados, tiempo y recursos consumidos con respecto a un plan establecido.	Indicador	Ratio
	Calidad	IQ	Están orientados a medir la satisfacción de los beneficiarios, estos pueden ser: el cliente interno ó externo ó la empresa.	Indicador	Ratio

	Calidad	IPT	Este indicador está orientado a revisar si los documentos establecidos para el proceso se están generando realmente.	Indicador	Ratio
--	---------	-----	--	-----------	-------

Tabla 16. Propuesta de medidas evaluar la Mejora de Procesos de Desarrollo Software

- (*) NANA= Numero de Actividades Nuevas o Mejoradas del proceso
- IFE= Indicador de fechas de Entrega
- PT= Producto de Trabajo
- GECM_PT= Grado de establecimiento, control y mantenimiento de los productos de trabajo

Anexo 9: Obtención e Interpretación de las Medidas del MLM - PDS

Con los datos obtenidos del formulario de recolección de información y los valores de la tabla que el evaluador debe obtener de la información suministrada por los involucrados en el proyecto de mejora PSI, el MLM – PDS establece dos categorías de indicadores; la primera categoría son los indicadores de tipo Genérico que son indicadores que ofrecen al administrador de proyecto información del estado del proyecto en cualquiera que sea la fase en que se encuentre el proyecto en ejecución; por otro lado, el MLM – PDS define también otros indicadores asociados cada uno de estos a los objetivos de mejora establecidos anteriormente.

1. MEDIDAS ORIENTADAS A LOS OBJETIVOS DE LA MEJORA DE PROCESOS DE DESARROLLO SOFTWARE

<p>O1 Lograr los objetivos del proceso mediante la provisión de los recursos suficientes y calificados a la organización.</p>
<p>Interpretación: Este indicador se refiere al grado en que la adecuada y suficiente provisión de recursos, y el grado en que dichos recursos sean calificados para la empresa aporten al logro de los objetivos del proceso que ha sido involucrado en el programa SPI.</p>
<p>Se debe calcular el valor PROF de la siguiente manera:</p> <p>PROF: Peso de los Resultados obtenidos del Formulario de Recolección de la Información. Este valor es necesario para calcular el indicador.</p> <p>PROF = 1 / Numero de Resultados utilizados para este Objetivo</p>
<p>Forma de Obtener el Valor del Indicador:</p> <p>Para obtener este valor se requieren de la información registrada en el Formulario de Recolección de la Información. El Número de Resultados para este Objetivo es 3. Los resultados que usted debe tener en cuenta para calcular este valor de indicador son los resultados de las preguntas 1, 2 y 3 del Formulario de Recolección de Información.</p> <p>Valor del Indicador (I1) = (Resultado Pregunta1 + Resultado Pregunta 2 + Resultado Pregunta3) * PROF</p> <p>Tenga en cuenta que si se esta aplicando este formulario a varias personas involucradas en el proceso, el valor del indicador debe ponderarse haciendo uso de la fórmula (1):</p> $\frac{\sum_{i=1}^n \text{Valor del Indicador}}{\text{Numero de personas a quienes se aplicó el Formulario}}$ <p>Fórmula (1): Valor del Indicador =</p> <p>Donde: Valor del indicador i : indica el valor obtenido anteriormente para cada formulario. n: es el número de personas que respondieron el Formulario de Recolección de la Información.</p>

O2 Proporcionar a la organización y a cada uno de los procesos con individuos que poseen las habilidades y conocimientos necesarios para realizar sus roles eficazmente y trabajar juntos como equipo cohesivo.

Interpretación:

Se refiere al grado en que los procesos cuentan con individuos capacitados para realizar las actividades que el proceso requiere, la realización de actividades según los roles definidos y si estos roles están siendo definidos y comunicados, la comunicación entre miembros de la organización.

Se debe calcular el valor PROF de la siguiente manera:

PROF: Peso de los Resultados obtenidos del Formulario de Recolección de la Información. Este valor es necesario para calcular el indicador.

PROF = 1 / Numero de Resultados utilizados para este Objetivo

Forma de Obtener el Valor del Indicador:

Para obtener este valor se requieren de la información registrada en el Formulario de Recolección de la Información. El Número de Resultados para este Objetivo es 6. Los resultados que usted debe tener en cuenta para calcular este valor de indicador son los resultados de las preguntas 4, 5, 6, 7, 8 y 9 del Formulario de Recolección de Información.

Valor del Indicador (I2) = (Resultado Pregunta4 + Resultado Pregunta 5 + Resultado Pregunta6 + Resultado Pregunta7 + Resultado Pregunta8 + Resultado Pregunta9) * PROF

Tenga en cuenta que si se esta aplicando este formulario a varias personas involucradas en el proceso, el valor del indicador debe ponderarse haciendo uso de la fórmula (1):

$$\frac{\sum_{i=1}^n \text{Valor del Indicador}}{\text{Numero de personas a quienes se aplicó el Formulario}}$$

Fórmula (1): Valor del Indicador =

Donde:

Valor del indicador i : indica el valor obtenido anteriormente para cada formulario.

n: es el número de personas que respondieron el Formulario de Recolección de la Información.

O3 Lograr que los productos de salida sean consistentes con los productos de entrada en cada fase del proceso mediante las actividades de verificación, validación o prueba.

Interpretación:

Se interpreta como el grado en que la organización realiza gestión de la configuración de los productos de trabajo, además de que se esté documentando y realizando seguimiento de los mismos, y que se lleven a cabo actividades de Verificación, validación o prueba de los productos de trabajo.

Se debe calcular el valor PROF de la siguiente manera:

PROF: Peso de los Resultados obtenidos del Formulario de Recolección de la Información. Este valor es necesario para calcular el indicador.

PROF = 1 / Numero de Resultados utilizados para este Objetivo

Forma de Obtener el Valor del Indicador:

Para obtener este valor se requieren de la información registrada en el Formulario de Recolección de la Información. El Número de Resultados para este Objetivo es 3. Los resultados que usted debe tener en cuenta para calcular este valor de indicador son los resultados de las preguntas 10, 11 y 12 del Formulario de Recolección de Información.

Valor del Indicador (I3) = (Resultado Pregunta10 + Resultado Pregunta 11 + Resultado Pregunta12) * PROF

Tenga en cuenta que si se esta aplicando este formulario a varias personas involucradas en el proceso, el valor del indicador debe ponderarse haciendo uso de la fórmula (1):

$$\frac{\sum_{i=1}^n \text{Valor del Indicador}}{\text{Numero de personas a quienes se aplicó el Formulario}}$$

Fórmula (1): Valor del Indicador =

Donde:

Valor del indicador i: indica el valor obtenido anteriormente para cada formulario.

n: es el número de personas que respondieron el Formulario de Recolección de la Información.

O4 Lograr una mejora de procesos disciplinada y objetiva mediante el cumplimiento de las actividades, responsabilidades y la generación de los productos de trabajo definidos por el proyecto de mejora.

Interpretación:

Se refiere al grado en que la organización establece y asigna los roles y responsabilidades de acuerdo a sus procesos, la realización de actividades y la asignación de responsabilidades según los objetivos del proceso, esto se traduce en una mejora disciplinada ya que se realizan las actividades definidas, hay ciertos responsables encargados de estas actividades y se generan los productos establecidos.

Se debe calcular el valor PROF de la siguiente manera:

PROF: Peso de los Resultados obtenidos del Formulario de Recolección de la Información. Este valor es necesario para calcular el indicador.

PROF = 1 / Numero de Resultados utilizados para este Objetivo

Forma de Obtener el Valor del Indicador:

Para obtener este valor se requieren de la información registrada en el Formulario de Recolección de la Información. El Número de Resultados para este Objetivo es 4. Los resultados que usted debe tener en cuenta para calcular este valor de indicador son los resultados de las preguntas 13, 14, 15 y 16 del Formulario de Recolección de Información.

Valor del Indicador (I4) = (Resultado Pregunta13 + Resultado Pregunta 14 + Resultado Pregunta15 + Resultado Pregunta16) * PROF

Tenga en cuenta que si se esta aplicando este formulario a varias personas involucradas en el proceso, el valor del indicador debe ponderarse haciendo uso de la fórmula (1):

$$\frac{\sum_{i=1}^n \text{Valor del Indicador}}{\text{Numero de personas a quienes se aplicó el Formulario}}$$

Fórmula (1): Valor del Indicador =

Donde:

Valor del indicador i: indica el valor obtenido anteriormente para cada formulario.

n: es el número de personas que respondieron el Formulario de Recolección de la Información.

O6 Lograr la satisfacción del cliente supervisando la calidad de los productos y servicios en el nivel organizativo y del proyecto para asegurar que se reúnen los requisitos del cliente.

Interpretación:

Para este Objetivo de Mejora, el MLM – PDS desarrolla tres indicadores, por una parte tiene en cuenta la percepción de calidad del producto y/o servicio según las especificaciones del producto de trabajo; por otra parte evalúa la calidad de los productos de trabajo a nivel de proceso, cuando se quiere analizar la mejora de un proceso como tal, y finalmente evalúa la calidad de los productos de trabajo involucrados en una actividad, este es de utilidad cuando se quiere analizar cada una de las actividades de un proceso.

Para obtener el valor de este indicador es necesario obtener datos de la tabla de medidas (Ver Anexo 8) diligenciada, debido a que este indicador se analiza teniendo en cuenta la calidad de los productos y servicios desde la percepción que el cliente interno ó involucrado con el proceso tiene de ellos y de sus productos y actividades.

Forma de Obtener el Valor de los Indicadores para este Objetivo:

Para obtener estos valores se requiere de la información registrada en la Tabla de Medidas (Ver Anexo 8).

% de la Calidad del producto entregado y probado

$$(QP) = \frac{(NC - NNC)}{NE} * 100$$

Donde:

NE: Numero de Especificaciones del Producto de Trabajo

NNC: Numero de No Conformidades del Producto de Trabajo según las especificaciones del cliente

NC: Numero de Conformidades del Producto de Trabajo según las especificaciones del cliente

$$\text{Satisfacción del cliente por Proceso} = \frac{(PTCp + GCECPp)}{PTEp}$$

Donde:

PTEp: Número de Productos de Trabajo Establecidos por Proceso.

PTCp: Número de Productos de Trabajo que cumplen con cronogramas establecidos por Proceso.

GCECPp: Número de Productos de Trabajo Controlados según las especificaciones del cliente por Proceso.

$$\text{Satisfacción del cliente por Actividad} = \frac{(PTCa + GCECPa)}{PTEa}$$

Donde:

PTEa: Número de Productos de Trabajo Establecidos por Actividad.

PTCa: Número de Productos de Trabajo que cumplen con cronogramas establecidos por Actividad.

GCECPa: Número de Productos de Trabajo Controlados según las especificaciones del cliente por Actividad.

Indicador de Cumplimiento de Cronogramas por Producto de Trabajo

$$IFE = TPT - TRPT$$

Donde:

IFE: Exactitud de la entrega de producto final en términos de la fecha prevista.

TPT: Tiempo establecido para generar el Producto de Trabajo (Número de Días)

TRPT: Tiempo real de generación del Producto de Trabajo (Número de Días)

Si el indicador IFE es positivo, la duración de la generación del Producto de Trabajo es mas baja que la estimación inicial, esto es un buen resultado si el grado de satisfacción con respecto a las especificaciones del cliente es positivo. Si el IFE es negativo significa que el tiempo para generar el Producto de Trabajo es mayor que la estimación inicial.

07 Proveer a la organización de los medios y mecanismos adecuados para el uso y resguardo de la información de los productos generados en sus procesos, de forma confiable, oportuna y segura mediante la base del conocimiento.

Interpretación:

Se refiere al grado en que la empresa hace uso de mecanismos de resguardo de la información de sus proyectos, procesos y productos mediante una base del conocimiento, logrando con esto aprovechar el conocimiento generado y las Lecciones Aprendidas de proyectos anteriores.

Se debe calcular el valor PROF de la siguiente manera:

PROF: Peso de los Resultados obtenidos del Formulario de Recolección de la Información. Este valor es necesario para calcular el indicador.

$$PROF = 1 / \text{Numero de Resultados utilizados para este Objetivo}$$

Forma de Obtener el Valor del Indicador:

Para obtener este valor se requieren de la información registrada en el Formulario de Recolección de la Información. El Número de Resultados para este Objetivo es 4. Los resultados que usted debe tener en cuenta para calcular este valor de indicador son los resultados de las preguntas 17, 18, 19 y 20 del Formulario de Recolección de Información.

$$\text{Valor del Indicador (I7)} = (\text{Resultado Pregunta17} + \text{Resultado Pregunta 18} + \text{Resultado Pregunta19} + \text{Resultado Pregunta20}) * PROF$$

Tenga en cuenta que si se esta aplicando este formulario a varias personas involucradas en el proceso, el valor del indicador debe ponderarse haciendo uso de la fórmula (1):

$$\frac{\sum_{i=1}^n \text{Valor del Indicador}}{\text{Numero de personas a quienes se aplicó el Formulario}}$$

Fórmula (1): Valor del Indicador =

Donde:

Valor del indicador i : indica el valor obtenido anteriormente para cada formulario.

n: es el número de personas que respondieron el Formulario de Recolección de la Información.

O8 Definir y planificar las actividades de definición, implantación y mejora de los procesos mediante el plan de mejora de procesos y llevarlas a cabo en función del mismo.

Interpretación:

Se refiere al grado en que ciertos elementos importantes de la mejora de procesos son incorporados a la organización y se institucionalizan actividades como la gestión de Procesos es decir, se definen, planifican y establecen los procesos de la organización, en función de los procesos requeridos identificados y los involucrados en el proceso realizan sus actividades de acuerdo al proceso ajustado de acuerdo a las guías establecidas por la mejora de procesos SPI.

Se debe calcular el valor PROF de la siguiente manera:

PROF: Peso de los Resultados obtenidos del Formulario de Recolección de la Información. Este valor es necesario para calcular el indicador.

$$\text{PROF} = 1 / \text{Numero de Resultados utilizados para este Objetivo}$$

Forma de Obtener el Valor del Indicador:

Para obtener este valor se requieren de la información registrada en el Formulario de Recolección de la Información. El Número de Resultados para este Objetivo es 6. Los resultados que usted debe tener en cuenta para calcular este valor de indicador son los resultados de las preguntas 21, 22, 23, 24, 25 y 26 del Formulario de Recolección de Información.

$$\text{Valor del Indicador (I8)} = (\text{Resultado Pregunta21} + \text{Resultado Pregunta22} + \text{Resultado Pregunta23} + \text{Resultado Pregunta24} + \text{Resultado Pregunta25} + \text{Resultado Pregunta26}) * \text{PROF}$$

Tenga en cuenta que si se esta aplicando este formulario a varias personas involucradas en el proceso, el valor del indicador debe ponderarse haciendo uso de la fórmula (1):

$$\frac{\sum_{i=1}^n \text{Valor del Indicador}}{\text{Numero de personas a quienes se aplicó el Formulario}}$$

Fórmula (1): Valor del Indicador =

Donde:

Valor del indicador i : indica el valor obtenido anteriormente para cada formulario.

n : es el número de personas que respondieron el Formulario de Recolección de la Información.

2. MEDIDAS GENERICAS DE UN PROYECTO DE MEJORA DE PROCESOS DE DESARROLLO SOFTWARE

Con el fin de expresar los resultados finales obtenidos de las medidas de los elementos importantes identificados en el MLM – PDS, se presenta a continuación la descripción de las medidas de tipo indicador utilizadas en la evaluación, estas medidas estan orientadas a los resultados del proyecto de mejora SPI; en este ítem también se indica la forma adecuada de interpretar dichos indicadores.

Los indicadores Genéricos son de tipo desempeño, básicamente adoptan la forma de cociente, en el cual, el denominador es un valor numérico que ayuda a efectuar la comparación con el logro obtenido así:

$$\text{Indicador} = \left(\frac{\text{Numerador}}{\text{Denominador}} \right) * \text{Factor Escala}$$

De esta forma se definen los siguientes modelos de indicadores que se deben personalizar y aplicar a los roles, productos de trabajo y actividades, dependiendo del contexto del objetivo que está siendo evaluado:

Cabe resaltar que los datos para calcular estos indicadores son los datos registrados en la tabla de medidas (Ver Anexo 8), estos datos pueden ser evaluados en cualquier fase del proyecto de mejora SPI para calcular el desempeño en cualquier momento de dicho proyecto.

1. **Indicador de Cobertura (IC):** Determina la cantidad de elementos cubiertos por un proceso, proyecto o programa de mejora.

$$\text{Cobertura de Procesos (CP)} = \left(\frac{\text{No. de Procesos Beneficiados con la mejora SPI}}{\text{No. de Procesos de la organización}} \right) * 100$$

$$\text{Cobertura de actividades (CA)} = \left(\frac{\text{No. de Actividades nuevas y/o mejoradas con el programa SPI}}{\text{No. de Actividades antes de la mejora}} \right) * 100$$

$$\text{Cobertura Productos de trabajo (CPT)} = \left(\frac{\text{No. de Productos de Trabajo definidos o mejorados con el programa SPI}}{\text{No. de Productos de Trabajo antes de la mejora}} \right) * 100$$

Nota: El Indicador de Cobertura de Actividades, puede variar dependiendo del modelo ó referente de calidad que se tenga, por ejemplo: Si se hace uso del modelo de referencia de procesos MoPROSOFT se habla de Actividades, en cambio si se toma como referente el modelo de calidad de CMMI se cambia el término Actividades por Subprácticas. En este sentido se puede

apreciar la adaptabilidad del MLM – PDS ya que es independiente del referente de calidad que se utilice en la empresa.

- Indicador de Eficacia (IE): Cumplir con los Requisitos definidos en cuanto a la utilización de recursos y en cuanto a tiempo.

$$ER = \left(\frac{\text{Recursos Utilizados}}{\text{Recursos Asignados}} \right) * 100$$

$$ET = \left(\frac{\text{Tiempo Utilizado}}{\text{Tiempo Asignado}} \right) * 100$$

- Indicador de Eficiencia (IF): Permite identificar la relación que existe entre los objetivos alcanzados, tiempo y recursos consumidos con respecto a un plan establecido. Buen uso de los recursos.

$$\text{Eficiencia} = \left(\frac{\text{Objetivos de Mejora Alcanzados}}{\text{Recursos Consumidos}} \right) * 100$$

- Indicador de Calidad (IQ): Están orientados a medir la satisfacción de los beneficiarios, estos pueden ser: el cliente interno ó externo ó la empresa.

Nota: Para hacer uso de este Indicador es necesario tomar los datos de las encuestas, es decir la información registrada en la tabla de medidas (Ver Anexo 8) con respecto a las medidas relacionadas con la satisfacción del cliente en cuanto al producto y proceso, estas medidas de satisfacción nos permiten observar el impacto del proceso de mejora sobre la calidad del producto y del proceso desde el punto de vista de los requisitos del cliente tanto interno como externo.

Las medidas del MLM – PDS asociadas a la calidad son:

IFE: Exactitud de la entrega de producto final en términos de la fecha prevista

GCECP: Grado de cumplimiento de las especificaciones del cliente respecto del PT (*) por **proceso.**

GCECA: Grado de cumplimiento de las especificaciones del cliente respecto del PT (*) por actividad

PTCCF: Productos de Trabajo que cumplen con cronogramas establecidos por Actividad

PTCCP: Productos de Trabajo que cumplen con cronogramas establecidos por proceso

$$IQ = (IFE * 0.2) + (GCECP * 0.2) + (GCECA * 0.2) + (PTCCF * 0.2) + (PTCCP * 0.2)$$

IQ= (Exactitud de la entrega de producto final en términos de la fecha prevista*0.2) + (Grado de cumplimiento de las especificaciones del cliente respecto del PT (*) por proceso*0.2) + (Grado de cumplimiento de las especificaciones del cliente respecto del PT (*) por Actividad*0.2) + (Productos de Trabajo que cumplen con cronogramas establecidos por Actividad*0.2) + (Productos de Trabajo que cumplen con cronogramas establecidos por proceso*.02)

Interpretación del Resultado de IQ:

Si el valor de $0 < IQ < 0.33$
Si el valor de $0.33 < IQ < 0.67$
Si el valor de $0.67 < IQ \leq 1$

5. **Indicador de Productos de Trabajo (IPT):** Este indicador está orientado a revisar si los documentos establecidos para el proceso se están generando realmente.

$$\text{Productos de Trabajo} = \frac{\text{Número de Productos elaborados}}{\text{Número de Productos a generar}}$$

6. **Indicador de Esfuerzo (IEZ):** Permite identificar la relación que existe entre los objetivos alcanzados, tiempo y recursos consumidos con respecto a un plan establecido.

Con el objeto de estimar el esfuerzo esperado frente al esfuerzo real del proceso y el cumplimiento de los productos de trabajo esperados frente a los realmente generados, estos últimos asociados con los objetivos del proceso, proyecto de mejora o actividad de un proceso.

Para calcular el esfuerzo se debe listar:

- Los productos de trabajo a construir;
- A cada uno se le debe asignar el número de responsables,
- A cada uno se le debe asignar el tiempo de dedicación y tiempo programado para realizar el producto de trabajo

Finalmente al obtener estos datos, se puede calcular el esfuerzo (para una actividad, un proceso ó un proyecto (horas-persona)).

En la siguiente tabla se muestra la estructura que puede utilizar para calcular estos valores, cabe mencionar que la misma tabla se puede utilizar para estimar el esfuerzo antes del programa de mejora, durante su ejecución y una vez finalizado el mismo.

Numero de Productos de Trabajo	Numero de personas responsables	Horas de dedicación (h / sem)	Proporción (Horas de dedicación/40)	Tiempo Programado TP(Sem)	Esfuerzo Estimado ó Dedicado (Proporción*TP)

Tabla 17. Cálculo de Esfuerzo

Luego con los siguientes indicadores se puede establecer durante la ejecución del programa de mejora ó al final del mismo, en qué grado se cumplió lo estimado para el programa de mejora.

Para calcular el indicador de los productos de trabajo se utilizó IPT:

$$\text{Productos de Trabajo} = \frac{\text{Número de Productos elaborados}}{\text{Número de Productos a generar}}$$

Y para el esfuerzo IEZ:

$$\text{IEZ} = \frac{\text{Esfuerzo Realizado}}{\text{Esfuerzo Estimado}}$$

El Esfuerzo Estimado y el Esfuerzo Realizado se calculan haciendo uso de la Tabla 17. Cálculo de Esfuerzo, ésta ayuda en el cálculo del esfuerzo independiente de la fase en que se encuentre el programa de mejora.

Estos indicadores que pertenecen al MLM – PDS, permiten evaluar adecuadamente el nivel de cumplimiento de cada uno de los objetivos identificados para un proyecto de mejora de procesos de desarrollo software y establecer el grado de cumplimiento del esfuerzo estimado frente al esfuerzo realizado.

Anexo 10: Documento del Modelo Liviano de Medidas MLM – PDS Empresas

MODELO LIVIANO DE MEDIDA PARA EVALUAR LA MEJORA DE PROCESOS DE DESARROLLO SOFTWARE MLM – PDS

PRÓLOGO

El presente documento se desarrolla como soporte al trabajo de grado “Modelo Liviano de Medida para Evaluar la Mejora de Procesos de Desarrollo Software MLM – PDS” del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Cauca, el cuál busca contribuir a la mejora de procesos en la industria del software colombiana y promover una cultura de calidad, que permita a las empresas ser más competitivas en el mercado nacional e internacional.

Este documento presenta el Modelo Liviano de Medida para Evaluar la Mejora de Procesos de Desarrollo Software MLM – PDS en donde se presenta un modelo de medidas fundamentado en el estándar internacional ISO/IEC 15939, para la planeación de las medidas y en el método GQM que define que la medición debe ser realizada, siempre, orientada a un objetivo y proporciona un modelo en tres niveles: el nivel conceptual en el que se definen los objetivos (goal), el nivel operacional en el que se definen las preguntas (question) y el nivel cuantitativo en el que se definen las medidas (metrics).

Apoyándose en este modelo, las empresas podrán medir el proceso SPI3 que implementan y determinar si éste, está siendo eficaz en relación con los objetivos y metas establecidas al implantarlo (La eficacia se refiere al logro de los resultados en relación con los objetivos), permitiéndole a dichas organizaciones obtener como resultado valores que se puedan analizar para identificar las fortalezas, debilidades y riesgos inherentes al SPI implementado.

INTRODUCCIÓN

Propósito del documento

El propósito de este documento es presentar el Modelo Liviano de Medida para Evaluar la Mejora de Procesos de Desarrollo Software MLM – PDS; el cual pretende contribuir a que las organizaciones del país, que implementen un modelo de mejora de procesos de software, puedan medir el grado de eficacia que éste trae a la organización y si está aportando al logro de las metas y objetivos de la misma. Esto podrá verse reflejado en la realización de software confiable, con tiempo y precios moderados, permitiendo mejorar de una u otra manera la economía del país ya que los productos podrán ser competitivos.

Con el resultado obtenido del uso de éste modelo de medida, se pretende guiar en la gestión del proceso de mejora de los procesos de desarrollo de software para que de esta manera, las empresas puedan implantar un modelo eficaz que les permita mejorar sus procesos y que a su vez los acerque a lograr una certificación en los modelos de organizaciones internacionales como ISO4 y SEI5.

Requerimientos

Proporcionar a la industria de software Colombiana, conformada en su mayoría por micro, pequeñas y medianas empresas, un modelo basado en criterios adaptados a los elementos más

³ **SPI:** Software Process Improvement (Mejoramiento de Procesos de Software).

⁴ **ISO:** Internacional Organization for Estandadization.

⁵ **SEI:** Software Engineering Institute.

importantes y representativos de las prácticas propias de este tipo de organizaciones con las siguientes características:

- Fácil de entender
- Fácil de aplicar
- No costoso en su adopción

Alcance

El modelo liviano de Medida para Evaluar la Mejora de Procesos de Desarrollo Software MLM – PDS está dirigido a las micro, pequeñas y medianas empresas Colombianas dedicadas al desarrollo de software,

Las empresas, que no cuenten con procesos establecidos, pueden usar el modelo ajustándolo de acuerdo a sus necesidades al igual que las empresas que ya tienen establecidos sus procesos, además este modelo permite evaluar la eficacia del proceso de mejora de los procesos de desarrollo de software, indistintamente del modelo ó framework de mejora adoptado por la organización y de los objetivos que ésta pretenda alcanzar con su ejecución.

Criterios empleados

Los criterios empleados para la elaboración del modelo MLM – PDS son los siguientes:

- Generar una estructura fácil de entender y utilizar por parte de las empresas desarrolladoras de software Colombianas.
- Escoger los criterios adecuados que se involucran en los proyectos de mejora de procesos y que sean acordes a las características de las MiPyMES de la industria nacional para la definición de las medidas.
- Destacar los elementos más representativos de los proyectos de mejora y tenerlos como punto de partida para determinar aspectos relevantes de los proyectos SPI.
- Estar adecuado a una industria dinámica, creativa, innovadora e incierta como lo es la industria del software. Una industria donde el conocimiento y el talento humano son elementos fundamentales para garantizar su éxito.
- Fundamentar el modelo MLM – PDS en métodos, modelos y estándares internacionales, integrando la esencia de éstos para lograr un buen modelo adaptado a la industria nacional.

Enfoque basado en procesos

El desarrollo de software se lleva a cabo a través de procesos, definido éste como un “conjunto de actividades interrelacionadas ó que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”, y donde los procesos se gestionan como un sistema, mediante la creación, y entendimiento de una red de procesos y sus interacciones. La ingeniería de Software se ha dedicado a identificar las mejores prácticas para realizar estas actividades recopilando las experiencias exitosas de la industria de software a nivel mundial [Ver detalles en Anexo 4: Normas ISO 9000:2000]. Estas prácticas se han organizado y dado a conocer por organizaciones como ISO y SEI.

El modelo de medida que se propone considera aspectos relevantes de los procesos, roles y actividades de dichos modelos y adapta éstos al contexto de la industria de software nacional. El modelo pretende apoyar a las empresas en la mejora de sus procesos, en la evaluación de sus procesos y en la integración de la mejora continua.

Estructura del Modelo Liviano de Medida para Evaluar la Mejora de Procesos de Desarrollo Software MLM – PDS

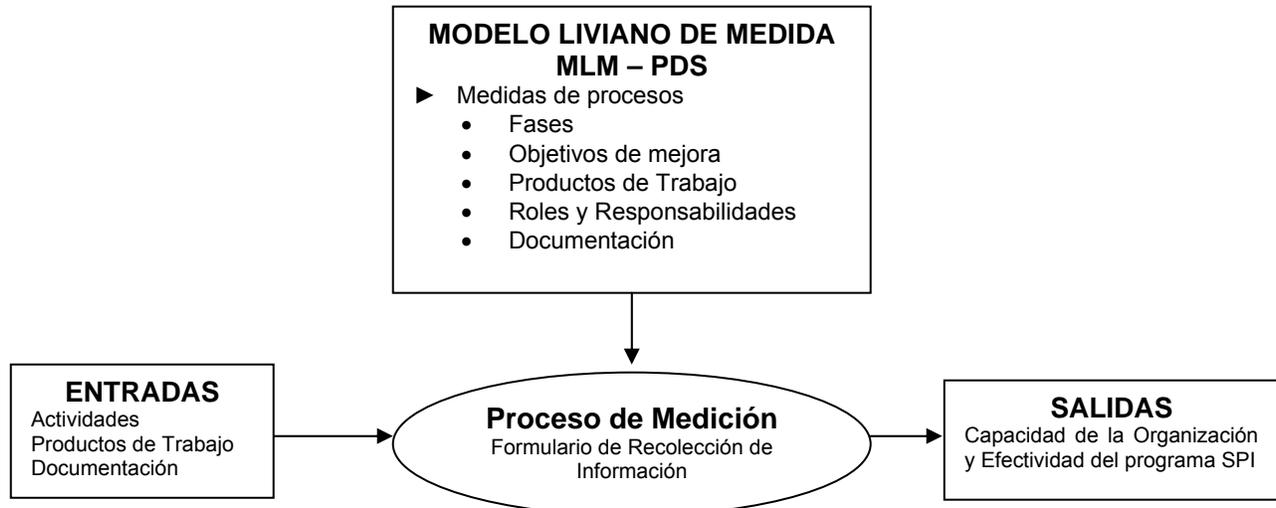


Figura 11. Estructura del MLM -PDS

El Modelo Liviano de Medida MLM – PDS conserva una estructura sencilla (Ver Figura 11), que facilita una adecuada comprensión de los elementos que se van a medir, y que intentan acercar a la organización a determinar si el programa de mejora de procesos de desarrollo software que implementan es efectivo para la misma, esto debido a que el proceso de medición produce resultados cuantitativos que caracterizan el programa de mejora en términos de efectividad del programa y cumplimiento de actividades y productos de trabajo para alcanzar sus metas y objetivos.

EL MLM – PDS permite a la organización conocer elementos representativos (que son los que en este caso se miden) de un programa de mejora de procesos software lo que permite a la empresa identificar sus debilidades y fortalezas en cuanto estos elementos y definir así estrategias de impacto que brinden la oportunidad de una mejora efectiva de sus procesos.

El Modelo Liviano de Medida MLM – PDS, proporciona un marco definido para la evaluación del programa de mejora SPI, tomando los elementos mas sobresalientes y que son necesarios para este tipo de programas y adicionando medidas⁶ para estimar cuantitativamente los elementos característicos del proceso (s) que están involucrados dentro del programa SPI.

El proceso de medición consta de un formulario de recolección de información que permite obtener valores cuantitativos para los elementos evaluados, tales como actividades, productos de trabajo, roles, tiempo, esfuerzo, costo. El valor de cada uno de los elementos representativos del programa SPI es evaluado mediante la información recolectada por medio de este instrumento.

⁶ para efectos de este documento se habla de medidas para referirse al conjunto de métricas e indicadores.

Información General del Proceso de Medición utilizando el MLM - PDS

El proceso de Medición ó Evaluación que se lleva a cabo haciendo uso del MLM – PDS involucra una persona encargada ó un equipo de personas que realicen el proceso de medición la (s) cual (es) mediante el uso del formulario de recolección de información que ofrece este modelo tomaran la información necesaria y a la organización a evaluar, cuya relación se ilustra en la Figura 12.



Figura 12: Relación entre los elementos del Modelo Liviano de Medición MLM - PDS

La organización selecciona a un evaluador, ó un equipo de evaluadores, esta (s) persona (s) puede ser un miembro de la empresa ó una persona externa. El evaluador (es) dirige el proceso de medición en función de los datos de la organización, apoyándose en el formulario de recolección de información que brinda el **MLM – PDS**. Del proceso de medición se obtiene un reporte de resultados para la organización el cuál pretende aportar a la organización información cualitativa y cuantitativa del impacto del proceso de mejora implementado por la empresa, el cuál le permitirá a la misma conocer sus debilidades y fortalezas y hacer uso de esta información para identificar y desarrollar estrategias que incrementen aún mas la capacidad de sus procesos de desarrollo software.

En el reporte de resultados se documenta de manera general el perfil de capacidad de los procesos y un resumen de hallazgos detectados y de las mejoras detectadas al implementar un programa de mejora en la organización, esto debido a que con los resultados cuantitativos se pueden evidenciar las mejoras y la capacidad en que están los procesos que han sido medidos.

Usos del MLM – PDS

Los posibles usos del Modelo Liviano de Medida MLM - PDS son los siguientes:

- Medición para la determinar las capacidades, esto ocurre cuando la empresa solicita a una persona externa a la organización la realización de la medición para obtener un perfil de la capacidad de uno o varios de sus procesos implantados
- Medición para la determinar las capacidades, esto ocurre cuando la empresa solicita a una persona externa a la organización la realización de la medición para obtener un perfil de la capacidad de uno o varios de sus procesos los cuales han sido involucrados en un proyecto de mejora de procesos SPI.
- Auto-medición del impacto del proyecto de mejora de la organización en uno ó varios de sus procesos, esto ocurre cuando la empresa realiza una medición llevada a cabo por personal interno.

Es necesario hacer mayor énfasis en que uno de los usos del método de medición es determinar el impacto de la mejora de procesos SPI ó encontrar las oportunidades de mejora de sus procesos a fin de optimizar los resultados de la empresa que se dedica al desarrollo software intentando acercar a la empresa a mejorar la productividad y la calidad de sus servicios y/o productos para aumentar la competitividad de la industria nacional.

Este trabajo y documento fue elaborado, verificado y validado en dos empresas de la industria software nacional y por un grupo de expertos nacionales en ingeniería de software.

Condiciones para iniciar una Medición

En el Proceso de Medición para determinar el impacto de la mejora de procesos de desarrollo software, hay cierta información que se considera importante y es necesaria, entre esta información esta: los datos de la empresa a evaluar.

Los datos de la organización deben contener:

- Nombre de la organización y la(s) unidad(es) administrativa(s) a evaluar
- Organigrama de la organización
- Plan de mejora (en caso de existir)
- Requisitos de procesos y los procesos de la organización
- Información de proyectos dentro del alcance de la medición

Proceso de Medición Sugerido por el MLM – PDS

Como en todo proceso de Medición, para hacer uso adecuado del **MLM – PDS** se requiere de una preparación previa a la misma, para establecer aspectos tales como el alcance de la Medición, donde se debe identificar y seleccionar el proceso (s) a ser evaluado (s), los proyectos que estarán involucrados, el personal, el material y la documentación importante y las actividades propias de la medición tales como la planeación, ejecución, generación de resultados y cierre (Ver Figura 13).

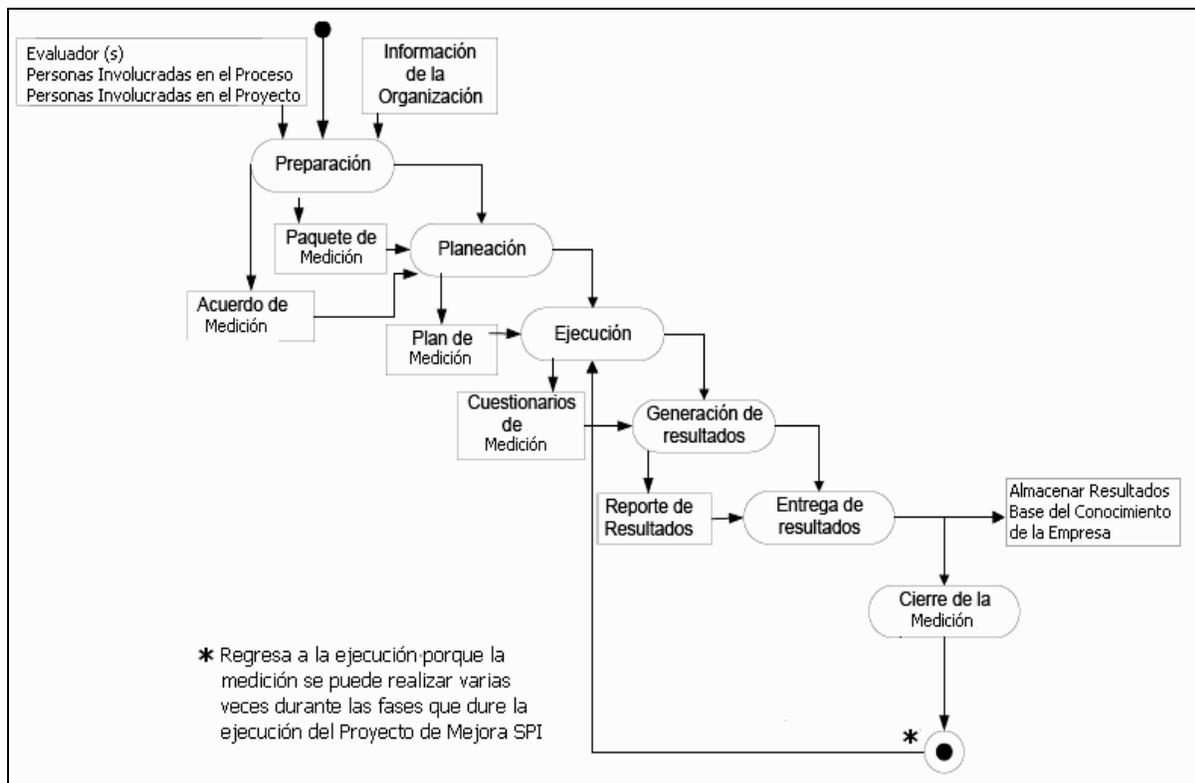


Figura 13. Proceso de Medición sugerido por el MLM - PDS

El proceso de Medición que recomienda aplicar el **MLM – PDS** contempla la preparación, actividad previa a la medición, y las actividades propias de la medición tales como la planeación, ejecución, generación y entrega de resultados y cierre.

- Preparación: El Evaluador ó Equipo de Evaluadores, solicita el Paquete de Medición (Anexo 7: Formulario de Recolección de Información y Anexo 8: Tabla de Medidas) a la empresa y lo conocen y se familiarizan con éste y con los términos empleados por el mismo.

- Planeación: El Evaluador ó Equipo de Evaluadores, confirma el compromiso con la empresa para realizar la medición, identifica los procesos que están involucrados en el proyecto de mejora que se va a medir y a los participantes en la medición, elabora el Plan de Medición, lo valida con la empresa y cada uno de los involucrados y prepara a los participantes capacitándolos en la terminología utilizada y familiarizándolos con los formatos.

- Ejecución: Por cada proceso a medir, el Evaluador ó Equipo de Evaluación realiza una revisión a la documentación solicitada, prepara y realiza la entrevista con el Responsable del Proyecto y del Proceso y con su equipo de trabajo.

Adicionalmente, por cada responsable de los procesos se debe realizar la revisión de su documentación, se prepara y realiza una entrevista con el responsable. La información recaudada se registra como evidencia documental y oral en el Formulario de Recolección de Información. Finalmente, se consolida y se corrobora la información y se obtiene también la Tabla de Medidas (Ver Anexo 8).

- Generación de resultados: El Evaluador ó Equipo de Evaluación genera el reporte de resultados, el **MLM – PDS** recomienda que el reporte de resultados refleje los resultados de los indicadores tanto de desempeño como de logro o satisfacción de los objetivos de mejora con

base en los registros obtenidos en los formatos que contiene el Paquete de Medición Anexo 7: Formulario de Recolección de Información y Anexo 8: Tabla de Medidas).

- Entrega de resultados: El Evaluador o Equipo de Evaluación cierra el Proceso de Medición y presenta a la organización los resultados obtenidos y entrega el Reporte de Resultados al Responsable del proyecto de mejora SPI para que éste sea almacenado en la Base de Conocimiento de la empresa.

Como el Proceso de Medición se puede realizar varias veces, y en cualquier fase del Proyecto de Mejora, el Proceso de Medición se inicia nuevamente en la Ejecución ya que las otras fases se han realizado y ya no son requeridas en este momento del Proceso (Ver Figura 12).

Roles involucrados y responsabilidades

La gerencia de la empresa ó la persona delegada para supervisar la medición, es responsable por:

- Asegurar la disponibilidad de los recursos humanos y materiales para conducir la medición.
- Acordar con el evaluador el uso del MLM – PDS como su modelo de medida para la realización de la medición.
- Participar en la reunión de inicio de la medición.
- Estar disponible durante la medición para resolver problemas o conflictos que surjan durante la medición.
- Asistir a la reunión de la presentación de resultados.

El Evaluador ó Equipo de Evaluación es responsable por:

- Confirmar el compromiso de la empresa previo a la realización de la medición.
- Asegurar que la medición se conduce de acuerdo con los requerimientos del MLM – PDS.
- Asegurar que los participantes en la medición están informados sobre el propósito, el alcance y el método de la medición.
- Asegurar que el evaluador ó los miembros del equipo de medición tienen los conocimientos y las habilidades apropiadas para sus roles y para usar las herramientas seleccionadas para apoyar la medición: el MLM – PDS y el Formulario de Recolección de Información, además de algunos términos de la Ontología de Medición de Software.

El Participante de la Evaluación es responsable por:

- Facilitar la disponibilidad de la información, infraestructura, logística, y participación de los miembros de la organización.
- Asistir a las encuestas y reuniones planeadas en la medición.
- Proporcionar la información verídica, tanto oral como documental, solicitada por el evaluador ó el equipo de medición.
- Adicionalmente, los roles involucrados en una medición tienen la responsabilidad de guardar la confidencialidad de la información resultante de la medición.

Perfil del Evaluador

A continuación se presentan la capacitación, educación, experiencia y habilidades personales requeridas para ser un Evaluador.

- Capacitación. Ser un profesional capacitado en procesos de mejora de procesos de desarrollo software SPI.

- Educación. Poseer un grado académico o experiencia equivalente en ciencia o ingeniería de computación o área similar.
- Experiencia. Tener experiencia laboral o de consultoría en áreas especializadas de desarrollo y mantenimiento de software o aseguramiento de calidad de software.

Adicionalmente es deseable que posea las siguientes habilidades personales:

- Facilidad de comunicación verbal y escrita. Comunicar de forma clara y precisa el propósito, actividades, tareas del proceso de medición y los hallazgos de los procesos evaluados a los miembros de la organización.
- Profesionalidad. Actuar de manera imparcial y objetiva, con apego al Método de Medición.
- Prudencia. Ser capaz de guardar la cordura al ser cuestionado a cerca de su criterio, conocimientos o profesionalismo durante la medición.
- Discreción. Preservar la confidencialidad, durante y después de una medición, de los resultados y de la información recibida con estricto apego a los términos del acuerdo de confidencialidad.
- Manejo de conflictos. Manejar los conflictos y resistencias que encuentre durante la medición.
- Liderazgo. Ser considerado como una persona respetable, confiable, de buen juicio, es decir ser líder del Equipo de Evaluación.

Mecanismo utilizado para la Definición de las Medidas

La definición de las medidas es un paso de gran importancia y debe realizarse considerando las características del proyecto, proceso ó producto que se desea medir y la experiencia de los profesionales. Es recomendable conseguir esta definición de una forma metodológica, considerando objetivos claros. La definición de la medida debe estar orientada al objetivo para evitar obtener una definición de la medida que no cumple con el objetivo deseado.

Es deseable que la definición de la medida se realice de manera formal para evitar ambigüedades. Para iniciar, los objetivos, las hipótesis planteadas y las características de la entidad software nos conducen a la identificación de la medida, tal como lo ilustra la Figura 13.

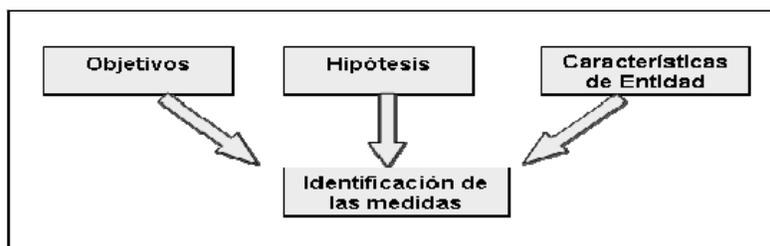


Figura 14. Primer Paso para la definición de medidas

Para la Definición de las medidas, es recomendable hacerlo de una forma metodológica, considerando objetivos claros de medición. La definición de la medida debe estar orientada al objetivo para evitar obtener una medida que no cumple con el objetivo deseado. Para este

trabajo, se utiliza el mecanismo basado en GQM propuesto por Basili, Weiss y Rombach [18][19].

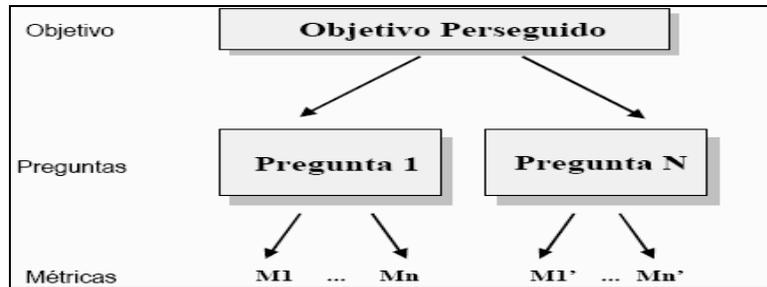


Figura 15. Esquema de GQM para la definición de medidas

Para definir claramente el objetivo que se quiere alcanzar con las medidas propuestas se ha utilizado el método GQM. La siguiente tabla muestra de manera mas explicita el objetivo definido anteriormente.

OBJETIVO (Goal)	
Analizar	La mejora de Procesos de Desarrollo Software
Con el propósito de	Evaluar (Valorar) El impacto en la Organización
Con respecto a	El proyecto de desarrollo software, el proceso de desarrollo y los productos software
Desde el punto de vista de	El grupo de mejora de Procesos
En el contexto de	Un Proyecto de Mejora de Procesos de Desarrollo Software en una MiPyME.

Tabla 18. Definición del objetivo

Integración Conceptual del Modelado y la Medición del Proceso

El Modelo Liviano de Medida MLM – PDS proporciona el soporte necesario para la medición de los elementos fundamentales necesarios para la medición de los procesos de mejora SPI, destacando especialmente los siguientes:

- **Proyectos.** La medición de un proyecto constituye el elemento principal sobre el que se basa el estudio de las medidas del proceso software. Cuando se mide el proyecto el objetivo fundamental que se pretende es el de reducir el coste total del proyecto, y el tiempo de desarrollo del mismo.
El primer tipo de medidas de proyectos software pueden ser obtenidas durante la fase de estimación. Las medidas recopiladas de proyectos anteriores se utilizan como la base a partir de la cual se realizan las estimaciones del esfuerzo y del tiempo necesario para el proyecto actual.
- **Procesos Software.** Mediante la definición de medidas sobre los elementos importantes del proceso, como las Actividades, Productos de Trabajo, Realizadores del Proceso, etc. Estos elementos tienen atributos que se pueden medir cuantitativamente para obtener valores que se puedan interpretar y generar información importante para la organización.

- **Productos de Trabajo.** El producto es un factor fundamental en la calidad del proceso. Los productos de trabajo son el resultado de la ejecución de las distintas actividades del proceso (finales o intermedias). Su medición es necesaria para evaluar la calidad de los procesos, y existen una gran diversidad de propuestas relacionadas con la medición del producto. Con el modelo propuesto es posible evaluar la calidad de los productos o artefactos y relacionarlos ó integrarlos con medidas tomadas de las otras entidades software. Proliferación

Medidas para Evaluar la Mejora de Procesos de Desarrollo Software

Actualmente existe una proliferación de medidas que pretenden satisfacer las distintas necesidades de información a distintos niveles de la organización, todas estas enfocadas en diversos aspectos, técnicos, financieros, de calidad, infraestructura entre otros[1].

El presente trabajo presenta un Modelo de Medidas en el que se seleccionan medidas que intentan resolver las distintas necesidades de información de la organización a tres niveles; a nivel de proyecto enfocándose en el proyecto SPI de la empresa, el tiempo, costo y esfuerzo implicado para su desarrollo; a nivel de procesos teniendo en cuenta aspectos como los flujos de trabajo en relación con las entradas y salidas de los procesos, los objetivos de satisfacción del cliente (tanto internos como externos), para dirigir la ejecución de los procesos, el desarrollo de las actividades de mejora con los actores del proceso, es decir que existan los roles para la realización de éstas actividades y la realización de los productos de trabajo que se han establecido para cada uno de estos y a nivel de producto, en relación con la calidad del producto generado por el proceso.

Para este trabajo se define la mejora de procesos software como un esfuerzo que se debe planear, gestionar y controlar cuyo objetivo general es mejorar la capacidad de desarrollo software de una organización. De acuerdo a esto, la Mejora de Procesos Software pretende mejorar algunos de los siguientes aspectos: incremento de la productividad, mejora en la calidad, adecuación a estándares del proceso software, mejora en la satisfacción del cliente y mejora en la percepción del proceso al interior de la organización.

Los objetivos genéricos definidos para la mejora de procesos de desarrollo software, los cuales serán utilizados para establecer las hipótesis, preguntas y sus respectivas medidas asociadas, son los siguientes:

Definición de los objetivos

O1 Lograr los objetivos del Proceso mediante la provisión de los recursos suficientes y calificados a la organización.

O2 Proporcionar a la organización y a cada uno de los procesos con individuos que poseen las habilidades y conocimientos necesarios para realizar sus roles eficazmente y trabajar juntos como equipo cohesivo.

O3 Lograr que los productos de salida sean consistentes con los productos de entrada en cada fase del proceso mediante las actividades de verificación, validación o prueba.

O4 Lograr una mejora de procesos disciplinada y objetiva mediante el cumplimiento de las actividades, responsabilidades y la generación de los productos de trabajo definidos por el proyecto de mejora.

O5 Alcanzar las metas de mejora establecidas para el proyecto de mejora de acuerdo a los objetivos del negocio.

O6 Lograr la satisfacción del cliente supervisando la calidad de los productos y servicios en el nivel organizativo y del proyecto para asegurar que se reúnen los requisitos del cliente.

O7 Proveer a la organización de los medios y mecanismos adecuados para el uso y resguardo de la información de los productos generados en sus procesos, de forma confiable, oportuna y segura mediante la base del conocimiento.

O8 Definir y planificar las actividades de definición, implantación y mejora de los procesos mediante el plan de mejora de procesos y llevarlas a cabo en función del mismo.

Este documento es la explicación detallada del Modelo Liviano de Medida para Evaluar la Mejora de Procesos de Desarrollo Software MLM – PDS, de la metodología con que se elaboró y de aspectos relacionados con su aplicación en las empresas.

Anexo 11: Artículo enviado al Congreso Colombiano de Computación CCC 2007

ESTADO DEL ARTE DE LA EVALUACIÓN DE PROCESOS DE DESARROLLO SOFTWARE

Diana M. Vásquez B,
Estudiante
Ingeniería de Sistemas
Universidad del Cauca,
dvasquez@ucauca.edu.co

Resumen

El siguiente trabajo se encuentra enmarcado dentro del proyecto "Mejora de Procesos para fomentar la competitividad de la pequeña y mediana Industria del Software de Ibero América" COMPETISOFT, el cual pretende incrementar el nivel de competitividad de las PyMES Iberoamericanas productoras de software mediante la creación y difusión de un marco metodológico común que, ajustado a sus necesidades específicas, pueda llegar a ser la base sobre la que establecer un mecanismo de evaluación y certificación de la industria del software. El Modelo de Evaluación de Procesos de Desarrollo de Software, permite que las PyMES midan la ejecución de sus procesos, al descomponer cada uno de estos en actividades y características fáciles de evaluar y medir; de manera que el resultado de esta evaluación contribuya significativamente en el control de los procesos y actividades para la detección de fortalezas y debilidades en los procesos de desarrollo de software para su posterior mejora, o para la determinar de la capacidad de dicho proceso para conseguir los objetivos del negocio.

Palabras clave

Ingeniería de software; Modelos de Evaluación, Procesos de Software; Mejores Prácticas, Modelo de Proceso de Referencia, ISO/IEC 15504:2003, CMMI y SCAMPI.

Introducción

La industria de software representa una actividad económica de gran importancia para la mayoría de países del mundo, ofreciendo múltiples fuentes de negocio, perfilándose de esta manera, como la oportunidad más grande de los países en vía de desarrollo [1]. 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 sobre la calidad del producto y la construcción de software de forma empírica; razón por la cuál el software desarrollado es de baja calidad, el tiempo de desarrollo es inapropiado, los costos son elevados, las actividades de operación y mantenimiento del software son difíciles y la insatisfacción de los clientes y usuarios finales es evidente [2].

Las empresas desarrolladoras de software, son generalmente, pequeñas y medianas empresas PyMES, estas empresas de software tienen serios problemas de madurez en sus procesos de desarrollo, en muchos casos no existe un proceso real lo que conlleva a modelos confusos e incoherentes de operación que afectan toda la empresa [3]. Además estas empresas también planean asegurar la calidad de sus productos a través de la mejora del proceso certificándose en modelos de calidad del SEI ó ISO [4].

Realmente la preparación previa a la acreditación es larga y costosa. Los modelos de mejoramiento, proceso y evaluación de organizaciones como el SEI (*Software Engineering Institute*) e ISO (*Organization for International Standardization*) 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 que el retorno de la inversión se produce a largo plazo [5] [6].

Por esta razón, el proyecto COMPETISOFT⁷ busca proporcionar a las empresas del sector informático de Iberoamérica las herramientas necesarias para motivarlas a mejorar sus procesos de desarrollo de software con el objetivo de facilitar el posicionamiento y la competitividad en mercados nacionales e internacionales. El proyecto pretende crear, aplicar y probar un sistema de mejoramiento que integre elementos de modelos de calidad, mejoramiento y evaluación reconocidos internacionalmente, adaptados a las características propias de la industria del software y que pueda

ser replicado a industrias de características similares a nivel internacional. Se pretende que los proyectos de mejoramiento que realicen las empresas Iberoamericanas sigan un modelo coherente a las características propias de la idiosincrasia y aterrizadas al contexto socio-económico actual [1].

Es por esto que en el presente trabajo se presenta la definición de un modelo de evaluación de los procesos de desarrollo de software, complementario al modelo liviano de calidad de procesos de desarrollo de software aplicable a la Pequeña y Mediana empresa ya que permiten ser aplicados de manera fácil y económica, con pocos recursos y en poco tiempo.

El artículo se estructura en dos secciones adicionales a esta introducción. En la sección 1 se muestra una panorámica que refleja el interés de la propuesta del proyecto para Ibero América. En la sección 2 se presenta el marco teórico, donde en primer lugar, se hace una introducción a la norma ISO/IEC 15504:2003, a continuación se presentan las características relevantes del Modelo de

Evaluación de CMMI y por último se hace referencia al modelo de evaluación de Light MECPDS.

1. Interés de la propuesta para Iberoamérica.

El Objetivo del proyecto general de COMPETISOFT es Incrementar el nivel de competitividad de las PyMES Iberoamericanas productoras de software mediante la creación y difusión de un marco metodológico común que, ajustado a sus necesidades específicas, pueda llegar a ser la base sobre la que establecer un mecanismo de evaluación y certificación de la industria del software reconocido en toda Iberoamérica.

Para lograr este objetivo se plantean algunos objetivos específicos dentro de

⁷ **COMPETISOFT:** Proyecto de Investigación: Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria del Software de Iberoamérica.

los cuales está enmarcado el presente trabajo, ya que uno de estos objetivos es desarrollar un marco metodológico común ajustado a la realidad socio-económica de las PyMES iberoamericanas, orientado a la mejora continua de sus procesos. Este marco metodológico, estará compuesto por un Modelo de Procesos, un Modelo de Capacidades y un Método de Evaluación, es precisamente en el Método de Evaluación, donde al presente trabajo realiza su aporte ya que se va a generar un modelo de evaluación que permita establecer el rendimiento y la capacidad de los procesos de desarrollo de software realizados por dichas PyMES.

El proyecto se enmarca dentro de la línea Calidad, Certificación y Mejora de Procesos de Desarrollo Software, ya que desarrollará un marco de trabajo que será validado por PyMES de la región, y contribuirá a la "concienciación sobre la importancia económica y técnica de la aplicación de una metodología de calidad y de la necesidad de certificación de calidad".

2. Marco Teórico

Existen diversos estándares de modelos de mejoras de procesos, aplicables a diversas áreas, algunos de ellos ya tienen incluidos los modelos de evaluación y otros los tienen claramente diferenciados, dentro del proyecto COMPETISOFT estos modelos están ligados pero cada uno será desarrollado independientemente ya que de esta forma es menos confusa la utilización y aplicación dentro de las PyMES; a continuación se presentan algunos rasgos de los estándares mas aplicados.

2.1 ISO/IEC TR 15504

El estándar ISO/IEC 15504 (1998) es un estándar internacional para la evaluación y mejora de procesos software. En este estándar se desarrolla un conjunto de medidas de capacidad estructuradas con el objetivo de evaluar el proceso de ciclo de vida del software [7].

El Institute Organization for Standardization (Instituto de Organizaciones y Standardización, ISO) en conjunto con International Electrotechnical Commission (Comisión Internacional de Electrotecnia, IEC) crearon un estándar de certificación y estandarización denominado ISO/IEC TR 15504, que provee un modelo conceptual y marco para la evaluación, validación, optimización y certificación del proceso de desarrollo o construcción de software. Su primera publicación data de Julio de 1998 y en Mayo de 1999 se le dio carácter de Reporte Técnico (TR - Technical Report). Este marco puede ser utilizado por organizaciones que se vean involucradas en las diferentes etapas del proceso de construcción y/o selección de software o proveedores del mismo, así como el planeamiento, gerenciamiento, monitoreo, control y mejoras en la adquisición, desarrollo, operación y soporte [7].

2.1.1 Campo de aplicación

El campo de aplicación para la evaluación y certificación del proceso de desarrollo de software es definitivamente muy amplio, aunque puede verse desde dos contextos diferentes reflejados en la figura 1. Ellos son puntualmente la detección de fortalezas y debilidades en los procesos de desarrollo de software para su posterior mejora, y por otro lado la determinación de la capacidad y habilidad de dicho proceso en conseguir los objetivos del negocio.

Dentro de un contexto que tenga como objetivo la mejora de los procesos de construcción del software, la evaluación

y calificación de los mismos provee los elementos necesarios para categorizar las practicas utilizadas en él. Pudiendo a partir de ello analizar los resultados obtenidos de dicha categorización bajo las necesidades del negocio identificando así las fortalezas, debilidades y riesgos inherentes a los procesos evaluados.



Figura 1. Proceso de evaluación de software

Esto permite determinar si los procesos son efectivos en su búsqueda por alcanzar los objetivos, identificando además las causas que puedan provocar una baja calidad o riesgo en el manejo de costos y tiempos de los proyectos lo que permite determinar aquellos puntos claves que deben ser mejorados. Por otro lado, éste estándar permite analizar los resultados obtenidos de la evaluación contra los modelos de capacidad deseados. De esta forma se puede detectar la diferencia existente entre la situación actual versus la deseada, y tomar las medidas correctivas o adaptativas necesarias para minimizar esa diferencia.

Este estándar hace referencia a la evaluación, en: "An assessment model and indicator guide" que es una guía informativa y proporciona un ejemplo acorde a lo definido en: "A referente model for process and process

capabilities"; en donde se define conceptualmente un modelo bidimensional el cual permite evaluar los procesos y sus habilidades para determinar así la calidad del mismo; para la realización de la evaluación de un proceso. Este ejemplo contempla un conjunto específico de indicadores de capacidades y habilidades del proceso [7].

Relación entre el modelo de referencia y el modelo de evaluación

El carácter conceptual del Modelo de Referencia, deja un entorno ambiguo e insuficiente para la ejecución del proceso de evaluación. Es decir, puede ser considerada una guía que indica que debe ser hecho, pero por la falta de atributos e indicadores medibles no es suficiente para determinar como se debe hacer.

Para esto último, es decir la forma en que se debe seguir un proceso de certificación, la norma no determina una única o mejor forma de hacerlo, sino que simplemente propone unos indicadores compatibles con el Modelo de Referencia a modo informativo en su anexo 5.

Es así como la relación entre el que y el como, es decir el modelo de referencia (que se encuentra definido en la parte 2 del estándar), y el marco de aplicación propuesto como ejemplo para la evaluación o certificación (definido en la parte 5 del estándar).

La evaluación del estándar ISO 15504 permite obtener un perfil de cada uno de los procesos, examinando un número de instancias de cada proceso a cuyos atributos se le asignan valores. El perfil de cada instancia de un proceso se obtiene asignando cuatro valores (no conseguido, parcialmente conseguido, bastante conseguido y completamente conseguido) a cada uno de los nueve atributos de la instancia. Para alcanzar

un nivel de capacidad una instancia del proceso debe ser evaluada como completamente conseguida para todos los atributos asociados con los niveles inferiores, y conseguida en su mayoría por los atributos de ese nivel. El alcance del proceso de evaluación se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Alcance de la evaluación de ISO/IEC 15504.

Como se puede observar en la Figura 2, de acuerdo a ISO 15504 el proceso de evaluación puede comenzar ante una necesidad de mejora de procesos o la necesidad de determinar la capacidad de los mismos. Para poder llevar a cabo la evaluación es necesario partir de un modelo de referencia, que es el que se describe en la parte 2 de la norma, y se necesitan recoger información de entrada a la evaluación (objetivos, restricciones, alcance) para su planificación y los indicadores del proceso. Las salidas de la evaluación permiten que una organización conozca de forma cuantitativa los puntos fuertes y los puntos débiles o riesgos de sus procesos software que pueden ser usados como entrada para las acciones de mejora o simplemente para conocer su capacidad.

2.2 Características del modelo de proceso de referencia

El modelo de proceso de referencia proporciona el mecanismo por el cual se

definen los modelos de evaluación del proceso, y están relacionados con el marco de trabajo de medida definido por ISO/IEC 15504-2.

El modelo de proceso de referencia que se define está basado en ISO/IEC 12207:1995/Amd. 1:2002, y proporciona la base para el modelo de evaluación de proceso.

Para asegurar que los resultados de la evaluación sean compatibles con un perfil de proceso de ISO/IEC 15504 de una manera repetible y confiable, el modelo de proceso de referencia debe cumplir con ciertos requisitos, como son:

- El Modelo de Proceso de Referencia contendrá: Documentación de la comunidad interesada del modelo y las acciones tomadas para alcanzar consenso dentro de esa comunidad interesada.
- Los procesos definidos dentro del modelo de proceso de referencia tendrán descripción e identificación de procesos únicos.
- Las descripciones del proceso en el modelo de proceso de referencia incorporan una declaración del propósito del proceso que describe en un alto nivel los objetivos generales realizados por el proceso, además describe las salidas con las cuales demuestra el logro satisfactorio del propósito del proceso.

Los elementos fundamentales del modelo de proceso de referencia son las descripciones de los procesos dentro del alcance del modelo. Estas descripciones de proceso reunirán los siguientes requisitos [7]:

- Un proceso será descrito en términos de sus propósitos y sus salidas.

- En cualquier descripción de proceso, el fijar resultados del proceso es necesario y suficiente para lograr el propósito del proceso.
- La descripción de los procesos serán tales que ningún aspecto del marco de trabajo de medida son contemplados o aplicados mas allá del nivel escogido.

2.3 Características del modelo de evaluación de proceso

El modelo de evaluación de proceso esta relacionado en uno o más modelos de proceso de referencia. Esto forma la base para la colección de la evidencia y el grado de la capacidad de proceso.

El modelo de evaluación de proceso, proporciona una vista en dos dimensiones de la capacidad del proceso. En una dimensión este describe, que entidades de proceso se relacionan con procesos definidos en el modelo de referencia de proceso específico; esta es llamada la dimensión del proceso. En la otra dimensión, el modelo de evaluación de proceso, describe las capacidades que se relacionan con los niveles de capacidad del proceso y atributos de procesos definidos en el marco de trabajo de medida; esta es llamada la dimensión de la capacidad. La relación se muestra en la siguiente figura 3 (en el eje X, la dimensión del proceso, en le eje y la dimensión de la capacidad)

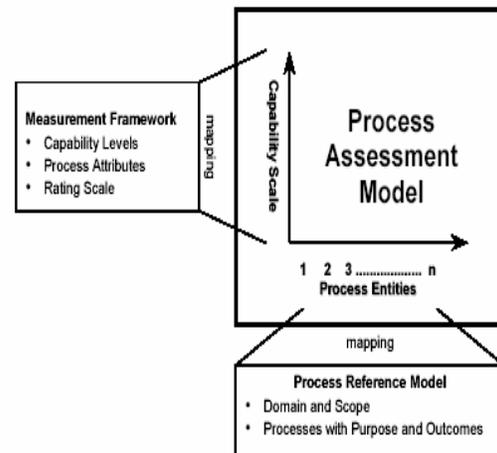


Figura 3. Vistas del modelo e evaluación de proceso

Para asegurar que los resultados de la evaluación son compatibles dentro de un perfil de proceso de ISO/IEC 15504 de una manera repetible y confiable, los modelos de evaluación de proceso fijan ciertos requisitos, entre ellos:

Un modelo de evaluación de proceso, contendrá: una descripción de sus propósitos, alcance y elementos; su guía del marco de trabajo de medida y el modelo de proceso de referencia específico; y un mecanismo para la información constante de resultados.

Alcance del Modelo de Evaluación de Procesos de Desarrollo de Software.

Un modelo de evaluación de procesos relacionará al menos un proceso del modelo de proceso de referencia definido.

Un modelo de evaluación de procesos direccionará, para un proceso dado, todo, o un subconjunto continuo, de los niveles (comenzando con el nivel 1) de el marco de trabajo de medición para la capacidad del proceso de cada uno de los proceso dentro de su alcance [7].

Un modelo de evaluación de procesos declarará su ámbito de cobertura en términos de:

- ✦ El modelo de proceso de referencia seleccionado
- ✦ Los procesos seleccionados tomados del modelo de proceso de referencia.
- ✦ Los niveles de capacidad seleccionados del marco de trabajo de medida.

El modelo de evaluación de proceso estará basado en un conjunto de indicadores que explícitamente guiarán los propósitos y resultados de todos los procesos dentro del ámbito del modelo de evaluación de procesos; y que demuestra el logro de los atributos de proceso dentro del ámbito del nivel de capacidad del Modelo de Evaluación de Procesos [8].

El Modelo de Evaluación del Proceso, proporcionará un mecanismo formal y verificable para la representación de los resultados de una evaluación como un conjunto de niveles de atributos de proceso para cada proceso seleccionado del Modelo de Proceso de Referencia seleccionado [8].

2.2 Modelo de Evaluación de CMMI

Para la evaluación basada en el modelo CMMI se usa el método SCAMPI (Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement) (SEI, 2001). SCAMPI es un método de evaluación aplicable a un amplio rango de modelos de evaluación, incluyendo tanto las evaluaciones internas (valoraciones) como la determinación de la capacidad externa. SCAMPI es un método de evaluación de clase A, de acuerdo a la clasificación establecida en ARC (Appraisal Requirements for CMMI) y puede dar soporte a la conducción de evaluaciones basadas en ISO/IEC 15504 [9].

Al igual que los métodos de evaluación CBA/IPI y SCE las principales fases de la evaluación SCAMPI [9] son:

- Planificación y preparación de la evaluación, en la que se incluyen el análisis de los requisitos de la evaluación (objetivos, alcance, restricciones, etc.), el desarrollo del plan de evaluación, la selección y preparación del equipo, el conocimiento de las actividades y procesos de la organización a evaluar y la preparación de las estrategias de recogida de los datos.
- Realización de la evaluación, en la que se recoge la información necesaria para la evaluación relacionando la información con el modelo de referencia, se verifica y valida la información recogida, se documentan los datos transformándolos en registros que representen la implementación de las prácticas y las fortalezas y debilidades y se generan los resultados de la evaluación en los que se calculan los niveles de capacidad/madurez de los procesos en base a los datos recogidos y la aplicación de algoritmos de cálculo sobre esos datos.
- Informe de resultados, en el que se entregan y archivan los resultados de forma adecuada.

El método SCAMPI, consta de tres fases, que son, planificación y preparación para la evaluación, conducción de la evaluación y reporte de los resultados; en cada una de las cuales se llevan a cabo un conjunto de procesos.

Los resultados de una evaluación se obtienen mediante la aplicación de un conjunto de reglas de negocio aplicadas a cada componente del modelo (prácticas, objetivos, áreas de proceso y niveles de madurez). Estas reglas hacen que sea necesario utilizar herramientas, ya que el método de

evaluación deja de ser una simple encuesta para convertirse en una evaluación detallada y casi matemática. Con la aparición del modelo CMMI y del método SCAMPI, se integran los modelos más representativos de evaluación y mejora de procesos, proporcionando un modelo flexible basado en los dos modos de representación de procesos anteriormente descritos.

Otro modelo de evaluación, es el modelo de evaluación de Light MECPDS, que es el modelo Liviano para la Evaluación de la Calidad de los Procesos de Desarrollo del Software, basado en ISO/IEC 15504 [1]. La figura 4 muestra la estructura lógica de los elementos del modelo de evaluación de este modelo. Como se observa en la figura, un modelo de evaluación de proceso debe estar basado en un modelo de proceso de referencia y un marco de trabajo de medida. Light MECPDS, contiene un marco de trabajo de medida y un modelo de proceso de referencia que deben ser aplicados durante la evaluación de procesos de desarrollo de software.

El proceso de evaluación esta fuera del alcance de Light MECPDS, ya que éste debe ser orientado y realizado por el proceso de mejora iniciado por el programa de mejora de una organización, que utiliza el modelo de evaluación para poder ejecutar el proceso de evaluación.

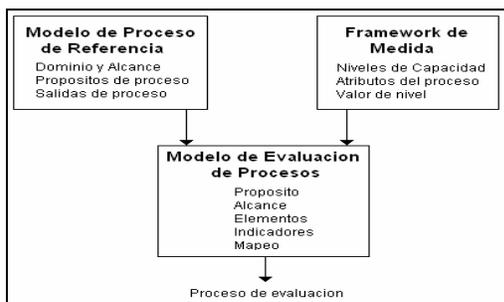


Figura 4. Estructura Light MECPDS

Discusión y Conclusiones

En este artículo se ha presentado un modelo de evaluación de la calidad de los procesos de desarrollo de software.

Para desarrollar este modelo de evaluación se definen algunos de los niveles establecidos por la norma ISO/IEC 15504 y algunos atributos de proceso definidos por la misma norma.

La evaluación realizada con este modelo se adapta a las necesidades de la industria de Software Colombiana, ya que éste se define en términos de las mejores prácticas de las empresas pertenecientes a este sector; además, este modelo permite evaluar los procesos individualmente por lo que se deben escoger los procesos convenientes que se van a evaluar en la organización.

El marco de trabajo presentado en este artículo proporciona a las PyMES un modelo de evaluación adaptado a sus características, ya que dichas PyMES no tienen los medios y recursos suficientes para la aplicación de los modelos de madurez de procesos tradicionales propuestos por el SEI ó ISO.

El Modelo de Evaluación de Procesos de desarrollo de Software ofrece un modelo de evaluación que pretende establecer la base necesaria para la mejora de los procesos evaluados. Dicho modelo está basado en recientes normas del proceso de evaluación de ISO/IEC 15504.

Referencias Bibliográficas

[1] PINO, F. GARCIA, F. PIATTINI, M. Adaptación de las normas ISO/IEC 12207:2002 e ISO/IEC 15504:2003 para la evaluación de la madurez de procesos software en países en desarrollo. 2006.

[2] BUSINESS SOFTWARE ALLIANCE. Promoviendo un mundo digital y seguro. Disponible al 6 de Febrero de 2006 en: <http://www.bsa.org/colombia/>

[3] Agenda de Conectividad, Proyecto PRYMEROS. Disponible al 6 de Febrero de 2006 en: <http://www.agenda.gov.co/>

[4] Fedesoft. II Cumbre Sectorial de entidades relacionadas con las Tecnologías de la Información. Disponible a Marzo de 2004 en: <http://www.fedesoft.org>.

[5] 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.

[6] HOSSEIN, S. NATSU, C. Characterizing a Software Process Maturity Model for Small Organizations. University of Nebraska at Omaha. 1997.

[7] SIMEP-SW. Sistema Integral de Mejoramiento de los Procesos de Desarrollo Software en Colombia. Propuesta de Financiación Unicauca – Sitis – Colciencias. 2003.

[8] Investigación acerca del Estado de la Practica del Procesos de Desarrollo de Software de la Industria del Software del Suroccidente Colombiano. Grupo SIMEP-SW. 2005.

[9] SEI. Standard CMMISM Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPISM), Version 1.1: Method Definition Document. CMU/SEI-2001-HB-001. Software Engineering Institute. 2001.

Anexo 12: Encuesta de Satisfacción del MLM - PDS

OBJETIVO DE LA ENCUESTA:

Determinar aspectos relacionados con la satisfacción de las personas que hicieron uso del **MLM –PDS** para el proceso de medición del proyecto de mejora en las empresas piloto donde se desarrollaron los casos de estudio, y definir las características principales que conllevan al acogimiento y buen uso del formulario de recolección de información y de la interpretación de los resultados de la medición que brinda el **MLM - PDS**.

ENCUESTA DIRIGIDA A LAS PERSONAS INVOLUCRADAS EN LA MEDICIÓN DEL PROYECTO DE MEJORA SPI

Cordial Saludo:

La presente encuesta se realiza con el propósito de conocer las opiniones que se tienen acerca de la medición del proyecto de mejora de la organización, y del grado de satisfacción que genera el **MLM – PDS** en cuanto a la recolección de la información, las medidas que aporta sobre el proyecto y la interpretación de los resultados. Es por esta razón que llegamos a usted con el fin de solicitarle que conteste este cuestionario con la mayor sinceridad posible, le recordamos que no existen respuestas correctas ni incorrectas y que su opinión es muy importante.

Muchas Gracias por su Colaboración.

Por favor, dedique unos minutos a completar esta encuesta, la información que nos proporcione será utilizada para evaluar el nivel de satisfacción general de los usuarios del **MLM - PDS**. Sus respuestas serán tratadas de forma confidencial y solo serán utilizadas para ayudarnos a mejorar.

1. Usted como miembro de la empresa e involucrado en la medición del proyecto de mejora considera que la adopción del Modelo de Medidas **MLM – PDS** permite determinar de manera adecuada aspectos del proyecto relacionados con (Para cada ítem, señale su opción):

	Lo mide Adecuadamente En Alto grado	Lo mide Adecuadamente En Mediano Grado	Lo mide Adecuadamente En Bajo Grado	No lo mide Adecuadamente
Esfuerzo				
Productos de Trabajo				
Roles				
Documentación				
Lecciones Aprendidas				
Optimización del Proceso				

Eficiencia				
Esfuerzo				
Logro de los Objetivos de Mejora				

2. ¿Cree que medir el proyecto de mejora constantemente y mostrar resultados aumenta la motivación y el grado de compromiso de las personas involucradas en el proyecto de mejora?

SI NO

3. ¿Planean seguir utilizando el modelo **MLM – PDS** en próximos ciclo de mejora?

SI NO

4. ¿Consideran necesario que para garantizar la efectividad de proyecto de mejora debe existir la medición continua de sus actividades, productos de trabajo, roles y otros elementos que el proyecto de mejora implica?

SI NO

5. ¿Cree que la medición del proyecto ó ciclo de mejora de su organización los ha ayudado a identificar las debilidades y necesidades de la empresa de manera que sepan enfocar sus esfuerzos? (Señale su opción):

En Alto Grado	En Mediano Grado	En Bajo Grado	Nada

6. Señale el grado de satisfacción en relación a la facilidad de uso de los cuestionarios contenidos en el Formulario de Recolección de la Información del **MLM – PDS** (señale la opción):

En Alto Grado	En Mediano Grado	En Bajo Grado	Nada

7. ¿Considera que los resultados de la medición del proyecto mediante el uso del **MLM – PDS** proporciona una guía que permite tomar decisiones respecto del proyecto en cualquier momento durante la ejecución del mismo (señale la opción):?

En Alto Grado	En Mediano Grado	En Bajo Grado	Nada

8. Indique el grado en que el **MLM – PDS** le proporcionó las herramientas necesarias para determinar aspectos importantes del proyecto de mejora y decidir continuar con el proceso iniciado y para fortalecer los ciclos siguientes (señale la opción):

En Alto Grado	En Mediano Grado	En Bajo Grado	Nada

9. Cree que la medición contribuye a establecer y/o definir aspectos claves a tratar en la ejecución de actividades del proyecto de mejora (señale la opción):

En Alto Grado	En Mediano Grado	En Bajo Grado	Nada

11. En qué medida cree que la medición del programa de mejora, haciendo uso del **MLM – PDS** aporta a los siguientes factores (Para cada ítem, señale la opción):

	En Alto grado	En Mediano Grado	En Bajo Grado	No lo mide
Compromiso en el Programa de Mejora				
Consecución y Control Productos de Trabajo				
Adecuación de Roles según las necesidades				
Calidad en la Documentación				
Aprovechamiento de las Lecciones Aprendidas				
Optimización del Proceso				
Logro de los Objetivos de Mejora				

12. Por favor establezca una calificación según su experiencia en el uso del Modelo **MLM - PDS** a las siguientes características del mismo:

	Siempre	Casi Siempre	Casi Nunca	Nunca
Fácil de Usar				
Fácil de Entender				
Utiliza pocos Recursos				
Fácil de Aplicar				
Resultados apropiados, en el momento que se requieren				

13. Por favor, puntúe su grado de acuerdo/desacuerdo con las siguientes afirmaciones sobre el **MLM - PDS**:

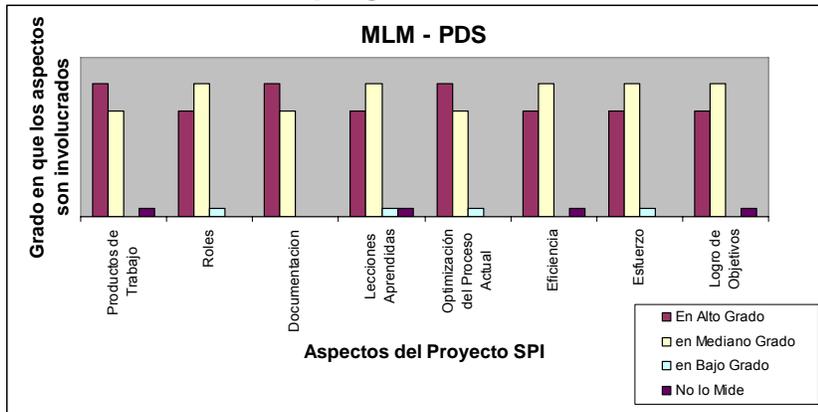
	Completamente de Acuerdo	De Acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Evalúa todos los elementos importantes del Programa de Mejora				
Evalúa de forma justa los elementos del Programa de Mejora				
Ayuda a conocer los elementos que se deben tener en cuenta para un Programa de Mejora				
Contribuye a generar y manejar Lecciones Aprendidas que son de utilidad para el proyecto				
Ayuda en la toma de decisiones de manera eficaz				
Contribuye en la Consecución de los Objetivos de Mejora				
Ayuda a organizar/estimar de forma efectiva tanto planes como recursos				
Identifica los objetivos de mejora en su área de forma clara.				
Establece y permite calcular de forma clara y efectiva las medidas y los indicadores de resultados.				
Contribuye a la comunicación clara de los resultados del éxito en el cumplimiento de objetivos.				
Motiva a su equipo para que mejoren sus habilidades y conocimientos.				

14. ¿En general, cuál es su grado de satisfacción con las medidas que ofrece el **MLM – PDS**, para evaluar la efectividad, desempeño y productividad del proyecto de mejora?

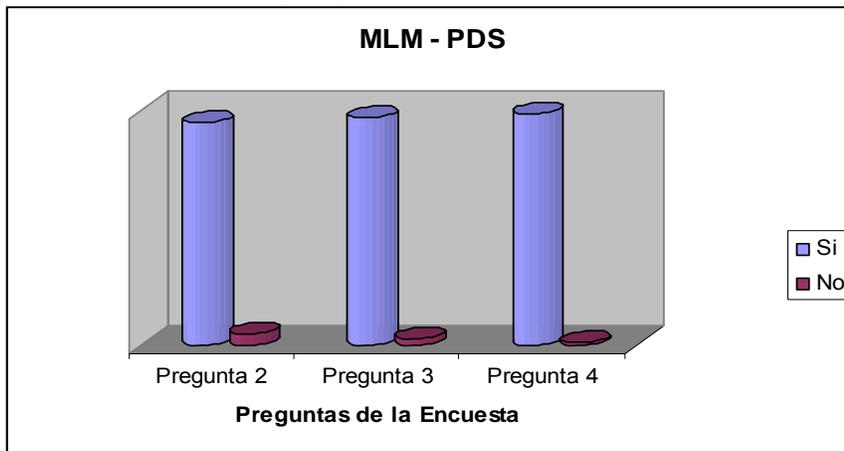
Muy Satisfecho	Bastante Satisfecho	Poco Satisfecho	Nada Satisfecho

Algunos Resultados de la Encuesta

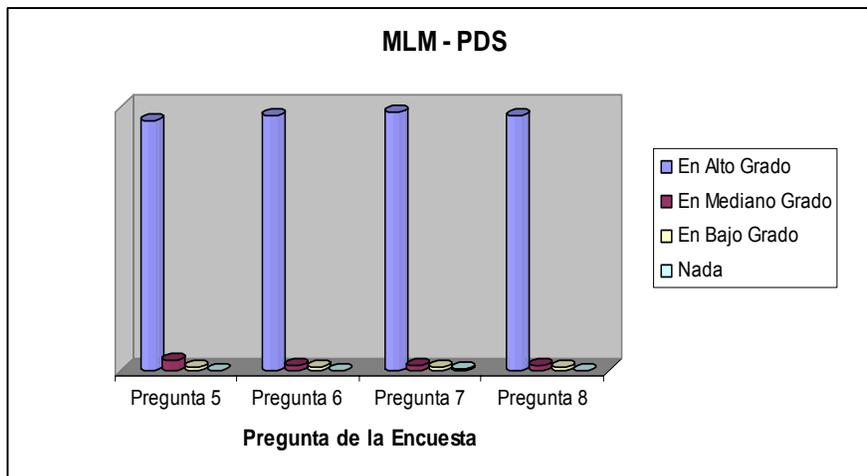
Resultados asociados a la pregunta Número 1 de la encuesta anterior:



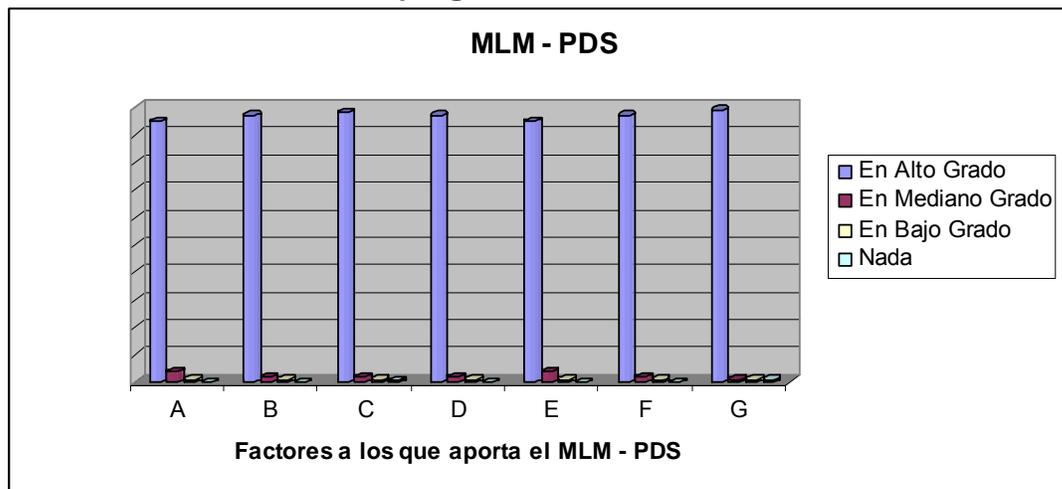
Resultados asociados a la pregunta Número 2, 3 y 4 de la encuesta anterior:



Resultados asociados a la pregunta Número 5, 6, 7, 8, 9 de la encuesta anterior:

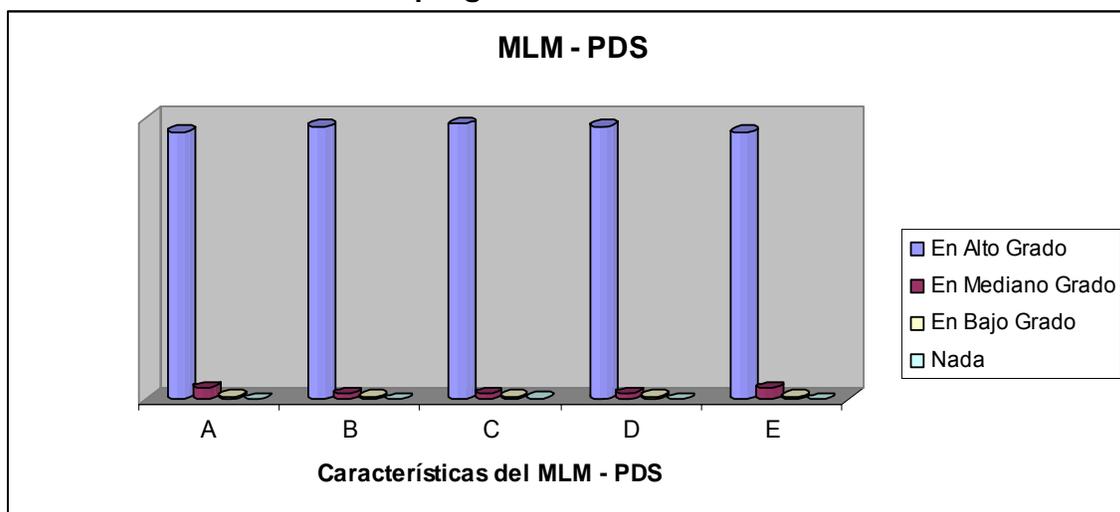


Resultados asociados a la pregunta Número 11 de la encuesta anterior:



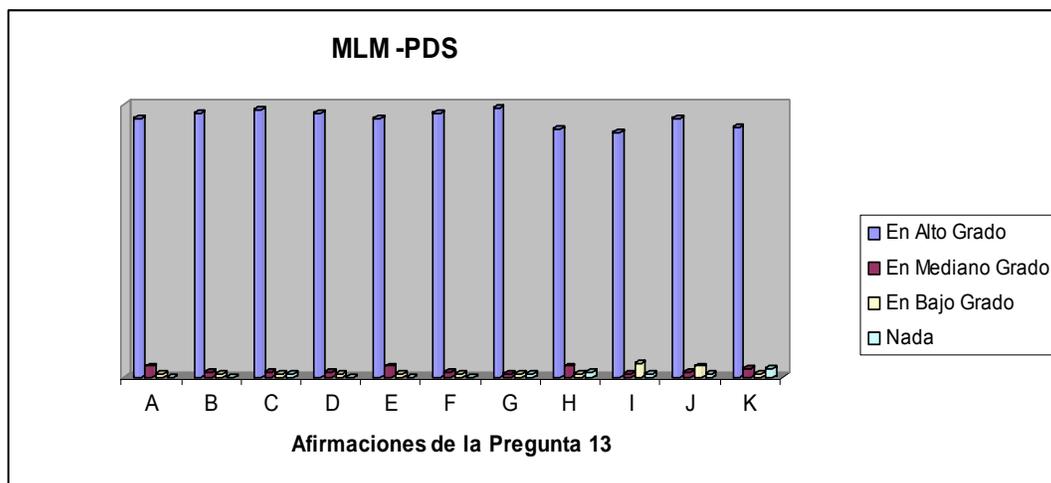
- A: Compromiso en el Programa de Mejora
- B: Consecución y Control Productos de Trabajo
- C: Adecuación de Roles según las necesidades
- D: Calidad en la Documentación
- E: Aprovechamiento de las Lecciones Aprendidas
- F: Optimización del Proceso
- G: Logro de los Objetivos de Mejora

Resultados asociados a la pregunta Número 12 de la encuesta anterior:



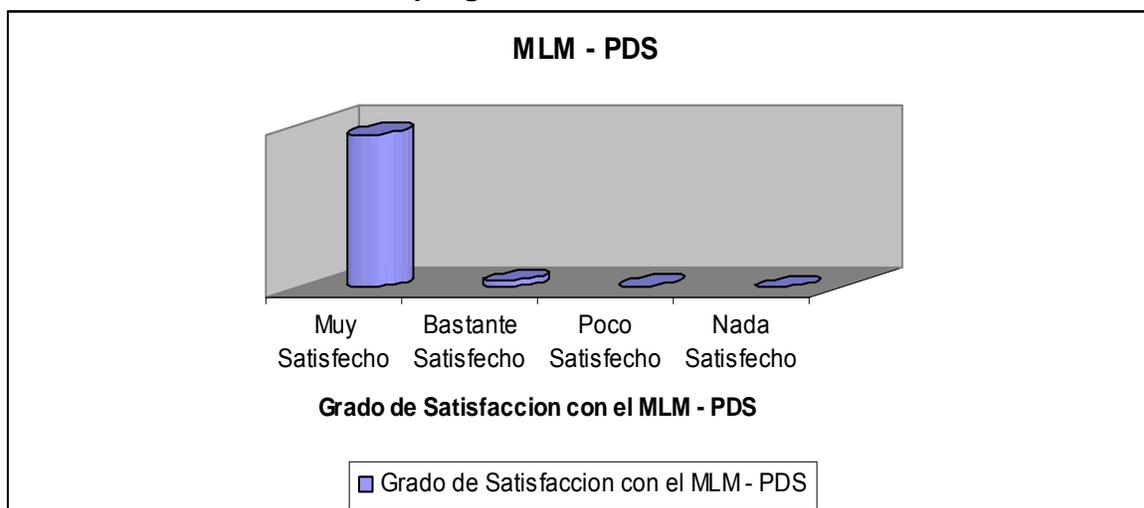
- A: Fácil de Usar
- B: Fácil de Entender
- C: Utiliza pocos Recursos
- D: Fácil de Aplicar
- E: Resultados apropiados, en el momento que se requieren

Resultados asociados a la pregunta Número 13 de la encuesta anterior:



- A: Evalúa todos los elementos importantes del Programa de Mejora
- B: Evalúa de forma justa los elementos del Programa de Mejora
- C: Ayuda a conocer los elementos que se deben tener en cuenta para un Programa de Mejora
- D: Contribuye a generar y manejar Lecciones Aprendidas que son de utilidad para el proyecto
- E: Ayuda en la toma de decisiones de manera eficaz
- F: Contribuye en la Consecución de los Objetivos de Mejora
- G: Ayuda a organizar/estimar de forma efectiva tanto planes como recursos
- H: Identifica los objetivos de mejora en su área de forma clara.
- I: Establece y permite calcular de forma clara y efectiva las medidas y los indicadores de resultados.
- J: Contribuye a la comunicación clara de los resultados del éxito en el cumplimiento de objetivos.
- K: Motiva a su equipo para que mejoren sus habilidades y conocimientos.

Resultados asociados a la pregunta Número 14 de la encuesta anterior:



Referencias Bibliograficas

- [1]. Derniame, J.-C., A.B. Kaba, and B. Warboys, The Software Process: Modelling and Technology, in Software process: principles, methodology, and Technology, C. Montenegro, Editor. 1999, Springer: Germany. p.p. 1-12.
- [2]. Florac, W.A., R.E. Park, and A.D. Carleton, Practical Software Measurement: Measuring for Process Management and Improvement. 1997, Pittsburgh: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. p.p.1-12.
- [3]. Gómez, O., H. Oktaba, F. Garcia, and M. Piattini, A systematic review measurement in Software Engineering: State-of-the-art in measures. 2006, Universidad Castilla-La Mancha: Ciudad Real.
- [4]. Naur P., Randell B. (Eds.): Software Engineering: Report of a conference sponsored by the NATO Science Committee, Garmisch, Germany, 7-11 Oct. 1968, Brussels, Scientific Affairs Division, NATO (1969).
- [5]. Software Engineering Institute. Capability Maturity Model Integration (CMMISM), version 1.1. Software Engineering Institute. 2003. Disponible al 10 de Noviembre de 2006 en: <http://www.sei.cmu.edu/cmml>.
- [6]. Solingen, R.v. and Berghout, E. The Goal Quesiton Metric Method - A practical guide for Quality Improvement of Software Development. Mc Graw Hill. 1999.
- [7]. Chrissis M. B., Konrad M. Shrum Sandy, CMMI®: Guidelines for Process Integration and Product Improvement, Addison-Wesley, 1st Edition, Carnegie Mellon Software Engineering Institute. USA. 2003.
- [8]. ISO. Internacional Organization for Standardization. Norma UNE-EN ISO 9000:2000 Apartado 3.1.1.
- [9]. Software Engineering Institute (SEI -1995). The Capability Maturity Model: Guidelines for Improving the Software Process. Software Engineering Institute. Disponible al 10 de Abril de 2007 en: <http://www.sei.cmu.edu/cmm>
- [10]. Software Engineering Institute (SEI - 2002). Capability Maturity Model Integration (CMMISM), version 1.1. Software Engineering Institute. Disponible al 10 de Abril de 2007 en: <http://www.sei.cmu.edu/cmml>
- [11]. ISO/IEC 15504 TR2:1998, (1998b) Software Process Assessment - Part 7 : Guide for Use in Process Improvement. International Organization for Standardization.
- [12]. ISO/IEC 15504 (1998c) TR2:1998, Software Process Assessment - Part 4: Guide to conducting assessment. International Organization for Standardization.
- [13]. ISO/IEC. (2000). Quality management systems - Fundamentals and vocabulary. ISO 9000:2000. International Organization for Standardization.
- [14]. SCOTT, L. JEFFERY, R. CARVALHO, L. D'AMBRA, J. RUTHERFORD, P. Practical Software Process Improvement – The IMPACT Approach in Proceedings 2001 Australian Software Engineering Conference, pp. 182-189, IEEE Computer Society Press, 2001. The University of New South Wales.
- [15]. PARDO, César, FERNÁNDEZ, Luis. Proceso Ágil para el Mejoramiento de Procesos de Desarrollo de Software para PYMES - Agile SPI - Process. Popayán,

2.006. Trabajo de Grado (Ingenieros de Sistemas). Universidad del Cauca. Facultad Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Departamento Ingeniería de Sistemas.

- [16].** ISO/IEC, Software and Systems Engineering - Guidelines for the application of ISO/IEC 9001:2000 to Computer Software. International Standards Organization, Genova, Switzerland, 2004.
- [17].** GARCÍA, F., RUIZ, F., BERTOIA, M.F., FERREIRA, M., CALERO, C., MORA, B., MARTÍN, M., VALLECILLO, A., y PIATINNI, M., Medición del Software Ontología y Metamodelo. Informe Técnico UCLM-TSI-001. Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información, Universidad de Castilla-La Mancha, España, Noviembre de 2006.
- [18].** BASILI, V. y WEISS, D. A Methodology for Collecting Valid Software Engineering Data. IEEE Transactions on Software Engineering. pp. 728-738. 1984.
- [19].** ROMBACH, H. D. Design measurement: some lessons learned. IEEE Software., pp. 17-25. 1990.
- [20].** CHRISSIS, M. KONRAD, M. SHRUM Sandy, CMMI: Guidelines for Process Integration and Integration and Product Improvement, Addison-Wesley, 1 Edition, Carnegie Mellon Software Engineering Institute, USA, 2003.