

The background features a decorative graphic consisting of three blue circles of varying sizes, each with a lighter blue inner circle, arranged in a descending diagonal line from top-right to bottom-left. Two thin blue lines intersect at the top-left, forming a large 'V' shape that frames the central text.

INGENIERÍA DE SOFTWARE

CMM - CMMI

Un resumen

GRUPO 1

Wagner, Matías Hernán

Vicente, Andrés

Courtil, Damián

Perez, José María

Ramirez, Juan Paulo

Altamirano, Néstor Daniel

29/04/2009

1.- Introducción	3
2.- Orígenes de CMM y CMMI	4
3.- Conceptos de CMMI	6
3.1- Proceso	6
3.2- Mejoramiento de proceso	6
3.3- Modelo de proceso	6
3.4- Constelaciones.....	7
3.5- Áreas de proceso	7
3.5.1- Componentes de un área de proceso.....	9
Declaraciones de objetivos.....	10
Notas introductorias.....	10
Áreas de proceso relacionadas.....	10
Objetivos específicos.....	11
Objetivos genéricos.....	11
Prácticas específicas.....	11
Productos de trabajo típicos.....	11
Subprácticas	11
Prácticas genéricas	12
Elaboración de prácticas genéricas	12
3.5.2- Componentes adicionales de un área de proceso	12
Notas	12
Ejemplos.....	12
Amplificaciones	13
Referencias.....	13
4.- Representaciones de CMMI.....	14
4.1- Representación continua	14
4.2- Representación escalonada	16
5.- Evaluaciones utilizando CMMI	18
5.1- PIID's (Process Improvement Indicator Description).....	19
6.- Aplicación en empresas.....	20
6.1- ¿Es aplicable a empresas pequeñas?	20
6.2- Ejemplos de empresas Argentinas	21
7.- CMMI y Métodos Ágiles (MA)	22
8.- Relación de CMMI con el estándar ISO.....	23
9.- Conclusión	24
10.- Referencias.....	25

1.- INTRODUCCIÓN

Una empresa que quiere ser competitiva en el mercado y que desea obtener una mejora en cuanto a la organización de la misma debe enfocarse en mejorar la calidad del producto, reducir los costos del mismo y cumplir con los plazos estipulados con el cliente. Estos factores se ven altamente influenciados por los tres pilares o puntos clave que componen a la misma: personas, tecnología y procesos.

Si una organización está compuesta básicamente por personas, procesos y tecnología, ¿por qué se debe poner el foco en los procesos?, la respuesta es porque los procesos nos proporcionan un marco estructurado y disciplinado para que las personas con el apoyo de la tecnología puedan realizar su trabajo de una forma más eficaz y eficiente.

“La calidad de un sistema está altamente influenciada por la calidad de los procesos utilizados para adquirirlo, desarrollarlo y mantenerlo”

La mayoría de las organizaciones han tomado conciencia de esto y se plantean cómo mejorar los procesos y evitar algunos males habituales como: poco enfoque al cliente, bajo rendimiento de los procesos, barreras departamentales, subprocesos inútiles debido a la falta de visión global del proceso, excesivas inspecciones, reelaboración de trabajo, etc.

En el presente documento se fijó el objetivo de brindar una visión global del Modelo de Capacidad y Madurez Integrado (CMMI por sus siglas en inglés), cómo surgió y evolucionó a partir de su predecesor CMM, qué relación hay entre ellos, qué aplicaciones tiene en la actualidad, de qué manera se relaciona con otros modelos, y la introducción de algunos conceptos necesarios a fin de dar un resumen al respecto.

2.- ORÍGENES DE CMM Y CMMI

En los 80's hubo una crisis en el desarrollo del software y uno de los más afectados como gran consumidor de software fue el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (*United States Department of Defense*, abreviado como DoD). En ese entonces, los proyectos fallaban, los presupuestos se acrecentaban, las fechas se alargaban más y más, proyectos de miles de millones de dólares no cumplían sus objetivos y el cliente, por lo tanto, se veía afectado y decepcionado.

Por este motivo, el DoD estaba preocupado por establecer métricas para identificar a los contratistas potenciales en esta rama del desarrollo de software. Este fue el motivo desencadenante para la creación del *Software Engineering Institute* (SEI), instituto sostenido por el DoD y operado por la universidad de *Carnegie-Mellon*. Más tarde, entonces, el SEI publicó la versión 1.1 del modelo de capacidad y madurez para el desarrollo de software (SW-CMM, Software-CMM ó simplemente CMM).

El CMM es una serie de procedimientos destinados a evaluar y mejorar los procesos de desarrollo, implementación y mantenimiento del software en una organización.

Varias organizaciones, incluyendo el DoD, comenzaron a utilizar exitosamente el CMM. Este éxito atrajo más y más la atención en otras áreas interesadas en utilizar el mejoramiento de procesos basado en modelos, lo que llevó al SEI a publicar documentos relacionados con otras áreas como:

- *Systems Engineering CMM* (SE-CMM).
- *Software Acquisition Capability Maturity Model* (SA-CMM).
- *Integrated Product Development Team Model* (IPD-CMM).
- *Systems Engineering Capability Assessment Model* (SECAM).
- *Systems Engineering Capability Model* (SECM).

Las organizaciones deseosas de utilizar varios de estos modelos se vieron en conflicto ya que cada modelo era levemente diferente a los otros y por lo tanto generaban repetición de contenido provocando que el proceso de mejora llevado a cabo en la organización fuera más difícil y costoso. Es por esto que solicitaron al SEI que se detenga con la generación de más modelos y en lugar de eso, recomendaron que integrara los conceptos de estos modelos dispares en uno solo. Aquí es donde se originó la integración de modelos de capacidad y madurez o CMMI por sus siglas en inglés. Actualmente CMMI se encuentra en su versión 1.2 (ver *Figura 1*).

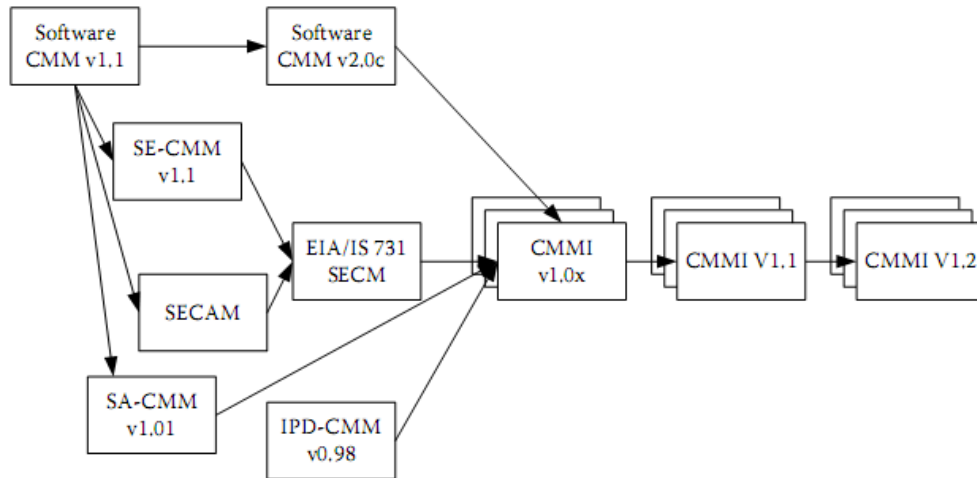


Figura 1.- Evolución y orígenes de CMMI V1.2. [Kulpa, 2008]

3.- CONCEPTOS DE CMMI

A continuación se describirán algunos conceptos que ayudarán a la comprensión de los capítulos siguientes.

3.1- PROCESO

Un proceso es un conjunto de actividades interrelacionadas entre sí que a partir de una o varias entradas de materiales o información, dan lugar a una o varias salidas también de materiales o información con un valor añadido [Wikipedia, 2009].

3.2- MEJORAMIENTO DE PROCESO

El análisis de un proceso puede dar lugar a acciones de rediseño que incrementen la eficacia y la eficiencia en una empresa, de manera que se reduzcan los costos, se mejore la calidad y se acorten los plazos de producción del producto.

Estas acciones de rediseño se las denomina mejoramiento de proceso y los métodos llevados a cabo para lograrlo se los puede clasificar en cinco grupos [Kulpa, 2008]:

- *La Reingeniería de procesos de negocio*, BPR por sus siglas en inglés, que busca rehacer el proceso una y otra vez, y no reorganizarlo. Se hace lo que se conoce como “borrón y cuenta nueva”.
- *El Benchmarking*, que es un proceso sistemático y continuo de comparación entre resultados, productos, servicios y procesos de trabajo de una organización contra los resultados, productos, servicios y procesos de trabajo de las mejores compañías con el propósito de lograr mejoras importantes en las prácticas del negocio.
- *La Ingeniería de procesos/Gestión de flujo de trabajo* básicamente observa las funciones en el ambiente de trabajo, o en el flujo de trabajo, e intenta identificar los cuellos de botella.
- *La Ingeniería reversa* consiste en observar los resultados de algo, desensamblarlo para averiguar cómo está hecho o cómo funciona, y luego armarlo nuevamente de la misma forma o diseñar una mejor manera de hacerlo.
- *El mejoramiento de procesos basado en modelo* hace foco en áreas que históricamente han causado problemas en tipos específicos de negocio. Este tipo de enfoque es el que CMM y CMMI utiliza.

3.3- MODELO DE PROCESO

Para ayudar a las empresas en la mejora de sus procesos se crearon los modelos de mejora de procesos, ya que un modelo de mejora de procesos favorece que la organización “ponga sobre la mesa” sus procesos actuales, reflexionen sobre ellos para comprender qué es lo que hace y porqué lo hace, y en base a este estudio los optimicen para que estos sean tan eficaces y eficientes como sea posible.

Un modelo de proceso es una colección estructurada de prácticas que describen las características de procesos efectivos [SEI-Overview, 2006].

Es importante usarlo porque:

- Brinda un punto de partida para mejorar.
- Provee el beneficio de las experiencias anteriores que tuvo la comunidad.
- Proporciona un lenguaje común.
- Establece un *framework* para priorizar acciones.

Se utiliza:

- Para ayudar a establecer prioridades y objetivos en el mejoramiento de proceso.
- Para asegurar procesos estables, capaces y maduros.
- Como guía para el mejoramiento del proyecto y los procesos organizacionales.
- Como un método de evaluación para diagnosticar el estado actual de las prácticas de una organización.

3.4- CONSTELACIONES

Una constelación es un conjunto de componentes de CMMI diseñados para resolver las necesidades específicas de un área de interés [SEI-DEV, 2006]. CMMI define tres, la primera es *CMMI for development* que proporciona una guía para gestionar, medir y monitorizar procesos de desarrollo de software. La segunda es *CMMI for services* que proporciona una guía para prestar servicios de software a la organización o a clientes externos, y la última es *CMMI for acquisition* que proporciona una guía para desarrollar y mantener software basado en la compra de productos y servicios.

Cada constelación define áreas de proceso necesarias para cumplir con los objetivos de la organización. Estas áreas de proceso no son necesariamente diferentes para cada una de las constelaciones, es por eso que comparten dieciséis de ellas.

3.5- ÁREAS DE PROCESO

Se define área de proceso como un conjunto de prácticas o actividades relacionadas que son ejecutadas de forma conjunta para conseguir un conjunto de objetivos específicos [SEI-DEV, 2006].

Existen 25 áreas de proceso, agrupadas en cuatro categorías, las cuales se muestran a continuación con su acrónimo correspondiente en inglés.

- **Gestión de procesos**
 - ✧ OID: Innovación y Despliegue Organizacional.
 - ✧ OPD: Definición de Procesos Organizacionales.

- ✧ OPF: Enfoque hacia Procesos Organizacionales.
- ✧ OPP: Rendimiento de los Procesos Organizacionales.
- ✧ OSM: Gestión de Servicios Organizacionales.
- ✧ OT: Formación Organizacional.
- ***Establecimiento y entrega de servicio***
 - ✧ IRM: Gestión de Incidencias y Peticiones.
 - ✧ SD: Entrega del Servicio.
 - ✧ SSD: Desarrollo de Sistemas de Servicio.
 - ✧ ST: Transición del Servicio.
- ***Gestión de proyecto***
 - ✧ CAM: Gestión de la Capacidad y Disponibilidad.
 - ✧ IPM: Gestión Integrada de Proyecto.
 - ✧ PMC: Seguimiento y Control de Proyecto.
 - ✧ PP: Planificación de Proyecto.
 - ✧ REQM: Gestión de Requerimientos.
 - ✧ RSKM: Gestión del Riesgo.
 - ✧ QPM: Gestión Cuantitativa de Proyecto.
 - ✧ SCON: Continuidad del Servicio.
 - ✧ SAM: Gestión de Acuerdos con Proveedores.
- ***Soporte***
 - ✧ CAR: Análisis y Resolución Causal.
 - ✧ CM: Gestión de la Configuración.
 - ✧ DAR: Análisis y Resolución de Decisiones.
 - ✧ MA: Medición y Análisis.

- ✧ PRM: Gestión de Problemas.
- ✧ PPQA: Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto.

3.5.1- COMPONENTES DE UN ÁREA DE PROCESO

Los componentes de un área de proceso son mostrados en la Figura 2. Los mismos se agrupan en las siguientes tres categorías que reflejan cómo interpretarlos [SEI-DEV, 2006]:

- *Componentes requeridos*

Los componentes requeridos describen lo que la organización debe lograr para satisfacer un área de proceso. Este logro debe ser visiblemente implementado dentro de los procesos de una organización. Los componentes requeridos en CMMI son los objetivos específicos y genéricos. Determinar si un objetivo fue cumplido es lo que el evaluador utiliza como base para decidir si un área de proceso ha sido satisfecha.

- *Componentes esperados*

Los componentes esperados describen lo que la organización podría implementar para obtener un componente requerido. Los componentes esperados guían a los evaluadores, o a quienes implementan las mejoras. Estos incluyen las prácticas específicas y genéricas.

Antes de que los objetivos puedan considerarse satisfechos, las prácticas o alternativas a ellas, deben estar presentes e implementarse en los procesos de la organización.

- *Componentes informativos*

Los componentes informativos proveen detalles que ayudan a que las organizaciones prevean cómo lograr los componentes requeridos y esperados. Subprácticas, productos típicos de trabajo, ampliaciones, elaboración de prácticas genéricas, títulos de prácticas y objetivos, notas de prácticas y objetivos, y referencias, son ejemplos de componentes informativos del modelo.

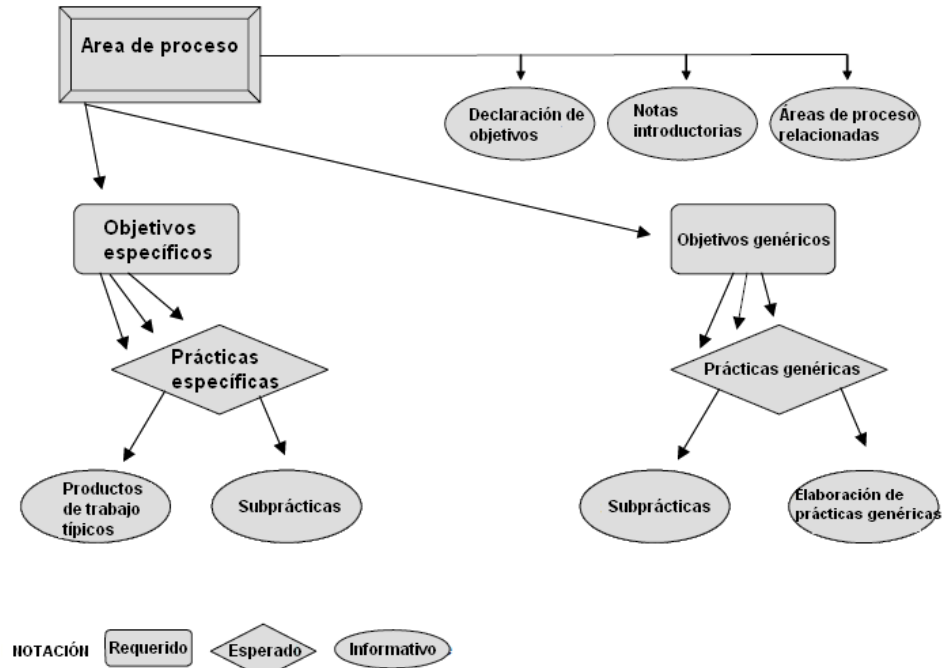


Figura 2.- Componentes de un área de proceso [SEI-DEV, 2006].

A continuación se explica en detalle cada componente:

DECLARACIONES DE OBJETIVOS

La declaración de objetivos describe el propósito del área de proceso y es un componente informativo.

Por ejemplo, la declaración de objetivos del área de proceso OPD es: “El propósito de la Definición de Proceso Organizacional (OPD) es establecer y mantener un conjunto utilizable de recursos de procesos organizacionales y estándares de medioambiente de trabajo”.

NOTAS INTRODUCTORIAS

La componente notas introductorias del área de proceso describe los principales conceptos cubiertos en el área de procesos, y es un componente informativo.

Un ejemplo de nota introductoria del área de procesos PP es: “La planificación comienza con los requerimientos que definen el producto y el proyecto.”

ÁREAS DE PROCESO RELACIONADAS

Dicha componente lista las referencias a las áreas de proceso relacionadas y refleja las relaciones de alto nivel entre ellas. Es un componente informativo del área de proceso.

Un ejemplo de referencia hallada en el área de procesos PP dice: “Refiérase al área de procesos Gestión de Riesgos para más información acerca de identificar y administrar riesgos.”

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Un objetivo específico describe las características únicas que deben estar presentes para satisfacer el área de procesos. Un objetivo específico es un componente requerido por el modelo y es utilizado en las evaluaciones para ayudar a determinar cuándo un área de proceso es satisfecha.

Por ejemplo, un objetivo específico del área de proceso CM dice: “La integridad de las líneas de base principales es establecida y mantenida.”

OBJETIVOS GENÉRICOS

Los objetivos genéricos son llamados de esta forma porque la misma declaración de objetivo se aplica a múltiples áreas de proceso. Un objetivo específico describe las características que deben estar presentes para institucionalizar los procesos que implementan un área. Un objetivo genérico es un componente requerido del modelo y utilizado en las evaluaciones para determinar cuándo un área es satisfecha.

Un ejemplo de un objetivo genérico es: “El proceso es institucionalizado como un proceso definido.”

Solo las declaraciones, tanto del objetivo genérico como del objetivo específico, son componentes requeridos del modelo. El título de un objetivo (precedido por un número de objetivo) y cualquier nota asociada a él son consideradas componentes informativos del modelo.

PRÁCTICAS ESPECÍFICAS

Una práctica específica es la descripción de una actividad que es considerada importante para lograr el objetivo específico asociado. La práctica específica asociada describe las actividades que se espera resulten en el logro de los objetivos específicos de un área de procesos. Una práctica específica es un componente de modelo esperado.

PRODUCTOS DE TRABAJO TÍPICOS

Este componente lista salidas de ejemplo de una práctica específica. Dichos ejemplos son llamados Productos Típicos de Trabajo porque frecuentemente existen otros productos de trabajo que son igual de efectivos pero no son listados. Un producto típico de trabajo es un componente informativo del modelo.

Por ejemplo, uno de estos productos típicos de trabajo para la práctica específica “Controlar los valores reales de los parámetros de planeamiento del proyecto con respecto al proyecto” en el área de procesos PMC es “Registros de desviaciones significativas”.

SUBPRÁCTICAS

Una subpráctica es una descripción detallada que provee una guía para interpretar e implementar una práctica genérica o específica. Las subprácticas pueden ser mencionadas

como si fueran prescriptivas, pero en realidad son componentes informativos destinados solo a proveer ideas que puedan resultar útiles para el mejoramiento de los procesos.

Por ejemplo, una subpráctica para la práctica específica “Tomar acciones correctivas en asuntos identificados” en el área de procesos PMC es “Determinar y documentar las acciones apropiadas requeridas para atacar los asuntos identificados”

PRÁCTICAS GENÉRICAS

Las prácticas genéricas son llamadas genéricas porque la misma práctica se aplica a múltiples áreas de proceso. Una práctica genérica es la descripción de una actividad que es considerada importante para lograr el objetivo genérico asociado. Una práctica genérica es un componente esperado del modelo.

Por ejemplo, una práctica genérica para el objetivo genérico “El proceso es institucionalizado como un proceso gestionado” es “Proveer recursos adecuados para realizar el proceso, desarrollar los productos, y proveer los servicios del proceso”

Para reducir la duplicidad de información y para conservar el número de páginas requerido para presentarla, solo el título de la práctica genérica, la declaración, y las elaboraciones, aparecen en las áreas de proceso.

ELABORACIÓN DE PRÁCTICAS GENÉRICAS

Una elaboración de una práctica genérica aparece a continuación de una práctica genérica en un área de proceso para proveer una guía sobre cómo la práctica genérica debería ser aplicada de una única manera al área de procesos. La elaboración de una práctica genérica es un componente informativo del modelo.

Por ejemplo, una elaboración de una práctica genérica que sigue a la práctica genérica “Establecer y mantener una política organizacional para el planeamiento y la realización del proceso de planeamiento de proyecto” dentro del área de proceso PP es “Esta política establece las expectativas organizacionales para estimar los parámetros de planeamiento, establecer compromisos internos y externos, y desarrollar el plan para gestionar el proyecto”.

3.5.2- COMPONENTES ADICIONALES DE UN ÁREA DE PROCESO

En varios lugares, aún mayor información es requerida para describir un concepto. Este material informativo es provisto en la forma de los siguientes componentes (todos son componentes informativos del modelo):

NOTAS

Una nota es un texto que acompaña casi cualquier otro componente de modelo. Puede proveer detalle, trasfondo, o base lógica.

EJEMPLOS

Un ejemplo es un componente que comprende texto y frecuentemente una lista de ítems, usualmente encapsulado, que puede acompañar casi cualquier otro componente y proveer uno o más ejemplos para ayudar a clarificar un concepto o actividad descripta.

AMPLIFICACIONES

Una amplificación es una nota o ejemplo que es relevante para una disciplina particular. Las disciplinas cubiertas en este modelo son ingeniería de hardware, ingeniería de sistemas e ingeniería de software.

Cada amplificación es etiquetada con un encabezado que indica la disciplina a la cual es aplicada. Por ejemplo, una amplificación para ingeniería de software es etiquetada "Para ingeniería de software".

REFERENCIAS

Una referencia es un puntero a información adicional o más detallada en áreas de proceso relacionadas, y puede acompañar casi a cualquier otro componente de modelo.

4.- REPRESENTACIONES DE CMMI

CMMI proporciona dos representaciones diferentes las cuales brindan una guía para efectuar las actividades de mejora de los procesos, definiendo niveles para calificar la calidad de los mismos. Una representación refleja cómo una organización utiliza y presenta los componentes en un modelo.

Los niveles son utilizados en CMMI para describir un camino de evolución recomendado para una organización que desea mejorar los procesos que utiliza y mantener sus productos y servicios. Independientemente de qué representación se utilice, el concepto de nivel es el mismo. Para alcanzar un nivel particular, una organización debe satisfacer todos los objetivos del área de procesos o conjunto de ellas que son seleccionadas para mejoramiento.

4.1- REPRESENTACIÓN CONTINUA

Permite a una organización seleccionar un área de proceso (o un grupo de áreas de proceso) y mejorar los procesos relacionadas a esta. Esta representación utiliza **niveles de capacidad** para calificar mejoramientos relativos a un área de proceso individual (ver *Figura 3*) [SEI-DEV, 2006].

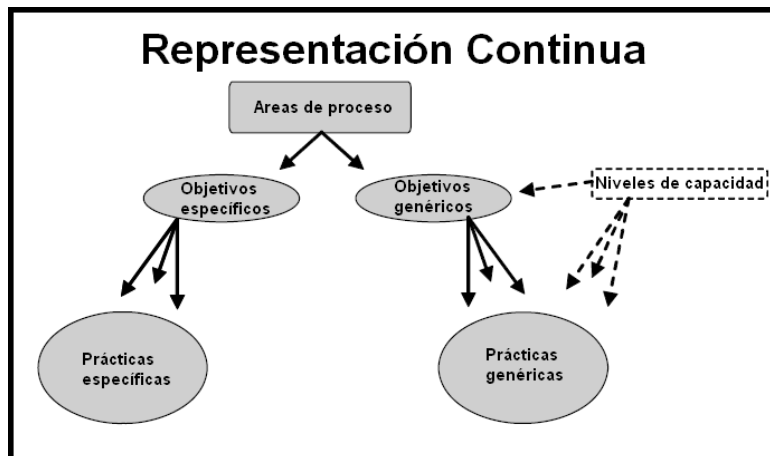


Figura 3.- Esquema de la representación continua.

Ofrece un enfoque flexible al mejoramiento de procesos, una empresa puede escoger en mejorar el desempeño de algún proceso en específico que esté causando problemas, o puede trabajar en diferentes áreas que están alineadas a sus objetivos de negocios. La representación continua también le permite a las organizaciones mejorar varios procesos al mismo tiempo, pero en diferentes niveles, aunque existen algunas limitaciones en la selección, debido a las dependencias existentes entre algunas áreas de proceso.

CMMI define seis **niveles de capacidad**, numerados desde 0 a 5, los cuales se describen a continuación:

0. **Incompleto:** un proceso que no se ejecuta o se ejecuta parcialmente. Uno o más objetivos específicos del área de proceso no se cumplen, y ningún objetivo genérico existe para este nivel dado que no hay razón para institucionalizar un proceso parcialmente realizado.
1. **Ejecutado:** la organización logra los objetivos específicos de las áreas de proceso consideradas. Soporta y permite el trabajo necesario para crear los productos de trabajo. Aún los procesos no están institucionalizados, por lo que las mejoras pueden perderse con el correr del tiempo. Las prácticas genéricas de CMMI en los niveles 2 a 5 ayudan a que las mejoras sean preservadas.
2. **Gestionado:** cuando se ejecuta el proceso y se tiene la infraestructura necesaria para apoyar el mismo. El proceso es planeado, ejecutado, monitoreado y controlado. Esta disciplina de proceso asegura que las prácticas existentes se mantengan durante los tiempos de estrés.
3. **Definido:** posee un conjunto de procesos estándar que contiene las definiciones de los procesos que guían todas las actividades de la organización. Un proceso definido es un proceso administrado que es confeccionado desde el conjunto de estándares de la organización, de acuerdo a las guías que esta provee, y contribuye productos de trabajo, medidas, y otra información de mejoras al conjunto de recursos de proceso de la organización.

Una diferencia crítica entre el nivel 2 y el 3 es el alcance de los estándares, descripciones de proceso y procedimientos, ya que mientras en el nivel 2 pueden ser diferentes en cada instancia específica del proceso (en un proyecto particular, por ejemplo), al nivel 3 se confeccionan desde el conjunto de estándares de proceso de la organización para ajustarse a un proyecto particular de la organización y por lo tanto son más consistentes. Otra distinción es que los procesos son descriptos más rigurosamente en el nivel 3 que en el nivel 2.
4. **Cuantitativamente gestionado:** cuando el proceso está definido y controlado estadísticamente o por otras técnicas cuantitativas. Se establecen objetivos de calidad y desempeño del proceso para administrar el proceso. Rendimiento y calidad del mismo es comprendida en términos estadísticos y es administrada a través de la vida del proceso.
5. **Optimizado:** además de ser el anterior de forma sistemática, se revisa y modifica para adaptarlo a los objetivos del negocio. Se mejora el proceso basado en la comprensión de las causas comunes inherentes al mismo. El foco de un proceso en continua optimización se ubica en continuamente mejorar el rango de la performance de procesos a través de mejoras tanto incrementales como innovadoras.

4.2- REPRESENTACIÓN ESCALONADA

La representación escalonada, o también conocida como representación por etapas, ofrece un enfoque sistemático y estructurado para mejorar los procesos paso a paso. Al conseguir cada etapa, se asegura que se ha dado un mejoramiento y que se han establecido las bases necesarias para iniciar la siguiente etapa [Penichet, 2004].

Las áreas de proceso están organizadas por *niveles de madurez* (ver Figura 4), los cuales son un camino evolutivo bien definido cuyo objetivo es la obtención del mejoramiento de procesos en una organización desde el nivel inicial hasta el nivel más óptimo [Penichet, 2004].

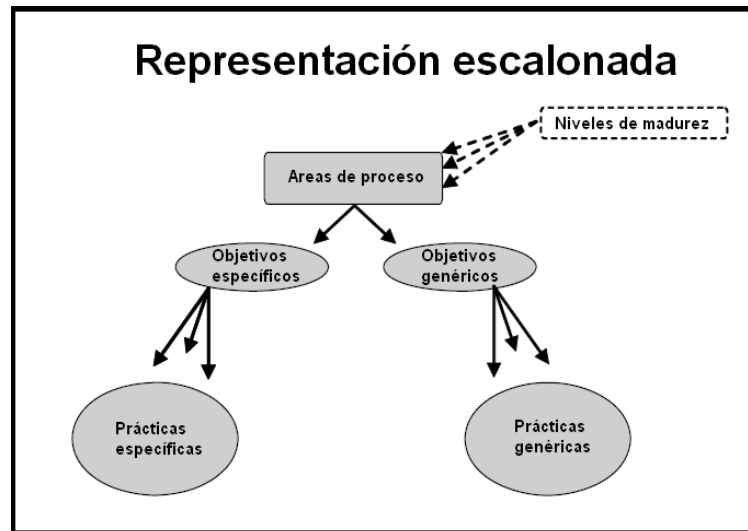


Figura 4.- Esquema de la representación escalonada.

Existen cinco niveles de madurez, numerados de 1 a 5, que se describen a continuación.

1. **Inicial:** Proceso impredecible y poco controlado. La organización usualmente no provee un medio ambiente estable para soportar los procesos. El éxito en dichas organizaciones depende de la competencia y el nivel de heroísmo de las personas y no en el uso de procesos probados. A pesar del caos reinante las organizaciones en el nivel 1 frecuentemente producen productos y servicios que funcionan. Sin embargo, frecuentemente exceden sus presupuestos y no terminan los proyectos en los plazos prefijados.
2. **Gestionado:** Aquí los proyectos de la organización poseen procesos planificados y ejecutados de acuerdo a las políticas definidas. Dichos proyectos emplean personal capacitado que posee los recursos adecuados para producir salidas controladas. También son monitoreados, controlados y revisados, y se involucra a los *stakeholders* más importantes para su desarrollo. La disciplina de procesos reflejada por este nivel ayuda a asegurar que las prácticas existentes sean mantenidas durante los tiempos de más estrés para la organización. Cuando estas

prácticas se implementan, los proyectos son realizados y gestionados de acuerdo a lo planificado.

3. **Definido:** En este nivel de madurez, los procesos están bien caracterizados y comprendidos, y además son descritos por estándares, procedimientos, herramientas y métodos. El conjunto de estándares de la organización, el cual es la base para el nivel de madurez 3, es establecida y mejorada a través del tiempo. Dichos estándares de proceso son utilizados para establecer consistencia a través de toda la organización. En este nivel, la organización debe profundizar la madurez de las áreas de proceso de nivel 2. La certeza es alta.
4. **Administrado cuantitativamente:** En esta etapa los proyectos y la organización establecen objetivos cuantitativos de calidad y rendimiento de los procesos, y los utilizan como un criterio al administrar los procesos. Los objetivos cuantitativos están basados en las necesidades del cliente, los usuarios finales, la organización, y quienes implementarán los procesos. La calidad y el rendimiento de los procesos son comprendidos en términos estadísticos y gestionados a través de toda la vida de los mismos.
Una diferencia crítica entre los niveles de madurez 3 y 4 es la predictibilidad del rendimiento de los procesos. En el nivel de madurez 4, dicho rendimiento es controlado utilizando estadísticas y otras técnicas cuantitativas, con lo que son cuantitativamente predecibles. En el nivel 3, los procesos son típicamente solo cualitativamente predecibles.
5. **Optimizado:** En el nivel más alto, la organización continúa mejorando sus procesos basada en una comprensión cuantitativa de las causas comunes de variación inherente a cada uno de ellos. Este nivel de madurez se enfoca en mejorar el rendimiento de los procesos continuamente a través de mejoras tecnológicas incrementales e innovadoras. Los objetivos de mejoras de proceso cuantitativos de la organización son establecidos, continuamente revisados para reflejar los cambios de los objetivos de negocio, y utilizados como un criterio para gestionar las mejoras de proceso.
Una distinción crítica entre los niveles de madurez 4 y 5 es el tipo de variación de proceso que es analizada. En el nivel 4, la organización está abocada a analizar causas especiales de variación de procesos y en proveer predictibilidad estadística sobre los resultados. Aunque los procesos podrían producir resultados predecibles, estos podrían ser insuficientes para lograr los objetivos establecidos. Por el contrario, en el nivel 5, la organización está concentrada en analizar las causas comunes de variación y en cambiar el proceso para mejorar su rendimiento y lograr los objetivos de mejoras cuantitativas de proceso.

5.- EVALUACIONES UTILIZANDO CMMI

El SEI ha publicado tres documentos guías para métodos de evaluaciones CMMI:

- *Appraisal Requirements for CMMI, Version 1.2 (ARC, V1.2)*: Este reporte técnico contiene los requerimientos para tres clases de métodos de evaluación, Clase A, Clase B y Clase C. Estos requerimientos son las reglas para definir cada clase de método de evaluación.
- *Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI) A, Version 1.2: Method Definition Document (MDD)*: este manual contiene el único método de evaluación Clase A aprobado. Este método satisface los requerimientos Clase A que se definen en ARC.
- *Handbook for Conducting Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI) B and C Appraisals, Version 1.1*: Este manual contiene métodos de evaluación Clase B y C aprobados. Estos métodos satisfacen los requerimientos Clase B y C definidos en ARC.

Como se explico anteriormente, SCAMPI A es actualmente el único método de evaluación CMMI Clase A aprobado. En otras palabras, SCAMPI A satisface todos los requerimientos de un método de evaluación definido por ARC Clase A y ha sido aprobado por el SEI.

Una evaluación SCAMPI A es una mirada intensiva a cómo una organización a implementado los procesos y las actividades de mejoramiento de procesos basándose en una revisión detallada de un conjunto seleccionados de proyectos de la organización y sus grupos de soporte relacionados. Estos proyectos seleccionados, los cuales se los denomina proyectos foco, deben representar el tipo de proyectos que la organización normalmente soporta y deben demostrar los métodos utilizados para institucionalizar los procesos usados a través de toda la organización, así como también los criterios adoptados para la mejora de procesos. Los grupos de soporte relacionados son grupos que están dentro del ámbito del modelo para el evaluador, por ejemplo, el “Grupo de Entrenamiento” del área de proceso “Formación Organizacional”. Otros “grupos” que deberían ser incluidos como parte de la evaluación pueden ser agrupados por su funcionalidad, por ejemplo, project managers, programadores, o personal de testeo.

En la Tabla 1 se muestra una tabla comparativa entre los tres métodos de evaluación:

Requerimientos	Clase A	Clase B	Clase C
Tipos de evidencia de objetivos recolectada	Documentos y entrevistas	Documentos y entrevistas	Documentos y entrevistas
Generación Puntajes	Requerida	No permitida	No permitida
Tamaño mínimo del equipo de evaluación	4	2	1
Líder del equipo de evaluación	Líder de evaluación (lead appraiser)	Persona entrenada y experimentada	Persona entrenada y experimentada

Tabla 1.- Requerimientos de las clases de métodos de evaluación CCMI [SEI-ARC, 2006].

Tanto SCAMPI B como SCAMPI C son métodos de evaluación informales que se realizan previamente a un SCAMPI A, dado que estas tienen un costo mucho menor que una evaluación formal y proporcionan un método para conocer la situación actual de la empresa brindando información acerca de que se debe mejorar.

5.1- PIID's (PROCESS IMPROVEMENT INDICATOR DESCRIPTION)

Las PIID's son huellas o evidencias de la implementación de una práctica. Estas son utilizadas por el equipo de evaluación para verificar como fueron realizadas dichas prácticas [Kulpa, 2008].

Las PIID's están clasificadas en dos grupos, evidencia directa y evidencia indirecta (que son llamadas artefactos directos e indirectos) [Kulpa, 2008].

- Evidencia directa: son salidas tangibles que resultan de la aplicación directa de las prácticas, como pueden ser documentos, material de capacitación y productos típicos de trabajo listados en CMMI. Estas son recolectadas previo a la evaluación.
- Evidencia indirecta: son consecuencias de la aplicación de una práctica específica o genérica, pero que no son el propósito para el cual se realiza la práctica, como pueden ser minutas de reunión, revisión de resultados, reportes de status y métricas de performance. Estas son recolectadas previo a la evaluación.

A los tipos de PIID's se le suman las afirmaciones, las cuales son expresiones orales (entrevistas) o escritas que confirman la implementación de una práctica específica o genérica, como pueden ser entrevistas cara a cara, videoconferencias, teleconferencias, cuestionarios, entre otras. Estas son provistas por los responsables de ejecutar las prácticas y son recolectadas durante la evaluación.

6.- APLICACIÓN EN EMPRESAS

Teniendo en claro los conceptos que define el modelo CMMI, cuando las empresas piensan en adoptar y seguir las prácticas del modelo lo harán siguiendo dos perspectivas de base.

- **Pasar la Prueba:** Es la perspectiva que adoptan las empresas cuando solo realizan las prácticas del modelo para obtener una acreditación; cuando las empresas adoptan el modelo con esta perspectiva lo hacen con el objetivo de ganar clientes en el mercado, ya que en él existen clientes que les exigen a las empresas tener cierto nivel de madurez o cierto nivel de capacidad en sus áreas de proceso.
- **Mejorar su Calidad:** Esta perspectiva la adoptan las empresas que verdaderamente quieren darle calidad a sus procesos. Estas sentirán los verdaderos beneficios y ventajas que nacen del uso de CMMI.

Cualquiera de las dos perspectivas que sigan las empresas es válida, no existe ningún concepto que defina si una empresa puede o no adoptar el modelo, ya que CMMI está dirigido a cualquier tipo de organización; pero lo que si éstas deben considerar, es si son capaces de afrontar los costos del SCAMPI, capacitar al personal e integrarlo a las distintas áreas de proceso que CMMI exige.

6.1- ¿ES APLICABLE A EMPRESAS PEQUEÑAS?

Las empresas pequeñas deben tener en cuenta que para poder llevar a cabo las formalidades que CMMI define, naturalmente se va a necesitar de:

- **Personas** que las concreten.
- **Herramientas** para que las Personas hagan las actividades.

En una PyME el número de recursos humanos es reducido, por lo tanto la necesidad de contar con **Personas** capaces, se traduce en considerar dos opciones:

- **Contratar personal capacitado:** esto naturalmente reflejara un costo inmediato para la PyME, si bien se puede definir como una inversión finalmente, lo primero que se percibirá es el hecho de que se está agrandado el número de personal capacitado.
- **Capacitar al personal de planta:** para esto la empresa deberá de asumir un tiempo de capacitación, más el tiempo en que las personas adoptan esas nuevas prácticas; y por último las personas se encontrarán realizando el trabajo que estaban haciendo antes, sumado las nuevas tareas que exige el modelo. Como consecuencia, por ejemplo, los plazos de entrega se prolongarán, y evidentemente se verá reflejado en un costo extra.

Con respecto a las **Herramientas** que las empresas utilizan para cumplir con el modelo, el pago de licencias y patentes implicará un costo que las mismas deben afrontar.

En la actualidad existen estadísticas internacionales que indican que la proporción de PyMES evaluadas actualmente se encuentra en aumento, en comparación al total de empresas evaluadas, y particularmente en Argentina existen casos de pequeñas empresas que han tenido buenas experiencias y resultados por medio del uso del modelo CMMI [CESSI, 2006].

Una PyME debe plantearse que la implementación del modelo CMMI no es una tarea sencilla, pero tampoco es imposible, y si se realiza una correcta interpretación de este, el proceso de mejora vale la pena.

6.2- EJEMPLOS DE EMPRESAS ARGENTINAS

- Grupo MOST certificó ISO 9001 en el 94, y en el 2008 obtuvo la acreditación de Nivel 2 para la división de Software Factory [Most].
- SOFRECOM certificó la norma ISO 9001:1994 en el 99 y la revalidó en el 2002 con la norma ISO 9001:2000, luego en Enero de 2009 obtuvo la acreditación CMMI nivel 3 [Sofrecom].
- ACRITER se fundó en 1997 y adquirió CMMI nivel 2 en el año 2007 [Acriter].

7.- CMMI Y MÉTODOS ÁGILES (MA)

Actualmente, las PyMES escogen para sus desarrollos los MA y por lo explicado de CMMI, la convivencia de estas dos formas de trabajo en una empresa no es imposible, ya que del análisis de las dos metodologías se define que:

- El Modelo CMMI indica **¿qué se debe hacer?** para contar con mejoras de procesos.
- El Manifiesto Ágil indica **¿cómo se debe hacer?**

Evidentemente existirán áreas de proceso y prácticas, que ante una Metodología Ágil generarán conflictos, pero son muy pocas. La mayoría de las áreas de proceso y prácticas del modelo CMMI se pueden concretar con MA.

Una de las diferencias más importantes que se observa es que los MA son orientados a grupos de alrededor de 10 personas, y considerando simplemente el número de áreas que define el modelo, 25 en total, se puede apreciar que un grupo de 10 personas tal vez no sea una cantidad apropiada. Hay que tener en cuenta también que los MA se adaptan a los cambios, son menos controlados y el cliente forma parte del equipo. En CMMI se presenta cierta resistencia a los cambios, mucho control en los procesos y el cliente interactúa con el equipo mediante reuniones.

Lo que se recomienda a las empresas que dicen practicar MA, es que formalicen la Metodología Ágil que afirman usar; porque generalmente ocurre que las empresas no documentan y por eso se acreditan el "Trabajar con MA". Entonces para que éstas formalicen su Metodología, se recomienda que adopten prácticas y áreas de proceso que define el modelo CMMI. Las empresas son libres y sabrán darse cuenta de qué es lo que realmente falta formalizar para generar un "CMMI-AGIL".

Igualmente, toda organización o persona debe tener en cuenta que no existe una metodología ideal para cualquier escenario en la que se aplique. La metodología de desarrollo que se seleccione, ya sea Ágil o no, siempre dependerá directamente del equipo de trabajo, la cultura organizacional, lo cambiante del medio ambiente y la aceptación del usuario final.

8.- RELACIÓN DE CMMI CON EL ESTÁNDAR ISO

La Organización Internacional de Estándares definió la norma ISO 9001. Esta define un método de trabajo que es considerado el mejor para mejorar la calidad y satisfacción de cara al consumidor, naturalmente esto es a lo que tiende y aspira toda empresa competitiva que quiera permanecer y sobrevivir en el mercado actual [ISO, 2000].

Dos de los objetivos más importantes que ha planteado la norma ISO 9001 han sido:

- Que la cantidad y detalle de la documentación requerida sea la más adecuada a los resultados deseados de las actividades de proceso de la organización.
- Desarrollar un conjunto de requerimientos simplificado que sea igualmente aplicable a pequeñas, medianas y grandes organizaciones. Estos requerimientos se agrupan en 5 capítulos:
 - ✓ Sistema de gestión de calidad.
 - ✓ Responsabilidad de la dirección.
 - ✓ Gestión de recursos.
 - ✓ Realización y medición del producto.
 - ✓ Análisis y mejora.

Haciendo un paralelismo del modelo CMMI y la norma ISO 9001 se observan algunas diferencias y varios puntos en común. Por lo tanto una organización deseosa de certificar el estándar debería cumplir con las áreas de proceso de nivel 2 y nivel 3, más algunas de las correspondientes a los niveles 4 y 5. En definitiva, a los fines prácticos se recomienda cumplir con el modelo CMMI para luego certificar la norma ISO.

Una observación que se aprecia en el ámbito nacional de la industria del software, es que en Argentina hay empresas que acreditan CMMI y otras certifican ISO. Esto se debe a sus clientes, ya que generalmente los de origen europeo exigen la certificación ISO 9001, y los provenientes de EE.UU. exigen la acreditación CMMI.

9.- CONCLUSIÓN

CMMI es solo un *framework* de referencia, por lo que queda a criterio de la empresa cómo interpretarlo y aplicarlo en función de las características de esta y el tipo de industria en el que se encuentra. Este modelo le da a la organización una carta de presentación a la hora de obtener contratos o ganar licitaciones en el mercado.

CMMI permite lograr competitividad en productos y servicios a nivel mundial a raíz de estandarizar los procesos de la empresa y lograr calidad en los resultados. A este proceso de estandarización se le agrega la introducción de continuas mejoras, reduciendo costos, y acortando los tiempos de desarrollo de los proyectos.

El camino que toma este modelo de mejoramiento de procesos incluye independizar a la empresa de las capacidades y conocimientos que posee cada trabajador dentro de la misma. De esta forma, plantea un conjunto de buenas prácticas que le permiten cumplir con sus objetivos, liberándose de las individualidades que puede aportar cada persona.

10.- REFERENCIAS

- [Acriter] www.acriter-sa.com.
- [CESSI, 2006] CESSI, Cámara de Empresas de Tecnología de Información Argentina. www.cessi.org.ar, 2006.
- [ISO, 2000] International Organization for Standardization. ISO 9001, Quality Management Systems - Requirements. www.iso.org, 2000.
- [Kulpa, 2008] Kulpa, Margaret K.; Kent A. Johnson. Interpreting the CMMI: a process improvement approach, Second Edition. Taylor & Francis Group, 2008.
- [Most] www.grupomost.com.
- [Penichet, 2004] Juan Manuel Ulibarri Penichet. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/ulibarri_p_jm/, 2004.
- [SEI-ARC, 2006] Software Engineering Institute. Appraisal Requirements for CMMI, Version 1.2 (ARC, V1.2). www.sei.cmu.edu, 2006.
- [SEI-DEV, 2006] Software Engineering Institute. CMMI for Development, Version 1.2. www.sei.cmu.edu, 2006.
- [SEI-Overview, 2006] Software Engineering Institute. www.sei.cmu.edu/cmmi/adoption/pdf/cmmi-overview07.pdf, 2006.
- [Sofrecom] www.sofrecom.com.ar.
- [Wikipedia, 2009] www.wikipedia.org, 2009.