

REVISIÓN DE PROPUESTAS DE CERTIFICACIÓN PARA PYMES
COLOMBIANAS QUE PRODUCEN SOFTWARE.

Autor:

JORGE ALBERTO FRANCO ESCOBAR

Asesor: Ing. Ricardo Alonso Hurtado

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
PEREIRA, COLOMBIA
2011

REVISIÓN DE PROPUESTAS DE CERTIFICACIÓN PARA PYMES
COLOMBIANAS QUE PRODUCEN SOFTWARE.

Autor:
JORGE ALBERTO FRANCO ESCOBAR

Informe Final

Asesor: Ing. Ricardo Alonso Hurtado

Acompañamiento: Grupo de Investigación TICs

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
PEREIRA, COLOMBIA
2011

DEDICATORIA

A mi familia por haberme apoyado en todo mi proceso de formación profesional, a mi madre y mi abuela que siempre me han apoyado con su fortaleza y sus ánimos de luchar y seguir adelante sin importar las adversidades que se presentan en nuestro diario vivir y en la memoria de mi padre que aunque ya no se encuentra compartiendo en nuestras vidas, siempre lucho y fomento en mí el deseo de verme formado como un profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

*Por brindarme la sabiduría y la fortaleza necesaria
Para afrontar momentos difíciles de mi vida.*

A mis padres

*Por su apoyo en todo mi proceso de
Formación profesional.*

A mis Amigos

Por su compañía en los buenos y malos momentos.

A nuestros mentores y en especial a nuestro asesor

Por transmitirme su conocimiento y su apoyo.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	11
INTRODUCCIÓN	13
1. JUSTIFICACIÓN	16
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	20
4. OBJETIVOS	25
4.1 OBJETIVO GENERAL	25
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
5. ALCANCES Y LIMITACIONES	26
6. METODOLOGÍA	29
7. MARCO TEÓRICO	31
7.1 IMPORTANCIA Y EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE CALIDAD	31
7.2 DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD EN LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE	36
7.3 CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE	38
7.4 SISTEMAS DE CALIDAD EN EL SOFTWARE	40
7.5 NORMAS DE CALIDAD EN EL SOFTWARE	40
7.6 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE	41
7.7 BASES TEÓRICAS Y LEGALES	42
7.8 PANORAMA NACIONAL EN LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE	43
8. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS INDIVIDUALIZADO DE RESULTADOS	47
8.1 SPI, LOS MODELOS DE MEJORA DE PROCESO PARA PYMES	48
8.2 IMPORTANCIA DE LOS SPI EN LA MEJORA DE PROCESOS DEL SOFTWARE	49
8.3 LAS METODOLOGÍAS ÁGILES, UNA SOLUCIÓN PARA LAS PYMES DE SOFTWARE	58
8.3.1 Valores Expuestos en el Manifiesto Ágil	60
8.3.2 Principios Expuestos en el Manifiesto Ágil	61
8.4 CMMI (CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION)	66

8.4.1 Representaciones.....	70
8.4.2 La Representación Continua	71
8.4.3 La Representación Escalonada.....	74
8.4.4 Representación Continua vs. Representación Escalonada.....	78
8.4.5 ¿Factores Que Pueden Influir La Elección De Una Representación De Otra?	80
8.4.6 Esquema De Evaluación De CMMI	80
8.4.7 Certificaciones CMMI En El Mundo.	82
8.4.8 Situación Actual Del Modelo CMMI Para El Mejoramiento De Procesos De Software En Colombia	83
8.4.9 Certificaciones CMMI En Colombia	88
8.5 ITMark	89
8.5.1 ¿Por Qué Es Importante ITMark?.....	91
8.5.2 Niveles de Certificación ITMark.....	92
8.5.3 Áreas De Procesos Que Evalúa ITMARK	94
8.5.4 Tipos de Evaluaciones reconocidas en ITMark	103
8.5.5 Cronograma General de Actividades.....	105
8.5.6 Validez de la Evaluación y Certificación ITMark.....	106
8.5.7 Certificaciones ITMark en el Mundo.	110
8.5.8 Situación actual del modelo ITMark para el Mejoramiento de procesos de software en Pymes Colombianas.....	111
8.5.9 Certificaciones ITMark en Colombia.....	112
8.6 NORMA ISO/IEC 15504 (SPICE) MODELO DE EVALUACIÓN, MEJORA Y CAPACIDAD DE SOFTWARE	115
8.6.1 Antecedentes de la norma ISO/SPICE.....	116
8.6.2 Objetivo principal de la norma ISO/SPICE	117
8.6.3 Estructura de la norma ISO/SPICE	118
8.6.4 Modelo de Evaluación de Referencia que se Emplea en la Norma ISO/IEC 15504	122
8.6.5 Modelo de Capacidad (Nivel de Madurez de la Organización).....	122
8.6.6 Perfiles de Procesos.....	124
8.6.7 Situación Actual de la Norma ISO/IEC 15504	125
8.7 MODELO ÁGIL LIGHT MECPDS	129

8.7.1	Propósitos de Light MECPDS	135
8.7.2	Framework de Medida de Light MECPDS.....	136
8.7.3	Situación Actual del Modelo Ágil Light MECPDS en Colombia	140
8.8	INICIATIVAS PARA EL IMPULSO DEL DESARROLLO DEL SOFTWARE EN COLOMBIA.	141
8.8.1	Elección del Modelo Adecuado Según el Tipo de Empresa Colombiana.	145
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	149
10.	BIBLIOGRAFÍA	152

LISTA DE TABLAS

No.	Nombre	Pág.
1	<u>Costes económicos asociados a las evaluaciones o certificaciones</u>	54
2	<u>Niveles de evaluación de capacidad en la representación continúa.</u>	73
3	<u>Niveles de evaluación de madurez en la representación escalonada.</u>	76
4	<u>Ventajas de la representación continúa Vs representación Escalonada</u>	78
5	<u>Certificaciones CMMI en el Mundo.</u>	82
6	<u>Certificaciones CMMI en Colombia.</u>	88
7	<u>Resultados Evaluación de Negocios</u>	99
8	<u>Niveles de Madurez y Áreas de Proceso</u>	102
9	<u>Cronograma General de Actividades Modelo ITMark</u>	106
10	<u>Evaluación inicial ITMark</u>	107
11	<u>Certificaciones ITMark en el Mundo.</u>	110
12	<u>Certificaciones ITMark en Colombia.</u>	112
13	<u>Estado de certificaciones de calidad en el software en España – Norma ISO/IEC 15504</u>	127
14	<u>Atributo de Realización del Proceso</u>	138
15	<u>Cumplimiento de Niveles de Capacidad</u>	139
16	<u>Determinación del Nivel de Capacidad General en Light MECPDS</u>	139
17	<u>Comparación entre propuestas de certificación del Software.</u>	147

LISTA DE FIGURAS

No.	Nombre	Pág.
1	<u>Crecimiento de la industria con cifras que superan las expectativas.</u>	15
2	<u>Segmentación de la industria del software Colombiana</u>	22
3	<u>Participación del tamaño de las compañías de software en Colombia.</u>	23
4	<u>Reducción de Costos y Aumento en la satisfacción del Cliente, como indicadores primarios de la mejora del proceso.</u>	50
5	<u>Normas, Modelos y Metodologías Orientadas a Procesos y Orientadas a Productos.</u>	51
6	<u>Motivos que llevan a las empresas a implementar un modelo de mejora de procesos</u>	57
7	<u>Mejoras obtenidas tras la implantación del modelo de calidad</u>	58
8	<u>Modelos de Mejora de Procesos para la Industria Colombiana.</u>	65
9	<u>Estructura de los componentes del modelo CMMI representación continua.</u>	72
10	<u>Estructura de los componentes del modelo CMMI representación escalonada.</u>	75
11	<u>CMMI: Las principales compañías de software del país ya han sido certificadas.</u>	85
12	<u>Distribución de empresas en el mundo certificadas en los diferentes niveles de CMMI</u>	87
13	<u>Grados ITMark y Niveles CMMI.</u>	94
14	<u>Resumen de áreas de procesos de ITMark.</u>	95

15	<u>Herramienta 10-Squared</u>	97
16	<u>Ejemplo de Resultados de Evaluación de Negocios</u>	98
17	<u>Evaluación de seguridad de la información</u>	99
18	<u>Resultados Evaluación de Seguridad de la Información</u>	100
19	<u>Evaluación CMMI-Dev Clase C</u>	104
20	<u>Resultados Evaluación CMMI Clase B</u>	105
21	<u>Proceso de Certificación ITMark.</u>	106
22	<u>Estructura de la norma ISO/IEC 15504</u>	119
23	<u>Niveles de Capacidad ISO/IECTR 15504</u>	123
24	<u>Niveles de Capacidad y atributos de proceso de la norma ISO/IEC 15504.</u>	124
25	<u>Perfiles de Calificación de Proceso</u>	125
26	<u>Arquitectura preliminar para SIMEP-SW</u>	131
27	<u>Estructura Interna de Light MECPDS.</u>	134

RESUMEN

Motivar la implantación de modelos, normas y metodologías reconocidas internacionalmente que buscan ser una guía para lograr la calidad en las Micro y Pequeñas Empresas desarrolladoras de Software Colombianas (Pymes), es una necesidad imperante para la búsqueda de una industria competitiva no solo en contextos regionales sino también internacionales.

Los modelos reconocidos en la actualidad en la industria del software, representan un alto riesgo en su adopción para una Pyme Colombiana. Lo anterior se debe a que los principales modelos reconocidos a nivel internacional fueron desarrollados principalmente para ser implantados por empresas con una trayectoria marcada, experiencia notable, disponibilidad de recursos económicos y entre otras características que imposibilitan que una pyme en el contexto colombiano pueda aspirar fácilmente a la implementación de un modelo de calidad.

El presente informe pretende Explorar y analizar el estado de las propuestas, certificaciones y organizaciones enfocadas en el mejoramiento de la calidad en el software Colombiano. Analizar el impacto generado en la industria en los últimos años y revisar cuáles son las propuestas y certificaciones mas empleadas por las grandes empresas y pymes colombianas.

Lo anterior busca definir el estado actual de las certificaciones mas empleadas en Colombia, conocer nuevas propuestas, nuevas iniciativas enfocadas en la Pyme y la gran empresa desarrolladora de software, verificar la implantación de modelos internacionales, su aceptación y viabilidad en el mercado Colombiano.

PALABRAS CLAVE: Mejora de Procesos de Software (SPI), CMMI, ITMark, ISO/IEC 15504, Agile MECPDS.

ABSTRACT

Encourage the implementation of models, internationally recognized standards and methodologies that seek to be a guide to quality in the Micro and Small Business Software developers Colombia (Pymes), is a compelling need to search for a competitive industry not only in regional but also international contexts.

The currently recognized models in the software industry represent a high risk for its adoption in a Colombian Pyme. This is because the major internationally recognized models were developed primarily to be implemented by companies with strong track record, significant experience, availability of financial resources and other aspects that make it impossible that a Pyme in the Colombian context can easily aspire to the implementation of a quality model.

This report aims to explore and analyze the status of proposals, certifications and organizations focused on improving software quality in Colombia. Analyze the impact generated in the industry in recent years and review the proposals and the certifications most frequently used by big companies and Pymes in Colombia.

This seeks to define the current state of the certifications most frequently used in Colombia, meeting new proposals, new initiatives focused on Pymes and large software Development Company, to verify the implementation of international standards, acceptance and viability in the Colombian market.

KEYWORDS: Software Process Improvement (SPI), quality, CMMI, ITMark, ISO/IEC 15504, Agile MECPDS.

INTRODUCCIÓN

En el mundo de hoy, la dependencia generada por parte de la sociedad a las tecnologías de la información. La demanda generada por usuarios que reclaman servicios que den solución a sus necesidades y las exigencias de un entorno cambiante, han impulsado un número significativo de compañías desarrolladoras de software a buscar soluciones enfocadas en mejorar organizacional y estratégicamente sus procesos para desarrollar productos software de mayor calidad con el objetivo de ser más competitivos en el mercado.

En Colombia, muchas de las soluciones propuestas por compañías que hacen parte de la industria del software no cumplen con los requerimientos mínimos que satisfagan las necesidades puntuales de sus clientes, ni mucho menos que les permita competir a nivel de calidad del software en mercados internacionales, provocando problemas de diversa índole que pueden acarrear no solo grandes costos de inversión si no de mantenimiento, administración, adecuación y reparación de las soluciones software implantadas. Es por este motivo que surgen diversas propuestas, metodologías y guías avaladas por organismos reconocidos en el área de la calidad del software a nivel internacional, enfocadas en auditar y certificar la forma como las empresas que desarrollan software producen soluciones de mayor calidad.

La mejora de la calidad en los procesos de desarrollo de software, busca identificar y evaluar los requerimientos y atributos iniciales que serán la base para desarrollar un software que cumpla y llene las expectativas del cliente que presenta una necesidad específica, tal y como se describe en la definición de calidad del software propuesto por la IEEE. “La calidad del software es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario” (IEEE, Std 610-1900). Si un error puede corregirse a edad temprana desde el diseño y la planeación inicial del software, se evitará en un futuro peligros y errores que pueden abarcar desde mensajes en la pantalla de una computadora hasta

catástrofes significativas como el sistema de navegación de un avión. Estos errores después de construido el software serán difíciles de corregir. Por esta razón si se busca la manera de evitar cualquier tipo de incidencia en la construcción de software muchas empresas se podrán ahorrar tiempo, recursos, dinero e inclusive vidas humanas. Por lo anterior certificar la calidad en el software, es una de las motivaciones más grandes que existen en los mercados relacionados con las tecnologías de la información.

Posicionar el nombre de nuestro país en cuanto a la calidad en el software y lograr una buena imagen que llene las expectativas en mercados internacionales, es una tarea ardua pero es un resultado que se logra cuando en conjunto todas las empresas y organizaciones que hacen parte de las tecnologías de la información tanto del sector público y privado se marcan objetivos y generan una cultura de mejoramiento de la calidad en el software. El avance con lo anterior se ha evidenciado en los últimos años en Colombia notándose cambios importantes en la generación de nuevos mercados a nivel internacional, un ejemplo de ello según uno de los informes emitidos por Fedesoft. Es la facturación de casi 9 Millones de Dólares en los años 2005 - 2009 en productos software que han sido exportados a otros países, y cuyo crecimiento con respecto a años anteriores se vio representado en un 6% finalizando el año 2009. (Fedesoft, 2010)¹.

Las alianzas con países vecinos ha impulsado nuestra economía y ha afianzado la exportación de un número mayor de productos software, siendo Ecuador con un 48%, Estados Unidos con un 28% y Costa Rica con un 24% los países en donde más se exporta software Colombiano. Otros países como Venezuela, Perú, Puerto Rico, Chile, México, Guatemala, Honduras, El Salvador, República Dominicana y España han sido representativos en nuestros mercados y en las relaciones de exportación de productos software,

¹ <http://www.fedesoft.org>. (FEDESOFTE) Federación Colombiana de Software. Es la entidad gremial con mayor representatividad del sector de las Tecnologías de la Información en Colombia, que agremia a la Industria de Software y Tecnologías Informáticas Relacionadas.

con un crecimiento promedio en el año 2009 de 8.4% como lo demuestra la figura 1.

Figura 1. Crecimiento de la industria con cifras que superan las expectativas



Fuente: Federación Colombiana de Software (FEDESOFTE)

A pesar de que los reportes emitidos son alentadores, aun existe mucho trabajo por realizar. Generar una cultura de calidad cuyo resultado permita generar productos software competitivos a nivel nacional e internacional, es una tarea que nos compete a todos, trazar una buena imagen e impulsar el surgimiento de nuevos mercados es la tarea a seguir. Para ello se hace necesaria la búsqueda de objetivos en común entre todas las organizaciones que hacen parte de las tecnologías de la información, que permitan traspasar barreras geográficas, buscar nuevos mercados, hacer uso de metodologías estandarizadas para el mejoramiento de la calidad, y el apoyo de parte del sector privado que permita generar inversión de capital y de formación estratégica y empresarial que genere confianza y nuevos mercados a nivel internacional.

1. JUSTIFICACIÓN

El concepto de calidad en el área empresarial, la motivación de generar nuevas estrategias a nivel local y la necesidad de competir en mercados internacionales, han suscitado el interés en diversas pymes desarrolladoras de software la implantación de normas, modelos y metodologías que permiten mejorar y alcanzar una notable madurez de sus procesos y como consecuencia alcanzar la calidad en su producto final software.

Es así como la calidad ha sido enmarcada como un ente importante en el mejoramiento de los procesos de desarrollo de aplicaciones de software de las organizaciones y Pymes Colombianas que hacen parte de sector de las tecnologías de la información, propiciando el surgimiento y la implantación de nuevos modelos y prácticas que conllevan a generar nuevos métodos y estrategias de innovación en la fabricación de productos software a nivel global. Es así como el Doctor Fernando Sánchez, Gerente del Grupo Delaware, reflexiona en el artículo “Certificación de software: por qué minimizar el coste por fallos en los desarrollos” sobre la importancia de asegurar la calidad en los desarrollos de software. Define la importancia de la certificación del software impulsando la madurez de la organización, innovación de los procesos, la búsqueda de objetivos claros y la detección temprana de errores. “Al certificar la calidad de software se pretende fundamentalmente reducir el número de incidencias en la puesta en producción gracias a la detección temprana de defectos, reduciendo así el coste total del desarrollo. Paralelamente se pretende mejorar la percepción de los usuarios del producto final y tener un mecanismo sistematizado de control de la calidad del software entregado por los proveedores.” (Sánchez, 2009)

Con base en la importancia que representa la calidad del software para nuestro contexto, el presente informe busca realizar una revisión general de las propuestas de certificación para pymes colombianas que producen software, el cual permite adquirir una visión más amplia sobre el estado actual de las

certificaciones, normas, modelos y metodologías existentes que son más aptas para las pymes según la idiosincrasia colombiana contribuyendo a:

- A. Reconocer los beneficios que genera el cumplimiento de prácticas reconocidas a nivel internacional, que permiten gracias a una serie de pasos sistemáticos alcanzar productos de calidad avalados por organismos certificadores de calidad.
- B. Analizar la importancia y la acogida que está tomando el tema de la certificación de la calidad de procesos en la industria del software por parte de las pymes colombianas en la búsqueda de la reducción de errores en los procesos, plantificación de actividades, incremento de la productividad, cumplimiento de plazos y presupuestos, mejoramiento de la visión y la misión empresarial.
- C. Propiciar la importancia de segmentar, implantar y generar nuevas normas, metodologías y modelos según la estructura de una compañía desarrolladora de software, la cual permita señalar cuál es la más apta para ser empleada tanto por pymes Colombianas como empresas de un tamaño mucho mayor.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de las tecnologías de información, el software, ha supuesto un avance social y económico que ha revolucionado la industria en general.

El uso del mismo se ha convertido poco a poco en parte de nuestro diario vivir y muchas Pymes y empresas en general no serían lo que son hoy en día si no fuera por la facilidad y la simplificación de los procesos que representa el software en nuestras vidas. Lastimosamente la calidad en el mismo no parece estar ligada al avance que se ha venido presentando en los últimos años, los procesos que permiten alcanzar la calidad en el software aun siguen siendo muy rudimentarios y poco reconocidos en contraste con los avances que se presentan a diario en la industria.

El problema anterior no es que no existan modelos, normas o metodologías implantadas en el sector que sirvan como guías para alcanzar la calidad en el software o que no existan organismos que permitan certificar la calidad del mismo, el problema es la poca difusión que se presenta y la poca especialización en el contexto de la calidad del software, además de la notable carencia de políticas en el entorno que propicia que los entes certificadores y sus modelos o metodologías reconocidos a nivel internacional no sean difundidos con la propiedad con la que deberían realizarse puesto la importancia que significa para la industria de Software Colombiana.

La poca demanda que se presenta en la actualidad con relación a la certificación de la calidad en el software, está provocando que las aplicaciones o proyectos desarrollados por las Pymes colombianas no sean competitivos en el mercado nacional ni en el internacional, y por lo tanto muchos de estos proyectos conlleven a la inutilización, pérdida de inversión y decepción por parte de clientes que no cumplen con sus expectativas en el producto final. El problema con lo anterior es que las Pymes colombianas no toman acción sobre esta situación, ya que existe un desconocimiento generalizado sobre las normas y certificaciones existentes y aptas para el nivel y el entorno socioeconómico Colombiano. Además del desconocimiento por parte de la

industria, los costos actuales de certificación de modelos y metodologías reconocidas son muy elevados sin tener en cuenta el tiempo y el esfuerzo que se debe invertir en el proceso, ya que como es bien sabido, la calidad cuesta, tanto para quien la compra, como para quien la aplica en sus productos.

En el momento en que una Pyme desarrolladora de software decide cumplir y competir en cuanto a la calidad, puede significar años de lucha y demasiados gastos administrativos de forma constante, estos gastos podrán aumentar y dilatarse él en tiempo si no se tiene conocimiento sobre el estándar, norma o modelo a elegir como guía para alcanzar la certificación. Es sumamente importante tener conocimiento de que se va a implementar según el entorno en el que se encuentre cualquier Pyme o empresa desarrolladora de software.

Lo anterior, propicia el desinterés de muchas empresas Colombianas en la certificación de procesos de calidad como se tiene a continuación:

- Adoptar un modelo significa altos costes.
- Significa cambiar la filosofía de trabajo de cualquier compañía.
- La organización debe modificarse desde sus bases.
- La implantación de un departamento de calidad con contrataciones de personal cualificado en temas de calidad.
- No se puede medir ni calcular exactamente el retorno de la inversión.

También es importante para las Pymes tener en cuenta que la implantación de un modelo o certificación de calidad, no brindará los resultados esperados a corto plazo, por lo cual la sensación por parte de las empresas es que es una inversión de mucho esfuerzo y dinero en el cual no verán los beneficios prontamente.

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La industria del software Colombiana poco a poco ha ganado terreno en los diversos sectores productivos. Los sectores públicos y privados poco a poco han iniciado el proceso de incorporación de nuevas tecnologías en sus actividades que les permite ser mucho más eficaces. De la mano de este fenómeno se ha experimentado un incremento constante en la producción de software, logrando un nivel de madurez mucho mayor, que con los incentivos apropiados, podría mejorar hasta alcanzar niveles altos y su posicionamiento a escala internacional.

Sin embargo, la adopción de Tics ha estado influenciada por diversos tipos de dificultades, uno de ellos y más importante es de naturaleza estructural y tiene que ver con el estado de desarrollo y repartición de recursos del país. La economía y el desarrollo de la industria de Colombia es muy pequeña para la población que tiene. A pesar de lo anterior, los análisis siguen siendo alentadores, según el director de Planeación Nacional, Esteban Piedrahita, (Elespectador.com, 2010) “El ingreso per cápita de los colombianos se elevó a los US\$5.000 produciendo una mejora desde los US\$2.000 en que se encontraba en el pasado, lo que significa que el ingreso promedio para un colombiano podría alcanzar los 11,7 millones de pesos”. Lo anterior es motivador para la industria Colombiana, el problema principal es que este ingreso tiene una muy mala distribución. De acuerdo a datos del Banco Mundial (2000), la distribución del ingreso medida por el coeficiente de GINI² señala a Colombia como uno de los países con una de las peores distribuciones del ingreso del mundo. De acuerdo a este índice, el GINI de Colombia es de 57,1, el cuarto más alto entre todos los países que señala el Banco Mundial, después de Sierra Leona, la República de África Central, Brasil y Sur África.

² El coeficiente de GINI es un indicador de concentración del ingreso, el cual varía entre cero y uno. Si el valor del coeficiente se acerca a cero esto significa que dicho país tiene un bajo nivel de concentración de ingreso; es decir la distribución es más eficiente. Lo contrario sucede si el coeficiente se acerca a 1.

Naturalmente, el bajo ingreso y mala distribución van a afectar negativamente la adopción de las Tics y el desarrollo tecnológico en Colombia.

Conocer el estado actual de la industria Colombiana del software es esencial para comprobar el avance de la misma y puede ser medida a través de 3 factores. La primera siendo una medición enfocada al mercado interno o PIB³ que con relación al software representa el 0.2% del total del PIB de las industrias en Colombia, con valores entre 165 millones de dólares de facturación en servicios TI y 270 millones de dólares en cuanto a software empaquetado, generando en total un promedio de entre 435 y 500 millones de dólares facturados anuales. (Vive Digital Colombia, 2011).

El segundo factor de medición se basa en la “Fragmentación” o número total de empresas segmentadas por tamaño, siendo las Pymes el número más representativo y siendo las grandes compañías un número minoritario en este tipo de análisis comparativo.

El tercer factor se encuentra enfocado por las actividades generadas por las compañías en donde el porcentaje más alto con un 84% es la “Instalación y Comercialización de Software”, obteniendo una diferencia considerable en cuanto a temas de Consultoría, Desarrollo de software a la medida, implementación de software y siendo el de servicios de soporte y mantenimiento el porcentaje de actividades más bajo en la industria colombiana.

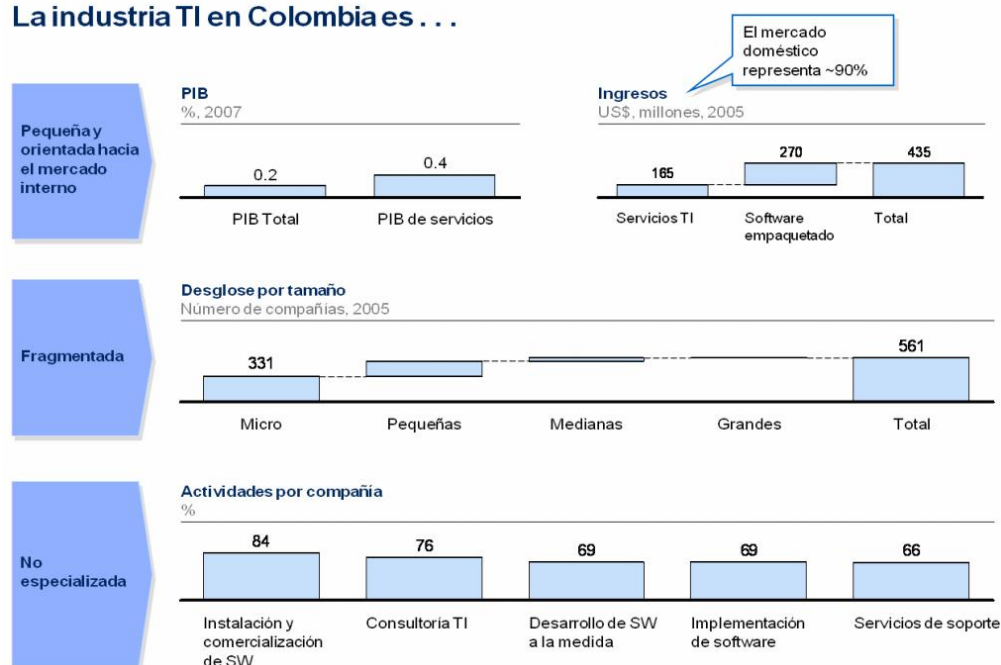
En el año 2009 en Colombia, la industria del software tuvo un crecimiento del 7.7% en comparación con el 8.9% de Latinoamérica, generando 16 mil nuevos empleos directos en el país y exportando a 13 países, una cifra motivadora para la industria pero que podría mejorar explica el presidente de la junta directiva de Fedesoft Alberto Pradilla. “Este porcentaje podría aumentar

³ PIB (Producto Interno Bruto). Es la principal macro magnitud existente que mide el valor monetario de la producción de bienes y servicios finales de un país durante un período de tiempo (normalmente un año).

sobremanera, siempre y cuando las empresas nacionales inviertan en nuevas tecnologías”, (Fedesoft, 2010). Es importante aclarar que los resultados no se verán de la noche a la mañana, más cuando el tema en cuanto a la certificación de software no se ha difundido con la claridad con la que debería realizarse. Colombia puede en un futuro ser un país con claro posicionamiento en el mercado de software internacional pero primero se necesitan dar los primeros pasos para lograrlo.

Figura 2. Segmentación de la industria del software Colombiana.

La industria TI en Colombia es . . .



Fuente: Estudio de previsión tecnológica industrial (Universidad Nacional): Agenda interna; DNP: EASDANE (2005), EDIT. DANE (2006) y DATA ANALISIS (2005); Superintendencia de Sociedades.

Según se muestra en la Figura 2. Existen muchas limitaciones actualmente en la industria del software de nuestro país, el 90% de los ingresos de software en Colombia se obtienen a través del mercado domestico, poco especializado con conocimientos empíricos, con evaluaciones no auditadas y sin guías especializadas como lo son las normas, modelos o metodologías de calidad en el software implantadas por organismos reconocidos, por lo general estas

limitaciones y dificultades conllevan a la improvisación, la falta de planeación, dimensionamiento inadecuado, beneficios y costos sobreestimados.

Figura 3. Participación del tamaño de las compañías de software en Colombia.



Fuente: IDC 2010

Pero no solo la poca especialización del sector es determinante para el crecimiento de la industria del software, Según se muestra en la Figura 3. La poca representación de las grandes y medianas compañías de software en la industria contribuyen a limitar el avance y desarrollo de nuestros mercados, dejando con mayor representación a Pymes que son conformadas por micro y pequeñas empresas, las cuales no se encuentran preparadas ni cuentan con los recursos para abordar las normas, modelos y metodologías más representativos en la industria como lo son CMM, CMMI (Capability Maturity Model Integration)⁴, ISO/IEC 15504 (SPICE)⁵, principalmente porque estos

⁴ CMMI (Integración de Modelos de Madurez de Capacidades o Capability Maturity Model Integration) Es un modelo para la mejora y evaluación de procesos para el desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software. Creado en el año 1991 por el ESI, se encuentra orientado a la garantía de calidad del software, y a la acreditación de empresas desarrolladoras de software en función del nivel de madurez de sus procesos de producción.

⁵ ISO/IEC 15504, también conocido como *Software Process Improvement Capability Determination*, abreviado SPICE. Es un modelo para la mejora y evaluación de los procesos de

fueron desarrollados para compañías complejas que laboraban para el desarrollo de aplicativos software del Departamento de Defensa de Países como Estados Unidos, Reino Unido o España. Lo anterior conlleva a que la tarea además de incentivar la certificación y el mejoramiento de la calidad del software en Colombia, sea necesario motivar la creación de agentes y organismos de certificación que motiven el desarrollo de metodologías y procesos ágiles basados en certificaciones para empresas de trayectoria y experiencia adaptables a las micro y pequeñas empresas, que en Colombia son las más representativas para la industria.

desarrollo y mantenimiento de sistemas de información y productos de software. Creado en el año 1998 por la ISO aprobando la realización del proyecto SPICE de donde surgió dicho modelo.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Explorar y analizar las normas, modelos, metodologías y propuestas de certificaciones de calidad del proceso de desarrollo de software y proponer las más adecuadas para las Pymes colombianas

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el estado de los modelos, normas, metodologías, propuestas, certificaciones y organizaciones que permiten auditar los procesos de calidad de desarrollo de productos software en las Pymes Colombianas.
- Detectar y Cualificar cuáles son las normas, modelos, metodologías, propuestas y certificaciones de calidad en el software mas empleadas por las Pymes Colombianas.
- Analizar el impacto generado en las Pymes colombianas el uso de las certificaciones de calidad del software

5. ALCANCES Y LIMITACIONES

Con el presente informe se pretende realizar una exploración general sobre los organismos de certificación enfocados en el mejoramiento de la calidad de los procesos del desarrollo de software más importantes en la industria colombiana.

La exploración llevada a cabo busca principalmente definir cuáles son los organismos que tienen más importancia en nuestro entorno. Hasta hace un tiempo según Fedesoft, en Colombia solo se empleaba como organismo acreditado de certificación la ISO (International Organization for Standardization)⁶. Sin embargo en los últimos años, un gran número de empresas pertenecientes a la industria del software han avanzado buscando certificaciones de calidad más reconocidas, rigurosas y exigentes que se adaptan a sus necesidades puntuales y las prepara para incursionar en mercados de orden internacional (Cultura E, 2010). Dentro del presente informe se analizarán modelos, guías y metodologías reconocidas desarrolladas por organismos como el ESI (European Software Institute)⁷, e ISO siendo estos los entes de certificación más reconocidos nivel nacional e internacional.

Dentro de los organismos de certificación mencionados es importante destacar que existen dos tipos de modelos, que difieren uno del otro en diversas características y se encuentran desarrollados para ser implantados según las

⁶ ISO (Organización Internacional de Normalización) Es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. Su función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones a nivel internacional.

⁷ ESI (European Software Institute), Es una organización sin ánimo de lucro creada en 1993 por la Comisión Europea con el apoyo del Gobierno Vasco y de varias empresas europeas relacionadas con los campos de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, Su objetivo principal es difundir el uso de mejores prácticas y estándares de la Ingeniería de software para ayudar a otras organizaciones relacionadas con Tecnologías de la información a producir software de mejor calidad.

necesidades de las empresas que desean acreditar sus procesos. Estos tipos de modelos de certificación del software se enfocan principalmente en la mejora de los procesos de desarrollo de software (Modelos Orientados a Procesos) y en la mejora del ciclo de vida del producto (Modelos Orientados al Producto).

El motivo por el cual se tienen dos tipos de modelos a nivel de certificación de calidad del software es porque no es viable ni posible emplear cualquier tipo de modelo a cualquier tipo de empresa, puesto que la complejidad de alguno difiere del otro. En el presente informe, no se realizará mayor énfasis en el grupo de modelos orientados al producto, ya que su principal objetivo con relación a la mejora de la calidad consiste principalmente en aplicar un modelo de pruebas en el ciclo de vida del software sobre los productos obtenidos y ya finalizados, basándose en el establecimiento de varios puntos de testeo y verificación sobre las etapas del ciclo de vida del software (requisitos, análisis, diseño y construcción). La aplicación de la búsqueda de la calidad mediante los modelos orientados a producto surge o se actualiza de acuerdo a la evolución tecnológica del país donde se apliquen y depende en gran medida de la empresa que lo use siendo poco viable su implantación debido a que la estructura de cada organización es distinta y las soluciones existentes en la industria no son fácilmente generalizables, siendo muy poco implementado y reconocido en la industria del software en Colombia.

Por su parte los modelos orientados al mejoramiento de los procesos y la capacidad de software se están haciendo cada vez más importantes, muestra de ello es la aparición de gran cantidad de iniciativas y modelos encaminados en mejorar la capacidad y la madurez de los procesos que emplean las empresas para alcanzar la calidad de sus aplicaciones desarrolladas. Cada modelo tiene una serie de normas y estándares destacables que serán analizados en el presente informe como lo son CMMI, ITMark⁸, la NORMA

⁸ITMark Es el primer modelo de calidad internacional diseñado específicamente para las pequeñas y medianas empresas. Creado en el año 2004 por el ESI, enfocado hacia la mejora de procesos en Pymes del sector de tecnologías de información.

ISO/IEC 15504 y el modelo ágil Light MECPDS (Modelo Ligero de Evaluación de la Calidad de Procesos de Software)⁹.

⁹Light MECPDS (Modelo Ligero de Evaluación de la Calidad de Procesos de Software) Es un modelo de mejoramiento de procesos del software ágil basado en la norma ISO/IEC 15504:2003 aplicable a micro y pequeñas empresas de manera fácil y económica, con pocos recursos y en poco tiempo. Desarrollado bajo el proyecto SIMEP-SW financiado por Colciencias y desarrollado por la Universidad del Cauca en Colombia.

6. METODOLOGÍA

La metodología utilizada consiste en realizar una revisión general y un estudio exploratorio sobre la situación actual de la certificación de calidad en las empresas productoras de software Colombianas, los entes de certificación existentes y las normas, modelos y metodologías implantadas por pymes y empresas de gran tamaño que les ha servido de guía y apoyo para ser competitivos en mercados nacionales e internacionales.

Para llevar a cabo la recolección de la información, se busca analizar la bibliografía y documentación relacionada con la calidad en el software en Colombia, sustentada con información, artículos y noticias recopiladas de Internet de los sitios web oficiales de cada uno de los entes de certificación más importantes y sus propuestas para el mejoramiento de la calidad en el software a nivel internacional, para de esta forma conocer los más importantes en la industria, y por consiguiente su acogida y nuevas soluciones que se encuentran aptas para las empresas productoras de software Colombianas.

Para concluir lo anterior se han desarrollado una serie de etapas que han permitido tener organización y control en el proceso de recolección de la información, permitiendo llegar a conclusiones claras sobre el objeto de estudio del presente informe.

Etapas 1: Analizar el estado socioeconómico de Colombia con relación al crecimiento de la industria del software en los últimos años, ingresos generados, acogida e importancia que representa la certificación del mejoramiento de la calidad en el software en la industria y el impacto que ha generado en nuestra sociedad.

Etapas 2: Analizar las normas, modelos y metodologías de mejora de procesos más empleadas a nivel internacional y que están siendo implantadas por pymes Colombianas que buscan el mejoramiento de la capacidad y la madurez de los procesos en el software.

Etapas 3: Analizar nuevas iniciativas, modelos y metodologías ágiles de mejora de procesos de software que se encuentren desarrolladas principalmente para el entorno y el contexto de las pymes Colombianas.

7. MARCO TEÓRICO

7.1 IMPORTANCIA Y EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE CALIDAD.

Si un bolígrafo de un precio cualquiera se queda seco en un mes y otro de otra marca del mismo precio, dura tres meses, entonces el segundo bolígrafo es la marca que el cliente comprará de nuevo y que recomendará por considerar el mismo de mayor calidad. Sin calidad en el producto, cualquier tipo de compañía sin importar su rubro sacrificará clientes y en última instancia su propia existencia. En términos prácticos, la calidad es algo adicional que será percibido por el cliente como una razón válida para comprar de nuevo el producto de su interés.

La manifestación más clara de la calidad está en la fiabilidad de un producto, que quiere decir que el producto trabaja y funciona bajo el fin por el cual ha sido creado. La calidad se debe comprobar antes de suministrar el producto al mercado y, los mejores momentos para comprobarla, están durante el diseño y su ciclo de la fabricación.

Existe calidad cuando las necesidades del cliente son cubiertas y el mismo está dispuesto a pagar y contratar a la misma empresa en otras ocasiones por el mismo u otro servicio. La calidad ha sido un tema de constante evolución que se ha hecho cada vez más importante en el último siglo, el mismo se evidencia en las siguientes etapas:

- **Primera etapa:** La calidad se relaciona con el proceso de producción que parte de la década de 1920, mediante la inspección, el control estadístico y el concepto de calidad como principio de productos sin defectos.
- **Segunda Etapa:** La calidad se integra como objetivo de la administración a partir de la mitad de la década de 1940, con el aseguramiento de la calidad, como un concepto necesario para el desarrollo adecuado de las áreas funcionales de las empresas. La meta

es evitar productos defectuosos, y su responsabilidad se centra en el conocimiento sobre el control estadístico de la calidad. En el aseguramiento de la calidad, la administración involucra a todos los integrantes de la empresa.

- **Tercera etapa:** Se inicia en la década de 1970 e implica la interpretación de la calidad como una estrategia fundamental para alcanzar la competitividad, y como un símbolo organizacional que trasciende las fronteras a través de la propuesta de calidad. Aparece un cambio paulatino en la actitud de la alta gerencia, surgen nuevos paradigmas en la administración representados por la cultura corporativa, la reingeniería de procesos y el aprendizaje organizacional. La doctrina de la calidad involucra a la empresa, coordinándose los esfuerzos de la dirección y de los empleados para favorecer la calidad de productos y servicios y así responder a los requerimientos del consumidor y ser competitivos en los mercados internacionales.
- **Cuarta Etapa:** A partir de 1980, la calidad es sinónimo de cliente, en donde todas las entidades de una compañía deben trabajar en conjunto por llenar las expectativas de su cliente final y como único fin desarrollar productos y soluciones que cubran sus necesidades directas. Como describe Alejandro Barba en su artículo “Calidad total en las organizaciones: poder, ambigüedad y aspecto simbólicos”, El concepto de la calidad asume un alto contenido simbólico al constituirse como un compromiso interiorizado y compartido por la empresa y sus integrantes, que implica cambio de actitudes y mejora continua en todos los niveles, actividades y procesos de la empresa, con un punto focal hacia la satisfacción de necesidades y expectativas del cliente (Barba, 2004, pp. 453- 457). Con esta visión, muchas empresas mundiales empezaron a ver la calidad como la forma de acceder a las expectativas del cliente lo que ha aunado a rebajar costos, lograr el compromiso de los empleados y asegurar la mejora continua. De esta forma se generó una cultura de la calidad, que buscaba siempre el beneficio del usuario final, pero que de

esta forma beneficiaba directamente a la empresa que producía dicho producto o servicio, tal y como lo describía Clarke y Clegg, se enmarcaba en la consecución de una cultura de calidad y una administración activa y eficiente (Clarke y Clegg, 1998, p. 254).

Con el concepto de cliente como aspecto vital de cualquier organización, se pueden dar las definiciones siguientes. Según la norma ISO 8402: 1994 descrito por Robert Peach, “Calidad es el total de las características de una entidad que atañe a su capacidad para satisfacer necesidades explícitas e implícitas de un usuario o cliente” (Peach, 1999); al estudiar la calidad como una estrategia total, amplía un poco más la definición el introducir el factor proceso. De esta forma lo ha definido el reconocido filosofo de la calidad Armand Feigenbaum: “La calidad es la suma de los valores agregados que se incorporan al producto y/o servicio a lo largo del proceso; es el valor final a través del cual los clientes satisfacen sus necesidades y expectativas” (Feigenbaum, 1986). A estos elementos les une el factor económico y da una definición sobre la meta de la industria competitiva respecto a la calidad del producto, que es “Proporcionar un producto o servicio en el cual su calidad haya sido diseñada, producida y conservada, a un costo económico y que satisfaga por entero al consumidor”.

Con estas definiciones, la calidad se puede dividir en dos agregados: el primero habla sobre eficiencia de la producción, que obliga a las organizaciones a mejorar los procesos de producción y cuidar el diseño del producto final, con el personal y los recursos técnicos y económicos necesarios; el segundo definido por Espinosa y Pérez, da cuenta de los valores, la cultura y la filosofía que apoya a la calidad entendiéndola como un valor, con actitudes y comportamientos en el trabajo y en la vida privada de los trabajadores y con estándares deseables (Espinosa y Pérez, 2007).

También es importante entender las diferentes perspectivas desde las cuales se puede definir la calidad:

- Enfoque basado en el juicio, con calidad como sinónimo de excelencia.

- Enfoque hacia los productos, que reflejan la diferencia en algún atributo.
- Enfoque hacia el usuario, de acuerdo con lo que el cliente quiere.
- Enfoque hacia el valor: la relación entre el uso o la satisfacción con el precio.

En la actualidad existen muchas definiciones por parte de autores reconocidos con respecto a la calidad, pero es importante reconocer que la calidad en la industria de software es diferente a la de otras industrias, como lo define Richard Fairley, “La calidad en el software es diferente al de la manufactura ya que el producto de un proyecto de software es intangible, flexible; el proceso de desarrollo no es estandarizado, muchos proyectos se hacen una sola vez y no son parecidos a otros proyectos” (Fairley, 1993, P. 32). Con base en lo anterior, El empresario de software considera su trabajo como una labor de servicio más que de manufactura, por lo que:

- Es difícil identificar y medir las necesidades de los clientes y los estándares de desempeño.
- La producción de servicios requiere de un mayor grado de personalización y su calidad sólo se puede medir comparándola con las expectativas de los clientes.
- Es necesario prestar mucha atención a la capacitación y la integración de la calidad en el servicio, como medio de asegurar la calidad.

Por lo anterior, es importante definir un concepto de calidad único enfocado principalmente a la calidad para el desarrollo de soluciones y productos software. De acuerdo con el Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica (IEEE) en el estándar 610 de 1990. “El concepto de calidad en el software es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario” (IEEE, Std. 610-1990). Y al igual que Espinosa y Pérez, puede englobarse en dos dimensiones:

- **Calidad del producto:** Es el resultado de actividades o procesos que comprende servicio, hardware, materiales procesados, software o una combinación de ellos y está en función de aspectos como los requerimientos del cliente, proyecto, diseño de la solución tecnológica, entrega a tiempo, etc.
- **Calidad en el servicio:** El servicio se define como el resultado generado por actividades en la interrelación entre proveedor y cliente. Diversos autores señalan ciertas proposiciones acerca de la calidad y del trabajo del software, así (Sanders y Curran , 1998), indican que la calidad es la llave del éxito en el negocio de software y el modo más barato de mejorar la productividad, es visualizar la gente y la cultura como entes tan o más importantes que la tecnología, pero es necesario mejorar el proceso de software que incluye personal, instalaciones, equipo, tecnología y metodología, esto quiere decir que las personas deben trabajar de la mano con la tecnología para simplificar el trabajo y llegar a productos de mejor calidad; la dirección debe de mostrar un mando y un compromiso genuino, la calidad debe adaptarse a las necesidades y circunstancias de la empresa o no será ni eficaz ni eficiente. Un buen proceso de desarrollo de software debe permitir la entrega de productos de calidad económicamente y de modo oportuno, a través de una práctica eficaz, base de los principios de calidad siguientes: prevención y corrección de defectos y trabajo de conformidad con estándares y procedimientos (Sanders y Curran, 1998). Sanders y Curran hablan de que un programa de mejora de calidad debe tener aspectos técnicos y culturales; el aspecto técnico implica desarrollar estándares y procedimientos para poner en práctica la calidad en todas las actividades y en el aspecto cultural la calidad es el valor central de la compañía, con conciencia de responsabilidad personal y un programa de capacitación permanente.

En cuanto a la calidad del servicio, otros autores, consideran que la calidad en el software, no solo se logra con una cultura y sumado a ello la tecnología, a

diferencia de (Sanders y Curran, 1998), Zhoe Pulido Cuervo, menciona los factores principales del funcionamiento de la industria del software: “El apoyo gubernamental, el uso de la lengua inglesa, su cultura organizacional, exportaciones, disponibilidad de mano de obra especializada, estándares de calidad y disponibilidad de recursos humanos en cantidad y calidad”. (Pulido Z., 2005), Por su parte (Verdines, 1992) indica que para determinar el estado actual de los productos de software en una organización, hay que situarse en alguno de los niveles de la escala de calidad:

- **Nivel inferior.** La responsabilidad del producto terminado recae totalmente en la persona que tiene que crear, revisar y probar el producto. El proceso de desarrollo es una actividad individual, enfatizando la solución de problemas en un contexto puramente técnico y con una nula confiabilidad en los productos.
- **Nivel intermedio.** Se cuenta con métodos y procedimientos de desarrollo, ordenados y consistentes, pero no tomados en cuenta en cada una de las etapas del ciclo de desarrollo del producto de software. Ya existe cierta interacción entre los equipos de desarrollo y el usuario del producto y ya se considera la capacitación del personal y una visión de cambio hacia la filosofía de calidad.
- **Nivel superior.** Existe un grupo de aseguramiento de calidad del software responsable de establecer estándares, existe la actitud de creatividad individual compatible con el espíritu de equipo necesario.

7.2 DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD EN LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE

El software es una industria relativamente nueva, su origen puede situarse en 1955. Algunas de las características de esta fase inicial son la elaboración y distribución gratuita de programas por parte de los fabricantes de hardware y el intercambio de programas e información entre usuarios expertos.

Sin embargo, a medida que crecía la venta de computadores, aumentaba la demanda insatisfecha entre los usuarios pequeños y medianos que no contaban con recursos o capacidades tecnológicas para producir software internamente. Según Hoch et al. Empresas como CUC (Computer Usage Company), la primera empresa de software independiente, y otras que seguirían una trayectoria similar aparecieron en la segunda mitad de los años 1950 y comienzos de 1960 para cubrir estos requerimientos. “En los años 70’s, factores como el incremento de la relación precio desempeño, el surgimiento de la ingeniería de software y en especial la decisión de IBM de vender separadamente hardware y software, contribuyeron a la consolidación de la industria de productos de software” (Hoch et al., 1999).

Este desarrollo dio lugar a importantes economías de escala en la producción de software empaquetado para un mercado masivo. Por otro lado. La demanda y la variedad de aplicaciones requeridas por un número creciente de usuarios reforzaron la especialización de los productores de software independientes. Según Torrisi, “Provocando y creando una mayor división del trabajo entre productores de software. Y aunque la historia demuestra la importancia de la industria, en términos generales sigue teniendo características artesanales y poco especializadas. Lo anterior se ve reflejado en los problemas de calidad, confiabilidad, cumplimiento de tiempos que aún se presentan en actividades como el desarrollo de software”. (Torrisi, 1998).

Esto ha llevado, entre otras cosas, a crear nuevos modelos para la producción de software, implementar nuevas técnicas y herramientas de programación (CASE, UML, programación “orientada a objetos”, etc.), optar por el diseño y uso de módulos reusables de software, emplear herramientas específicas para la adecuada gestión de los proyectos de software, y así como la implantación de certificaciones, como describe Andrés López, “La importancia de introducir estándares de calidad y gestión propios de esta industria, como normas, modelos y metrologías reconocidas a nivel internacional, por ejemplo, el modelo CMMI o SPICE” (López, 2003).

Desafortunadamente todas las estrategias ya planteadas para evitar que la industria del software siga llevando a cabo procesos artesanales, están presentes en muchos países solo en el papel. Según uno de los reportes de la consultora Cooper-Fisher el caso de Colombia es desalentador, en donde el número de empresas de software reportadas ante el SEI con posibilidad de certificación en CMMI (Capability Maturity Model) son muy bajas, y las certificaciones logradas no superan las 35 Evaluaciones, en comparación con países como Estados Unidos, que cuenta con 718 evaluaciones reportadas (Cooper-Fisher, 2002).

7.3 CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE

La industria de software es una actividad relacionada con la codificación del conocimiento y la información, siendo sus entradas de información y sus salidas de información de carácter virtual o inmaterial. Según la forma en que se generan dichas salidas, puede considerarse la calidad del producto o servicio.

Autores como Bitzer, introducen una clasificación de productos software basada en el grado de estandarización, que se da en función del número de usuarios que pueden resolver sus problemas o necesidades con el mismo software. “En un grupo estaría el software totalmente personalizable o adaptable, que es desarrollado por petición de un solo usuario o empresa. En la otra rama de la clasificación estaría el software de tipo “universal”, que puede ser utilizado prácticamente sin cambios por cualquier usuario”. (Bitzer, 1997).

Los productos de software universal o estandarizado se pueden clasificar en dos grandes grupos: soluciones empresariales y productos de mercado masivo. La distinción entre ambos va más allá del mercado al cual se dirigen (en este sentido, un procesador de texto como Microsoft Word, puede apuntar tanto al mercado empresarial como al masivo). Una diferencia sustancial entre un producto de mercado masivo y una solución empresarial radica en que esta

última, aunque haga parte de los productos estandarizados, siempre exige, en mayor o menor medida de acuerdo a su complejidad, algún grado de configuración o personalización a los requerimientos específicos de la organización en la cual va a ser implementada.

En este último caso la “puesta en marcha” de la aplicación (es decir, su instalación y los ajustes necesarios para su correcto funcionamiento) suele implicar una inversión importante en términos de tiempo y dinero. Desde el punto de vista de su aplicación, el software puede ser de tres tipos según describe Andrés López. (López, 2003):

- **Software de sistema y utilitarios:** En este grupo se encuentran los sistemas operativos, lenguajes de programación, herramientas de medición de “performance”, programas de mantenimiento y seguridad, convertidores, sistemas para el manejo de redes, etc.
- **Herramientas de aplicación:** Aquí están incluidos todos los programas que le permiten al usuario recuperar, organizar, administrar y manipular datos y bases de datos. Este grupo se divide en cuatro grandes categorías: recuperación y acceso a datos, administración de datos, manipulación de datos y por último, diseño y desarrollo de programas. Como ejemplos de este grupo se tienen: sistemas de administración de bases de datos, sistemas de soporte e información para la toma de decisiones, planillas de cálculo, herramientas CASE (Computer-Aided Software Engineering), entre otras aplicaciones.
- **Soluciones de aplicación:** Son programas diseñados para ofrecer soluciones a problemas propios de una industria, o bien para desempeñar una función específica del negocio. En este grupo se encuentran aplicaciones para manejo de contabilidad, recursos humanos, administración de proyectos, procesamiento de texto y otras actividades de oficina. También se involucran aquí soluciones para mercados verticales (por ejemplo, bancos y sector financiero,

manufactura, salud, exploración y explotación de recursos naturales, entre otros).

En cuanto a los servicios asociados a la industria del software, se pueden incluir actividades de muy diverso tipo: consultoría, capacitación, instalación y mantenimiento de productos de software, migración de sistemas, adaptación y/o personalización de aplicaciones, diseño de soluciones a medida, seguridad y recuperación de información, integración de sistemas y aplicaciones, diseño de páginas web, entre otros.

7.4 SISTEMAS DE CALIDAD EN EL SOFTWARE

Se entiende por Sistema de Calidad la estructura organizacional, las responsabilidades, los procedimientos, procesos y recursos que se requieren para la gestión de la calidad. En este contexto la definición de la política de calidad establece la relación entre la estrategia de la empresa y su visión de la calidad. Esto debe a su vez corresponder con la estructura organizacional, las responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos que se definan para el sistema de calidad.

7.5 NORMAS DE CALIDAD EN EL SOFTWARE.

El origen de estas normas se sitúa en la necesidad que los ejércitos tenían de disponer de equipos militares de calidad garantizada. Esto llevó, hace varias décadas, a introducir una serie de normas de diseño y control de la fabricación, acompañadas de unos procedimientos de calidad para asegurar que los fabricantes producían equipos de acuerdo con las especificaciones del organismo militar correspondiente.

El empleo de normas formalizadas en los sistemas de calidad se extendió rápidamente a los sectores de la energía nuclear (Quality Assurance – QA),

cubriendo desde el diseño hasta la puesta en servicio de la central, pasando por la fabricación e instalación de los diferentes componentes.

Partamos de la base que tanto el comercio como la industria, en todo el mundo tiende a adoptar normas de producción, y comercialización uniformes para todos los países del mundo o gran parte de ellos, es decir tienen la llamada “normalización”. Esta normalización no solo se traduce en las leyes de los países que regulan la producción de bienes y servicios sino que va más allá, ya que tienden a asegurar la economía, ahorrar gastos, evitar el desempleo y garantizar el funcionamiento rentable de la empresa.

Toda esta información acerca de las normas evidencia su importancia sobre todo proceder institucional y empresarial, de tal manera que su implementación es de gran ayuda para mejorar las actividades, funciones y procesos que se den en las empresas como también en las instituciones públicas.

7.6 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE.

Dentro del campo de la evaluación de la calidad del software, se han realizado múltiples estudios, análisis y metodologías. En su mayoría, estos estudios tienden hacia enfoques formales, en donde los modelos estadísticos basados en métricas de software son la base para el aseguramiento, control y evaluación de la calidad de un producto o proceso de software. Grandes compañías tales como IBM, Hewlett Packard, Motorola y Siemens entre otras, han adoptado este enfoque en su marco de producción, para implementar atributos de calidad como lo son la mantenibilidad una vez que el producto de software se ha completado. Esto las convierte en pioneras de este campo.

El objetivo principal del proceso de evaluación es lograr el control del proceso de desarrollo y del producto de software. Esto se logra mediante el monitoreo y la medición de los atributos de las actividades que intervienen en el coste, calidad y todas aquellas características que afectan la producción de software. Para mejorar la calidad necesitamos verificar el software y sus defectos, para

disminuirlos a medida que avanza el desarrollo del proyecto. Este proceso de evaluación es posible mediante la medición del software. Sin embargo, el software no es fácil de medir. Es posible medir algunos atributos del software, y estos sólo pueden ser medidos de manera indirecta. Las métricas pueden utilizarse para medir tanto el proceso de desarrollo como el producto de software, de ahí la importancia de la certificación de los procesos en el software.

Evaluar la calidad de un producto software, puede variar dependiendo del número de líneas de código o de la complejidad del software en medición. Las métricas no son simples valores, sino que dependen de la magnitud del sistema y del tiempo estimado que se tiene para su obtención. Una vez que se ha obtenido el conjunto de valores de las evaluaciones, se procede a modelar los resultados para obtener un estimado del comportamiento del sistema de acuerdo a la tendencia que manifiestan los resultados.

7.7 BASES TEÓRICAS Y LEGALES

Lograr un alto nivel de calidad de un producto o servicio es el objetivo de la mayoría de las organizaciones. La calidad del software es un concepto complejo que no se puede definir de una manera sencilla ya que intervienen diversos elementos. En principio, la administración de la calidad comprende simplemente definir procedimientos y estándares a utilizar durante el desarrollo de software y comprobar que todo el personal los siga. En la práctica la administración de la calidad es más que esto.

La administración de la calidad del software se estructura en tres actividades principales:

- **Aseguramiento de la calidad.** El establecimiento de un marco de trabajo de procedimientos y estándares organizacionales que conduce a desarrollar software de calidad.

- **Planeación de la calidad.** La selección de procedimientos y estándares adecuados diseñados partir de este marco de trabajo y la adaptación de éstos para un proyecto de software específico.
- **Control de la calidad.** La definición de los procesos que aseguran que los procedimientos y estándares para la calidad del proyecto son seguidos por el equipo de desarrollo de software.

El control de la calidad implica vigilar el proceso de desarrollo de software para asegurar que se sigan los procedimientos de consolidación de software y estándares de calidad. La calidad de software aplica a todas las etapas del desarrollo del software. Sin embargo es de particular importancia tomar en cuenta los siguientes puntos antes de plantearse metas y objetivos de calidad.

- Identificación del alcance y de los objetivos del proyecto.
- Identificación de la infraestructura del proyecto.
- Análisis las características del proyecto.
- Identificación de las actividades del proyecto.
- Revisión y publicación del plan a seguir.

La calidad del proceso de desarrollo afecta directamente a la calidad de los productos a entregar. De lo cual podemos concluir que la calidad del producto está íntimamente ligada a los procesos de producción. El término de calidad también está ligado a la cultura de calidad que practican los individuos que integran una organización.

7.8 PANORAMA NACIONAL EN LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE

La industria del software tiene un gran componente de conocimiento, y por lo tanto, requiere un alto nivel de investigación, desarrollo tecnológico y formación de personas profesionales capaces de producir conocimiento y soluciones acordes con las necesidades universales que surgen en la actualidad. Según Fedesoft. En Colombia esta industria tiene el potencial para convertirse en un

sector económico importante para el país que supla una parte considerable de la demanda interna y conquiste mercados en el exterior. (Fedesoft, 2004) Adicional a esto, en el informe de Colombia Digital, se considera a la industria del software, un sector muy importante para el avance tecnológico, desarrollo y económico de nuestro país, lo anterior por ser un sector transversal, el cual apoya a los demás sectores de la economía a ser más eficientes y organizados, brindándoles soporte, agilizando sus procesos, facilitando sus comunicaciones y reduciendo sus costos de operación, lo cual redundará en una mejora de sus niveles de competitividad para poder enfrentar exitosamente los retos de la economía global (Colombia digital, 2007).

Colombia cuenta con un número significativo de empresas nacionales que han logrado acumular experiencia y conocimiento en la producción y prestación de servicios informáticos en diferentes sectores: entidades gubernamentales, comercio, industria manufacturera, transporte, almacenamiento, comunicaciones, electricidad, agua, gas, agricultura, entre otras, sin embargo, según la Universidad Eafit, para aumentar el potencial, debe competir con productores de clase mundial como la India, Irlanda, China, Estados Unidos, entre otros, y a nivel latinoamericano, con Brasil, Chile, Costa Rica, México, Uruguay y Ecuador, que han tomado cierta ventaja en esta carrera contra el tiempo y contra los demás países (U. Eafit, 2005). Pero lo anterior solo se logrará con un trabajo en conjunto entre diversos sectores e industrias que hacen parte de nuestra sociedad, correspondiente al sector público y privado, según el estudio realizado por Sallstrom Consulting and Nathan Associates, el gobierno y en general el sector privado son quienes tienen la capacidad para contribuir al crecimiento de la industria del software en Colombia, siendo actor principal en varios aspectos básicos: reglamentación, regulación de impuestos, recurso humano, investigación y desarrollo (I&D) y entre otros. (Sallstrom-Damuth, 2005).

En el primer aspecto, aunque el gobierno está buscando masificar el uso de los productos derivados de la industria del software por medio de la obtención de oportunidades para potencializar el aumento de la competitividad, aún el sector

software en Colombia tiene una reglamentación que es inadecuada y que no segmenta las diferentes actividades que componen la cadena productiva, lo cual no permite tener reglas claras para ser potenciado. Uno de los esfuerzos orientados a la reglamentación fue el programa “Agenda de Conectividad” (Fedesoft, 2004), que planteaba entre sus objetivos la creación de una legislación adecuada, la identificación de la oferta colombiana, el desarrollo del capital humano, el establecimiento de alianzas estratégicas, y el mercadeo de la industria de TI en posiciones estratégicas. Las iniciativas son notables, pero no se han cumplido los objetivos, o no se ha trabajado en los proyectos con el esmero con el cual se han comenzado, según la Cámara de Comercio de Bogotá en su artículo “Balance tecnológico cadena productiva desarrollo software en Bogotá y Cundinamarca”, estas iniciativas no alcanzaron los objetivos necesarios para impulsar el sector a nivel mundial. Lo mismo ocurrió con el Concejo Nacional de Informática, que publicó lineamientos para una política nacional de informática, pero el alcance de los objetivos fue bajo (Cámara de Comercio de Bogotá, 2005).

En cuanto a la regulación de impuestos, el gobierno podría pensar en adoptar medidas como la de eliminar los aranceles aduaneros para los productos pertenecientes a la industria del software mientras ésta se potencializa y crece. La consultora Sallstrom-Damuth, ha considerado y recomendado que el gobierno debe modificar las disposiciones legales y fiscales que obstaculizan la llegada de capital privado, que puede ser la solución a los problemas de falta de fondos en los casos en que el acceso a la financiación representa una importante limitación para los negocios. Una forma de estimular las inversiones de capital podrían ser los incentivos fiscales, por medio de los cuales, a las empresas pertenecientes a la industria software se les disminuyen los impuestos o se eliminan los derechos aduaneros si venden a nivel internacional (Sallstrom-Damuth, 2005).

En el aspecto relacionado con el recurso humano, el gobierno de Colombia debería fomentar el ingreso de recursos humanos extranjeros especializados relacionados con la Industria del software, ya que estas personas compartirían

importantes conocimientos con los trabajadores locales, contribuyendo así al crecimiento general del mercado, en particular a los esfuerzos a corto plazo destinados al crecimiento del sector local del software y los servicios. Por otro lado, dicho gobierno debería alentar a los estados extranjeros a que permitan el acceso del talento humano colombiano para la capacitación, educación y venta de servicios. En este sentido, se tiene el Acuerdo General sobre el Comercio de Servicios (GATS, por su sigla en inglés), que es una herramienta importante que busca fomentar las inversiones en el sector del software y de los servicios, el intercambio de mano de obra calificada y la exportación de servicios locales y en el tema de I&D, la investigación financiada por el estado es de particular importancia, ya que de ésta se derivan nuevos adelantos científicos que pueden originar ideas e investigaciones innovadoras y novedosas por parte de las universidades y desarrollo de aplicaciones prácticas por parte del sector privado.

8. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS INDIVIDUALIZADO DE RESULTADOS

Las micro, pequeñas y medianas empresas, son una pieza muy importante en el avance económico mundial. La industria del software en la mayoría de los países se encuentra compuesta en gran parte por Pymes desarrolladoras de software y por ello se hace necesario fortalecer este tipo de organizaciones que necesitan contar con prácticas eficientes de Ingeniería del Software adaptadas a su tamaño y tipo de negocio para sobresalir y ser competitivas nacional e internacionalmente. Empresas pertenecientes a estas disciplinas han expresado en la última década especial interés en mejorar sus procesos de software con el fin de aumentar la calidad y productividad en el desarrollo de sus productos. Sin embargo, hay una tendencia generalizada a resaltar que el éxito de los programas de mejora de calidad en los procesos de software sólo son posibles para empresas grandes que cuentan con los recursos económicos necesarios y una estructura organizacional implantada y madura que les permite alcanzar el éxito mucho más eficientemente de lo que lo podría realizar una Pyme con pocos recursos y poca experiencia, provocando que la misma no pueda seguir buenas prácticas de desarrollo de software y por lo tanto no alcanzar procesos eficientes de calidad.

En un mercado globalizado donde las empresas deben innovar y mejorar continuamente para crecer y ser más competitivas, es necesario tener acceso a certificaciones de calidad reconocidas que les den un respaldo y les ayuden a ser más productivas disminuyendo costos y tiempo en el desarrollo de sus actividades y productos. La improvisación de los procesos, sobreestimación de tiempos y recursos de desarrollo son tan solo unos de los muchos inconvenientes que se pueden presentar cuando una organización no logra certificar o implantar un modelo que le permita mejorar sus procesos de calidad.

La Calidad de un producto o servicio siempre es compleja de evaluar. La razón es simple, la medida de la calidad puede abordarse desde diferentes perspectivas y tiene multitud de posibles soluciones. Por esta razón, para

hablar de calidad de la forma más objetiva posible, se debe primero definir qué se entiende por esa calidad, segundo especificar cómo proceder a evaluar esa calidad y tercero dejar claro qué nivel de calidad se desea lograr y, si de acuerdo al entorno o a la estructura organizacional de la empresa se puede alcanzar. Lo anterior se logra con un modelo, una norma o una metodología que disponga de una serie de pasos sistemáticos que orienten y guíen a la empresa a mejorar sus procesos y sus actividades.

Diferentes normas y modelos se han especializado en la disciplina de la calidad en la ingeniería del software, y se basan en los conceptos de Capacidad del proceso y Madurez del proceso que les permite lograr mejores prácticas. La capacidad del proceso corresponde a la habilidad para producir los resultados esperados, y la madurez al crecimiento en la capacidad de los procesos de una organización.

Alcanzar un nivel de capacidad y madurez óptimo es una tarea ardua en el cual se debe gestionar un proceso de mejoramiento que permita tomar un camino de acciones para aplicar en cualquier proyecto, estas acciones a realizar vienen representadas por la SPI (Mejora de Procesos del Software)¹⁰, cuyo objetivo busca establecer las bases para que las organizaciones puedan adaptar el modelo a sus necesidades.

El principal objetivo del mejoramiento de procesos de software es llevar a los equipos de desarrollo de bajos niveles de capacidad y madurez a niveles que les permitan ser competitivos en la industria del software.

8.1 SPI, LOS MODELOS DE MEJORA DE PROCESO PARA PYMES

Cada una de las normas, modelos y metodologías de calidad que se mencionen en el presente informe tiene un gran valor para las organizaciones

¹⁰ SPI (Mejora de Procesos del Software) es un conjunto integrado de iniciativas cuyo objetivo es el mejoramiento de las actividades de desarrollo y/o mantenimiento de productos basados en software.

que lo implanten. Cualquiera que sea la elección y el entorno a la cual pertenezca una Pyme colombiana se recomienda realizar un análisis del camino que tendrá que recorrer para lograr su objetivo, es decir, deberá establecer un programa de mejora o SPI que sirva como guía para que una Pyme pueda realizar su mejor elección en cuanto al mejoramiento de sus procesos:

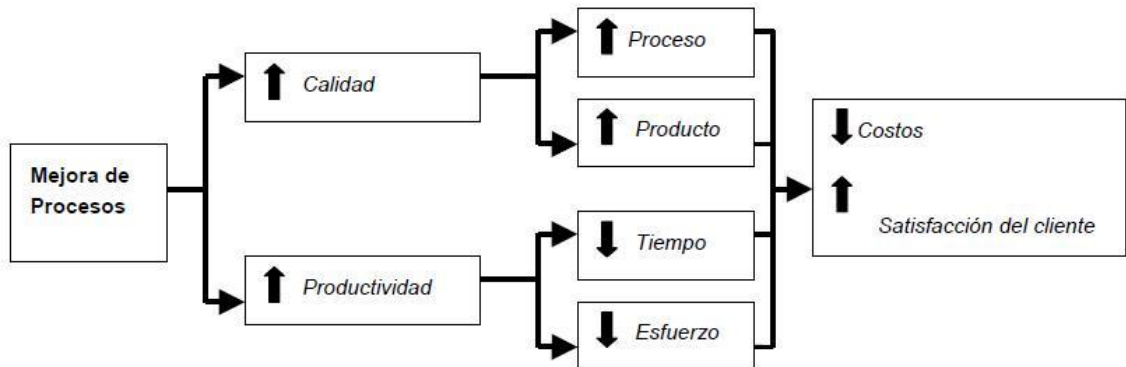
Un programa de mejora es un proyecto continuo que conduce el mejoramiento de los procesos de software de una organización. Se dice que es un proyecto continuo porque tiene un inicio pero no tiene un fin. Esto es debido a que un programa de mejora está constituido por ciclos de mejora y cada ciclo por fases, es decir, es un proyecto con ciclo de vida iterativo e incremental. El mejoramiento de un proceso consiste en el esfuerzo continuo para conocer las causas que afectan un determinado proceso en el desarrollo de calidad en el software, y cuyo objetivo se emplea para usar este conocimiento en el cambio y mejora del proceso y de esa manera reducir su complejidad y mejorar la satisfacción del cliente.

8.2 IMPORTANCIA DE LOS SPI EN LA MEJORA DE PROCESOS DEL SOFTWARE

Como describe (HURTADO J., 2005), “La mejora de procesos en el software se ha promovido principalmente bajo los auspicios de lograr cumplir con los requisitos de varios modelos y estándares reconocidos como CMMI”. Es importante destacar que los modelos y estándares tienen un papel importante en la mejora del proceso de software pero no aseguran la continuidad o el mejoramiento comercial y organizacional de una Pyme, ya que la importancia de los SPI se centra no solo en la elevación de la calidad del producto sino también en aumentar:

- La reducción de costes y tiempo
- El control sobre los riesgos de procesos
- Aumentar la confianza y satisfacción del cliente.

Figura 4. Reducción de Costos y Aumento en la satisfacción del Cliente, como indicadores primarios de la mejora del proceso



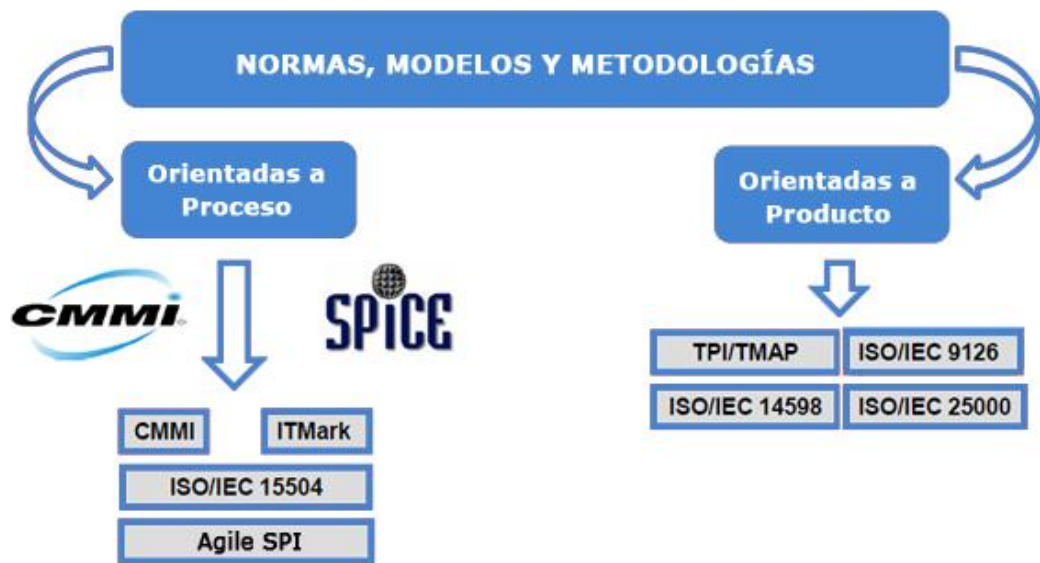
Fuente: Universidad del Cauca - Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones (FIET)

A principios de los años noventa la comunidad de empresas y especialistas en la materia de Ingeniería del Software expresaron especial interés en la SPI, evidenciándose en el creciente número de artículos y autores que han tratado el tema, así como por la aparición de un gran número de iniciativas internacionales entre las que se han destacado CMMI, ISO/IEC 15504, SPICE (ISO/IEC TR 15504:1998) e ISO/IEC 12207:2004¹¹.

Dentro de las iniciativas que se han generado en la última década, existen dos grandes grupos de modelos, normas y estándares que buscan mejorar la calidad en las prácticas llevadas a cabo por las empresas desarrolladoras de software. El primer grupo persigue la mejora de los procesos de producción de software (denominado modelo de calidad orientado a proceso). Y el segundo grupo persigue la mejora de producción del producto software (denominado modelo de calidad orientado a producto).

¹¹ ISO/IEC 12207 (InformationTechnology / Software LifeCycleProcesses) Es el estándar para los procesos de ciclo de vida del software propuesto por la ISO. establece un proceso de ciclo de vida para el software que incluye procesos y actividades que se aplican desde la definición de requisitos, pasando por la adquisición y configuración de los servicios del sistema, hasta la finalización de su uso

Figura 5. Normas, Modelos y Metodologías Orientadas a Procesos y Orientadas a Productos.



Fuente: INTECO

La Figura 5. Nos permite tener una visión más amplia y clara sobre los grupos existentes y las normas, modelos y metodologías que buscan incrementar la capacidad del mejoramiento de calidad en el software. El grupo de modelos orientados a procesos será el factor de estudio del presente informe ya que se encuentran diseñados principalmente para el mejoramiento en las capacidades de las organizaciones para alcanzar niveles de calidad aptos para la industria del software, dentro del grupo de modelos de orientados al proceso los más destacados en Colombia son: CMMI, ISO/IEC 15504 para empresas grandes e ITMark y el modelo Light MECPDS para micro y pequeñas empresas.

Dentro del alcance del presente informe no será tenido en cuenta los modelos orientados al producto, ya que su objetivo principal consiste en aplicar una serie de puntos de testeo para definir la calidad con base en el ciclo de vida del software mas no en los procesos que realizan las empresas para alcanzar la calidad en el mismo. Los modelos orientados a producto surgen o se actualizan de acuerdo a la evolución tecnológica y de acuerdo al modelo de ciclo de vida que emplee la organización para desarrollar software, por lo cual dependen en

gran medida de la organización. Por este motivo y debido a que la estructura de cada organización es distinta a las demás, las soluciones de calidad en el software no se aplican fácilmente a cualquier organización, provocando que este tipo de modelos sean poco conocidos en la industria del software.

En Colombia actualmente dentro del marco de los modelos de calidad enfocados en el proceso del software, se emplean algunas de las iniciativas mencionadas, siendo los modelos de SEI y los estándares de ISO los pilares básicos a seguir en la industria del software para la mejora de procesos. A pesar de lo anterior es común encontrar pequeñas empresas del sector software que cuentan con sólidos procesos, muchas veces documentados y soportados por herramientas informáticas, que no cuentan con validaciones externas de calidad. Entonces es importante preguntarse ¿porqué muchas de estas Pymes, con procesos bien desarrollados, no avanzan masivamente hacia los modelos de ISO o CMMI que son los más reconocidos del mercado?

En los países con industrias de software emergente como en Colombia, la iniciativa de las Pymes por emprender proyectos de mejoramiento de procesos crece de manera acelerada. Sin embargo, diversos autores coinciden en que los estándares de ISO y modelos del SEI (considerados como estándares para grandes empresas) difícilmente pueden ser aplicados a empresas pequeñas debido a que un proyecto de mejora supone gran inversión en dinero, tiempo y recursos. Sin embargo gran parte de las Pymes desarrolladoras de software adaptan y utilizan estos estándares en la actualidad por propia decisión o por desconocimiento de otros modelos, para emprender sus esfuerzos de mejora causándoles grandes problemas para alcanzar el mejoramiento en sus procesos ya que su estructura empresarial no se acomoda a un modelo que ha sido diseñado para una empresa con mayor experiencia y mayores recursos (PORTILLO N., 2007).

Con base en lo anterior, existen diversos factores identificados que hacen que una Pyme no certifique sus procesos de mejoramiento del software.

- El cambio de filosofía de trabajo que implican los modelos y sus metodologías impulsa a una Pyme a actuar organizacionalmente como si fuera una empresa mucho mayor, propiciando en algunos casos la dilatación en tiempos de respuesta de muchos de sus procesos.
- El cambio de organización, así como la creación de un departamento o área de calidad y nuevas contrataciones o especialización de personal cualificado para el seguimiento y control en temas de calidad.
- Los altos costes que conlleva la adopción de cualquier modelo tiene inmerso entre otros las auditorías y certificaciones, costes en recursos humanos y formación, costes de adquisición de herramientas que los soporten, y muchos más costos adicionales que son muy altos para ser tenidos en cuenta por una Pyme Colombiana.
- Escepticismo ante los beneficios que puede aportar una certificación. El ROI (Retorno de la Inversión)¹² solo puede calcularse a mediano y largo plazo, y nadie asegura que a largo plazo dicha implantación de un modelo sea beneficiosa para una empresa.

Los modelos de calidad pertenecientes al grupo de procesos de software como CMMI-DEV (CMMI for Development)¹³ o ISO/IEC 15504:2003 se implementan en empresas con departamentos de desarrollo a partir de 15- 20 personas y requieren una gran cantidad de herramientas, de las cuales muchas de ellas

¹² ROI (retorno de la Inversión), Es la relación existente entre el coste y los beneficios obtenidos de las conversiones (por ejemplo, ventas o clientes potenciales). El ROI indica el valor que obtiene una empresa como resultado del coste que invierte en tu campaña o en un determinado proyecto.

¹³ CMMI para desarrollo (CMMI-DEV) propone una solución integrada y completa para las actividades de desarrollo y de mantenimiento aplicadas a los productos y servicios enfocados al software de calidad.

tienen un costo elevado y el ROI se obtiene a medio-largo plazo; por lo tanto, para las Pymes de software en Colombia no es viable adoptar estos modelos.

La Tabla 1. Demuestra los costes económicos en España aproximados de la implantación de los principales modelos o normas internacionales reconocidos según el análisis realizado por INTECO¹⁴ en el “Estudio sobre la certificación de la calidad como medio para impulsar la industria de desarrollo del software en España”. (INTECO, 2008).

Tabla 1: Costes económicos asociados a las evaluaciones o certificaciones

Modelo	Coste para Pyme	Coste gran Empresa
CMMI (Evaluación Inicial)	10.000 a 20 000 €	40.000 € (4 a 5 Semanas)
CMMI (Acreditación)	13.000 a 30.000 € (*)	Aprox. 450€ p/Empleado (Nivel 2) Aprox. 110€ p/Empleado (Nivel 3)
ISO/IEC 15504	Aprox. 5.000 € (5 Días)	(**)

(*) Añadir los costes la adquisición de herramientas

(**) Sin datos al respecto

Fuente: INTECO

Los costes económicos presentados en la tabla 1. No son los únicos que debe abordar una organización. También adoptar una norma o un modelo de certificación supone costos adicionales como:

- Elaboración del plan de acción e implantación de las medidas para corregir procesos, su duración se encuentra comprendida entre 12 y 24

¹⁴ <http://www.inteco.es>. (INTECO) Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación, S.A. Es un centro de desarrollo de carácter innovador y de interés público que se orienta a la aportación de valor a la industria y a los usuarios, y a la difusión de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en España, en clara sintonía con Europa.

meses, según la complejidad de la organización y el nivel de la certificación.

- Adquisición de herramientas para soportar el modelo y la implementación de la metodología (gestión de proyectos, cuadro de mandos, gestor documental, repositorio de información y código fuente) su coste global mínimo es de unos 15.000 euros.
- Cursos de formación del personal, tanto empleando Internet como presenciales con guías de certificación acreditados.
- Costes de reorganización interna y posibles nuevas incorporaciones de personal especializado en áreas de calidad.

Con base en lo anterior y entendiendo que una barrera importante son los costos para alcanzar la certificación, además de la complejidad que presenta cualquier tipo de modelo reconocido y considerando la importancia en la mejora competitiva de los procesos del software; es importante en Colombia y en países con industrias emergentes, proponer el desarrollo de una certificación local de calidad que sea accesible para todas sus Pymes de la industria. Una iniciativa de este tipo, sin reemplazar las certificaciones que ya son conocidas globalmente, puede ayudar a muchas empresas del sector a dar sus primeros pasos en el camino de la calidad y servir como una referencia primaria de sus capacidades técnicas y organizativas.

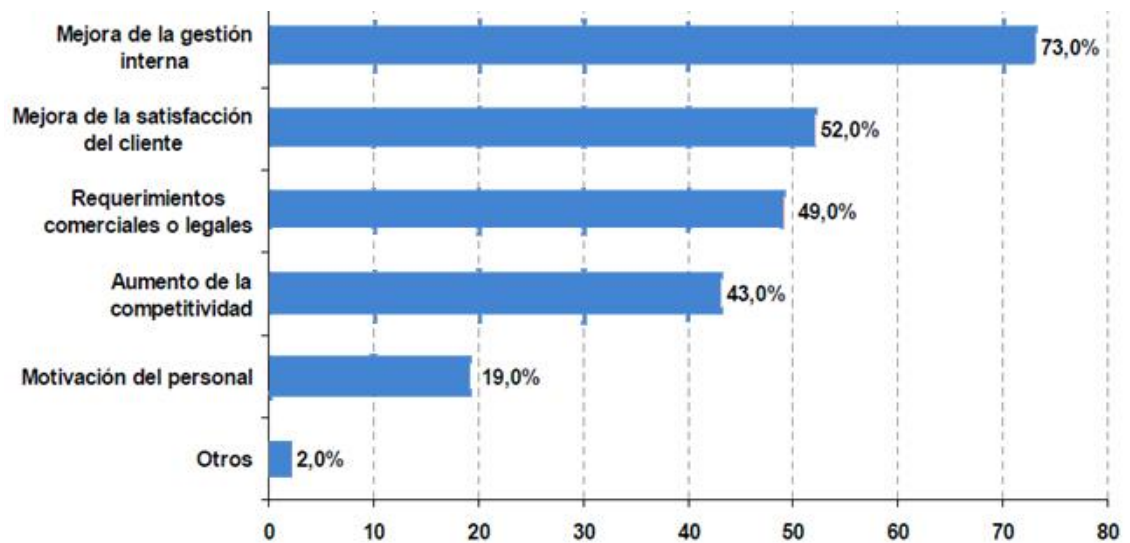
Las iniciativas que se han llevado a cabo hasta el momento se basan principalmente en la creación de un modelo orientado a la Pyme, pero también busca ser un paso previo para la preparación de Pymes que buscan formarse en el modelo CMMI y la norma ISO/IEC 15504 en Colombia. En todo caso, es importante reconocer la idea de que existe una necesidad latente en cuanto a la implantación de nuevos métodos de desarrollo disciplinados y enfocados en la Pyme, además de reforzar la idea de que CMMI e ISO/IEC 15504, actualmente no son viables para su adopción e implementación en muchas de las Pymes colombianas. No obstante, no se pueden descartar casos de éxito

de empresas que han decidido implantar el modelo y la norma descrita para la mejora de sus procesos a pesar de los aparentes inconvenientes que se presentan. Según empresas del sector que han sido recientemente evaluadas, están plenamente satisfechas con el resultado tanto a nivel interno como externo. Igualmente reconocen beneficios conseguidos como la mejora general de sus procesos, optimización de manejo de tiempo y recursos; mejoramiento y control sobre los proyectos abordados, más facilidad para el desarrollo de software y una mejor imagen de la empresa de cara al exterior (La República, 2010).

Pese a las dificultades que se generan para una Pyme que busca el mejoramiento de sus procesos o la certificación empleando modelos o normas de calidad que no son óptimos para su estructura organizacional, son muchas las razones que impulsan a una empresa a implementar un sistema de mejora continua de procesos con modelos reconocidos a nivel internacional. Se incluyen a continuación los resultados obtenidos por la AEC (Asociación Española para la Calidad)¹⁵ en su Encuesta del Comité de Software sobre la Certificación de Sistemas de Calidad. (AEC, 2005).

¹⁵ <http://www.aec.es>. La Asociación Española para la Calidad (AEC) es una entidad privada sin ánimo de lucro, fundada en 1961, cuya finalidad es fomentar y apoyar la competitividad de las empresas y organizaciones españolas, promoviendo la cultura de calidad y el desarrollo sostenible

Figura 6. Motivos que llevan a las empresas a implementar un modelo de mejora de procesos



Fuente: AEC

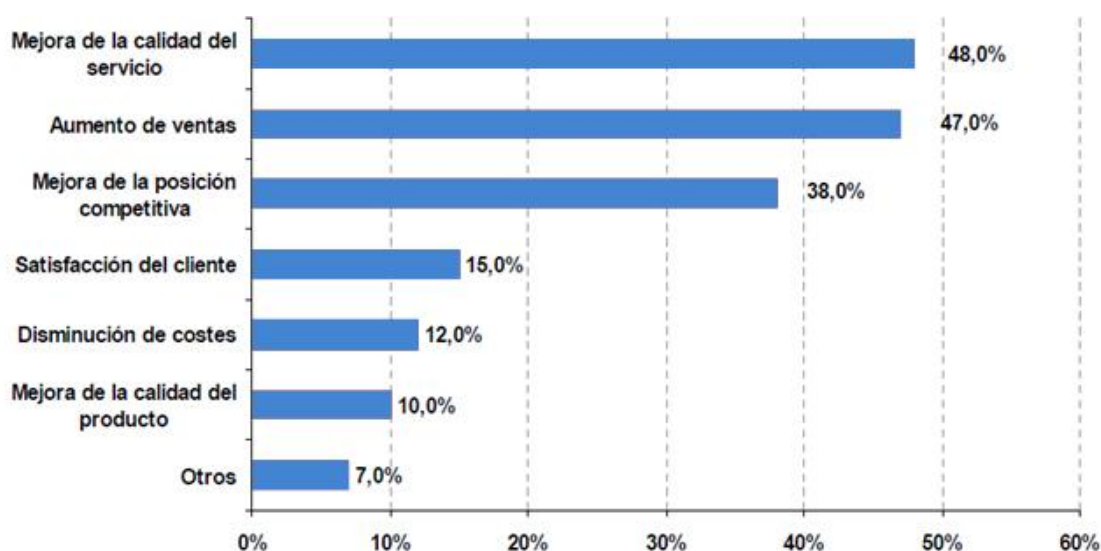
En uno de los informes emitidos por la consultora IDG, indica que “El 46% de los proyectos de TI terminan con costes superiores a los previstos inicialmente y después de la fecha prefijada, el 28% de los proyectos se cancelan antes de completarse, y sólo el 26% de los proyectos se completan en tiempo record cumpliendo adecuadamente con todos los requerimientos” (IDG, 2010). Por lo anterior no es de extrañar, que el 73.0 % de las empresas encuestadas tengan como primer motivo la mejora de sus procesos internos para cubrir las falencias de los informes emitidos por la consultora mencionada.

Mejorar los procesos internos de desarrollo de software es una motivación que tienen muchas Pymes de la industria del software, y debería comprender la mejora de cualquier aspecto enfocado en la calidad que le significaría a las mismas ser competitivas en mercados globales. Lastimosamente muchas de las encuestas realizadas por entes consultores demuestran lo contrario.

Según la encuesta de AEC “Encuesta del Comité de Software sobre la Certificación de Sistemas de Calidad”, las mejoras obtenidas luego de la certificación para las Pymes de un modelo reconocido como CMMI o una

norma reconocida como ISO/IEC 15504 son evidentes. La mejora del servicio de cara al usuario, el aumento de las ventas de sus productos y la posición competitiva de cara al exterior se ve mejorada notablemente gracias al respaldo que se obtiene por parte de la certificación. Pero en cuanto a su enfoque principal como lo es la calidad no se ven mejoras considerables, un ejemplo de ello son los niveles de capacidad de procesos de la organización, existiendo notables carencias en cuanto al incremento de la satisfacción del cliente, de costes en la producción y desarrollo de productos software, y siendo el porcentaje más bajo la mejora en la calidad del producto yendo en contravía con el objeto principal de la implantación de la certificación.

Figura 7. Mejoras obtenidas tras la implantación del modelo de calidad



Fuente: AEC

8.3 LAS METODOLOGÍAS ÁGILES, UNA SOLUCIÓN PARA LAS PYMES DE SOFTWARE

Adicionalmente a los procesos estandarizados que han sido desarrollados e implantados por cientos de compañías desarrolladoras de software alrededor del mundo como lo son CMMI, ISO 15504y entre otros que se encuentran enfocados principalmente en empresas desarrolladoras de software grandes y cuyos tiempos para llevar a cabo la certificación son muy extensos y sus costos

elevados, existe una corriente opuesta formada por las llamadas metodologías ágiles¹⁶, las cuales reclaman un mayor protagonismo de las personas sobre los procesos de desarrollo por sí mismos. Ágil, denota la cualidad de ser ágil, facilidad para el movimiento, actividad y destreza en el movimiento.

Las metodologías ágiles para el desarrollo de software estuvieron motivadas por una conciencia particularmente aguda de la crisis del software, por la responsabilidad que se la asignó a las grandes metodologías en la gestación de esa crisis y por el propósito de articular soluciones. El término ágil aplicado a la industria del software nació en febrero del 2001, tras una reunión realizada en Utah, Estados Unidos, en la que se creó The Agile Alliance (La Alianza Ágil)¹⁷.

Un grupo liderado por Kent Beck (desarrollador de la metodología XP (eXtreme Programming))¹⁸ se reunió con especialistas en el área para discutir los modelos de desarrollo de software existentes. De la reunión surgió el término “Métodos Ágiles” para definir a aquellos que estaban surgiendo como alternativa a las metodologías formales (como CMMI-DEV, ó SPICE) a las que consideraban excesivamente rígidas por su carácter normativo y fuerte dependencia de planificaciones detalladas previas al desarrollo. Los integrantes de la reunión resumieron una serie de postulados en un documento que fue denominado “Manifiesto Ágil”, que describe su filosofía a través de un conjunto de principios y valores, que comprende el espíritu en el que se basan estos métodos. En la

¹⁶ El desarrollo ágil de software es un marco de trabajo conceptual de la ingeniería de software que promueve una serie de repeticiones organizadas en el desarrollo a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto determinado.

¹⁷ The Agile Alliance (La Alianza Ágil). Es una organización dedicada a promover los conceptos relacionados con el desarrollo ágil de software y ayudar a las organizaciones para que adopten dichos conceptos

¹⁸ La programación extrema o eXtremeProgramming (XP) es un enfoque de la ingeniería de software formulado por Kent Beck, autor del primer libro sobre la materia, Extreme Programming Explained: Embrace Change (1999). Es el más destacado de los procesos ágiles de desarrollo de software.

actualidad hay aproximaciones que combinan lo mejor de ambos enfoques (El enfoque formal para grandes empresas y el enfoque ágil para Pymes).

8.3.1 Valores Expuestos en el Manifiesto Ágil

- El movimiento ágil enfatiza en las relaciones y la comunicación entre los desarrolladores de software y los roles personales en lugar de procesos institucionalizados y las herramientas de desarrollo.
- En las prácticas ágiles existentes, estas manifiestan estar muy cercanas a la interrelación de los miembros del equipo, disposición del ambiente de trabajo, y otros elementos que impulsan el espíritu de equipo.
- Desarrollar software que funciona en lugar de conseguir una buena documentación. el gran objetivo del equipo de desarrollo es continuamente al final de cada iteración realizar pruebas de funcionamiento de software. Los desarrolladores deben mantener el código simple y técnicamente tan avanzado como sea posible.
- La colaboración con el cliente más que la negociación de un contrato. la relación y colaboración entre desarrolladores y clientes es preferible a un contrato estricto. Desde el punto de vista del negocio, el desarrollo ágil está enfocado en entregar valor al negocio desde el inicio del proyecto, así se reduce inmediatamente el riesgo de no cumplimiento del contrato.
- Responder a los cambios más que seguir estrictamente un plan. El grupo de desarrollo, comprende desarrolladores y representantes del cliente. El grupo debe estar bien informado, capacitado y autorizado para considerar posibles ajustes y necesidades que surgen durante el ciclo del proceso de desarrollo. Esto significa que los participantes están preparados para realizar cambios y que los contratos existentes contienen herramientas que permiten y apoyan que estos cambios se realice.

8.3.2 Principios Expuestos en el Manifiesto Ágil

- Nuestra prioridad más alta es satisfacer al cliente a través de la entrega temprana y continua de software valioso.
- El cambio en los requisitos es bienvenido, incluso cuando llegan tarde en el desarrollo. Los procesos ágiles se acogen al cambio para lograr una ventaja competitiva para el cliente.
- Entregar software que funcione con frecuencia, desde un par de semanas hasta un par de meses, con preferencia en períodos de tiempo más cortos.
- La gente de negocios y los desarrolladores deben trabajar juntos regularmente a través de todo el proyecto.
- Construir proyectos en torno de individuos motivados. Darles la oportunidad y el respaldo que necesitan y darles confianza para que realicen sus tareas.
- La forma más eficiente y efectiva de comunicar información de un lado a otro dentro de un equipo de desarrollo es mediante la conversación cara a cara.
- El software que funciona es la medida primaria de progreso. Los procesos ágiles promueven el desarrollo sostenido.
- Los patrocinadores, desarrolladores y usuarios deben mantener un ritmo constante indefinidamente. La atención continua a la excelencia técnica enaltece la agilidad.

Existen una serie de características principales que hacen que los métodos ágiles sean de interés para ser implantados por parte de empresas desarrolladoras de software. De estos métodos cabe destacar:

- Recogen técnicas contrastadas por profesionales reconocidos.
- Cada uno tiene sus características propias y cubre un rango de áreas de procesos más o menos amplias, con tendencia a combinarlas para dar mayor cobertura en el ciclo de vida del desarrollo del software.
- Han surgido de entornos reales de desarrollo de software, por lo que ya existen experiencias y responden mejor a la realidad del software.

Existen en Latinoamérica diferentes esfuerzos que buscan enfocar a las Pymes hacia la mejora de los procesos de desarrollo de software, de tal manera que les permita a estas empresas incrementar su competitividad. La certificación de calidad del proceso de desarrollo de software es un paso que tarde o temprano las empresas productoras de software deben dar como respuesta a dos situaciones: la primera, por imagen, para incursionar y mantenerse en un mercado global y la segunda, por necesidad, para poder hacer de sus proyectos unidades administrativas eficientes y eficaces.

La mayoría de estos esfuerzos, están enfocados a trasladar los requisitos que imponen las principales normas y modelos como CMMI e ISO a empresas como la micro y mediana empresa de software. Es importante resaltar que el fortalecimiento de la industria de software involucra el compromiso real de diferentes actores de la sociedad como son el Estado, la academia y las empresas. Con lo anterior, se han identificado iniciativas nacionales e internacionales con relativo éxito en su entorno, como en el caso de México, Brasil, España y Colombia.

- En Colombia se adelanta un esfuerzo en conjunto entre Colciencias¹⁹ y la universidad del cauca para desarrollar el proyecto SIMEP-SW²⁰ y del cual como solución se ha desarrollado el modelo Agile SPI²¹.

¹⁹ El Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación es el principal organismo de la Administración pública, encargado de formular, orientar, dirigir, coordinar, ejecutar e implementar la política del Estado en los campos de investigación científica, tecnología e innovación.

- El SEI ha desarrollado el modelo ITMark basándose también en CMMI, su objetivo es ser el modelo enfocado para la PYME y ha sido acogido con gran éxito.
- En algunos países iberoamericanos se está intentando abordar este problema, con algunas iniciativas a destacar como el modelo MoProSoft²² de México, en Brasil el gobierno subsidió la implementación del programa PBQP-Software (Productivity and Quality Software Program) y se ha desarrollado el proyecto "mps Br" (melhoria do processo de software brasileiro)²³.
- Los comités ISO están trabajando en una versión de ISO 15504 para la microempresa en España.
- El SEI y la AEC se encuentran trabajando en la actualidad en un modelo CMMI enfocado para la Microempresa Española.

En Colombia se adelantan en la actualidad iniciativas enfocadas en la estructura organizacional de las Pymes que buscan mejorar sus procesos de

²⁰El proyecto SIMEP-SW (Sistema Integral de mejoramiento de los procesos de desarrollo de software en Colombia) es financiado por la Universidad del Cauca, Colciencias y SITIS Ltda. bajo el contrato 421 de 2003 Colciencias-Unicauca

²¹Agile SPI (Light Quality Evaluation Model). Es un proceso ágil y liviano de mejora de procesos de software, el cual puede ser utilizado como guía para la ejecución de un programa de mejora de procesos de software en pequeñas y medianas empresas (Pymes).

²²MoProSoft (Modelo de Procesos para la Industria del Software). Modelo para la mejora y evaluación de los procesos de desarrollo y mantenimiento de sistemas y productos de software. Desarrollado por la Asociación Mexicana para la Calidad en Ingeniería de Software para obtener una norma mexicana que resulte apropiada a las características de tamaño de la gran mayoría de empresas mexicanas de desarrollo y mantenimiento de software.

²³PS.BR(Mejora de Procesos de Software Brasileño) Es un programa de mejora de desarrollo de software en Brasil(MPS.BR) para la mejora de procesos de software

desarrollo de software, sin embargo dichas iniciativas son poco conocidas y por este motivo muchas de las empresas de la industria por falta de conocimiento o por desconfianza optan por otros métodos existentes.

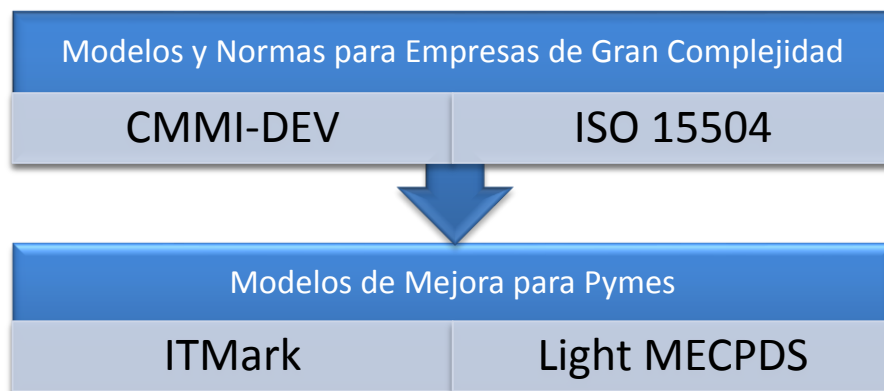
Muchas Pymes que desean mejorar la capacidad de madurez en la calidad interna de sus procesos, siguen buscando certificaciones en CMMI pero como se ha comentado anteriormente es un modelo no orientado ni viable para implantar en Pymes. A raíz de lo anterior la industria del software ha impulsado el desarrollo de nuevos proyectos de mejoramiento de la calidad en el software valiéndose de las metodologías ágiles y basándose en normas y modelos ya existentes para empresas de gran envergadura. De las iniciativas para el mercado de las Pymes Colombianas ha surgido el modelo ITMark basado en el modelo CMMI desarrollado por la SEI que es actualmente certificable y ha ganado gran acogida en el mercado colombiano y por su parte el modelo Agile SPI perteneciente al proyecto SIMEP-SW financiado por Colciencias y la Universidad del Cauca, basado en las normas ISO/IEC 12207:2002 e ISO/IEC 15504:2003 ambos modelos desarrollados principalmente para ser implementados en cualquier PYME en donde su número de empleados sea inferior 20 personas y de los cuales se pueden extraer dos conclusiones fundamentales en cuanto a la implantación de dichos modelos de mejoramiento del software:

- Los métodos ágiles son un método muy adecuado para su aplicación en la PYME y la microempresa. El modelo Agile SPI, usado en el marco del proyecto para la mejora de procesos software, fue probado en un piloto del que formaron parte 4 empresas mexicanas de menos de 50 empleados durante 8 meses. Un número determinado de procesos de cada una de ellas fue evaluado inicialmente según la escala CMMI, de 0 a 5, obteniendo una media global de 0,18. Los resultados finales tras 8 meses arrojaron una media global de 1,13, por lo que la mejora fue realmente alta. Alguna de estas empresas fue evaluada con el nivel 4 de CMMI al término del proyecto. (Hurtado J., Pino F., Vidal J., Pardo C., Fernandez L., 2008)

- Es posible combinar algunos de los modelos ágiles existentes (como XP) para lograr el equivalente a un nivel 2 de CMMI en un 72%, según los resultados del informe mencionado. Como requerimientos, los autores exigían una definición clara de los procesos y la posibilidad de realizar una mini evaluación inicial. Con esto, los modelos ágiles se presentan como alternativas simples a CMMI y a sus modelos derivados para la PYME y la microempresa.

La Figura 8. Permite apreciar como el modelo CMMI-DEV y la norma ISO 15504 han sido enfocados para empresas grandes y de estos se han desprendido nuevas iniciativas que buscan beneficiar a las Pymes del sector, dichos modelos generados son ITMark y el modelo Agile SPI para Pymes de la industria Colombiana que serán incluidos dentro del objeto de estudio del presente informe.

Figura 8. Modelos de Mejora de Procesos para la Industria Colombiana.



Fuente: Autor

8.4 CMMI (CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION)

CMMI es una de las normas de certificación de procesos de desarrollo de software más reconocidas a nivel mundial. En Colombia se le constituye como la más reconocida y con mayor implantación por parte de Pymes y empresas del sector software (Business News Américas, 2011).



CMMI es la evolución de la norma CMM (Capability Maturity Model)²⁴, que se implanto a finales de los años 80 con el objetivo de establecer un modelo de madurez al cual se acogerían todas las empresas concesionarias de servicios de la administración estadounidense, fue realizado como respuesta a un requerimiento del Gobierno Federal de los Estados Unidos y fue implementado como un método para mejorar la calidad de los productos a través de la mejora de sus procesos, su primera definición en procesos de desarrollo de software fue publicado en septiembre de 1987 pero y mejorado hasta 1993 en donde evoluciono a CMM-SW(CMM for Software)²⁵.



Durante los años 90, el SEI desarrolló además del CMM-SW otra serie de modelos y áreas basadas en CMMI (ITMark, CMMI-DEV), lo anterior se debía a que las empresas que buscaban implementar los modelos solicitaban constantemente la evaluación de su procesos para diferentes entornos y complejidades estructurales y organizacionales, por este motivo se creó CMMI-

²⁴ El Modelo de Madurez de Capacidades o CMM (*Capability Maturity Model*), es un modelo de evaluación de los procesos de una organización. Fue desarrollado inicialmente para los procesos relativos al desarrollo e implementación de software por la Universidad Carnegie-Mellon para el ESI.

²⁵ SW-CMM. El Modelo de Madurez de la Capacidad para el desarrollo de Software (*Capability* a finales de los ochenta por el ESI a instancias del Congreso Norteamericano, como medio para evaluar a las empresas suministradoras de software para el Departamento de Defensa Norteamericano.

DEV, como un área integrada que incluye entre otros, el área CMM-SW y el cual tiene un principio básico fundamental, en el cual la calidad de un producto o de un sistema es su mayor parte consecuencia de la calidad de los procesos empleados en su desarrollo y mantenimiento. La primera versión funcional de CMMI fue liberada en enero de 2002.

CMMI es un modelo de calidad del software que clasifica las empresas en niveles de madurez. Estos niveles sirven para conocer la madurez de los procesos que se realizan para producir software. El motivo fundamental que ha motivado a CMMI a evaluar y clasificar niveles de madurez se debe a que el problema principal las organizaciones de software es su inhabilidad para administrar sus procesos de desarrollo de software, CMMI se ha convertido en una guía que ayuda a tener control sobre los procesos organizacionales y de desarrollo para así mantener y generar un software de mayor calidad. Su objetivo es la evolución hacia una cultura de excelencia tanto en la Ingeniería como en la Administración de software.

CMMI-DEV, surge con la intención de mejorar la usabilidad de los modelos de madurez integrando varios modelos diferentes en una sola estructura. Describe las prácticas de ingeniería y gestión que permite a las organizaciones a llevar a cabo sus procesos de desarrollo y mantenimiento del software. CMMI-DEV presenta un conjunto de prácticas recomendadas en una serie de áreas clave que permiten mejorar el potencial del proceso de software. Abarca 22 áreas de proceso, que van desde la Gestión de la Configuración y de los Requisitos hasta la Formación organizacional, Las mismas se encuentran diseñadas para ser conectadas entre 5 niveles de madurez existentes. Para poder estar en uno de ellos se han de cumplir todos los requisitos del mismo y de todos los niveles anteriores, de tal forma que para una organización encontrarse en un nivel de madurez 3 debe haber superado todos los requisitos del nivel 2 y el nivel 1.

Técnicamente CMMI-DEV se define y cuenta con:

- Un marco de mejores prácticas de administración, ingeniería y soporte, organizado en 22 tópicos llamados Áreas de Proceso.

- Una guía para mejorar la capacidad de cualquiera de las 22 Áreas de Proceso por medio de la aplicación incremental de las Prácticas Genéricas, que mejoran el funcionamiento de un proceso particular.
- Ha sido pensado como un conjunto de “requerimientos de proceso”, que ayudan como guía a una organización para definir e implementar los procesos relacionados con los 22 tópicos que lo conforman.

CMMI-DEV ofrece un método de diagnóstico del proceso, producto del cual surgen fortalezas y debilidades del mismo en una compañía desarrolladora de software. Una vez terminado el diagnóstico, señala el camino para ir mejorando de una forma sistemática y organizada todos y cada uno de los procesos de desarrollo de software de forma ordenada. Este diagnóstico se realiza a través de un esquema preestablecido por CMMI, que consiste en entrevistas al personal de sistemas con pautas prefijadas, se descubren sus prácticas y se llega a conclusiones concretas. Posteriormente, se hacen los planes y ejecución desmejoramiento de procesos.

Dentro de las mejoras a resaltar en la implantación del modelo. La consecución de los requisitos y el posterior posicionamiento en alguno de los niveles de mejora de procesos del área CMMI-DEV se obtiene:

- La buena gestión de proyectos.
- Procedimientos correctos y organizados de coordinación entre grupos, de formación del personal.
- Nuevas técnicas de ingenierías más detalladas y coordinadas.
- Nivel más avanzado de métricas en los procesos.

CMMI-DEV se encuentra desarrollado con el objetivo de crecer de forma incremental agregando o adicionando componentes con fines específicos los cuales son considerados en la industria del software como “constelaciones CMMI”. Estos componentes básicos pueden ser aumentados por material adicional para proveer modelos adicionales que pueden ser implementados en compañías de software. Las constelaciones (Componentes y adiciones), son principalmente una colección de componentes CMMI que incluye un modelo,

sus materiales de aprendizaje, y los documentos relativos a la evaluación para un área de interés determinada. SEI ha planteado la creación de tres constelaciones por el momento, incluidas en el marco de trabajo del modelo CMMI-DEV:

- **Desarrollo:** elaborada como CMMI-DE y como evolución natural del anterior modelo CMMI v1.1. (Actualmente la más implementada).
- **Servicios:** elaborada como CMMI-SERV y que se encuentra aún en fase de pruebas.
- **Adquisición:** Se encuentra en fase de desarrollo, como módulo independiente, denominado CMMI-AM en versión 1.1.

CMMI-DEV se evalúa de acuerdo a una serie de niveles de capacidad de madurez que se encuentran agrupadas en áreas de proceso o capacidades de proceso, las cuales se encuentran definidas en cinco y en seis niveles de madurez que se verán representadas por 2 tipos de representaciones que permitirán a las organizaciones alcanzar la calidad de sus procesos de software, la representación continua y la representación escalonada respectivamente, de modo que una organización que tenga institucionalizadas o cumpla a cabalidad todas las prácticas o requisitos incluidas en un nivel y en sus inferiores, se considera que ha alcanzado los siguientes niveles de madurez o de capacidad.

1. **Inicial.** Las organizaciones en este nivel no disponen de un ambiente estable para el desarrollo y mantenimiento de software. Aunque se utilicen técnicas correctas de ingeniería, los esfuerzos se ven minimizados por la falta de planificación. El éxito de los proyectos se basa la mayoría de las veces en el esfuerzo personal de sus integrantes, constantemente se producen fracasos en el desarrollo de los mismos y casi siempre retrasos y sobrecostos, haciendo que el resultado de los proyectos sea impredecible.

2. **Repetible/Gestionado.** En este nivel las organizaciones disponen de unas prácticas institucionalizadas de gestión de proyectos, existiendo unas métricas básicas y un razonable seguimiento de la calidad.
3. **Definido.** Además de una buena gestión de proyectos, a este nivel las organizaciones disponen de correctos procedimientos de coordinación entre grupos, formación del personal, técnicas de ingeniería más detallada y un nivel más avanzado de métricas en los procesos.
4. **Gestionado cuantitativamente.** Se caracteriza porque las organizaciones disponen de un conjunto de métricas significativas de calidad y productividad, que se usan de modo sistemático para la toma de decisiones y la gestión de riesgos. El software resultante al utilizar estas medidas es de alta calidad
5. **Optimizado.** La organización completa está volcada en la mejora continua de los procesos. Se hace un uso intensivo de las métricas y se gestiona el proceso de innovación.

El modelo CMMI establece una medida del progreso conforme se avanza en niveles de madurez, cada nivel tiene un número de áreas de procesos que se deben lograr paulatinamente. El alcanzar estas áreas de procesos significa que se podrá continuar con niveles superiores.

8.4.1 Representaciones

Como se mencionaba anteriormente CMMI tiene dos tipos de representaciones que permiten la evaluación y mejora de los procesos de las organizaciones donde se implante el modelo. Dichas representaciones son conocidas en la industria como representación continua y representación escalonada. La representación continua permite a las empresas desarrolladoras de software seleccionar una o varias áreas de proceso y poder mejorar los procesos adyacentes a las mismas. Por otro lado la representación Escalonada permite

definir un conjunto de áreas de proceso que permite definir la mejor ruta para mejorar la calidad en los procesos de una organización.

Cada una de las representaciones son validas y cuentan con sus propios niveles que permiten calificar la mejora de calidad de procesos de una empresa desarrolladora de software, por su parte la representación continua se basa en la evaluación sobre 6 niveles de capacidad numerados de 0 hasta el 5. Cada nivel de capacidad corresponde a un objetivo y un conjunto de buenas actividades y prácticas de mejora y evaluación de la capacidad de los distintos procesos de una empresa desarrolladora de software.

Por su parte en la representación escalonada la evaluación se basa sobre 5 niveles de madurez, que se encuentran enumerados de 1 hasta 5 los cuales aplican a la madurez de toda la organización. Cada nivel de madurez comprende un conjunto predefinido de áreas del proceso que buscan alcanzar el mejoramiento de la calidad de madurez de la empresa desarrolladora de software.

La representación continua tiene más prácticas específicas que la representación escalonada debido a que la representación continua tiene dos tipos de prácticas específicas: básica y avanzada, mientras la representación escalonada tiene solamente un tipo de práctica específica.

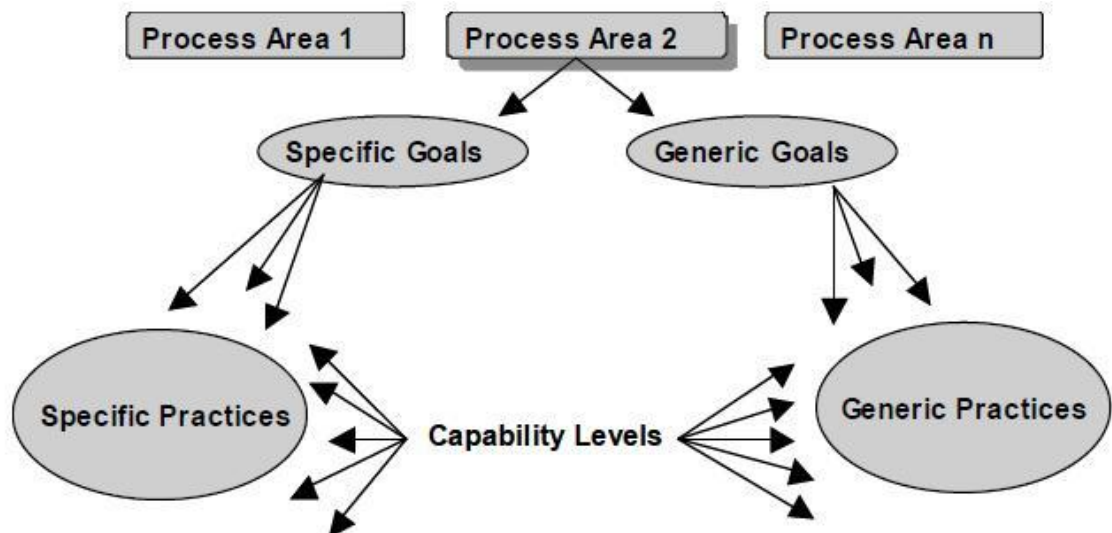
La principal diferencia entre niveles de madurez y de capacidad es la forma de abarcar la representación y cómo ellos son aplicados. A día de hoy, es posible elegir la representación que mejor se adapte a las características de la empresa y a sus prioridades de mejora, ya que ambas son equivalentes.

8.4.2 La Representación Continua

La representación continua se compone y se encuentra organizada por diversos principios organizacionales como lo son *perfiles de capacidad*, *nivel objetivo*, *nivel equivalente* y seis niveles de *capacidad*. Esta representación

agrupa las áreas del proceso por categorías relacionadas y niveles de capacidad diseñados para mejorar un determinado proceso que corresponda y se encuentre incluido en cada área de proceso.

Figura 9. Estructura de los componentes del modelo CMMI representación continua.



Fuente: Pino, F., García, F., Serrano, M., y Piattini, M

De acuerdo a la Figura 9. La capacidad hace referencia al logro de las prácticas genéricas y específicas que una organización ha alcanzado en un área de proceso específica. De acuerdo a este logro se obtiene un nivel de capacidad y de acuerdo a ese nivel, la organización puede aprovechar los beneficios de la mejora alcanzada.

CMMI, define una escala jerárquica de 6 niveles que permiten evaluar y representan el incremento en las capacidades de las áreas de proceso en mejoramiento. De esta forma, el escalón más bajo de la escala (0) denota que la ejecución del proceso no cumple con el propósito del mismo, poniendo en riesgo la calidad del producto, mientras que el nivel más alto (5) indica que su ejecución cumple ampliamente los objetivos del negocio, asegurando así la satisfacción y calidad del producto de software desarrollado. La escala, queda

definida por los siguientes 6 niveles expresados desde el de menor capacidad (nivel 0) al de mayor capacidad (nivel 5):

Tabla 2. Niveles de evaluación de capacidad en la representación continúa.

Nivel de Capacidad	Nivel de capacidad en representación continua
0	Incompleto
1	Realizado
2	Gestionado
3	Definido
4	Gestionado cuantitativamente
5	Optimizado

Fuente: SEI

Nivel de Capacidad 0: Incompleto. Un proceso incompleto es un proceso no logrado o parcialmente logrado. Uno o más de los objetivos específicos del área del proceso no han sido satisfechos y no existen objetivos genéricos en este nivel y no hay razones para institucionalizar un proceso parcialmente logrado.

Nivel de Capacidad 1: Logrado. Un proceso logrado es un proceso que satisface los objetivos específicos del área del proceso. Este soporta y guía el trabajo necesario para poder construir los productos de trabajo.

Nivel de Capacidad 2: Administrado. Un proceso administrado es un proceso logrado que cuenta con la infraestructura básica para soportar el proceso. Este es planeado y ejecutado de acuerdo a políticas. Los empleados se adecuan a los recursos disponibles para lograr salidas de productos controladas, es monitoreado, controlado y revisado; y es evaluado por su adherencia a la descripción de proceso.

Nivel de Capacidad 3: Definido. Un proceso definido es un proceso Administrado que es instanciado de un conjunto de procesos estandarizados de la organización de acuerdo a unas guías generadas en la empresa.

Nivel de Capacidad 4: Administrado cuantitativamente. Un proceso administrado cuantitativamente es un proceso definido y controlado usando técnicas de estadísticas y otras técnicas cuantitativas. Se establecen objetivos cuantitativos de calidad y desempeño del proceso que son empleados como criterios para administrar el proceso. La calidad y el desempeño de los procesos son entendidos en términos estadísticos y son gestionados a través de la vida de los procesos.

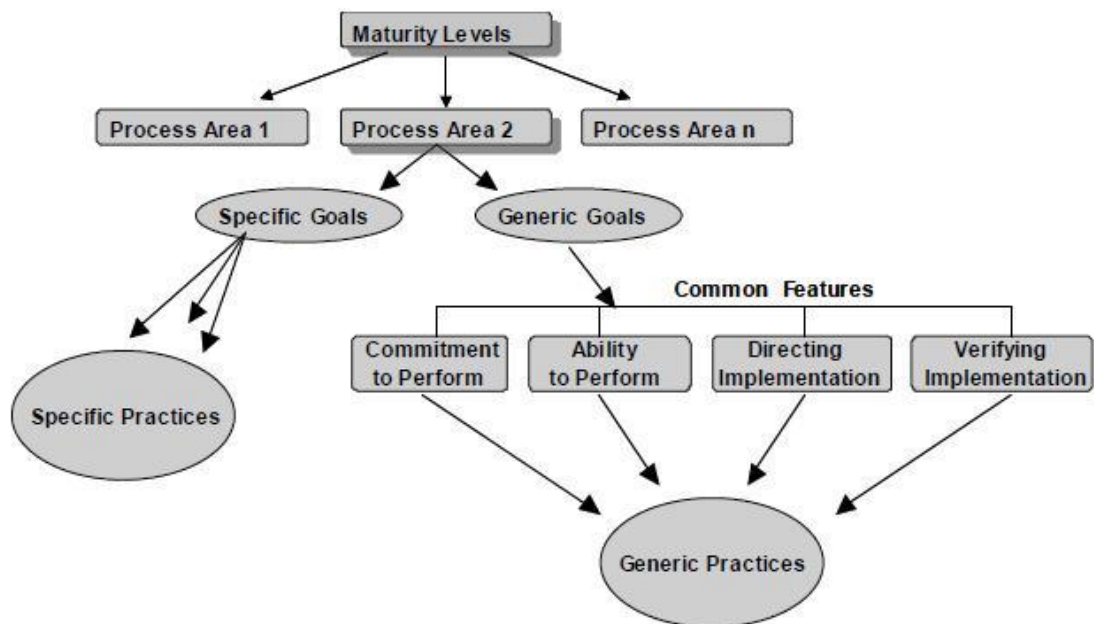
Nivel de Capacidad 5: Optimizado. Un proceso optimizado es un proceso administrado cuantitativamente que es mejorado de acuerdo al entendimiento de las causas comunes que afectan un proceso. El foco de un proceso optimizado es el mejoramiento continuo del rango de desempeño del proceso a través de mejoras incrementales e innovadoras.

8.4.3 La Representación Escalonada

Esta representación organiza las áreas de proceso en cinco niveles de madurez para soportar y guiar el mejoramiento del proceso de una organización. La representación escalonada agrupa las áreas del proceso por niveles de madurez, indicando cuales áreas del proceso implementar para alcanzar un nivel de madurez determinado.

Los niveles de madurez representan un camino que ilustra la evolución de la organización y el mejoramiento de sus procesos. Para cada área de proceso, los objetivos y prácticas específicos son listados primero a partir de los objetivos y prácticas genéricas. Mientras la representación continua usa objetivos genéricos para organizar las prácticas genéricas o específicas, la representación escalonada usa cuatro características comunes para organizar las prácticas genéricas: compromisos de la alta gerencia, habilidades a desarrollar, orientación de la implementación y verificación de la implementación.

Figura 10. Estructura de los componentes del modelo CMMI representación escalonada.



Fuente: Pino, F., García, F., Serrano, M., y Piattini, M

Un nivel de madurez consiste de unas prácticas genéricas y específicas relacionadas para un conjunto de áreas de proceso en común predefinidas para mejorar el desempeño de toda la organización. El nivel de madurez provee una forma de predecir el desempeño de la organización en una o varias disciplinas dadas. La experiencia, según el SEI, muestra que hay mejores resultados cuando la organización se concentra sus esfuerzos de mejora en un número manejable de áreas de proceso. Cada nivel de madurez establece una parte importante del proceso organizacional, y prepara a la organización para ir hacia el siguiente nivel de madurez.

Los niveles de madurez son medidos por el logro de los objetivos específicos y los objetivos genéricos asociados con cada conjunto de áreas predefinidas.

Tabla 3. Niveles de evaluación de madurez en la representación escalonada.

Nivel de Madurez	Nivel de Madurez en representación escalonada
0	Inicial
1	Gestionado
2	Definido
3	Gestionado cuantitativamente
4	Optimizado

Fuente: SEI

Nivel de madurez 1: Inicial. Los procesos son usualmente caóticos. La organización usualmente no provee un ambiente estable para soportar los procesos. El éxito en la organización depende de las competencias y actos heroicos de la gente y no del uso de procesos probados. En medio de este caos, las empresas producen productos y servicios que trabajan, sin embargo, la producción se excede en sus costos y no cumple con los cronogramas. Una empresa en nivel 1 se caracteriza por la tendencia a sobrecargarse, abandonar procesos en tiempo de crisis y con muy baja capacidad de repetir sus éxitos.

Nivel de madurez 2. Administrado. Los proyectos de la organización aseguran que los requisitos son gestionados, y que los procesos son planeados, logrados, medidos y controlados. La disciplina del proceso en el nivel 2 ayuda asegurar la existencia de prácticas en los tiempos de estrés. Cuando las prácticas son las adecuadas, los proyectos son logrados y administrados de acuerdo a unos planes documentados. En el nivel de madurez 2, el estado de los productos de trabajo y los servicios es visible a la administración en puntos definidos (por ejemplo los hitos principales y la terminación de tareas principales). Se establecen los compromisos entre los participantes y son revisados cuando sea necesario. Los productos de trabajo son apropiadamente controlados y sus servicios satisfacen las descripciones, estándares y procedimientos especificados en su proceso.

Nivel de madurez 3. Definido. En este nivel, los procesos están bien caracterizados y entendidos, y son descritos en estándares, procedimientos, herramientas y métodos. El conjunto de procesos estándar de la organización, los cuales son la base para alcanzar el nivel de madurez 3, es establecido y mejorado en el tiempo. Estos procesos estándar son usados para proveer consistencia en la organización. Los proyectos establecen sus procesos definidos, instanciándolos a partir del conjunto de procesos estándar de la organización de acuerdo a unas guías de de instanciación.

Una distinción crítica entre los niveles de madurez 2 y 3 es el alcance de los estándares, descripciones de los procesos y procedimientos. En el nivel de madurez 2, estos pueden ser diferentes en cada instancia específica del proceso, en el nivel 3 estos, obligatoriamente, deberán ser instanciados a partir de los procesos estándares de la organización. Otra diferencia significativa es que los procesos en el nivel 3 son definidos más rigurosamente. Un proceso definido claramente presenta el propósito, entradas, criterios de éxito, actividades, roles, medidas, pasos de verificación, salidas y criterios de éxito. En este nivel los procesos son gestionados más proactivamente usando la comprensión de las interrelaciones entre las diferentes actividades del proceso y sus mediciones y los productos de trabajo y los servicios. En conclusión, el proceso es institucionalizado.

Nivel de madurez 4. Cuantitativamente Administrado. Se establecen para la empresa y para los proyectos objetivos cuantitativos de calidad y desempeño de los procesos y se utilizan esos objetivos como criterios de gestión del proceso. Estos objetivos están basados en las necesidades del cliente, usuarios finales, la organización y quienes implementan el proceso. La calidad y el desempeño son entendidos en términos estadísticos a través del ciclo de vida de los procesos. Esta información es incorporada en el repositorio de medidas de la organización para la toma de decisiones basada en hechos prácticos. A través de la información se pueden identificar causas y prevenir futuras ocurrencias. Una distinción crítica entre los niveles de madurez 3 y 4 es

la de poder predecir el desempeño del proceso. El nivel 3 es típicamente controlado solo de manera cualitativa.

Nivel de Madurez 5. Optimizado. La organización mejora continuamente sus procesos basados en el conocimiento cuantitativo de las causas comunes de error en sus procesos. El foco del nivel de madurez es el mejoramiento continuo del desempeño del proceso, a través de un proceso incremental e innovador y de mejoras tecnológicas.

Una distinción importante con respecto al nivel anterior es la orientación del tipo de variación del estado del proceso. En el nivel 4, la organización se orienta por las causas especiales de variación o de errores del proceso (son específicas a unas circunstancias transitorias y no a una parte inherente del proceso) y predice estadísticamente los resultados. Aunque los procesos pueden producir resultados predecibles, los resultados pueden resultar insuficientes para lograr los objetivos establecidos. En el nivel 5, la organización se interesa por orientarse a las causas comunes de variación del proceso y cambia los procesos para mejorar desempeño y lograr los objetivos de mejora del proceso establecidos de manera cuantitativamente.

8.4.4 Representación Continua vs. Representación Escalonada

El SEI sugiere que para que la transición e implantación hacia el modelo CMMI sea lo más fácil posible para cualquier organización, primero se seleccione la que sea más similar al modelo que hayan venido trabajando, si no se ha iniciado con ninguna, cualquiera de las dos será una buena alternativa. La Tabla 4. Compara las ventajas de cada una de las representaciones, las cuales pueden ayudar a tomar la decisión con respecto a cual seleccionar.

Tabla 4. Ventajas de la representación continua Vs representación Escalonada

Representación continua	Representación Escalonada
Da la libertad de seleccionar el orden de mejora que más se adecue a los objetivos de negocio de la empresa y a mitigar los riesgos en ciertas áreas de la organización.	Define a la organización un camino de mejora probado.
Da visibilidad de la capacidad lograda en cada área.	Se enfoca sobre un conjunto de procesos que proveen a una organización con una capacidad específica caracterizada por cada nivel de madurez.
Provee un puntaje del nivel de capacidad que es usada normalmente en la comunicación interna de la organización, pero que rara vez es comunicada externamente.	Provee un puntaje del nivel de madurez que es frecuentemente usado en la comunicación interna de la organización, y a nivel externo para poder calificar y competir en licitaciones
Permite mejoras de diferentes procesos a diferentes niveles de capacidad.	En resumen, la mejora se evalúa con un número el nivel de madurez.
Es un nuevo enfoque que aún no tiene información suficiente de Retorno a la inversión (ROI).	Es un enfoque respaldado por un gran historial de uso, lo que incluye casos de estudio e información que demuestran un probado ROI
Permite una fácil comparación con el modelo de mejora de ISO/IEC 15504 debido a que la organización de las áreas del proceso es derivada de este modelo.	Permite la comparación a ISO/IEC 15504, pero la organización de las áreas del proceso no corresponde con ISO/IEC 15504.

Fuente: SEI

8.4.5 ¿Factores Que Pueden Influir La Elección De Una Representación De Otra?

CMMI-DEV describe tres factores que pueden influir la decisión de seleccionar una representación: el negocio, la cultura y los modelos heredados.

Negocio: En una organización con un conocimiento maduro de sus objetivos de negocio es posible que tenga documentación suficiente entre estos y sus áreas de procesos. Una organización de este tipo puede resultarle útil usar la representación continua para evaluar sus procesos y determinar que tan bien estos soportan los objetivos de negocio. En una organización con enfoque de líneas de productos se ajusta más a la representación escalonada, pues esta le ayudará a seleccionar los procesos críticos para enfocar su mejoramiento. La misma organización puede optar por mejorar los procesos por cada línea de productos y obtener diferentes niveles de capacidad. El trabajo es conocer los objetivos de negocio y mirar su alineación con cada una de las representaciones y con esto decidir cuál es la mejor opción.

Cultura: Los factores culturales tienen que ver con la forma en que será instalado el programa de mejora. Por ejemplo, se escogería la representación escalonada cuando una empresa tiene experiencia en la mejora de sus procesos o cuando tiene un proceso específico que necesita ser mejorado rápidamente. Una organización con poca experiencia debería escoger la representación escalonada, pues establece un camino de mejoramiento.

Modelos heredados: si una empresa tiene experiencia con alguna de las representaciones, lo mejor es que siga utilizando la misma representación.

8.4.6 Esquema De Evaluación De CMMI

Dado que CMMI no es una norma como lo es ISO, no existe un proceso de certificación oficial por parte de una organización que permita evaluar al modelo, el mismo sólo puede ser evaluado a través de auditores reconocidos y

acreditados por el SEI. Este proceso de evaluación por parte del personal acreditado sirve para determinar la madurez de los procesos de la organización que la lleva a cabo, valorando formalmente el nivel adquirido.

El método de evaluación instaurado de forma oficial por el SEI y del cual hace uso el personal acreditado por el organismo es el SCAMPI (Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement)²⁶, que proporciona un proceso sistemático y continuo para evaluar comparativamente los productos, servicios y procesos de trabajo en organizaciones. Mediante la aplicación de este método, se identifican las fortalezas y debilidades de los procesos actualmente implementados en la organización, se descubren los riesgos asociados, y se pueden determinar los niveles de capacidad y madurez de los mismos.

Existen en la actualidad tres tipos de revisiones bajo SCAMPI:

- **Clase A:** Método completo, utilizado en evaluaciones en profundidad, con el objetivo de lograr la institucionalización del modelo en la organización. Este método evalúa realmente el nivel de madurez conforme a CMMI, y otorga puntuación sobre el mismo.
- **Clase B:** Evaluación previa a la implantación masiva de nuevos procesos, no proporciona información sobre la madurez del proceso pero permite hacer aproximaciones y ser una guía para verificar la evolución de la compañía desarrolladora de software.
- **Clase C:** La evaluación más rápida, que evalúa áreas de riesgo con recolección básica de datos. No proporciona puntuación sobre el nivel de madurez, y puede ser realizada por la propia organización.

²⁶ SCAMPI (Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement) Es una evaluación que consiste en determinar el nivel de madurez o capacidad, que ha alcanzado una organización que aplica CMMI en sus procesos. Su objetivo principal es determinar las fortalezas y oportunidades de mejora de los procesos de la organización, respecto a las prácticas descritas en el modelo de referencia.

La evaluación clase A requiere que el proceso de evaluación sea llevado a cabo por agentes acreditados en CMMI anteriormente mencionados. Las demás evaluaciones (B y C) deben ser supervisadas por agentes autorizados del SEI para garantizar la interpretación correcta de los métodos.

Entre los beneficios más importantes que supone la consecución de la certificación en CMMI se encuentra el hecho de que permite evaluar el progreso del desarrollo de software, así como la calidad de la administración de un proyecto. Este certificado sitúa a las organizaciones convirtiéndolas en entes mucho más competitivas en el mercado internacional.

Así mismo, la certificación de la madurez de procesos y de capacidad de empresas desarrolladoras de software permite adquirir una mayor cooperación con empresas, proveedores, socios y clientes. De hecho, en los últimos tres años, los países que promueven esta certificación han aumentado su producción de software y sus servicios considerablemente con la adopción de estrategias de calidad, además de favorecer la certificación de la calidad del software.

A continuación se presenta en resumen una lista de los países más representativos en cuanto a las certificaciones emitidas por el SEI que buscan el mejoramiento de la capacidad y la madurez de los procesos del software de sus organizaciones.

8.4.7 Certificaciones CMMI En El Mundo.

Tabla 5. Certificaciones CMMI en el Mundo.

País Evaluado	Evaluaciones Acreditadas
Argentina	19 evaluación
Australia	23 evaluaciones

Brasil	48 evaluaciones
Canadá	26 evaluaciones
Chile	15 evaluaciones
China	240 evaluaciones
Colombia	18 evaluaciones
Egipto	17 evaluación
Francia	75 evaluaciones
Alemania	35 evaluaciones
Hong Kong	10 evaluaciones
India	204 evaluaciones
Japón	172 evaluaciones
República de Corea	78 evaluaciones
México	15 evaluaciones
España	31 evaluaciones
Taiwán	46 evaluaciones
Reino Unido	48 evaluaciones
Estados Unidos	718 evaluaciones

Fuente: INTECO.

8.4.8 Situación Actual Del Modelo CMMI Para El Mejoramiento De Procesos De Software En Colombia

La constante necesidad de impulsar en el mercado Colombiano una nueva metodología que permita incrementar la madurez y la capacidad en los procesos de desarrollo de software, ha llevado a que en conjunto tanto la empresa privada como el sector oficial contribuya y motive el uso e

implantación de modelos de calidad. Con el objetivo de mejorar la posición competitiva de las empresas de software colombianas, el gobierno Colombiano a través de PROEXPORT, el SENA y Colciencias han impulsando la agenda de conectividad y han realizado una evaluación del progreso en cuanto al número de empresas certificadas en el modelo CMMI (Business News Américas, 2011), arrojando como resultado estadísticas muy alentadoras al sector de Software doblando el número de compañías Certificadas en el año 2010 en Colombia.

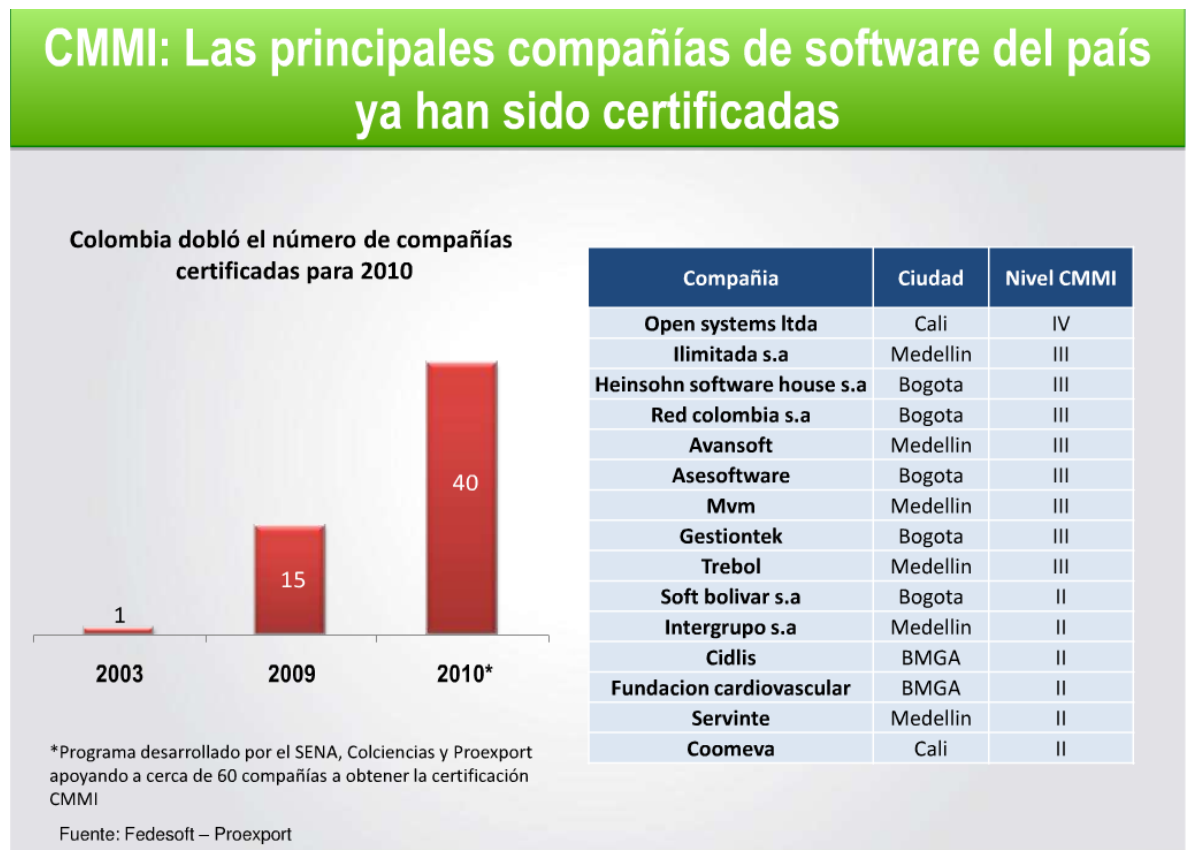
La realidad actual en nuestro país nos demuestra muchas falencias en el desarrollo de software, métodos artesanales y poco estructurados que conllevan constantemente a muchos proyectos al fracaso diario. Lo anterior sucede principalmente porque las empresas Colombianas no tienen conocimiento sobre los métodos a emplear para buscar la calidad en el software que les permita enmarcar una serie de objetivos del proyecto que deberían cumplirse en todo su ciclo de vida. Estas falencias presentadas producen problemas como la impredecibilidad de tiempos y costos, dependencia a personas claves en el proyecto, falta de conocimiento en gestión de proyectos y entre otros. Estos casos se dan principalmente para organizaciones en las cuales sus procesos son muy simples e informales que hacen que sus desarrollos sean poco confiables.

A pesar de la realidad que se vive no solo en Colombia sino en la industria del software en general, donde el tema de las implantaciones, modelos, metodologías y entre otros es algo nuevo que apenas empieza a tomar fuerza para difundirse, La motivación adquirida en los últimos años por parte de la industria Colombiana con respecto a la calidad del software está fomentando la implantación del modelo CMMI en empresas grandes y Pymes colombianas que buscan la mejora continua en la calidad de sus procesos de software para competir en mercados globales.

Es así como según Fedesoft y Proexport, Colombia dobló el número de compañías certificadas en el modelo CMMI, gracias a un proyecto que ha apoyado a 60 Pymes y empresas maduras Colombianas que buscan alcanzar

la mejora de sus procesos y como resultado a muchas de ellas a obtener la certificación en el modelo mencionado (Proexport, 2010).

Figura 11. CMMI: Las principales compañías de software del país ya han sido certificadas.



Fuente: Fedesoft - Proexport

A pesar de los esfuerzos se debe tener claro que CMMI es tan solo un modelo, y como indica la definición de modelo “Es una idealización de la realidad utilizada para plantear un problema”, se puede concluir que al no ser una norma, sino una serie de pasos bien documentados, no puede ser interpretado y adaptado igualmente a todas las empresas, todas tienen sus propios requerimientos y procesos. CMMI plantea las prácticas que mejoraran los procesos en la organización pero no especifica cómo deben implementarse, por lo cual los profesionales deben aplicar su capacidad para definir sus

procesos y sus niveles de acuerdo a su negocio que generen el suficiente valor agregado como para ser tenido en cuenta por la organización.

Por lo anterior es normal que surjan cuestionamientos en cuanto a los verdaderos beneficios y costos que implican principalmente para empresas pequeñas ya que CMMI ha sido desarrollado principalmente para empresas grandes que cuentan con los recursos necesarios para afrontar todos los rigurosos procesos organizacionales y económicos que trae consigo una certificación. Por otra parte, para implementar el modelo, es imprescindible que la Dirección de la empresa esté convencida de los beneficios que se obtendrán y esté dispuesto a priorizar el Proyecto de Mejora como si fuese un proyecto del negocio, garantizando un camino hacia la “Mejora Continua”. Si esto no ocurre, difícilmente el modelo pueda ser implementado, porque requiere de un importante esfuerzo inicial de los recursos, inversión, y un cambio cultural fuerte en las personas. Por estos motivos, los resultados no se verán inmediatamente sino con el tiempo, y si la Dirección no está dispuesta a dar este tiempo y el soporte necesario, seguramente el proyecto sea abandonado en el camino.

El modelo como tal, requiere de personas que sepan interpretarlo a la realidad de la compañía, por eso es importante que quien lidere el Proyecto de Mejora tenga suficiente experiencia en la empresa y en los proyectos del negocio. El objetivo será facilitar la interpretación y acelerar los tiempos del proyecto. Si se limita la interpretación únicamente a la teoría del modelo, seguramente los resultados no serán muy buenos. Por este motivo, sobre todo en Pymes donde la estructura de recursos es pequeña, el desafío es definir procesos que demuestren la teoría con la práctica diaria, generando aportes de valor a la empresa y a la vez, no generen trabajo adicional.

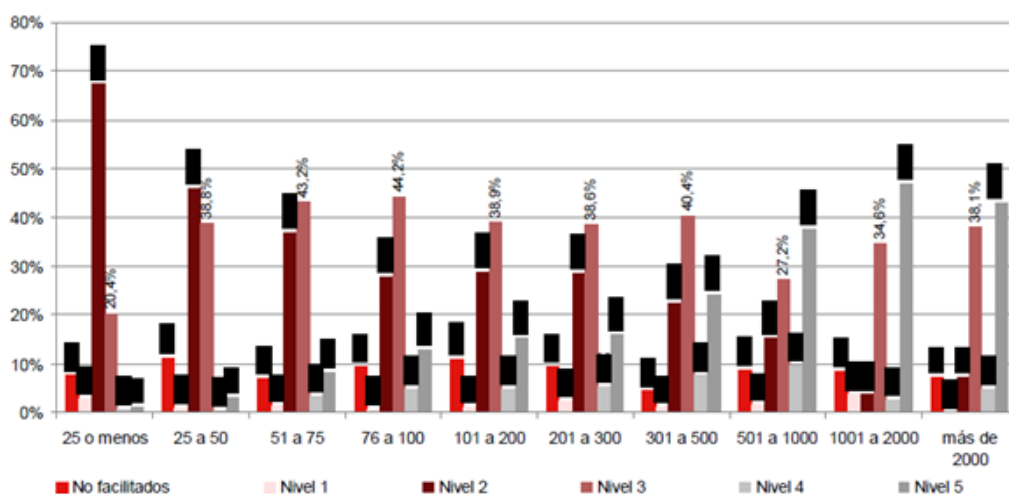
En Colombia poco a poco CMMI ha ido ganando terreno, y ha certificado con gran éxito empresas grandes como pequeñas, en ambos casos las experiencias han sido beneficiosas pero ha supuesto en Pymes Colombianas un gran desgaste, afrontando las mismas numerosas dificultades en donde muchas no logran certificar sus procesos. Existen diversos factores que

provocan la actual deserción por parte de Pymes que desean mejorar sus procesos de desarrollo de software, los mas principales según la industria, son los tiempos de implementación, los cuales son demasiado extensos, los recursos económicos a invertir son demasiado altos, y la rigurosidad de las evaluaciones no son enfocadas a una Pyme sino a una empresa con una infraestructura mucho mayor.

Sin embargo las estadísticas demuestran que en países que tienen más experiencia en la implementación de CMMI demuestran claramente que la proporción de empresas pequeñas que hacen uso del modelo van en crecimiento muchas veces por desconocimiento propio de otros modelos mucho más beneficiosos o simplemente porque consideran que al ser CMMI un modelo reconocido a nivel internacional vale la pena hacer el esfuerzo sin importar las consecuencias de su implementación.

Según SEI con respecto a la madurez de los procesos de empresas a las cuales se les ha realizado evaluaciones a nivel mundial, se ha liberado una grafica de barras en la cual se puede concluir que mientras más grande es la empresa, mayor será el nivel alcanzado por la misma, mientras que para las Pymes lo normal es que se establezcan en el nivel 2. (SEI, 2007).

Figura 12. Distribución de empresas en el mundo certificadas en los diferentes niveles de CMMI



Fuente: SEI 2007

Lo anterior nos lleva a deducir que Implementar el modelo CMMI en una Pyme colombiana, no es viable ni beneficioso, ya que CMMI cuenta con 5 niveles de madurez o de capacidad a los cuales no podría llegar una empresa con recursos económicos y de personal reducidos, según la experiencia demostrada por muchas Pymes del sector que culminan la certificación, sienten que es mucha más la inversión a realizar que los beneficios obtenidos a corto plazo. Por este motivo el SEI ha liderado el diseño, desarrollo y difusión del modelo ITMark como una alternativa enfocada exclusivamente a las Pymes que desean certificar sus procesos en el modelo CMMI, dicho modelo sitúa a las empresas para obtener su certificación en el nivel 2 o 3 del mejoramiento de la capacidad y madurez de los procesos de software.

A continuación se presenta una lista de las Pymes y empresas que han certificado sus procesos de calidad en el software en Colombia, es importante destacar que el nivel de certificación alcanzado por la mayoría de las Pymes colombianas se sitúa en el nivel 2 y 3²⁷.

8.4.9 Certificaciones CMMI En Colombia

Tabla 6. Certificaciones CMMI en Colombia.

Empresas Certificada en CMMI	Nivel de Certificación Alcanzado
SoftManagement S.A	Nivel 2
ITS Solutions Ltda	Nivel 2
Servipunto de Software Ltda	Nivel 2
Aleriant	Nivel 2
Aranda Software Andina Ltda	Nivel 2
Procesos y Tecnología	Nivel 2

²⁷ <http://sas.sei.cmu.edu/pars/pars.aspx>. Published Appraisal Results.

InterGrupo S.A	Nivel 3
Coomeva	Nivel 3
Sociedades Bolívar	Nivel 3
Ilimitada S.A	Nivel 3
PersonalSoft S.A	Nivel 3
SoftBolivar	Nivel 3
Axede	Nivel 3
IG Software House S.A.	Nivel 4
Heinsohn Software House S.A	Nivel 4
MVM Ingeniería de Software S.A	Nivel 4
Productora de Software (PSL)	Nivel 5
Asesoftware Limitada	Nivel 5

Fuente SEI.

8.5 ITMark

El modelo ITMark al igual que CMMI es una guía de pasos sistemáticos y organizados que permite alcanzar niveles de capacidad y de madurez óptimos para competir en mercados globalizados mejorando la efectividad organizacional y el éxito mediante la mejora de los procesos de micro y pequeñas empresas que se dedican al desarrollo y mantenimiento de sistemas, aplicaciones y productos de software. El servicio proporciona conocimiento sobre las capacidades técnicas y gerenciales de la organización a través de la identificación de fortalezas y debilidades, así como del descubrimiento áreas a mejorar de acuerdo con sus metas de negocio.





El modelo ITMark ha sido diseñado y desarrollado por la SEI en el año 1993 en un trabajo conjunto entre la Comisión Europea el gobierno vasco, e integrada en la Corporación Tecnológica

TECNALIA²⁸.

Es el primer modelo de calidad internacional diseñado en particular para las micro y pequeñas empresas y tiene por objetivo brindar un sello de calidad que acredita la madurez y capacidad de desarrollo de software. Es un modelo basado en CMMI exclusivamente desarrollado para ser implantado en Pymes o empresas que buscan mejorar sus procesos o alcanzar un nivel de madurez o de capacidad óptimo.

El motivo por el cual ITMark es un modelo basado en CMMI es porque este último fue pensado para empresas con una trayectoria marcada, el personal y los recursos necesarios para lograr una certificación, mas no pensado para las micro y pequeñas empresas desarrolladoras de software. Por lo anterior ITMark ha surgido como una alternativa de certificación y mejoramiento de procesos de software exclusivamente para Pymes que disponen de menos de 20 empleados implantando las bases de un modelo reconocido a nivel internacional. Su objetivo es demostrar a sus clientes que una autoridad mundial como lo es el SEI, ha examinado sus procesos técnicos y de gestión y los ha encontrado de calidad para el desarrollo de software basándose en un modelo mundialmente reconocido como lo es CMMI. Lo que significa que los clientes de dicha Pyme tienen el respaldo de una organización y de un modelo de procesos acreditado a nivel internacional que les permite producir y desarrollar software de calidad.

²⁸ <http://www.tecnalia.info/> Tecnalía. Es una corporación tecnológica que contribuye al desarrollo científico y tecnológico de las empresas y la industria española.

8.5.1 ¿Por Qué Es Importante ITMark?

Con la implementación de ITMark se busca identificar las fortalezas, debilidades y la forma como las empresas principalmente las Pymes pueden mejorar sus procesos fomentando una cultura interna de mejora continua. ITMark se presenta como un modelo desarrollado en base a CMMI (modelo desarrollado para grandes empresas). Pero enfocado en cuanto a métodos de evaluación, más sencillos y flexibles, pensando ante todo en la PYME.

Muchas empresas a nivel mundial están confiando la mejora de sus procesos a ITMark gracias a la importancia que representa la SEI para la industria, la cual ha venido trabajado desde 1993 en el modelo como fundación sin ánimo de lucro enfocada a la mejora de los procesos del software para Pymes, la cual ha pertenecido a la comisión europea y a un grupo de grandes empresas europeas enfocadas al software, igualmente el desarrollo del modelo ha sido apoyado por el gobierno vasco.

La experiencia de la SEI se ve reflejada siendo Partner del proyecto CMM / CMMI desde el año 1996, desde entonces proporciona los servicios oficiales de CMMI en los 5 continentes, e incluye más de 30 evaluaciones oficiales en niveles CMMI Nivel 2 al Nivel 5, con lo cual se han realizado multitud de evaluaciones. Tan solo en el año 2004 entreno a más de 300 personas en 23 cursos oficiales de CMMI e ITMark. Igualmente SEI participo en el desarrollo del modelo SPICE (ISO 15504), apoyando al modelo en las pruebas e información para su desarrollo.

Si bien es conocido que el modelo de mejora de los procesos de software y sistemas de información como ITMark es relativamente nuevo, en los últimos años se ha visto un cambio sustancial en la visión que tienen las pequeñas empresas y la necesidad que tienen por obtener certificados que acrediten sus procesos de calidad, el motivo principal es que en el momento en que una Pyme acredita sus procesos de desarrollo de software bajo ITMark se hace acreedora a:

- Reconocimiento en el mercado nacional e internacional en cuanto a sus procesos de calidad del software.
- Acercamiento gradual a certificaciones más importantes a nivel mundial y con más prestigio.
- Fácil implementación en las compañías en cuanto a tiempos y costos.
- Permite la identificación de fortalezas y debilidades de los procesos llevados a cabo por las empresas, además permite la oportunidad de mejorar constantemente gracias a las rutas de mejoramiento que permite alcanzar diferentes grados de madures.
- Permite el mejoramiento del desempeño empresarial (tanto desde el punto de vista técnico como Administrativo)
- Permite lograr un diferenciador en el mercado por medio de un sello de excelencia en sus procesos.
- Incluye valoración en gestión de negocios y seguridad informática, que ha sido descartada por otros modelos importantes.
- Se ha basado en modelos y estándares reconocidos mundialmente sobre metodologías que han sido probadas, que son confiables y útiles para el mejoramiento de los procesos en las empresas.
- Permite avanzar fácilmente a la certificación CMMI, ya que ITMark se encuentra basado en su nivel de madurez del proceso de Software en CMMI.

8.5.2 Niveles de Certificación ITMark

Es importante aclarar que acoplar las características del área de madurez de procesos de software del modelo CMMI (Desarrollado para empresas grandes)

en el área de madurez de procesos del modelo ITMark(Desarrollado para Pymes) no significa reducir el modelo o la forma o el proceso de aplicación de CMMI. El modelo ITMark aplica en su totalidad las características de CMMI pero enfocado a entornos empresariales más pequeños. ITMark establece 3 grados dependiendo de la madurez de los procesos de la organización:

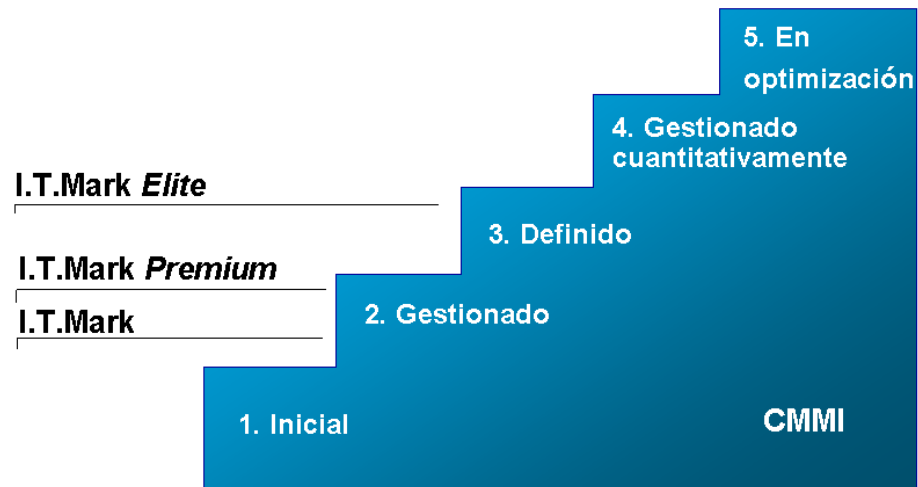
- **ITMark (Básico):** Acredita una empresa que es consciente de los aspectos relacionados con la gestión técnica, de seguridad y de gestión empresarial, y por lo tanto ya ha tomado medidas para controlarlos.
- **ITMark Premium:** Acredita una empresa que ha logrado una buena capacidad de negocio, seguridad y desarrollo de software, de acuerdo con modelos de clase mundial.
- **ITMark Elite:** acredita una empresa que ha logrado un nivel alto de definición e institucionalización de su capacidad de negocio, seguridad y desarrollo técnico, de tal forma que se espera que la calidad de sus productos sea buena, dada la madurez de sus procesos de mejora continua, este tipo de evaluación prepara a la empresa para poder certificarse próximamente en CMMI.

Para que una organización pueda certificarse en cualquiera de los niveles de ITMark, debe satisfacer los requisitos mínimos establecidos por cada nivel, en las tres áreas que abarca el Modelo ITMark (Negocio, Seguridad de la Información y Procesos de Software).

ITMark se encuentra diseñado para definir un camino de mejora continua, que es totalmente compatible y alineado con el modelo CMMI y que ayuda a las empresas en su permanente búsqueda de competitividad en el mercado.

En la Figura 13. Se puede apreciar los 5 niveles de madurez y de capacidad de CMMI para empresas grandes y su relación con las áreas propuestas por ITMark para Pymes, en la cual el grado de comparación de ITMark con relación a CMMI es hasta el nivel 3 en su máxima evaluación ITMark Elite.

Figura 13. Grados ITMark y Niveles CMMI



Fuente: SinerTic Andino

La certificación de la calidad de los procesos en el desarrollo del software como tal no es el objetivo del modelo ITMark, pero si es un hecho que se puede alcanzar a mediano plazo, lo anterior permite a las pequeñas empresas de la industria del software adquirir reconocimiento en el mercado siendo los niveles Premium y Elite los más ambiciosos y los cuales proporcionan un mayor nivel de confianza con la facilidad de alcanzar en un futuro niveles equivalentes a los propuestos por CMMI a un costo muy inferior, el nivel ITMark básico es el más empleado de los niveles de madurez de procesos para ITMark.

8.5.3 Áreas De Procesos Que Evalúa ITMARK

Las Pymes por lo general usan y se certifican en un modelo que se encuentre enfocado en alcanzar niveles de madurez y capacidad de los procesos del software que sean representativos en la industria. Sin embargo ITMark incluye otros procesos de gestión que los modelos de uso más habitual o tradicional no tratan, razón por la cual ITMark evalúa la calidad de las empresas en tres grandes áreas principales:

- **Área 1 - La Gestión General De La Empresa:** Se basa en el modelo 10-Squared, y busca analizar 10 categorías de procesos como las

siguientes: Categorías estratégica, comercial, financiera, definición de productos y servicios, conocimiento del mercado, marketing y entre otros. Su objetivo principal es obtener una visión general de la empresa. Cada categoría tiene en cuenta 10 elementos entre los cuales algunos elementos se enfocan de acuerdo al estado o desarrollo de la empresa.

- **Área 2 - La Seguridad De La Información:** Se basa en la norma ISO-17799:2005²⁹, en la que se manejan algunos niveles de información aplicados a la seguridad del software.
- **Área 3 - Madurez de sus Procesos de Software y Sistema:** basado en CMMI, un modelo de Mejora mundialmente reconocido y que cada vez se utiliza más en el mercado del mejoramiento en la capacidad y madurez de procesos de software.

Figura 14. Resumen de áreas de procesos de ITMark



Fuente: Autor

²⁹ **ISO/IEC 17799** (denominada también como ISO 27002) es un estándar para la seguridad de la información publicado por primera vez como ISO/IEC 17799:2000 por la ISO y por la Comisión Electrotécnica Internacional en el año 2000.

8.5.3.1 Área 1 - Evaluación de La Gestión General De La Empresa

Esta evaluación se realiza utilizando el modelo de evaluación de software 10-Squared, en la cual se encuentran incluidas 10 categorías mencionadas anteriormente:

- Mercado
- Gestión
- Productos y servicios
- Mercadeo, ventas y distribución
- Aspectos estratégicos
- Análisis financiero
- Perfil y análisis del cliente
- Factores de inversión
- Desarrollo y producción
- Industria y ambiente macroeconómico

Dentro de cada una de las 10 categorías, existen 10 elementos que son evaluados con una puntuación que puede variar entre -4 y 4, cada una de estas posiciones tiene una descripción, con el objetivo de que la organización con el apoyo de un consultor designado, puede decidir en qué valor situarse y de esta manera auto diagnosticar el estado de los procesos y categorías evaluadas en la empresa.

Figura 15. Herramienta 10-Squared

The screenshot shows the '10squared' software window. It has a menu bar with 'File', 'Data Entry', 'Reports', and 'Help'. Below the menu is a tabbed interface with tabs numbered 1 to 10. Tab 1, 'Market', is selected. The main area contains a list of evaluation criteria on the left, each with a slider control in the center and a 'Done' checkbox on the right. The criteria are: Understandable Business, Market Size and Growth, Geographic Scope, Barriers to Entry, Niche Focus, Dominance of Market Players, Strength of Competition, Market Share/Target Share, Future Market Opportunities, and Available Market Information. The sliders are positioned on a scale from -4 to 4. To the right of the sliders, there are input fields for 'Weighted Total' and '% of Ideal', both showing '0'. At the bottom right, there are checkboxes for 'Check All' and a 'Reports' button. A tooltip 'Select relative score' is visible over the 'Future Market Opportunities' slider.

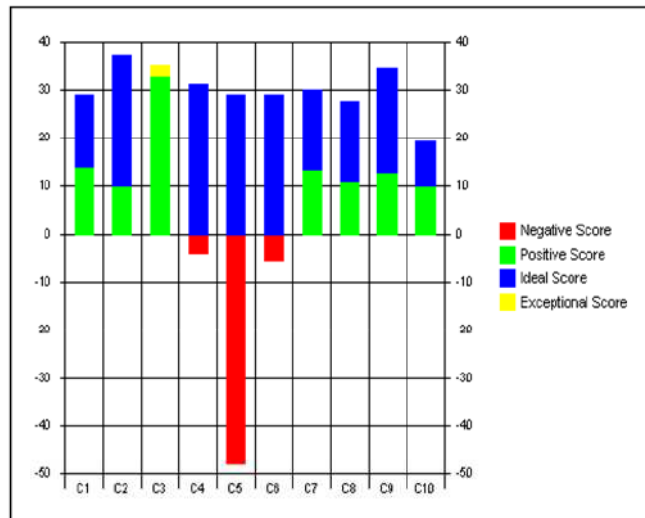
Fuente: SEI Center SinerTic Andino

En total son 10 categorías de procesos de negocios, cada una tiene en consideración 10 elementos que deben ser evaluados. Son en total 100 puntos a tener en cuenta en la evaluación, y 14 de estos puntos son elementos críticos y de gran importancia que la organización que recibe la evaluación debe tener en cuenta.

Los resultados son obtenidos en forma gráfica y en forma de tabla, en el cual se muestran cada una de las categorías que han sido evaluadas y cada una tiene su interpretación. Por su parte el resultado obtenido demuestra que se pueden tomar valores entre -166% y 100% (100% Es el porcentaje ideal para un proceso analizado), de esta manera en el caso del gráfico de barras se tiene que el porcentaje ideal de la organización dependiendo en el nivel de negocio se muestra en color azul, si los resultados obtenidos se encuentran en la parte verde de la barra demuestra que el nivel ha sido alcanzado por cada área de proceso en caso de que su resultado sea positivo, si el resultado de la gráfica es de color rojo quiere decir que su resultado es negativo y no se ha alcanzado el nivel necesario, y en caso de ser amarillo quiere decir que son resultados

excepcionales, esto quiere decir que la organización excede el nivel ideal establecido por la aplicación.

Figura 16. Ejemplo de Resultados de Evaluación de Negocios



Fuente: SEI Center SinerTic Andino

De esta forma, el gráfico de barras permitirá de una forma muy didáctica y sencilla conocer el estado de cada uno de los procesos analizados, para de esta forma la organización iniciar un plan de mejora que permita lograr los objetivos buscados.

A diferencia de la Figura 16. La tabla 7. Permite visualizar más detalladamente información concerniente al puntaje obtenido en cada uno de los 10 procesos analizados, con lo anterior el evaluador puede definir el puntaje general obtenido por la organización en cada área de proceso y analizar el porcentaje ideal obtenido para tomar decisión sobre el proceso de mejora a implantar.

Tabla 7 – Resultados Evaluación de Negocios

<u>Score Summary</u>				Stage: Development			
Key	Category	Weighted Score	% of Ideal	Key	Category	Weighted Score	% of Ideal
C1:	Market	13,9	48,3	C6:	Financial Analysis	-5,3	-18,3
C2:	Management	10	26,8	C7:	Customer Profile & Analysis	13,4	44,5
C3:	Products & Services	32,7	109	C8:	Investment Factors	10,8	39,2
C4:	Marketing, Sales & Distribution	-3,8	-12,3	C9:	Development & Production	12,9	37
C5:	Strategic Issues & Board	-48	-166,7	C10:	Industry & Macro Environment	10	52,3
Total Weighted Score: 47				% of Ideal: 15,7			

Fuente: SEI Center SinerTic Andino

8.5.3.2 Área 2 - Evaluación De Seguridad De La Información

Figura 17. Evaluación de seguridad de la información

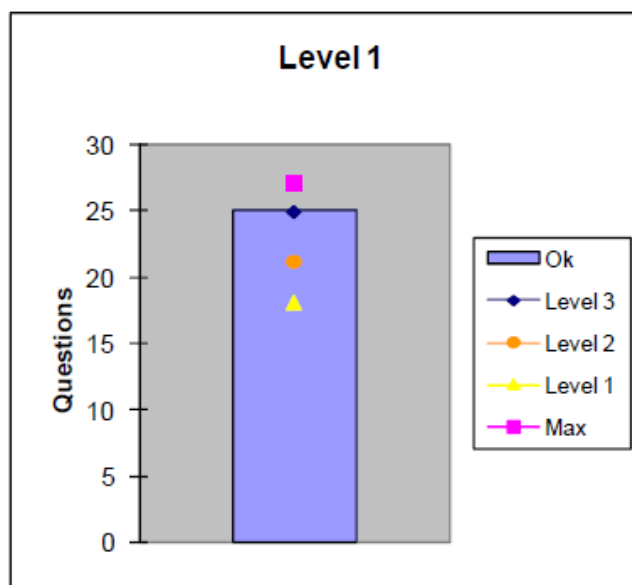


Fuente: Autor

La segunda área de evaluación en ITMark es la evaluación de seguridad de la información la cual se realiza a través de un cuestionario que se encuentra

guiado por un consultor designado el cual evalúa una serie de controles que se encuentran en las normas ISO 27001³⁰ e ISO 27002³¹, que el Modelo ITMark ha implementado y que agrupa en tres niveles de evaluación diferentes, como se visualiza en la Figura 18.

Figura 18. Resultados Evaluación de Seguridad de la Información.



Fuente: SEI Center SinerTic Andino

la barra azul demuestra el nivel obtenido por la organización en dicha evaluación, el triángulo amarillo indica el nivel mínimo que se debe lograr para alcanzar la evaluación (Certificación ITMark Básico), el círculo de color naranja demuestra el nivel mínimo que debe lograr para alcanzar la evaluación (Certificación ITMark Premium) y el rombo azul oscuro demuestra el nivel

³⁰ El estándar para la seguridad de la información ISO/IEC 27001. especifica los requisitos necesarios para establecer, implantar, mantener y mejorar un Sistema de Gestión de la Seguridad de la Información (SGSI).

³¹ La ISO 27002 es una guía para reconocer qué se puede hacer para mejorar la seguridad de la información. Expone, en distintos campos, una serie de apartados a tratar en relación a la seguridad, Los objetivos de seguridad a perseguir, una serie de consideraciones (controles) a tener en cuenta para cada objetivo y un conjunto de "sugerencias" para cada uno de esos controles.

mínimo que se debe lograr para alcanzar la evaluación (Certificación ITMark Elite), el cuadro de color fucsia quiere decir que son resultados excepcionales, esto quiere decir que la organización excede el nivel ideal establecido por la aplicación.

8.5.3.3 Área 3 - Evaluación en Procesos de Software

ITMark realiza la evaluación de los procesos del software teniendo como referente al modelo CMMI for Development en su versión 1.1 (CMMI DEV-1.1), el cual recopila una serie de buenas prácticas para la gestión y ejecución de procesos en el desarrollo del software.

La aplicación de este modelo permite la agrupación de las diferentes áreas de proceso de CMMI para empresas grandes, pero en este caso enfocado al entorno de Pymes, de esta manera existen 22 áreas de proceso en total con un número de requisitos determinado en cada una, que a su vez se agrupan en niveles de madurez, los cuales permiten definir qué tan maduros se encuentran los procesos de capacidad y madurez de una organización específica.

A continuación la Tabla 8. Permitirá visualizar la lista de procesos y su vinculación de acuerdo al nivel de madurez según CMMI-Dev 1.1

Tabla 8. Niveles de Madurez y Áreas de Proceso

Nivel de Madurez	Áreas de Proceso Asociadas
Nivel 2	Administración de Requerimientos (REQM) Planeación de Proyectos (PP) Monitoreo y Control de Proyectos (PMC) Medición y Análisis (MA) Aseguramiento de Calidad de Procesos y Productos (PPQA) Administración de la Configuración (CM) Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM)
Nivel 3	Desarrollo de Requerimientos (RD) Solución Técnica (TS) Integración del Producto (PI) Verificación (VER) Validación (VAL) Enfoque a Procesos Organizacionales (OPF) Definición de Procesos Organizacionales (OPD) Entrenamiento Organizacional (OT) Administración Integrada de Proyectos (IPM) Administración de Riesgos (RSKM) Análisis y Toma de Decisiones (DAR)
Nivel 4	Desempeño de Procesos Organizacionales (OPP) Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)
Nivel 5	Análisis y Resolución de Causas (CAR) Innovación y Despliegue Organizacional (OID)

Fuente: SEI Center SinerTic Andino

De acuerdo a la Tabla 8. Cada empresa que desee certificarse en ITMark deberá seleccionar las áreas de procesos según el nivel que desee lograr, para ello la organización deberá someterse a una evaluación bajo SCAMPI y seleccionar una revisión tipo Clase C o Clase B de CMMI. Dichas clases permitirán definir el nivel de rigor que tendrá una determinada evaluación en ITMark.

8.5.4 Tipos de Evaluaciones reconocidas en ITMark

8.5.4.1 Evaluación Clase C

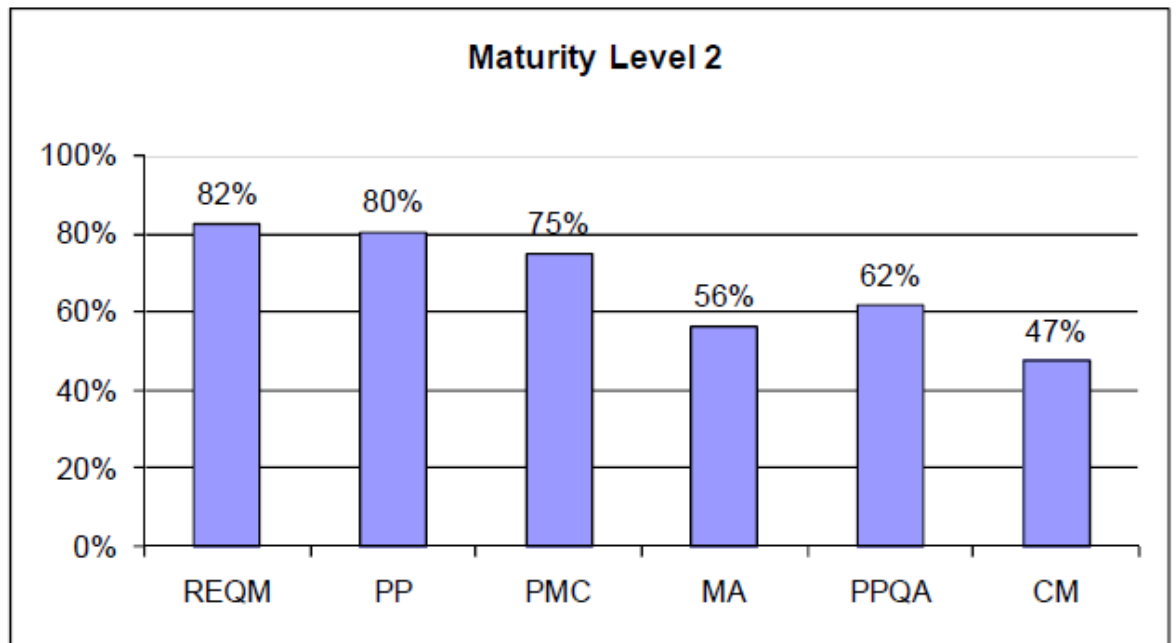
La evaluación Clase C puede ser llevada a cabo por una persona que tenga experiencia y conocimiento en el modelo CMMI. Su principal objetivo con la evaluación es obtener información sobre las personas que participan en los proyectos de la organización.

Con la información obtenida se diligencia un cuestionario enfocado a áreas de procesos a evaluar, en el cual se incluyen cada una de las prácticas contenidas en las mismas.

Este tipo de evaluación Clase C, no permite definir un nivel de madurez en la cual se encuentra la organización, pero si permite conocer en forma detallada el nivel de capacidad que se encuentra la compañía con relación al modelo CMMI, ya que permite obtener una puntuación en términos porcentuales sobre cada área de proceso, y permite identificar las fortalezas y debilidades de cada una de ellas.

Lo anterior quiere decir que si una empresa alcanza un puntaje del 50% en un área específica de proceso, quiere decir que la organización deberá dedicar todo su esfuerzo que le permita acoplarse a procesos de calidad que le permita cubrir el otro 50% faltante en dicha área con relación a la evaluación del modelo CMMI.

Figura 19. Evaluación CMMI-Dev Clase C



Fuente: SEI Center SinerTic Andino

8.5.4.2 Evaluación de Clase B

La evaluación Clase B, puede ser llevada a cabo por una persona acreditada por el SEI como evaluador o una persona con experiencia en el modelo CMMI. El rigor de esta evaluación es mayor y la información que se debe recopilar debe proceder de dos fuentes diferentes:

1. Entrevistas realizadas a los miembros de los equipos de proyectos de la organización.
2. La documentación generada por dichos miembros sobre los procesos llevados a cabo.

La evaluación se realiza teniendo en cuenta si existe suficiente evidencia para determinar si un área se encuentra satisfecha o no. Para ello se realiza un análisis de agregación por objetivos específicos de la empresa y sus procesos. Posteriormente se realiza un enfoque a las áreas de proceso, para de esta forma identificar la satisfacción de cada uno de los elementos analizados. Al

igual que la Clase C, la evaluación Clase B no se puede obtener o definir un nivel de madurez, sin embargo la prueba es mucho más rigurosa que la Clase C, y permite de esta manera obtener resultados y conclusiones más precisas.

El resultado obtenido por la evaluación de procesos de software en CMMI-Dev 1.1 Clase C permite observar de acuerdo a los colores el estado de las áreas de procesos, las áreas de procesos que se encuentran en color verde se consideran como completamente satisfechas, las de color amarillo se consideran parcialmente satisfechas y las áreas de proceso de color rojo corresponden a aquellas que no se logro satisfacer ni cumplir.

Figura 20. Resultados Evaluación CMMI Clase B

Process areas	
	Administración de Requerimientos
	Planeación de Proyectos
	Monitoreo y Control de Proyectos
	Gestión de Acuerdos con Proveedores
	Medición y Análisis
	Aseguramiento de Calidad
	Administración de la Configuración

Fuente: SEI Center SinerTic Andino

8.5.5 Cronograma General de Actividades

ITMark se compone de una metodología de trabajo que contiene una serie de actividades que se deben desarrollar a lo largo de su marco de implantación, el tiempo promedio para obtenerse una certificación ITMark es de 12 meses la validez de la certificación en ITMark es de máximo 2 años.

Tabla 9. Cronograma General de Actividades Modelo ITMark

Actividad	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Seminario ITMark Overview												
Diagnóstico Inicial												
Definición del plan de mejora												
Desarrollo del plan de mejora												
Evaluación final												

Fuente: SEI Center SinerTic Andino

8.5.6 Validez de la Evaluación y Certificación ITMark

La validez de la certificación en ITMark es de 2 años, sin embargo un año después de haberse emitido el certificado, todas las organizaciones certificadas deberán someterse a una revisión de seguimiento con el objetivo de verificar si los procesos que han sido examinados con anterioridad son positivos. Después de que dicha revisión es positiva la certificación se extiende por 2 años más, luego de este periodo la misma pierde vigencia a no ser que la compañía presente nuevamente la evaluación de certificación ITMark en el mismo o en otro nivel que tenga a su consideración.

A continuación se representa la metodología de trabajo que presenta ITMark en todo su proceso de implantación y certificación.

Figura 21. Proceso de Certificación ITMark.



Fuente: SEI Center SinerTic Andino

8.5.6.1 Evaluación Inicial ITMark

Durante 3 días, se evalúan los diferentes frentes que aborda ITMark con el objetivo de obtener la información necesaria sobre el desempeño de la empresa en cuanto a su gestión estratégica, de seguridad y de gestión de procesos de software.

Tabla 10. Evaluación inicial ITMark

	Día 1	Día 2	Día 3
Mañana	Evaluación del Negocio <i>Dirección de la Empresa</i>	Evaluación SPI <i>Personal de Producción (S/W y Sistemas)</i>	Preparación del Informe Final <i>Sólo Consultores</i>
Tarde	Evaluación de la Seguridad <i>Responsables de Seguridad</i>		Presentación de Resultados <i>Dirección + Producción</i>

Fuente: SEI Center SinerTic Andino

8.5.6.2 Seminario ITMark Overview

El seminario ITMark Overview tiene como objetivo entrenar al personal de la empresa sobre los objetivos y la estructura de evaluación a las empresas. Se explican las diferentes áreas que se van a evaluar y los modelos de referencia que se deben emplear. La asistencia a este seminario es obligatorio si dicha organización se quiere certificar en ITMark, su duración promedio es de 4 horas.

8.5.6.3 Diagnóstico Inicial

Con esta evaluación o diagnóstico inicial, se pretende determinar el punto inicial o de partida en las áreas que se encuentran involucradas en el modelo ITMark, la evaluación se realiza durante 3 días por empresa, y requiere la participación de los miembros que tienen relación con los temas de negocio de la empresa, de seguridad de la información y procesos de gestión y desarrollo de software.

8.5.6.4 Definición del Plan de Mejora

Cada empresa que busque la certificación ITMark deberá designar un grupo de apoyo en la mejora de procesos, con el objetivo de que en los resultados obtenidos en la evaluación inicial se defina un plan de mejoramiento el cual será revisado por parte del consultor asignado para asegurar su consistencia con los modelos de referencia de cada área del modelo ITMark que luego será aplicado como un plan que mejorará gradualmente las deficiencias encontradas en el diagnóstico inicial.

8.5.6.5 Desarrollo del Plan de Mejora

Los planes de mejora serán implementados por grupos de apoyo que hayan sido definidos en la empresa, los cuales contarán con la asesoría y acompañamiento de un consultor desinado, dicha asesoría se enfocará en garantizar la definición e implantación más apropiada de cada una de las actividades establecidas en el plan de mejoramiento e igualmente ofrecerá asesoría en la comprensión de los temas abarcados en cada una de las áreas del Modelo ITMark. Para esto, cada consultor asignado programará una serie de visitas de seguimiento a las empresas, con la restricción de que se realice al menos una mensual, con una duración de 4 horas, durante un tiempo aproximado de 6 meses.

El objetivo de dichas reuniones será:

- Describir puntos fuertes y puntos débiles de los Procesos de la organización, de acuerdo con la Buena Práctica y los diferentes modelos descritos.
- Alcanzar un certificado Provisional, en caso en que la evaluación resulte exitosa.
- Los puntos débiles constituyen la base para la elaboración del Plan de Mejora, que la empresa deberá desarrollar de acuerdo con sus objetivos estratégicos y su proceso de Mejora Continua.

8.5.6.6 Evaluación Final

Una vez hayan sido aplicado el plan de mejora programado, se llevará a cabo una evaluación final que permitirá conocer si la Pyme cumple con los requisitos necesarios para acreditar la calidad en sus procesos. La Pyme que alcance el nivel establecido por el modelo ITMark en su inicio Standard, será acreedora de la certificación ITMark. Para las empresas que no cumplan con los requisitos en el momento de la evaluación, se programará una evaluación en una segunda ocasión, este caso para las empresas que así lo soliciten.

Después de la evaluación y con el fin de dar el tiempo necesario para detectar inconformidades se habilita un periodo de:

- TRES MESES para las acciones de mejora requeridas (verificación de cambios, así como consecuencias de su implementación).
- Si este período no se cumpliera, y una vez realizados los cambios, se llevaría a cabo una nueva evaluación para poder reconocer el nivel alcanzado por la organización.

8.5.7 Certificaciones ITMark en el Mundo.

A continuación se presenta la lista de países más representativos en cuanto a la certificación de procesos de calidad del software haciendo uso del modelo ITMark y el número de evaluaciones acreditadas en cada país.

Tabla 11. Certificaciones ITMark en el Mundo.

País Evaluado	Evaluaciones Acreditadas
Argentina	1 evaluación
Armenia	4 evaluaciones
Albania	2 evaluaciones
Australia	10 evaluaciones
Bulgaria	16 evaluaciones
Colombia	37 evaluaciones
Croacia	2 evaluaciones
Ecuador	1 evaluación
Francia	5 evaluaciones
Moldova	6 evaluaciones
Perú	3 evaluaciones
República of Macedonia	11 evaluaciones
República of Kosova	2 evaluaciones
Serbia	4 evaluaciones
Bosnia y Herzegovina	2 evaluaciones
España	26 evaluaciones

Fuente: SEI

8.5.8 Situación actual del modelo ITMark para el Mejoramiento de procesos de software en Pymes Colombianas.

En la actualidad existen más de 80 empresas que se encuentran certificadas en el modelo ITMark a nivel mundial. En Colombia actualmente se encuentran 37 compañías certificadas en este modelo y se espera que muchas estén actualmente trabajando para cumplir los requerimientos exigidos por este importante modelo de certificación de procesos de calidad del software.

Como se ha enfatizado en el presente informe, uno de los problemas más importantes en la industria, ha sido la escasa repetitividad y madurez en los procesos que permiten desarrollar productos de software de calidad y que permiten a los mismos competir local e internacionalmente. Diciéndolo de otro modo el sector del software se desarrolla de forma más intuitiva y artesanal que industrial. Está claro hasta el momento que mejorar los procesos del desarrollo software es la salida para llegar a alcanzar la calidad y competitividad en productos software que se desarrollan en la actualidad en Colombia.

Muchas empresas del contexto Colombiano consideran que no existe un modelo general que permita alcanzar la calidad o madurez de procesos en cuanto a software de las pequeñas empresas, sin embargo lo anterior es más un problema de difusión de información que por falta de modelos existentes, por lo cual muchas de estas empresas se han enfocado al primer y al segundo nivel de proceso de CMMI siendo este incompleto y fomentando diversos problemas para este número de empresas que han decidido aplicar el modelo.

Dicho de otra forma, cualquier modelo o estándar que debería ser aplicado a cualquier Pyme o pequeña empresa del país, no solo debería ser más pequeño y accesible que los modelos clásicos que ya existen para organizaciones más grandes, sino que se debería tener en cuenta las especificaciones y en general el entorno de las pequeñas empresas Colombianas. El modelo ITMark ha tenido buena acogida en los últimos años en nuestro contexto y se encuentra pensado específicamente para mejorar los niveles de capacidad y madurez de procesos para las Pequeñas y Micro Empresas de tecnologías de Información

Colombianas, además de basarse en modelos internacionalmente reconocidos y de gran peso en el mercado.

El objetivo principal de ITMark en Colombia, es brindar un sello de calidad enfocado a las pequeñas y medianas empresas de tecnologías de información que buscan acreditar su nivel de madurez y capacidad, a la vez que tiene como objetivo mejorar la efectividad organizacional y el éxito en el mercado creciente de productos software. El servicio proporciona conocimiento sobre las capacidades técnicas y gerenciales de la organización a través de la identificación de fortalezas y debilidades, así como del descubrimiento de áreas a mejorar de acuerdo con sus metas de negocio.

La Tabla 12. Permite visualizar las empresas que han certificado sus procesos de mejoramiento y capacidad de la calidad en el software en Colombia. Como se podrá visualizar la evaluación alcanzada por las Pymes colombianas corresponden a la evaluación más básica de ITMark siendo la empresa “Softmanagement S.A” la única con una evaluación ITMark Premium o Nivel 2 con respecto a CMMI (Nivel Gestionado).

8.5.9 Certificaciones ITMark en Colombia.

Tabla 12. Certificaciones ITMark en Colombia

Empresa Certificada en ITMark	Evaluación Alcanzada
AciesLtda	ITMark
Alsus It Group S.A.	ITMark
Apolo Ingeniería S.A.	ITMark
Audisoft Ltda.	ITMark
Ciel Ingeniería Ltda.	ITMark
Cobiscorp Colombia S.A.	ITMark

Colgrabar Ltda.	ITMark
Compañía Colombiana De Informática Y Sistemas - Colsin Ltda.	ITMark
Consultores Tecnológicos Asociados Ltda.	ITMark
Controlsoft S.A.S	ITMark
Datasite S.A.S	ITMark
Dat@Center S.A	ITMark
Dexon Software S.A.	ITMark
Dragontech Latinoamérica S.A.S.	ITMark
Dyalogo Ltda.	ITMark
Effective Computer Solutions Ecs Ltd	ITMark
Empresa Colombiana De Informática Ecoinfo Ltda.	ITMark
Gattaca S.A	ITMark
Gml Software	ITMark
Grupo De Consultoría Informática Gci Ltda.	ITMark
Imectech Solutions Ltda.	ITMark
Informática & Tecnología S.A.	ITMark
Its Soluciones Estratégicas Ltda.	ITMark
Mangalink S.A.	ITMark
Multimedia Service Ltda.	ITMark
Netco Ltda.	ITMark
Nexos Software	ITMark
Olimpia Management S.A.	ITMark
Openmovil Soluciones S.A.S	ITMark

Outsourcing Desarrollos En Informática - Odi Ltda.	ITMark
Pgc Planeación, Gestión Y Control Ltda.	ITMark
Sigma Ingeniería S.A.	ITMark
Softmanagement S.A	ITMark Premium
Softvalores S.A.	ITMark
Tecnología & Software S.A.S.	ITMark
Towertech Americas® S.A.	ITMark
Ubiquando S.A.	ITMark

Fuente: SEI

8.6 NORMA ISO/IEC 15504 (SPICE) MODELO DE EVALUACIÓN, MEJORA Y CAPACIDAD DE SOFTWARE

La norma ISO/IEC 15504 (SPICE) es un estándar internacional para la evaluación y mejora de procesos software. En esta norma se desarrolla un conjunto de medidas de capacidad estructuradas con el objetivo de evaluar el proceso de ciclo de vida del software. Su primera publicación fue realizada en Julio de 1998 por parte de la ISO en conjunto con la IEC y en Mayo de 1999 se le dio carácter de Reporte técnico. La norma fue creada con el objetivo de ser un estándar de certificación, cuyo objetivo fuera proveer un modelo conceptual y marco para la evaluación, validación, optimización y certificación del proceso de desarrollo o construcción de software. 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 de software principalmente para empresas grandes.



El estándar ISO/IEC15504 basa su objetivo principal de un modelo y un marco de referencia que permiten evaluar el proceso de desarrollo de software de acuerdo a niveles definidos por la norma. Al mismo tiempo, permite asegurar la gestión de calidad en el proceso de desarrollo de software, identificando áreas de mejora y potenciales riesgos. De esta forma, la metodología propuesta por el estándar ISO/IEC 15504 permite satisfacer diferentes objetivos de acuerdo a quien sea su ejecutor ya sea empresas u organizaciones en aspectos como: Determinar el estado de su propio proceso de desarrollo de software, Definir el grado de cumplimiento del proceso de desarrollo de software de acuerdo a los requisitos específicos, Determinar el grado de madurez del proceso de desarrollo de software de sus contratistas.

8.6.1 Antecedentes de la norma ISO/SPICE

A principios de los años 80, los Ministerios de Defensa de los Estados Unidos y del Reino Unido se propusieron mejorar el mecanismo de selección de sus proveedores de software, con el objetivo de controlar el ascendente incremento en los costos y los riesgos en el proceso de desarrollo de software.

El Departamento de Defensa de Estados Unidos creó el SEI, con el objetivo de desarrollar el mecanismo de selección de sus proveedores a través de CMMI y posteriormente para Pymes ITMark. Por su parte en el Reino Unido, el comité conjunto del gobierno, la DITA³² y el CPCC³³ reconocieron la necesidad de abordar con mayor rigor el problema de selección de proveedores para los sistemas que dependen en gran medida de Software.

Por este motivo la DERA³⁴ se le encomendó la investigación de los métodos de evaluación de proveedores en la industria del software a nivel mundial y de este análisis en conjunto con la ISO en 1992 se creó el grupo de trabajo WG10 (Power System IED Communication and Associated Data Models) y a quien le fue encomendada la misión de desarrollar el nuevo estándar internacional.

Este grupo realizó varias fases de análisis, una de ellas fue llevar a cabo una primera fase del desarrollo del nuevo estándar, a través de un proyecto internacional denominado ISO/SPICE (Software Process Improvement and Capability Determination), con el fin de acelerar el desarrollo del estándar, por este motivo a la norma se le conoce actualmente como ISO/IEC 15504 (SPICE).

³² Defense Industry Trade Association

³³ Computing Policy Consultative Committee

³⁴ Defense Evaluation Research Agency

8.6.2 Objetivo principal de la norma ISO/SPICE

El propósito de la ISO/IEC 15504 (SPICE) es brindar un marco de referencia que asegure la coherencia, consistencia, repetitividad y objetividad de las calificaciones otorgadas a los procesos de cualquier empresa desarrolladora de software.

Es un estándar de evaluación de procesos de software para:

- Evaluación de la capacidad de los procesos (nivel de madurez o de Capacidad).
- Mejora continua de procesos (Nivel de Mejora).

El modelo ISO/SPICE proporciona un marco para la evaluación de los procesos de software. Este marco puede ser utilizado por organizaciones cuya actividad incluya la planificación, gestión, control o mejora de los procedimientos de adquisición, suministro, desarrollo, operación, evolución y soporte de software. El objetivo principal es que Independiente del tipo de organización, modelo de ciclo de vida, metodología de desarrollo y de la tecnología utilizada pueda ser empleado sin inconvenientes.

ISO/IEC 15504 provee un marco de trabajo para la valoración del proceso de Software y parte de los mínimos requerimientos para la realización de una valoración para asegurar consistencia y repetitividad de las mediciones. Los requerimientos buscan asegurar que las salidas de la valoración son auto consistentes, y provee evidencia para consolidar las mediciones y para verificar conformidad con los requerimientos. Esta norma proporciona un marco de referencia para la evaluación de procesos del software y se encuentra basada en la norma ISO/IEC 12207 debido a que inicialmente se orientó únicamente a evaluación de procesos software y no a la capacidad o madurez de la organización.

8.6.3 Estructura de la norma ISO/SPICE

La norma ISO/IEC 15504 (SPICE) consta de 8 partes, que han venido siendo publicadas entre los años 2003 (parte 2) y 2008 (parte 7), la parte 8 de la norma aun se encuentra en desarrollo.

Las partes 5, 6 y 8 describen modelos de evaluación para un modelo de procesos en particular. La parte 5 provee el modelo de evaluación para procesos del ciclo de vida del software, basándose principalmente en la norma ISO/IEC 12207. La parte 6 es un modelo de evaluación de procesos del ciclo de vida del sistema, que incluye y se encuentra alineado a la norma ISO/IEC 15288³⁵. La parte 8 provee un modelo de evaluación de procesos para gestión de servicios TI, tomando como modelo de referencia a la ISO/IEC 20000³⁶, la parte 7 siendo una de las más importantes “Evaluación de la madurez de la organización y procesos”, teniendo en cuenta el modelo CMMI. Y por ultimo la parte 2 del estándar ISO/IEC 15504 que define el Modelo de Referencia de la norma. A este modelo se le puede considerar como la guía conceptual que cubriendo y evaluando las características de rendimiento y cualidades de los procesos para el desarrollo del software, permite determinar su grado de madurez. La arquitectura abarcada en el Modelo de Referencia se extiende en dos dimensiones:

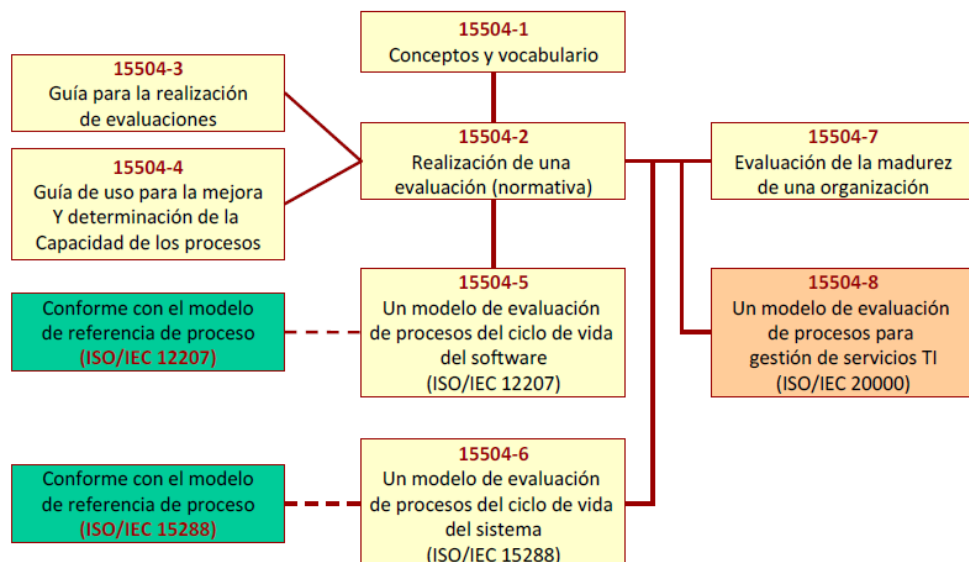
³⁵ ISO/IEC 15288:2008 establece un marco común para describir el ciclo de vida de sistemas creados por un juego de procesos y la terminología asociada. Estos procesos pueden ser aplicados en cualquier nivel en la jerarquía de la estructura de un sistema. Los juegos seleccionados de estos procesos pueden ser aplicados en todas partes del ciclo de vida para manejar y realizar las etapas del ciclo de vida de un sistema.

³⁶ ISO/IEC20000esla primera norma internacional para la Gestión de Servicios TI. Fue desarrollado en 2005, por la norma ISO/IECJTC1SC7. Se basa en, y sustituirán a los anteriores BS15000 que fue desarrollado por el BSI Group. Formalmente: ISO/IEC20000"promueve la adopción de un enfoque de procesos integrados para entregar efectivamente servicios administrados para satisfacerlos requerimientos del negocio y el cliente.

- La dimensión de los procesos, la cual se caracteriza por focalizarse en las características y propósitos de un proceso específico dentro del modelo de negocio estudiado.
- La dimensión de las capacidades y habilidades de los procesos, caracterizada por un conjunto de atributos propios de todo proceso del desarrollo del software en el cual se define una serie de atributos agrupados en distintos niveles de capacidad.

A continuación se presenta la estructura general de la Norma ISO/IEC 15504.

Figura 22. Estructura de la norma ISO/IEC 15504



Fuente: kybele Consulting Colombia

Parte 1 - Conceptos y vocabulario:

Permite recoger los conceptos generales y un glosario de términos.

Parte 2 - Realización de una evaluación (Normativa)

Se describen los conceptos básicos de una evaluación de capacidad de procesos de TI, incluyendo las tareas y roles para su realización y un

marco de valoración de madurez similar al de CMMI, con seis niveles de capacidad:

Nivel 0: Proceso incompleto

Nivel 1: Proceso realizado

Nivel 2: Proceso gestionado

Nivel 3: Proceso establecido

Nivel 4: Proceso predecible

Nivel 5: Proceso en optimización

Para cada nivel define una o varias series de atributos que definen si un proceso alcanza el correspondiente nivel de capacidad, y que se evalúa en base a los siguientes valores:

N: No alcanzado. Del 0 al 15 % de logro

P: Parcialmente alcanzado. Del 15% al 50% de logro

L: Sustancialmente alcanzado: Del 50% al 85 % de logro

F: Totalmente alcanzado: Mas del 85% de logro

La parte numero 2 de la norma, ha sido el enfoque principal que se ha tenido en cuenta en el modelo Ágil Light MECPDS perteneciente al proyecto SIMEP-SW descrito con anterioridad en el presente informe.

Parte 3 - Guía para la realización de evaluaciones.

Desarrolla con mayor detalle las tareas y criterios de realización de una evaluación de procesos. Siendo similar a la Parte 2 pero con información más detallada sobre la evaluación de calidad de los procesos de TI.

Parte 4 - Guía de uso para la mejora y determinación de la capacidad de procesos.

Se incluye una guía que contiene una serie de consejos para mejorar y utilizar una evaluación de procesos en el marco de un programa de mejora o de determinación de la capacidad.

Parte 5 - Un modelo de referencia de evaluación de procesos del ciclo de vida del software (ISO/IEC 12207)

Se emplea un modelo de referencia de procesos que se ha definido en la norma ISO/IEC 12207, se encarga de definir 48 procesos agrupados en 9 grupos y a su vez en 3 niveles de evaluación.

Parte 6 - Un modelo de evaluación de procesos del ciclo de vida del sistema (ISO/IEC 15288)

Se presenta un modelo adicional sobre evaluación de procesos, orientado a organizaciones que realizan mas integración de sistemas de información que de software, el catalogo de procesos se basa en la norma ISO/IEC 15288.

El modelo es similar al de la parte 5 pero con otro catálogo de procesos enfocado a los sistemas de información.

Parte 7 - Evaluación de la madurez de una organización

Propone un mecanismo para la evaluación global de la madurez de una organización con niveles del 0 al 5 basado en CMMI.

La fase No 7 de la Norma ISO/IEC 15504-7 es una de las áreas más importantes y define un marco de trabajo para determinar la madurez y la capacidad de la organización, de esta forma, se incorpora la posibilidad de evaluar a las organizaciones en ISO/IEC 15504 por niveles de madurez, dando así una “puntuación” a la organización y no sólo a nivel de proceso siendo este aspecto de gran importancia para las organizaciones dándole relevancia y reconocimiento a la misma empresa.

8.6.4 Modelo de Evaluación de Referencia que se Emplea en la Norma ISO/IEC 15504

Al igual que CMMI, ISO/IEC 15504 contiene un modelo de referencia que permite definir para dicha norma la dimensión de proceso o de mejoramiento de proceso y la dimensión de la capacidad de procesos de software que permite evaluar las empresas para definir un buen nivel de madurez en el desarrollo de procesos de productos software.

La dimensión está organizada jerárquicamente de la siguiente manera:

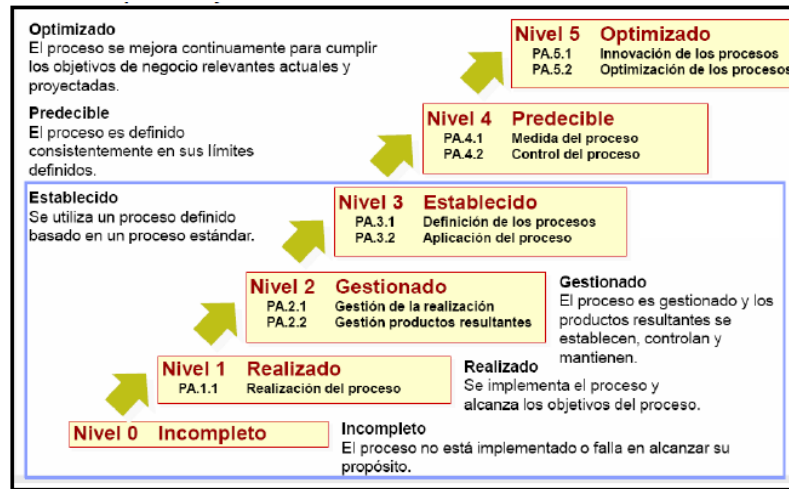
- Categorías de procesos, que agrupan procesos comunes.
- Procesos, que logran propósitos técnicos.
- Prácticas de gestión, operaciones y atributos que conforman un proceso.

8.6.5 Modelo de Capacidad (Nivel de Madurez de la Organización)

La dimensión de Capacidad está organizada ordinalmente en niveles de capacidad que buscan definir como se menciono anteriormente el nivel de madurez de los procesos, permitiendo que la capacidad de cada proceso se mida de forma independiente, y que se defina un camino para la mejora individual de cada proceso.

El modelo de capacidad busca definir el nivel de madurez de los procesos en la organización, incluye 6 niveles de capacidad, desde el cero hasta el 5 (EIA, 2010).

Figura 23. Niveles de Capacidad ISO/IECTR 15504

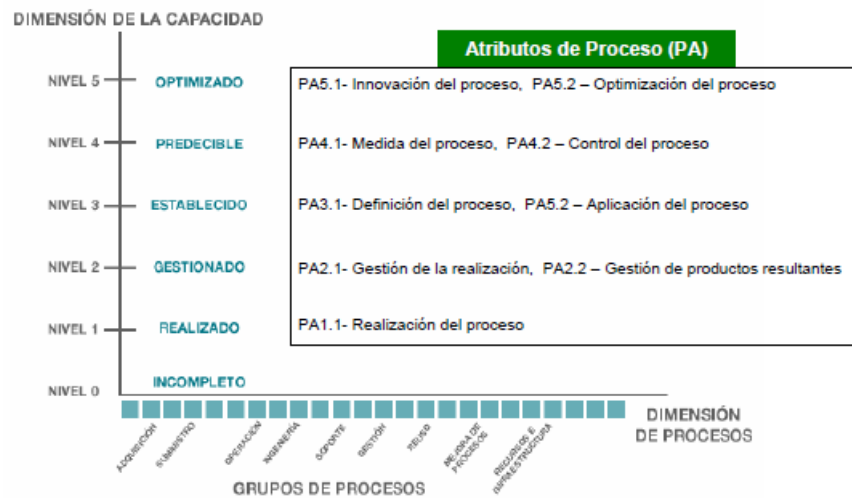


Fuente: Revista EIA.

Para cada proceso y nivel de capacidad de proceso se evalúan atributos de procesos empleando prácticas de gestión que permite a nivel individual dar una calificación a cada uno de los procesos analizados en la empresa que desea mejorar sus procesos de calidad de desarrollo de software, los cuales se traducen en prácticas, recursos y productos de trabajo.

La Figura 24. Permite apreciar la relación de los grupos de procesos que contienen una serie de atributos de procesos que disponen de un nivel de calificación individual obtenidos a través de prácticas de gestión que permite a nivel general conocer el nivel de capacidad que tiene cada uno de los procesos de forma independiente.

Figura 24. Niveles de Capacidad y atributos de proceso de la norma ISO/IEC 15504.

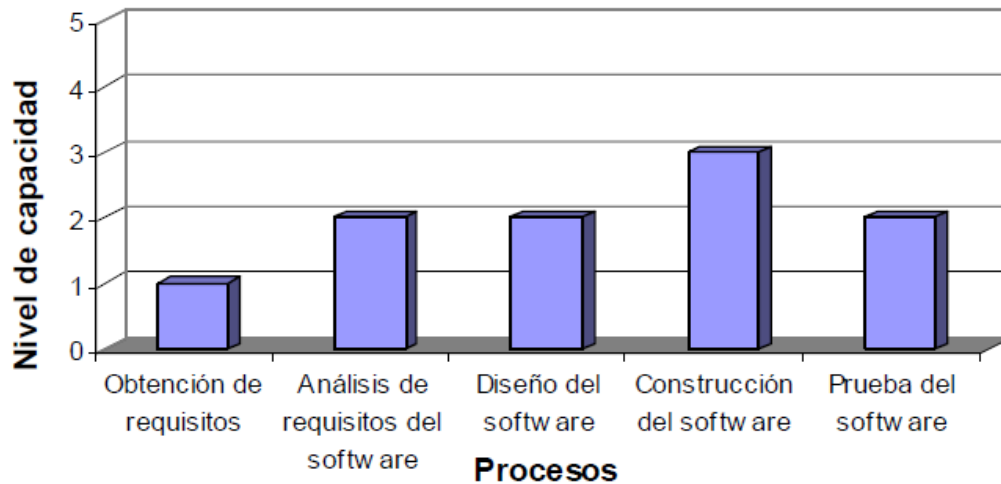


Fuente: ISO15504 España

8.6.6 Perfiles de Procesos

Luego de tener la calificación de cada proceso se arma lo que se conoce como los perfiles de calificación, donde se muestra la calificación otorgada a todos los procesos. En la Figura 25. Se puede apreciar el nivel de capacidad obtenido por cada proceso, en el cual se mantiene la misma estructura en cuanto al nivel de capacidad con relación al nivel de procesos, pero se realiza de forma grafica para tener una mejor visualización de los procesos que presentan mayor madurez de acuerdo al nivel obtenido.

Figura 25. Perfiles de Calificación de Proceso



Fuente: Pontificia Universidad Católica del Perú

8.6.7 Situación Actual de la Norma ISO/IEC 15504

En el marco español la ISO/IEC 15504 SPICE es la opción que está revolucionando y llamando más la atención en la Pyme. La ISO 15504 es una norma internacional que busca establecer y mejorar la capacidad y madurez de los procesos de las organizaciones de software.

En la actualidad en España se han certificado 36 empresas según el sitio web oficial en castellano de la norma, y aunque son pocas las empresas que se han certificado es importante reconocer que aunque la norma no es nueva, la publicidad realizada con la misma y su difusión si lo es. La primera familia de normas ISO 15504 se publicó en 1998 en España, pero no fue hasta 2010 cuando AENOR³⁷ principal organismo de certificación de la norma logro su difusión y certificó 25 empresas.

³⁷ La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) es una entidad privada sin fines lucrativos, que se creó en 1986. Su actividad contribuye a mejorar la calidad y competitividad de las empresas, sus productos y servicios.

En Colombia la norma ISO/IEC 15504 es una norma poco explicada, muy poco comprendida y con muy poca documentación a pesar de su popularidad e importancia actual. A diferencia de modelos similares (como CMMI e ITMark), es muy difícil, encontrar algún sitio que se encuentre bien documentado y que disponga de información relevante de la norma. Sin embargo de la anterior se están desplegando iniciativas importantes en el contexto iberoamericano especialmente en Colombia y por eso el interés de la norma en el presente informe.

Su fácil implementación con métodos ágiles han propiciado el interés de diversos proyectos y organizaciones en Colombia como Colciencias y la Universidad del Cauca que a través del proyecto SIMEP-SW buscan propiciar y generar nuevos modelos de mejora de procesos que se encuentren enfocados en beneficiar a las Pymes Colombianas. El modelo resultante para la evaluación de procesos ha sido denominado como Light MECPDS (Modelo Ligero de Evaluación de la Calidad de Procesos de Software), que se encuentra basado en la norma ISO/IEC 15504:2003 y esta a su vez en ISO/IEC 12207:2002 aplicable a Pymes de manera fácil y económica, con pocos recursos y en poco tiempo. El modelo proporciona un marco de trabajo ligero de medida de la madurez y cumplimiento del proceso.

La Tabla 13. Permite visualizar el número de empresas que han certificado sus procesos de madurez y de capacidad en el desarrollo de software en España, luego de analizar diversos sitios web y documentación relacionada no se ha logrado obtener una lista de empresas que se encuentren certificadas o que hagan uso del modelo fuera de España³⁸.

³⁸ <http://www.iso15504.es/index.php/organizaciones-certificadas.html> Empresas certificadas en la norma ISO/IEC 15504 en España.

Tabla 13. Estado de certificaciones de calidad en el software en España – Norma ISO/IEC 15504.

Empresa	País	Nivel
Alhambra Eidos	España	2
Altana	España	2
Altitude Software	España	-
Amplia Soluciones	España	2
Artyco	España	2
Astivia	España	2
Consultia IT	España	2
Ecua Tecnologías	España	2
Excelia	España	2
Gcl Informática	España	2
Global Solutions Development	España	2
Gotel Data	España	2
Ibermática	España	3
Indenova	España	2
Innova Desarrollos Informáticos	España	2
Insoc Data	España	2
Ipsca	España	-
Isi Diseño De Sistemas De Información	España	2
Mangana Webs	España	2
Mercanza	España	2

Neoris España	España	2
Net2u	España	3
Pululart	España	2
S21sec Labs	España	1
SADE Consultoría Técnica	España	2
Safe layer Secure Communications	España	3
Serikat	España	2
Servinet	España	2
Sia	España	2
Simave Sistemas	España	2
Stratesys	España	3
Stratesys	España	3
Tb-Solutions	España	3
Televés	España	2
VisureSolutions	España	2
Xtream Sistemas De Información Global	España	2

Fuente: Portal en Castellano de la Norma ISO/IEC 15504

8.7 MODELO ÁGIL LIGHT MECPDS

Light MECPDSes un modelo ágil de procesos de mejora del software basado principalmente en metodologías y principios ágiles, requerimientos livianos y adaptaciones de modelos internacionales. La finalidad del mismo es motivar la aplicación de proyectos de mejora de procesos en las empresas de desarrollo de software iberoamericanas con el objetivo de crear, aplicar y probar un sistema de mejora de procesos en base a otros modelos de calidad reconocidos, modelos de mejora y modelos de evaluación internacionales, de forma que se logre una adaptación a las características de las empresas, la idiosincrasia y el contexto socioeconómico principalmente en Colombia en la cual su industria se encuentra principalmente compuesta por Micro, Pequeñas y Medianas Empresas Desarrolladoras de Software.



Como se ha documentado a lo largo del presente informe, en Colombia las empresas de desarrollo de software no se encuentran preparadas para ser competitivas internacionalmente. Los estándares y modelos internacionales más reconocidos suponen serias dificultades para las Pymes Colombianas impidiendo el desarrollo de sus capacidades y madurez en los procesos de desarrollo de software. Por lo anterior el sector informático se enfrenta a una serie de problemas como la dependencia tecnológica del país y el desconocimiento de la importancia que tienen los procesos sobre la calidad del producto y la construcción de software, lo anterior propicia que la implementación de productos software se realice de forma artesanal, empírica y caótica. A raíz de esto el software desarrollado es de baja calidad, el tiempo de desarrollo es inapropiado, los costos no son competitivos, las actividades de operación y mantenimiento del software son difíciles y hay incremento de la insatisfacción de los clientes y usuarios finales.

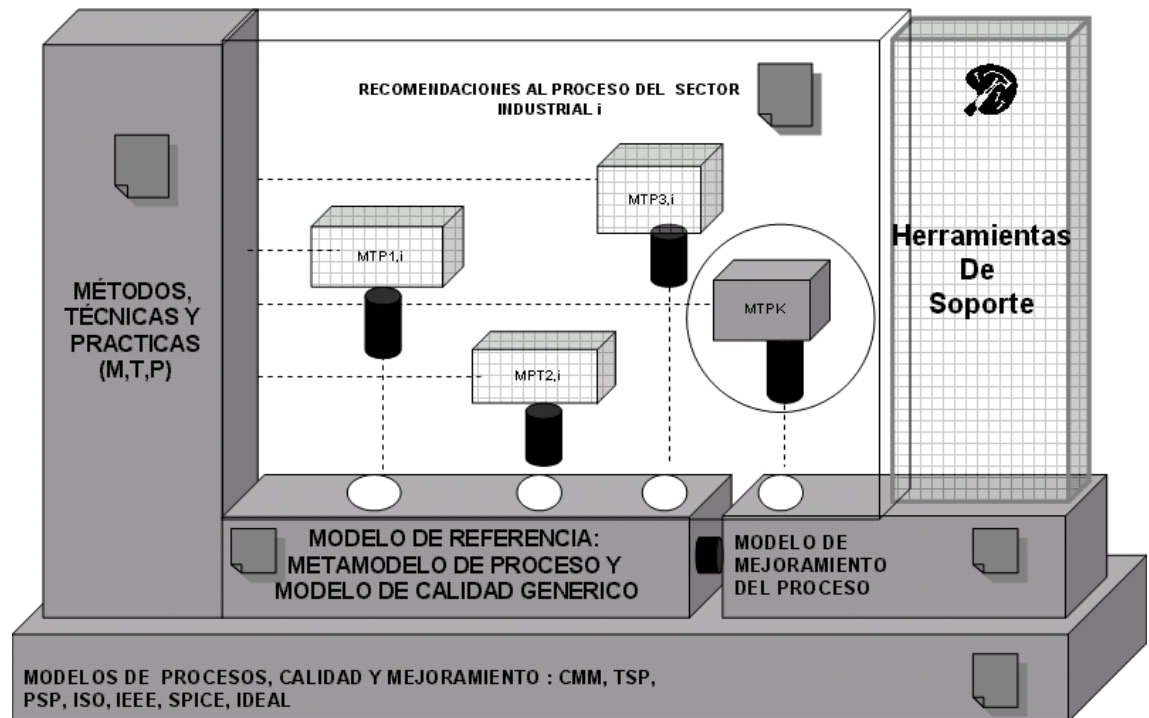
Aún con la desventaja competitiva que tiene la industria del software de Colombia, ésta aumenta progresivamente gracias a la implementación de modelos reconocidos como ITMark o CMMI. Pero se hace necesario generar

estrategias para encaminar a Colombia hacia una dirección que beneficie en total a la industria del software. Por lo anterior surge SIMEP-SW (Sistema Integral para el Mejoramiento de los Procesos de Desarrollo de Software). Proyecto financiado por Colciencias y la Universidad del Cauca la cual busca proporcionar a las empresas del sector informático de Colombia 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 que integre elementos de modelos de calidad, mejoramiento y evaluación reconocidos internacionalmente que se encuentren adaptados a las características propias de la industria del software colombiano y que pueda ser replicado a industrias de características similares a nivel nacional e internacional.

En el marco del proyecto SIMEP-SW se ha definido una estrategia de mejora, la cual intenta cubrir dos esfuerzos principales: El de alivianar requisitos y guiar en el proceso de mejora, así como el de generar un conjunto de recomendaciones prácticas para la implementación de los requisitos del proceso software.

La Figura 26. Permite tener una visión más amplia sobre la arquitectura preliminar de SIMEP-SW, los bloques grises corresponden a los módulos que están siendo trabajados, los módulos rellenos con cuadrícula se encuentran parcialmente desarrollados. El aporte fundamental del proyecto está en el modelo de mejoramiento en conjunto con los métodos, técnicas y prácticas que permitan alcanzar la mejora del proceso Software SPI y que permite definir un nuevo SPI para Pymes, valiéndose de los modelos de procesos de calidad y mejoramiento del software más reconocidos de la industria como CMMI, TSP, PSP, ISO, IEEE, SPICE e IDEAL (Hurtado, J., 2005).

Figura 26. Arquitectura preliminar para SIMEP-SW



Fuente: Universidad del Cauca

La base de la Arquitectura la componen los modelos de calidad y de mejoramiento más importantes y reconocidos por la industria del software en el mundo, los cuales no pueden desconocerse, puesto que son los modelos a los que en definitiva las empresas deben adecuarse. Sobre este está el modelo de referencia para SIMEP-SW, el cual corresponde al resultado de evaluar los modelos de calidad existentes y al estudio de las prácticas que siguen un conjunto de empresas de desarrollo de software del sur occidente colombiano.

El resultado del análisis y estudio del proyecto ha sido la definición de un modelo de mejora denominado Agile SPI (Software Process Agile Improvement) ³⁹, basado en modelos ligeros adaptados de estándares

³⁹ El desarrollo ágil de software es un conjunto de metodologías de desarrollo de software basado en el desarrollo iterativo e incremental, donde las necesidades y soluciones de

internacionales para la calidad y evaluación, y un método ágil para la mejora del software. Según los autores de la definición del modelo, no puede obviarse CMMI en el sector del desarrollo del software, sin embargo estos modelos reconocidos son solo descriptivos (dicen “qué” hay que hacer pero no el “cómo” hacerlo), por este motivo se ha diseñado una implementación del “cómo” hacerlo según el requerimiento del “qué” de CMMI, siendo este modelo de mejora además de una metodología ágil, una guía completa para alcanzar el mejoramiento de los procesos del software.

El modelo de mejoramiento a seguir por parte de las empresas es un componente objetivo del proyecto, este modelo de referencia definirá la forma de llevar a cabo un proyecto de mejoramiento dentro de una organización Pyme e implementará los elementos de gestión (un proceso, métodos, prácticas y técnicas) necesarios para asegurar su éxito. De igual manera el proyecto busca brindar unas recomendaciones sobre las prácticas, técnicas y métodos a utilizar dentro del proceso de desarrollo de software para las Pymes. La arquitectura preliminar de Agile SPI, se presenta a continuación, de la cual se observan los siguientes componentes:

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

evolucionar a través de la colaboración entre la auto-organización, los equipos multifuncionales.

Como se ha documentado en el presente informe, tanto el modelo CMMI, como ITMark e ISO/IEC 15504 son modelos de evaluación que buscan el mejoramiento de la capacidad y madurez de procesos de software, es por este motivo que dentro de la arquitectura de Agile SPI existirá un enfoque en el componente Light SPI Evaluation Model que es la definición de un modelo ligero de evaluación de la calidad de procesos de desarrollo de software.

El modelo resultante para la evaluación de procesos ha sido denominado como Light MECPDS (Modelo Ligero de Evaluación de la Calidad de Procesos de Software), basado en la norma ISO/IEC 15504:2003 y esta a su vez en ISO/IEC 12207:2002 aplicable a Pymes de manera fácil y económica, con pocos recursos y en poco tiempo. El modelo proporciona un marco de trabajo ligero de medida de la madurez y cumplimiento del proceso.

En los modelos mencionados anteriormente desarrollados en México y en Brasil no se tiene en cuenta ninguna estrategia de mejora guiada por un proceso de mejora. El proyecto SIMEP-SW basa su estrategia de mejora en proporcionar un proceso ágil que guía a un programa de mejora de procesos. Para esto es indispensable contar con un modelo de evaluación ligero ya que, para poder promover la mejora de los procesos software, es muy importante establecer previamente un marco de evaluación con el fin de conocer sus puntos fuertes y débiles. La evaluación de los procesos software tiene como objetivo detectar aspectos de un proceso software que se pueden mejorar de ahí la importancia de Light MECPDS.

Light MECPDS se basa en la norma ISO/IEC 15504:2003, y con base en esta define un marco de trabajo de medición para dar soporte a la evaluación en las dimensiones de capacidad del proceso y del mejoramiento del proceso. En la dimensión de la capacidad del proceso sólo existen tres niveles de madurez de procesos con el fin de aligerar el modelo para que pueda ser aplicado a las Pymes. Además, sugiere como modelo de proceso de referencia la norma ISO/IEC 12207:2002 que se encuentra basada en la norma ISO/IEC 15504:2003 descrita.

La norma ISO/IEC 15504:2003 denominada “tecnologías de información: proceso de evaluación”, está constituida por cinco partes. Light MECPDS se encuentra basado en la parte 2 de esta norma como guía de la evaluación del proceso y la aplicación del proceso de evaluación para el mejoramiento y determinación de la capacidad, la cual precisa los requisitos mínimos para realizar una evaluación que asegure un nivel de consistencia, capacidad, y que los resultados de la evaluación sean objetivos e imparciales.

El modelo del proceso de evaluación contiene una dimensión del mejoramiento del proceso y una dimensión de la capacidad del proceso. La dimensión del proceso es proporcionada por un modelo de proceso de referencia como ISO/IEC 12207:2002, el cual define un conjunto de procesos característicos con declaraciones de propósitos y resultados del proceso. La dimensión de la capacidad del proceso consiste en un FrameWork⁴⁰ de medida que abarca seis niveles de capacidad del proceso y sus atributos de proceso asociados.

Figura 27. Estructura Interna de Light MECPDS



Fuente: Universidad del Cauca - Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones (FIET)

⁴⁰ Un FrameWork, consiste en un conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios para enfocar un tipo de problemática particular, que sirve como referencia para enfrentar y resolver nuevos problemas de índole similar.

8.7.1 Propósitos de Light MECPDS

- Establecer los elementos necesarios para evaluar la madurez y el cumplimiento de los procesos de una organización, con respecto a un modelo de procesos de referencia.
- Aportar un modelo de evaluación ligero para que sea aplicable a las Pymes, de manera fácil y económica, con pocos recursos y en poco tiempo.
- Fomentar la evaluación en las Pymes de desarrollo de software del sur occidente Colombiano, con el objetivo de conocer sus puntos fuertes y débiles, para que sirvan de guía en la mejora de los procesos de desarrollo de software de la organización.
- Ser parte del componente de evaluación Light SPI Evaluation Model de Agile SPI.

Light MECPDS se encuentra basado en un conjunto de indicadores que guían los propósitos y los resultados de cada proceso dentro del modelo de evaluación. Estos indicadores son:

- **Para la dimensión de la capacidad del proceso:** las prácticas de gestión, asociadas a conseguir los resultados de los atributos de proceso.
- **Para la dimensión del cumplimiento o mejoramiento del proceso:** las prácticas base, asociadas a conseguir los resultados de los procesos definidos en el modelo de proceso de referencia.

El nivel de implementación de las prácticas se evalúa a partir también de indicadores que deben ser reconocidos por la empresa para cada práctica específica. Pueden estar definidos de tres tipos:

- **Directos:** son los productos que resultan de una actividad.

- **Indirectos:** son por lo general documentos que indican que una actividad fue realizada.
- **Comentarios:** son opiniones del personal relacionado con un proceso evaluado.

Light MECPDS utiliza el modelo de referencia (ISO/IEC 12207:2002) Para los propósitos y salidas de los procesos que hayan sido seleccionados del modelo de proceso de referencia y un FrameWork que permite evaluar los niveles de capacidad y madurez de los procesos de desarrollo de software de la organización.

8.7.2 Framework de Medida de Light MECPDS

El marco de trabajo de medida de Light MECPDS se define en dos dimensiones con base en la norma ISO/IEC 15504: Capacidad del proceso y Cumplimiento o mejoramiento del proceso.

La dimensión de la capacidad del proceso es definida por una escala jerárquica de tres niveles, que representan el incremento de las capacidades de los procesos de desarrollo de software. La escala queda definida de menor a mayor grado de capacidad por los siguientes niveles:

- **Nivel 0. Proceso Incompleto:** El proceso no está implementado o fallan los logros de su propósito. Hay poca o ninguna evidencia de algún logro sistemático del propósito del proceso. Hay grandes fallas que limitan o incluso impiden el cumplimiento de los objetivos y propósitos del proceso. Hay muy pocos o incluso ningún, producto y/o salida identificados a lo largo del proceso.
- **Nivel 1. Proceso Realizado:** La implementación del proceso logra su propósito de proceso. El propósito del proceso es generalmente alcanzado, aunque éste no sea siempre planificado o controlado. Los

individuos dentro de la organización reconocen que se debe llevar a cabo una acción la cual se ejecuta cuando es requerida. Existen productos generados por el proceso, utilizados para medir el logro de objetivos.

- **Nivel 2. Proceso Gestionado:** A la realización del proceso se le implementa una manera de gestionarlo (se planea, se monitorea y se ajusta). Sus productos de trabajo se establecen, controlan y mantienen apropiadamente. El proceso genera productos capaces de ser liberados en tiempo y bajo planes controlables. Los productos generados están alineados con determinados estándares y requerimientos. Los productos generados por procesos que se encuentran en éste nivel cumplen con ciertas especificaciones puntuales de calidad respetando un cronograma y un plan.

En esta dimensión el alcanzar un nivel de capacidad en un proceso específico demuestra por el cumplimiento de atributos pertenecientes al proceso como tal. Los atributos de proceso son elementos que permiten determinar las capacidades y habilidades de un proceso. Así mismo cada uno de los atributos de un proceso se compone de una serie de prácticas de gestión.

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

Cada nivel en la dimensión de capacidad de un proceso exige un grado de cumplimiento y un número de atributos de proceso con sus respectivas practicas de gestión para alcanzarlo. En Tabla 14. Se aprecian los atributos, y

las practicas de gestión asociada a determinados procesos y su nivel de cumplimiento logrado.

Tabla 14. Atributo de Realización del Proceso

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

Fuente: (FIET)

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

- **CI: completamente implementado:** Entre 86% y 100 %. Hay evidencias de una completa y sistemática aproximación, y logro total al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado. No hay debilidades significativas en las unidades de trabajo.
- **AI: ampliamente implementado:** Entre 51% y 85%. Hay evidencias de una aproximación sistemática, y logro significativo, al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado. La ejecución del proceso puede variar en algunas áreas o unidades de trabajo.
- **PI: parcialmente implementado:** Entre 16% y 50%. Hay evidencia de alguna aproximación, y algún logro, al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado. Algunos aspectos del cumplimiento del atributo pueden ser impredecibles.
- **NI: no implementado.** Entre 0% y 15%. Hay muy poco o incluso ninguna evidencia de cumplimiento del atributo definido en el proceso evaluado.

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

La Tabla 14. Define el nivel de capacidad asociado a un determinado proceso, el cual permite medir el grado de calidad de un producto de software generado por el mismo. Existe una estrecha relación entre los atributos del proceso y el grado de cumplimiento esperado, dicho grado de cumplimiento se logra gracias a las prácticas de gestión que le dan valor a los atributos del proceso y estos permiten definir el nivel en el que se encontrara un proceso específico.

Tabla 15. Cumplimiento de Niveles de Capacidad

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

Fuente: Universidad del Cauca - Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones (FIET)

El Framework de Light MECPDS, permite definir un nivel de capacidad para cada uno de los procesos evaluados pero no para definir el nivel de la organización en general. Para obtener la evaluación del “nivel de capacidad general” de la organización se tienen en cuenta los resultados de la evaluación de los procesos asociados y definidos por el modelo de proceso de referencia según la Tabla 15.

Tabla 16. Determinación del Nivel de Capacidad General en Light MECPDS

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

Fuente: Universidad del Cauca - Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones (FIET)

8.7.3 Situación Actual del Modelo Ágil Light MECPDS en Colombia

Para motivar a las empresas del sector informático colombiano a mejorar sus procesos de desarrollo de software, es necesario adecuar a sus propias características los modelos internacionalmente reconocidos de mejoramiento, evaluación y calidad de software. Estos modelos internacionales difícilmente pueden ser aplicados a empresas colombianas que en su gran mayoría son Pymes debido a la gran inversión en dinero, tiempo y recursos que suponen, además de la complejidad de las recomendaciones y un retorno de la inversión a mediano y largo plazo. Es por este motivo que surge Light MECPDS en Colombia, un modelo basado en las mejores prácticas internacionales fácil de entender, fácil de aplicar y no costoso en su adopción. El cual pretende apoyar a las organizaciones en la estandarización de sus prácticas, en la evaluación de su efectividad y en la integración de la mejora continua; elevando la capacidad para ofrecer servicios con calidad y alcanzar niveles internacionales de competitividad.

Para la definición de Light MECPDS se han considerado las necesidades de las empresas del sector informático de Colombia, pero el marco de trabajo ha sido definido de forma general con el fin de ser aplicado a cualquier Pyme del sector. En relación a otras propuestas relacionadas, Light MECPDS proporciona un modelo explícito de evaluación ligero con el fin de establecer las bases necesarias para la mejora de procesos. Dicho modelo está basado en recientes normas del proceso de evaluación de ISO/IEC 15504.

La evaluación del modelo ágil permite aligerar aproximadamente un 70% la mejora en la capacidad y madurez de procesos del software en Colombia, permitiendo a empresas del sector software acceder mucho más fácilmente al mejoramiento para perfilarse luego a certificaciones de calidad internacionales como la norma ISO/IEC 15504, CMMI o ITMark.

8.8 INICIATIVAS PARA EL IMPULSO DEL DESARROLLO DEL SOFTWARE EN COLOMBIA.

A la vista de la situación expuesta hasta el momento en el presente informe, tanto en el mercado, como los planes de mejora propuestos a las grandes empresas y Pymes colombianas, como la situación actual en países iberoamericanos y a nivel internacional con relación a la calidad del software y tecnologías de la información, apuntan al modelo de mejora de procesos de capacidad y madurez del software CMMI como el mejor modelo posible a la hora de mejorar los procesos de calidad en una compañía desarrolladora de software.

Sin embargo, la norma ISO/IEC 15504 otro modelo que cumple las mismas expectativas que CMMI en cuanto al mejoramiento de la capacidad y madurez del proceso, poco a poco ha comenzado a ganar importancia en mercados internacionales diferentes al de España, su ventaja es que se encuentra respaldada por la ISO, además de que su implementación es más económica porque requiere menos esfuerzo estructural, pudiendo ser aplicada a procesos concretos en lugar de un todo.

No obstante, el desconocimiento palpable sobre otros modelos ágiles y certificaciones enfocadas a las micro y pequeñas empresas, o el afán por conseguir un sello reconocible como método de aumento de competitividad, llevan a la errónea idea de que CMMI o ISO/IEC 15504 deban ser los modelos a implantar ya que su prestigio a nivel internacional es tan grande como su complejidad a la hora de obtenerlos, tanto por los costes humanos como por los monetarios, así como por los cambios organizativos y de mentalidad que implica su adopción.

Mientras que las grandes empresas pueden realizar implementaciones de modelos de calidad del software reconocidos de forma exitosa, la realidad en Colombia, es que el mayor porcentaje de empresas corresponde a las micro y pequeñas empresas, lo que hace que esta visión sobre los modelos existentes más exitosos deba ser replanteados en la PYME Colombiana.

El problema principal es que las normas y modelos existentes entre ellas la Norma ISO/IEC 15504 y el modelo CMMI se encuentran enfocados en organizaciones maduras y con una trayectoria marcada, dichas normas han sido propuestas por los ministerios de defensa de países como Estados Unidos o Reino Unido, delegando su trabajo a organizaciones de estandarización como la ISO o SEI. En donde su objetivo principal es controlar el incremento de los costos y riesgos que se presentaban en cuanto al desarrollo del software. ¿Pero qué sucede con empresas medianas y pequeñas (Pymes) Colombianas que desean certificar sus procesos de software?

Como se ha documentado anteriormente, las pymes de la industria del software colombiana se enfrentan a serios problemas de madurez en sus procesos de desarrollo, ya que en muchos casos no existe un proceso real conduciendo a modelos caóticos de operación que afectan toda la empresa. La preparación previa a la certificación es larga y costosa y los modelos de mejoramiento de proceso y evaluación de organizaciones como el SEI e ISO están estructurados para ser aplicables a empresas grandes. Por lo anterior difícilmente pueden ser aplicados a empresas pequeñas debido a que así como en la certificación, 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

La cuantificación de los beneficios obtenidos con la implementación de una metodología y/o un modelo de calidad, no puede ser realizada a corto plazo y las últimas iniciativas e implantaciones de modelos de mejora en Pymes Colombianas son suficientemente recientes como para no disponer de datos actualizados y de interés para las empresas interesadas. Es por ello que la sensación que tienen muchas empresas desarrolladoras de software y empresarios del sector, es que no se dispone de un beneficio claro en la implantación de un modelo; aunque, como se ha comentado anteriormente, sitúan el interés por la competitividad del mercado y el afán de distinguirse mediante el valor añadido que otorga un sello de calidad para el marketing de la empresa y los requerimientos de los grandes clientes, Sin embargo muchas

de estas empresas no están dispuestas a asumir el desgaste de sus recursos económicos y de personal sabiendo que los beneficios no serán representados rápidamente y fuera de esto no podrá medirse los beneficios para la empresa a corto plazo.

Por lo anterior, no es posible implementar cualquier tipo de modelo en cualquier tipo de empresa, puesto que la complejidad de algunos de ellos es excesiva por multitud de factores:

- El número de empleados de la Pyme.
- El tipo de cliente y los requerimientos para sus proyectos.
- Existen múltiples iniciativas que han desarrollado modelos adaptables directamente a la PYME, y a microempresas en especial.

Para impulsar la calidad de software en Colombia, esta debe pasar por un proceso de difusión de estándares y modelos de forma orientada hacia las Pymes, seleccionando los modelos más adecuados y teniendo en cuenta dos factores fundamentales:

- Empresa objetivo y sus necesidades.
- Respaldo de los organismos de control y modelos elegidos en forma de sello de acreditación.

En este sentido, cobraría más fuerza la necesidad de crear una entidad desde la administración, que asumiera una serie de funciones enfocadas a difundir los modelos y los organismos de control existentes en el entorno socio-económico colombiano ya que existe una fuerte carencia de publicitación de los modelos existentes no sólo CMMI e ISO 15504, sino otros modelos ágiles existentes enfocados a la micro y pequeña empresa como lo pueden ser el modelo ITMark o el modelo Light MECPDS.

La creación de un agente intermedio puede suponer serios y grandes beneficios para la industria del software en Colombia, ya que el mismo debería

servir como ente que publicite y dé valor a las certificaciones de calidad ante clientes y empresas, además que este agente intermedio aglutine las iniciativas en el ámbito de la calidad y sirva de puente entre la PYME y las entidades normalizadoras y de los organismos que respaldan la creación de estándares, normas y modelos.

Las funciones que debería desempeñar una entidad de control, serían las siguientes:

- **Identificar los modelos existentes** para los diversos tipos y tamaños de empresas, seleccionando aquellos que mejor se adapten a cada tipo de empresa ya sea modelos orientados a la mejora de procesos o a la mejora del producto.
- **Fomentar la creación y desarrollo**, en caso de que los modelos fuesen insuficientes para algún tipo o tamaño de empresa, fomentar la creación de modelos adecuados a la idiosincrasia del contexto Colombiano.
- **Promover y divulgar** iniciativas que se deban llevar a cabo para difundir los modelos entre las empresas, como forma de dar a conocer las bondades y beneficios de cada uno de ellos para cada tipo de empresa identificada:
 - Utilizando un sitio web profesional e informativo en Internet.
 - Creando un foro de opinión para las empresas.
 - Promoviendo la creación de cursos y talleres sobre el tema.
- **Crear un directorio de contactos y un repositorio de información pública**, al respecto de los agentes implicados en los esquemas de evaluación o certificación de cada modelo.
- **Aglutinar y respaldar iniciativas** de otras entidades, públicas o privadas, con el mismo fin.

- **Crear canales de contacto** entre los diversos organismos y entidades involucrados (asociaciones de empresas, confederaciones, universidades, entidades normalizadoras, etc.).

8.8.1 Elección del Modelo Adecuado Según el Tipo de Empresa Colombiana.

La creación de una cultura respaldada de un sello de calidad y de un agente intermediador de calidad, así como el respaldo de una certificación o una organización certificadora supondría una solución que garantizaría la respuesta ante las empresas y sus clientes, dotando al modelo o modelos elegidos de un mayor valor añadido, además de la propia mejora que para la empresa supone la implantación del modelo y por ende, la obtención del sello de calidad.

Como se ha mencionado anteriormente, uno de los objetivos principales de un agente intermediador sería establecer claramente los modelos a difundir en cada tipo de empresa, así como la necesidad de desarrollar modelos nuevos si fuese necesario. Como se ha visto, los modelos presentados en el presente informe, resuelven de forma distinta la aproximación a la calidad del producto final. Algunos de ellos centran sus esfuerzos en la mejora de la capacidad de los procesos que conducen a ese producto, otros en la mejora de la madurez de sus procesos, otros se centran en las pruebas a realizar durante el ciclo de vida, y otros realizan una mezcla de todas las aproximaciones con modelos más reducidos.

A continuación se incluye un pequeño resumen sobre los modelos que han sido tenidos en cuenta en el presente informe y que han sido considerados como los más representativos en cuanto a la calidad en la industria colombiana de software.

8.8.1.1 Modelo CMMI for Development v1.2 (CMMI-DEV)

Es implementable en empresas con departamentos de desarrollo a partir de 15 a 20 personas, suponiendo una difícil implementación en empresas con menor número de integrantes. Es difícil de entender y excesivamente detallado para algunas organizaciones. Requiere gran cantidad de herramientas, de las cuales muchas de ellas tienen un coste elevado. El retorno de inversión se obtiene a medio o largo plazo siendo este un tiempo elevado para la implementación en Pymes Colombianas. Como tal, con su definición actual no es un modelo adecuado para microempresas. Existen varias iniciativas que se han llevado a cabo en Colombia para la implantación de este modelo en Pymes y microempresas las cuales llegan máximo al nivel 2 de capacidad de procesos. En la actualidad las certificaciones que han sido realizadas son muy nuevas por lo cual no se tienen registros de los beneficios generados en las Pymes Colombianas que han optado por una certificación en CMMI. También es considerado un referente internacional entre los modelos de mejora de procesos y muy bien valorado a nivel internacional, es evaluado y respaldado por el SEI.

8.8.1.2 Norma ISO/IEC 15504:2003 (SPICE)

Es implementable en empresas con departamentos de desarrollo a partir de 10 a 15 personas, suponiendo una difícil implementación en empresas con menor número de integrantes. Al igual que CMMI, requiere gran cantidad de herramientas, de las cuales muchas de ellas tienen un coste elevado. El retorno de inversión se obtiene a medio plazo, siendo este un tiempo elevado para la implementación en Pymes Colombianas. Como tal, con su definición actual no es un modelo adecuado para microempresas. Apenas siendo reconocido en Colombia y muy reconocido internacionalmente principalmente en España, es evaluado y respaldado por ISO.

8.8.1.3 Modelo ITMark

Se encuentra desarrollado principalmente para ser implementado por las PYME y la microempresa Colombiana, Está basado en CMMI y se encuentra desarrollado por la SEI, por lo que es compatible totalmente con CMMI, su nivel de evaluación para Pymes corresponde al nivel 2 de CMMI suponiendo la preparación y formación de la organización certificada en ITMark hacia la evolución hacia CMMI.

8.8.1.4 Modelo Ágil Light MECPDS basado en la norma ISO/IEC 15504:2003 y esta a su vez en ISO/IEC 12207:2002

Se encuentra desarrollado principalmente para ser implementado por las Pyme y la Microempresa Colombiana, es un modelo de procesos de mejora del software (SPI) basado principalmente en metodologías y principios ágiles como AGILE SPI, requerimientos livianos y adaptaciones de modelos internacionales, se encuentra basado en la norma ISO/IEC 15504:2003 y esta a su vez en ISO/IEC 12207:2002. La finalidad del mismo es motivar la aplicación de proyectos de mejora de procesos en las empresas de desarrollo de software iberoamericanas con el objetivo de crear, aplicar y probar un sistema de mejora de procesos en base a otros modelos de calidad reconocidos, modelos de mejora y modelos de evaluación internacionales. Se encuentra respaldado bajo el proyecto SIMEP-SW desarrollado en conjunto entre Colciencias y la Universidad del Cauca.

Tabla 17. Comparación entre propuestas de certificación del Software.

Atributo	CMMI	ITMark	ISO/IEC 15504	Agile MECPDS
Tipo de Empresas que aplica	Empresas grandes, a partir de 15 a 20 empleados	Pymes con menos de 15 empleados	Empresas Grandes a partir de 10 a 15 Empleados	Pymes menor a 15 Empleados
Áreas de procesos Aplica	22 Áreas de proceso	3 áreas de proceso	8 áreas de proceso	2 áreas de proceso
Niveles de Capacidad o Madurez que se aplica	5 Niveles de Evaluación de Capacidad y Madurez	3 Niveles de evaluación de madurez	6 niveles de evaluación de capacidad	3 niveles de evaluación de madurez.
Nivel de Reconocimiento	Internacional	Internacional	Internacional	Nacional
Respaldo	Avalado por el SEI (Software Engineering Institute)	Avalado por el SEI (Software Engineering Institute)	Avalado por la ISO (International Organization for Standardization) y por la IEC (International Electrotechnical Commission).	Respaldo por el proyecto SIMEP-SW (Sistema Integral para el Mejoramiento de los Procesos de Desarrollo de Software). Proyecto financiado por Colciencias y la Universidad del Cauca en Colombia.
Basado en	CMM (Capability Maturity Model)	CMMI (Capability Maturity Model Integration)	El Proyecto SPICE (Determinación de la capacidad y mejora de los procesos de SW)	ISO/IEC 15504 (Software Process Improvement Capability Determination)

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En la actualidad, la Industria del Software Colombiana no evidencia, no se informa o no se tiene claro concretamente un modelo, estándar, guía o metodología que permita fácilmente a las micro y pequeñas empresas desarrolladoras de software enmarcar sus procesos en un estándar de calidad definido, generando de esta forma confusiones sobre cuál es el modelo o la metodología de calidad a implantar para ser competitivos en un mercado como el de las tecnologías de la información. Dicho desconocimiento ha supuesto diversos problemas para las pymes y un atraso sustancial en el tema de calidad en el software Colombiano, ya que el hecho de que no se tenga conocimiento sobre una metodología, norma o modelo de calidad no significa que el mismo no exista.

En los últimos años han surgido o se han considerado propuestas como el modelo CMMI avalado por el SEI y la norma ISO/IEC 15504 avalado por la ISO, como referentes internacionales en el mejoramiento de la capacidad y madurez de procesos en el software que se acomodan en cierto modo a la idiosincrasia Colombiana. El primero siendo implantado en la industria colombiana con mejor aceptación que el segundo. Sin Embargo a pesar de que muchas empresas Colombianas han buscado la certificación en dichos referentes principalmente en CMMI. Los mismos en vez de beneficiar han generado nuevos problemas para las Pymes Colombianas, ya que han sido desarrollados principalmente para empresas grandes que cuentan con una trayectoria marcada, con los recursos económicos, la estructura organizacional y la disponibilidad de personal necesario para alcanzar la certificación de sus procesos, lo que para las Pymes imposibilita el acceso a la certificación, mejoramiento de la calidad de sus productos o servicios, o simplemente no puedan implantar una guía que se acomode a su estructura organizacional, lo que ha ocasionado un grave problema en cuanto a la competitividad en mercados internacionales y la sostenibilidad empresarial en mercados nacionales, ya que una pyme que haga uso de una guía o un

modelo de calidad diseñado específicamente para una empresa mucho mayor, constituye la dedicación en tiempo y recursos que en muchos casos en vez de beneficiar dicha empresa, lo que supone es una barrera para su desarrollo y en muchos casos el cierre de la misma.

Por lo anterior han surgido iniciativas enfocadas en ser una guía o un referente en cuanto a la calidad del software pero para pymes y empresas medianas y pequeñas, que en el contexto Colombiano son mucho más representativas en cuanto a cantidad que las empresas de un tamaño mucho mayor. De estas iniciativas han surgido ITMark basado en CMMI para Pymes y el modelo ágil para la mejora de procesos Light MECPDS basado en la norma ISO/IEC 15504, ambos modelos diseñados específicamente con base en las normas anteriormente descritas, pero acomodado organizacional y estructuralmente a pequeñas y medianas empresas Colombianas.

De esta forma el mercado del mejoramiento de procesos de calidad en el desarrollo de software Colombiano, cuenta con referentes reconocidos y avalados tanto a nivel nacional como internacional. Los mismos se encuentran enfocados tanto para empresas grandes como pymes colombianas, permitiendo de esta forma a una pyme implantar un modelo de mejora de procesos como ITMark o Light MECPDS a un costo mucho más asequible, con resultados y un retorno de la inversión mucho menor, el cual se encuentra enfocado en su estructura organizacional y en el momento en que sea considerado por dicha Pyme pueda evolucionar o optar por un modelo de calidad de madurez y de capacidad de procesos mucho mayor como CMMI o ISO/IEC 15504 para competir en mercados internacionales.

- La competitividad generada en la industria de software en los últimos años ha propiciado que organismos de estandarización en diversos países estén implantando modelos de mejora de procesos que les permita el aseguramiento de la calidad. De esta forma empresas desarrolladoras de software se han dado cuenta de que la búsqueda de la calidad no puede ser

tratada como un modelo estandarizado, sino que cada país, nación y región debe certificar sus procesos con base en el entorno y el contexto en el cual se encuentra.

- Es importante generar y propiciar la cultura de la certificación de procesos del software tanto por el sector público como el privado, para esto se requiere la creación de un organismo que se encargue de orientar, emitir certificaciones y motivar tanto a las pequeñas como a las grandes empresas desarrolladoras de software a implantar guías y hacer uso de metodologías organizadas avaladas por organismos internacionales que fomenten la competitividad y la búsqueda de productos software de calidad.
- En los últimos años, la información se ha convertido en el activo principal de cualquier empresa, siendo en muchos casos su principal fuente de ingresos y su principal ventaja estratégica, es por ello la importancia de generar sistemas de información que se vean sometidos a grandes exigencias de calidad que permitan generar competitividad y sostenibilidad de una empresa en el mercado.
- Es importante cambiar la visión que se tiene en la actualidad en el desarrollo de productos software, es importante cambiar los hábitos actuales y artesanales que se han venido llevando a cabo hasta el momento, por esto es importante hacer uso de metodologías probadas y avaladas por organismos de certificación a nivel internacional, que con éxito han dado resultados satisfactorios y han fomentado la cultura de la calidad en industrias del software en otros países.
- La prioridad actual de las organizaciones que buscan la calidad, no debe de ser exclusivamente la calidad de un producto terminado. La calidad debe medirse a lo largo de todos los procesos que se llevan a cabo en una empresa que desarrolla software. Enfocarse en cada uno de los procesos implica aplicar las mejores prácticas de gestión de software para alcanzar una evolución hacia la cultura de la excelencia.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. (AEC, 2005) Informe Anual 2005. AEC España, .15 Febrero 2011.
http://www.aec.es/c/document_library/get_file?uuid=83793827-e75f-4971-ad3b-e74bd6891a78&groupId=10128
2. (Barba A., 2004, pp. 453- 457), “Calidad total en las organizaciones: poder, ambigüedad y aspecto simbólicos”. En Montaña, L. (Coordinador). Los Estudios organizacionales en México. Cambio, Poder, conocimiento e identidad. México. Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa.
3. (Bitzer, 1997) Bitzer J. The computer software industry in East and West: do Eastern European countries need a specific science and technology policy. Deustches Institut for Wirtschaftsforschung, Discussion Paper N° 149, Berlín. 1997
4. (Business News Américas, 2011) Proexport y Sena lanzan programa de certificación CMMi - Colombia, 07 Mayo 2011.
http://www.bnamericas.com/news/tecnologia/Proexport_y_Sena_lanzan_programa_de_certificacion_CMMi
5. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2005) Balance tecnológico cadena productiva desarrollo software en Bogotá y Cundinamarca. Cámara de Comercio de Bogotá. 2005.
6. Canós, J. H., Letelier, P., & Penadé, M. C. (s.f.). Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software. Recuperado el 12 de Abril de 2010, de DSIC - Universidad Politécnica de Valencia (UPV):
<http://www.willydev.net/descargas/prev/TodoAgil.pdf>
7. Calderón, A., Valverde Rebaza, S. D., & J. C. (2007). Metodologías Ágiles. Recuperado el 18 de Abril de 2010, de Sociedad de Estudiantes de Ciencia de la Computación:
<http://www.seccperu.org/files/Metodologias%20Agiles.pdf>
8. Carrillo Pérez, I., Pérez González, R., & Rodríguez Martín, A. D. (Octubre de 2008). *Metodologías de desarrollo de software*. Recuperado el 18 de Abril de 2010, de Solusoft-g11 Gestión de Cursos de Formación:
solusoftg11.googlecode.com/files/Metodologias%20de%20desarrollo.pdf

9. (Clarke y Clegg, 1998, p. 254). (1998). *Changing Paradigms. The transformation of Management Knowledge for the 2 st Century*. London: Harper Collins Business.

10. (Cooper-Fisher, 2002) Cooper J, Fisher M. Software acquisition Capability Maturity Model. Software Engineering Institute (SEI). University Carnegie-Mellon. Technical report. 2002.

11. (Cultura E, 2010). "Sector software: el reto es innovar". Cultura E, Medellín. 2010. Consultado el 27 de Mayo de 2011. <http://www.culturaemedellin.gov.co/sites/culturae/Cluster/Noticias/Paginas/software.aspx> .

12. Departamento de Sistemas Informáticos y Computación (UPV). (s.f.). Proceso de Desarrollo de Software. Recuperado el 15 de Mayo de 2010, de Universidad Politécnica de Valencia: www.dsic.upv.es/asignaturas/.../lsi/.../IntroduccionProcesoSW.doc

13. (EIA, 2010). Revista EIA, ISSN 1794-1237 Número 13, p. 107-122. Julio 2010. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia).

14. (Elespectador.com, 2010). "Ingreso per cápita de los colombianos sube a US\$5.000", América Economía. 28 de Julio de 2010, consultado en 27 de Mayo de 2011. <http://www.americaeconomia.com/economia-mercados/finanzas/ingreso-capita-de-los-colombianos-suba-us5000>.

15. (Espinosa y Pérez, 2007). Calidad Total. Una Alternativa de Organización del Trabajo en México. Edición Internet: Gestión y Estrategia. Departamento de Administración. Encontrado el 2 de mayo de 2007. En la World Wide Web: <http://www.azc.uam.mx/publicaciones/gestion/num5/doc05.htm>.

16. (Fairley, 1993, P. 32). Ingeniería de Software. México, Mc Graw Hill.

17. (Fedesoft, 2004). Descripción del sector del software, análisis de mercado. Medellín. 2004 (Colombia digital, 2007) ¿Hacia dónde debe apuntar el software colombiano? Marzo 13 de 2007. URL de acceso: http://dinamico.eltiempo.com/participacion/blogs/default/un_articulo.php?id_blog=3349709&id_recurso=400000318

18. (Fedesoft, 2010). ¿Hacia dónde va la industria del Software? Federación Colombiana de Software (FEDESOFTE). 10 de Diciembre 2010 <<http://www.fedesoft.org/novedades/hacia-donde-va-la-industria-del-software/>>
19. (Feigenbaum A, 1986). Control Total de la Calidad. México: CECSA.
20. Fernández Lanvin, D. (2004). Desarrollo de una Metodología para un nuevo Paradigma de Desarrollo de Software. Recuperado el 28 de Enero de 2010, de Departamento de Informática Universidad de Oviedo: www.di.uniovi.es/~dflanvin/home/?download=pi-lanvin.pdf
21. García, M. C., Garzías, J., & Piattini, M. (s.f.). *La Mejora de Proceso en Pequeñas Empresas y la ISO/IEC 29110*. Recuperado el 05 de Febrero de 2010, de Kybele Consulting: http://www.kybeleconsulting.com/.../MCGarcia_MejoraProcesos_ISO29110.pdf
22. (Hurtado J., 2005), Trabajo de Investigación: Hacia una Línea de Procesos Ágiles. Agile SPsL. 8 Mayo 2005, versión 1.0. fecha de consulta: 28 Abril 2011. http://swp.dcc.uchile.cl/TR/2005/TR_DCC-2005-008.pdf
23. (Hurtado J., Pino F., Vidal J., Pardo C., Fernandez L., 2008). Agile SPI: Software Process Agile Improvement, A Colombia Approach to Software Process Improvement in Small Software Organizations. In H. Oktaba y M. Piattini (Eds.), *Software Process Improvement for Small and Medium Enterprises: Techniques and Case Studies* (pp. 177-192).
24. (Hoch et al., 1999) Hoch D, Roeding C, Purkert G y Lindner S. *Secrets of Software Success. Managements Insights from 100 Software Firms around the World*, Harvard Business School, Boston.1999.
25. (IDG, 2010). “Aumentan Los fracasos del ERP. Análisis de diversas consultoras”. IDG 2010. <http://www.idg.es/computerworld/Los-fracasos-del-ERP,-muchos,-pero-no-tantos.Anali/seccion-ten/articulo-67284>
26. (IEEE, Std 610-1900). “¿What Is a Good Test Case?” Cem Kaner, J.D., Ph.D. Mayo 2003. <http://www.kaner.com/pdfs/GoodTest.pdf>

27. (INTECO, 2008). Estudio sobre la certificación de la calidad como medio para impulsar la industria de desarrollo del software en España. Abril 2008, España, [fecha de consulta: 05 Febrero 2011]. http://www.inteco.es/calidad_TIC/estudios_e_indicadores/publicaciones/calidad_TIC_estudios_e_informes/Calidad_software_32
28. (ISO 8402, 1994). Administración de la Calidad y Aseguramiento de la Calidad: Vocabulario.
29. (La República, 2010) Aumentan las empresas de software Colombianas con certificación Cmmi5. Diario La República. 10 Noviembre 2010 http://www.larepublica.com.co/archivos/TECNOLOGIA/2010-11-10/aumentan-las-empresas-de-software--colombianas-con-certificacion-cmmi5_114851.php
30. (López, 2003) López A. Estudios de competitividad sistémica, componente B: la sociedad de la información, servicios informáticos, servicios de alto valor agregado y software. CENIT. Argentina 2003.
31. (Peach, 1999). Manual de ISO 9000 (3a Ed.). México: Mc Graw Hill.
32. Piattini Velthuis, M. G. (1996). *Análisis y Diseño Detallado de Aplicaciones Informáticas de Gestión*. Madrid: Rama.
33. (Portillo N., 2007). El Mito sobre CMMI en Pequeñas Organizaciones [Presentación en línea]. Gerente de Calidad y Procesos Innevo. Diapositiva No 8. [fecha de consulta: 28 Abril 2011]. <http://www.sg.com.mx/sg07/presentaciones/Mejora%20de%20procesos/SG07.P05.CMMI%20en%20pequenas%20orgs.pdf>
34. (Proexport, 2010). Colombia: La transformación de un País. Tercerización de procesos de Negocio (BPO -IT) [Presentación en línea]. Diapositiva No 34. [fecha de consulta: 28 Abril 2011]. <http://www.slideshare.net/inviertaencolombia/sector-call-centers-proexport-1187029>
35. (Pulido Z., 2005). Análisis Comparativo de las Estructuras Periféricas en Empresas de la Industria de Software India-México. Tesis para obtener el grado de Maestría en Administración de Tecnologías de Información.

Instituto Tecnológico y de Estudios superiores de Monterrey. Campus Monterrey.

36. (Sanders y Curran, 1998). *Soft Quality. A Framework for Success in Software Development and Support*. Malaysia: Addison Wesley.
37. (Sánchez, F., 2009). "¿Certificación de software: por qué minimizar el coste por fallos en los desarrollos?", *Redes Telecom*, 20 de abril de 2009, consultado el 03 de Febrero de 2011. <http://www.redestelecom.es/OpinionDelExperto/200904200024/-Certificacion-de-software--por-que-minimizar-el-coste-por-fallos-en-losdesarrollos.aspx>
38. (Sallstrom-Damuth, 2005) Sallstrom L, Damuth R. *El Papel Fundamental de la Industria del Software en el Crecimiento Económico – Foco: Colombia*. Sallstrom Consulting and Nathan Associates, 2005.
39. Saravia Aramayo. (2007). *Estándar ISO/IEC-14598 - Evaluación del Producto Software*. Recuperado el 28 de Mayo de 2011, de Scribd.
40. (SEI, 2007). Software Engineering Institute (2007): CMMI® v1.1 SCAMPI SM v1.1 Class A Appraisal Results; 2006 end-year update.
41. Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del Software*. Madrid: Pearson Education S.A.
42. (Torrise, 1998) Torrise S., *Industrial Organization and Innovation. An International Study of the Software Industry*, Edward Elgar, Cheltenham. 1998.
43. (U. Eafit, 2005) Plan de formación para fortalecer el proceso de internacionalización de empresas de los diez sectores estratégicos. Sector software. Centro de Consultorías Y Servicios Universidad Eafit. 2005
44. (Verdines, 1992). "La cultura de Calidad y los Ingenieros de Software". *Revista Transferencia*, No. 20, Tecnológico de Monterrey.

45. (Vive Digital Colombia, 2011). "Vive Digital Colombia, Documento Vivo del Plan. Versión 1.0". Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Febrero de 2011, Consultado el 27 de Mayo de 2011. http://vivedigital.gov.co/files/Vivo_Vive_Digital.pdf.
46. Weitzenfeld, A. (2002). *INGENIERIA DE SOFTWARE ORIENTADA A OBJETOS*. México: Thomson.