

Universidad de Alcalá



Escuela Politécnica Superior

**Master Universitario en Dirección de Proyectos
de Informáticos**

Trabajo Fin de Master

**Autoevaluación de los niveles de capacidad y
madurez en una fabrica de software utilizando
CMMI**

Autor: D. Daniel Sierra Farias

Septiembre de 2020

Universidad de Alcalá

Escuela Politécnica Superior

**Master Universitario en Dirección de Proyectos de
Informáticos**

Trabajo Fin de Master

**Autoevaluación de los niveles de
capacidad y madurez en una fabrica de
software utilizando CMMI**

Autor : D. Daniel Sierra Farias

Director Master : Dr. D. Roberto Barchino Plata

Tribunal evaluador :

Presidente del Tribunal :

Vocal 1º:

Vocal 2º :

Calificación : _____

Alcalá de Henares a, 20 de septiembre del 2020

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN DIRECCIÓN DE
PROYECTOS INFORMATICOS**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**AUTOEVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE
CAPACIDAD Y MADUREZ EN UNA FABRICA DE
SOFTWARE UTILIZANDO CMMI**



**Universidad
de Alcalá**

REALIZADO POR

DANIEL MAURICIO SIERRA FARIAS

TUTOR

JOSÉ CARLOS CIRIA

Septiembre de 2020

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO I – PRESENTACIÓN..... | 12 |
| 1.1) Introducción | 12 |
| 1.2) Alcance..... | 13 |
| 1.3) Ámbito | 13 |
| 1.4) Objetivos..... | 13 |
| 1.4.1) Objetivo General | 13 |
| 1.4.2) Objetivos Específicos | 13 |
| CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO | 14 |
| 2.1) CMMI | 14 |
| 2.1.1) Representación por etapas | 16 |
| 2.1.1.1) Niveles de madurez | 18 |
| 2.1.2) Representación continua | 20 |
| 2.1.2.1) Niveles de capacidad..... | 21 |
| 2.1.3) Estructura del modelo CMMI..... | 22 |
| 2.1.4) ¿Cómo ayuda CMMI? | 23 |
| 2.1.5) ¿Quién lo utiliza?..... | 24 |
| 2.1.6) ¿Cómo utilizarlo? | 24 |
| CAPÍTULO III – MARCO METODOLÓGICO | 24 |
| CAPÍTULO IV - DESARROLLO | 26 |
| 4.1) Sobre la organización..... | 26 |
| 4.2) Planificación de la evaluación | 27 |
| 4.3) Mapeo del modelo CMMI | 27 |
| 4.4) Adquisición de datos | 28 |
| 4.4.1) Cuestionario | 29 |
| 4.5) Análisis de resultados..... | 36 |
| Gráficos de niveles de CMMI con KPA | 36 |
| Perfil de niveles de madurez | 38 |
| Perfil de niveles de capacidad..... | 39 |
| Próximos pasos..... | 40 |
| Gestión de Configuraciones (CM)..... | 40 |
| Mediciones y Análisis (MA) | 41 |
| Monitoreo y Control de Proyectos (PMC) | 41 |

| | |
|---|----|
| Planificación de Proyectos (PP)..... | 42 |
| Aseguramiento de Calidad de Procesos y Productos (PPQA) | 42 |
| Gestión de Requerimientos (RSKM)..... | 42 |
| Gestión de Acuerdos con Proveedores (SAM) | 43 |
| CAPÍTULO V – RESULTADOS | 43 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 45 |
| CONCLUSIONES | 45 |
| RECOMENDACIONES..... | 46 |
| Bibliografía | 47 |
| Anexos | 48 |
| Cuestionario..... | 49 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Representación por etapas con enfoque en niveles de madurez... | 17 |
| Figura 2. Estructura de la representación por etapas | 18 |
| Figura 3. Representación Continua con Niveles de Capacidad | 21 |
| Figura 4. Estructura de la representación continua | 21 |
| Figura 5. Estructura básica del modelo CMMI | 23 |
| Figura 6. Ciclo de evaluación CMMI | 26 |
| Figura 7. Cuestionario Planificación de Proyectos | 32 |
| Figura 8. Estado Nivel 2 de madurez de la organización | 33 |
| Figura 9. Preguntas relacionadas con el KPA 'Solución técnica' (TS) | 36 |
| Figura 10. Gráfico de rendimiento de los KPI de nivel 3..... | 37 |
| Figura 11. Gráfico de rendimiento de los KPI de nivel 4..... | 37 |
| Figura 12. Gráfico de rendimiento de los KPI de nivel 5..... | 38 |
| Figura 13: Perfil de rendimiento de los niveles de madurez | 39 |
| Figura 14: Rendimiento alcanzado niveles de capacidad..... | 40 |

CAPÍTULO I – PRESENTACIÓN

1.1) Introducción

Según el *CMMI Institute* en 2020, la Integración de los Modelos de Madurez de Capacidades (CMMI por sus siglas en inglés) es un conjunto de buenas prácticas globales que impulsa el rendimiento de un negocio a través de la creación y evaluación comparativa de capacidades clave. Estas prácticas se enfocan en lo que se necesita hacer para mejorar el rendimiento y alinear las operaciones con los objetivos de negocio.

Uno de sus modelos es CMMI para desarrollo (CMMI-Dev), el cual se diseñó para apoyar la evaluación objetiva de los procesos de desarrollo de empresas. Ayuda a medir la madurez del proceso de desarrollo en un negocio, utilizando una escala del uno al cinco o del uno al seis, dependiendo de la representación que se elija.

Los objetivos de CMMI incluyen producir productos y servicios de calidad, crear valor para las partes interesadas, mejorar la satisfacción del cliente, aumentar cuotas de mercado y obtener un reconocimiento de excelencia en la industria.

En este caso, se llevará a cabo una evaluación de los niveles de madurez y capacidad de una pequeña empresa dedicada al desarrollo de software. Se realizará para identificar las fortalezas y debilidades de los procesos actuales de la organización y determinar su nivel de madurez y capacidad. Una vez realizada la evaluación, se informará a la empresa en qué estado está y se proveerán sugerencias para mejorar siguiendo la guía del modelo.

1.2) Alcance

Se realizará evaluación a una organización dedicada al desarrollo de software para determinar en qué niveles de madurez y capacidad se encuentra, basándose en el modelo CMMI para el desarrollo (CMMI-Dev).

Una vez realizada la evaluación se proveerán recomendaciones sobre qué camino seguir para alcanzar el nivel de madurez inmediato a donde se encuentre la organización. El trabajo no incluye recomendaciones para alcanzar todos los niveles, solamente el nivel siguiente.

1.3) Ámbito

Se realizará el estudio sobre el departamento de desarrollo de una fábrica de software.

1.4) Objetivos

1.4.1) Objetivo General

Realizar una autoevaluación de los niveles de capacidad y madurez de una empresa dedicada al desarrollo de software, utilizando el modelo CMMI.

1.4.2) Objetivos Específicos

- Evaluar procesos para el desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software de la organización.
- Identificar fortalezas y debilidades de los procesos.
- Revelar riesgos de desarrollo.
- Determinar niveles de capacidad y madurez de los procesos.
- Sugerir mejoras en los procesos de desarrollo de la organización.

CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de este Trabajo Final de Máster, se debe mostrar una serie de conceptos importantes para armar la red de conocimiento que permite el desarrollo de la solución propuesta. A continuación, se presentan dichos conceptos:

2.1) CMMI

CMMI es una abreviación de Integración de Modelos de Madurez de Capacidades, por sus siglas en inglés. Es un modelo de mejora de procesos, el cuál provee a la industria de IT los componentes necesarios para mejorar sus prácticas del día a día para ejecutar sus procesos. La versión actual de CMMI es la 2.0, pero para efectos de este estudio se utilizará la **versión 1.3** ya que es la que está disponible actualmente de forma gratuita (*Software Engineering Institute, 2010*).

Existen tres constelaciones¹ en esta versión del modelo CMMI: **Desarrollo, Adquisición y Servicios**. Estas tres constelaciones se basan en el *framework* CMMI, el cual provee la estructura básica requerida para producir los modelos y entrenamientos.

El modelo CMMI para **adquisición (CMMI-ACQ)** provee una guía para aplicar las mejores prácticas de CMMI en tareas de adquisición dentro de una organización. Las buenas prácticas en el modelo se enfocan en las actividades para iniciar y gestionar la adquisición de productos y servicios que satisfacen las necesidades de clientes y usuarios finales (*Software Engineering Institute, 2010*).

CMMI para servicios (**CMMI-SVC**) es una guía para ayudar a organizaciones proveedoras de servicios a reducir costos, mejorar calidad y aumentar la previsibilidad de los calendarios. Describe procesos de

¹ Una colección de componentes CMMI que son utilizados para construir un modelo, material de estudio y documentos relacionados con evaluación de acuerdo con el área de interés.

establecimiento, gestión y entrega de servicios (Software Engineering Institute, 2010).

Según *Software Engineering Institute* en noviembre de 2010, CMMI para desarrollo (**CMMI-Dev**), es un modelo de referencia el cual cubre las actividades para desarrollar un producto o servicio. Básicamente es utilizado por muchas organizaciones de software, hardware, banca, defensa, fábricas de coches y telecomunicaciones para evaluar su capacidad y madurez.

CMMI-Dev abarca prácticas que cubren las áreas de:

- Gestión de proyectos
- Gestión de Procesos
- Ingeniería de sistemas
- Ingeniería de hardware
- Ingeniería de software
- Procesos de soporte

Todas estas áreas están relacionadas al desarrollo y mantenimiento del producto. Hay un total de 22 áreas de procesos en cada modelo, de los cuales 16 son las áreas de proceso principales que se deben seguir en todas las constelaciones, cinco son específicas a cada área de interés (desarrollo, servicios o adquisición) y uno es un proceso que puede ser compartido entre dos constelaciones.

Las áreas de procesos² de todos los modelos CMMI normalmente no se mapean uno con uno con las áreas de procesos utilizadas en la organización. Se debe utilizar el juicio profesional para seleccionar el modelo y áreas de procesos de acuerdo con los objetivos del negocio, entorno y limitaciones organizacionales.

² De acuerdo con el *Software Engineering Institute* en 2010, “Un área de proceso es un grupo de prácticas relacionadas con un área que, cuando se implementa colectivamente, satisface un conjunto de metas consideradas importantes para realizar mejoras en dicha área.”

En el caso de **CMMI-Dev V1.3**, de acuerdo con el Instituto de Ingeniería de Software (SEI por sus siglas en inglés), las 22 áreas de proceso son las siguientes:

- Análisis Causal y Resolución (CAR)
- Gestión de la Configuración (CM)
- Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)
- Gestión Integrada de Proyectos (IPM)
- Medición y análisis (MA)
- Definición del proceso organizacional (OPD)
- Enfoque del proceso organizacional (OPF)
- Gestión del desempeño organizacional (OPM)
- Desempeño del proceso organizacional (OPP)
- Capacitación organizacional (OT)
- Integración de productos (PI)
- Monitoreo y control de proyectos (PMC)
- Planificación de proyectos (PP)
- Control de calidad de procesos y productos (PPQA)
- Gestión cuantitativa de proyectos (QPM)
- Desarrollo de requisitos (RD)
- Gestión de requisitos (REQM)
- Gestión de riesgos (RSKM)
- Gestión de acuerdos con proveedores (SAM)
- Solución técnica (TS)
- Validación (VAL)
- Verificación (VER)

Existen dos representaciones de los modelos CMMI:

2.1.1) Representación por etapas

Utiliza los niveles de madurez para describir el estado general de los procesos de la organización en relación con el modelo. Recomienda el orden de desarrollo para cada proyecto de mejora de procesos en relación con los

niveles de madurez. Hay cinco niveles de madurez (1-5). Cada nivel tiene su propia área de proceso clave que tiene que seguir estrictamente para alcanzar el nivel requerido (Software Engineering Institute, 2010).

Los niveles de madurez de una organización se miden por el logro de los objetivos genéricos y específicos que son aplicados a cada conjunto de áreas de procesos. En la figura 1 se muestran los niveles de madurez con su enfoque principal. En la figura 2 se muestra la estructura de la representación por etapas.

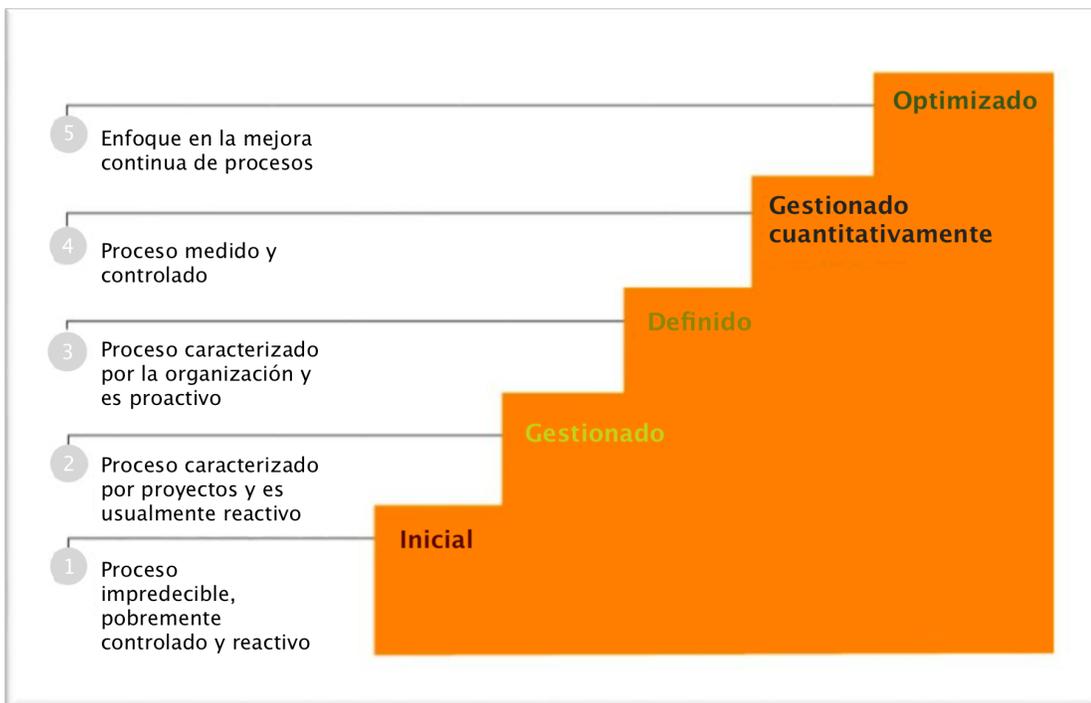


Figura 1. Representación por etapas con enfoque en niveles de madurez

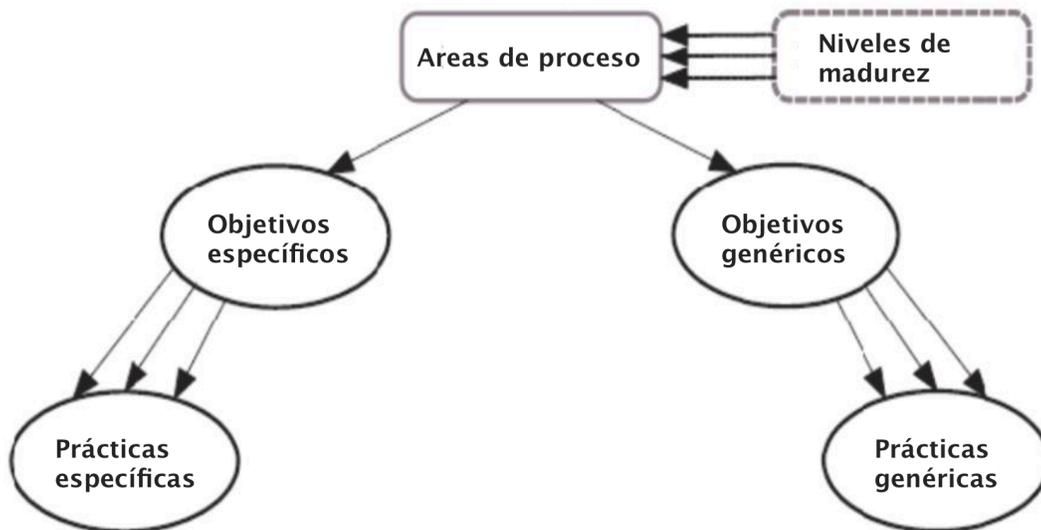


Figura 2. Estructura de la representación por etapas

2.1.1.1) Niveles de madurez

Un nivel de madurez consiste en prácticas específicas y genéricas para un conjunto de áreas de proceso predefinidas que mejoran el rendimiento de una organización. El nivel de madurez de una organización provee una manera de caracterizar su rendimiento. Los niveles de madurez se miden por los logros de las metas específicas y genéricas asociadas con área de proceso (*Software Engineering Institute, 2010*).

Nivel 1 Inicial

CMMI nivel de madurez 1 es típicamente un entorno inestable, donde una organización es altamente reactiva y apaga incendios. En esta configuración, los procesos suelen ser un poco improvisados y el negocio depende de individuos específicos para mantener las cosas a flote. Los procesos son nuevos, a menudo indocumentados y las empresas son incapaces de repetirlos de forma fiable.

Todas las empresas comienzan en la etapa inicial al crear un nuevo proceso de desarrollo. Una vez que se haya repetido (o intentado repetir) el proceso, se descubrirán obstáculos inesperados para abordar, ajustes que realizar y métricas para realizar un seguimiento.

Nivel 2 Gestionado

En el nivel 2 de madurez los proyectos se han asegurado de que los procesos se planifican y ejecutan de acuerdo con las políticas, están formados por personas con gran habilidad que tienen recursos suficientes para producir resultados controlados, se incluye a las partes interesadas; son monitorizados, controlados y revisados. También se evalúan en comparación con las descripciones de sus procesos (*Software Engineering Institute, 2010*).

Los procesos deben ser capaces de soportar una prueba de esfuerzo para demostrar que incluso cuando las cosas en la organización no se ejecutan sin problemas, los procesos todavía producen resultados consistentes y medibles.

Nivel 3 Definido

En el nivel 3 de madurez los procesos se caracterizan bien y se entienden; se describen en estándares, procedimientos, herramientas y métodos. Se establece un conjunto de procesos estándar que son la base de este nivel. Estos procesos estándar se utilizan para mantener una consistencia dentro de la organización.

Una diferencia importante entre el nivel 2 y el 3 es el alcance de los estándares, las descripciones de proceso y procedimientos. En el nivel de madurez 3 los procesos suelen ser muchos más detallados que en el nivel 2. Un proceso definido define claramente el propósito, entradas, criterios de entrada, actividades, roles, medidas, pasos de verificación, salidas y criterios de salida.

Nivel 4 Gestionado cuantitativamente

En el nivel 4 la organización y los proyectos se establecen objetivos cuantitativos para utilizarlos como criterio a la hora de gestionar los proyectos. Los objetivos cuantitativos se basan en las necesidades del cliente, usuarios finales, la organización, o quien implemente el proceso. La calidad y el rendimiento de los procesos se entiende en términos estadísticos y se gestiona a lo largo de la vida de los proyectos (*Software Engineering Institute, 2010*).

Estos procesos han sido probados, refinados y adaptados repetidamente en múltiples condiciones en toda la organización. Todas las partes interesadas clave y los usuarios de procesos son competentes en el proceso establecido y se sienten cómodos desplegándolos en varios entornos. Por ahora, su proceso debería adaptarse fácilmente a otros proyectos de la organización y presentarse como una plantilla para el desarrollo futuro de procesos.

Nivel 5 Optimización

_____En el nivel 5 de madurez la organización mejora continuamente sus procesos basados en un entendimiento cuantitativo de sus objetivos de negocio y necesidades de rendimiento. La organización utiliza un enfoque cuantitativo para entender las variaciones dentro los procesos y las causas de sus resultados.

Este nivel se enfoca en la mejora continua del rendimiento de los procesos. Se establecen los objetivos de calidad y rendimientos de procesos; se revisan continuamente para reflejar posibles cambios en objetivos o rendimiento y se utilizan como criterio para gestionar la mejora de procesos. Se miden los efectos de las mejoras implementadas en los procesos utilizando técnicas estadísticas de otros tipos cuantitativos y se comparan con los objetivos de rendimiento y calidad (*Software Engineering Institute, 2010*).

2.1.2) Representación continua

La representación continua se enfoca en las capacidades de cada área de proceso. La mejora de los niveles esta basada en el progreso de las prácticas en un área de procesos individual. Los cuatro niveles de capacidad se enumeran del 0 al 3.

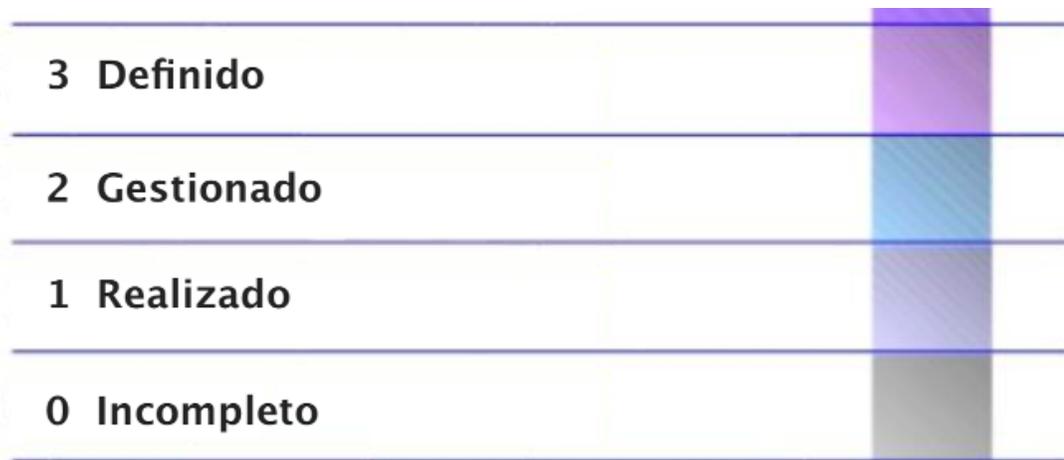


Figura 3. Representación Continua con Niveles de Capacidad

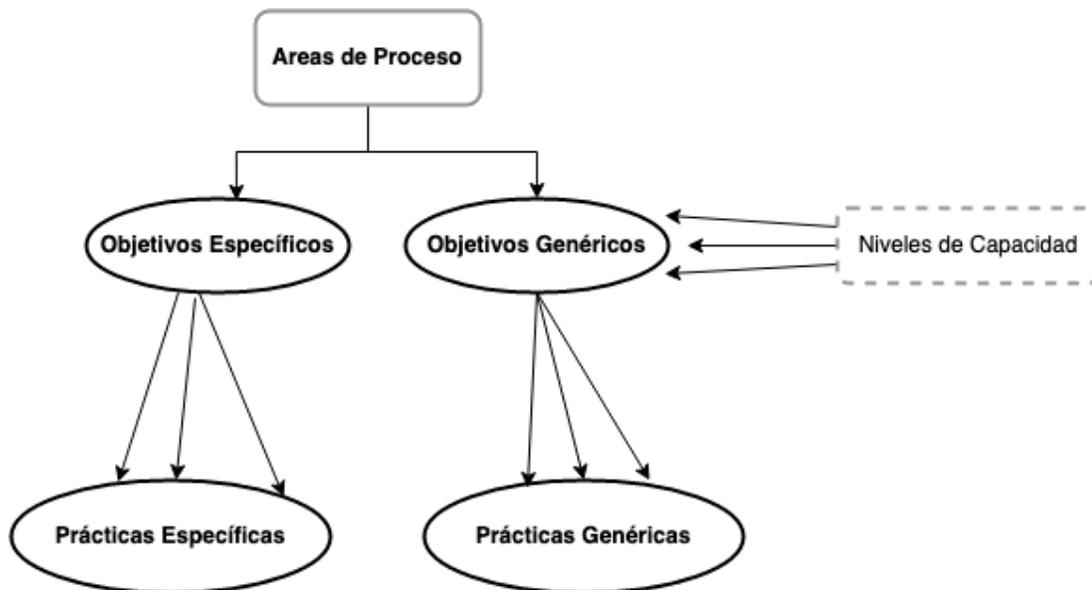


Figura 4. Estructura de la representación continua

2.1.2.1) Niveles de capacidad

Nivel 0 Incompleto

Un proceso incompleto es uno que no se ha realizado o solo se ha hecho parcialmente. No se satisfacen una o más metas específicas del área de proceso y no existen metas genéricas (Software Engineering Institute, 2010).

Nivel 1 Realizado

Un proceso realizado es un proceso que logra el trabajo requerido para producir productos de trabajo. Se satisfacen las metas específicas del área de proceso (Software Engineering Institute, 2010).

Nivel 2 Gestionado

Un proceso gestionado es un proceso realizado que se ha planificado y ejecutado de acuerdo con las políticas, incluye personas lo suficientemente habilidosas para producir resultados controlados y se incluye a las partes interesadas importantes. Se monitoriza, controla y revisa (Software Engineering Institute, 2010).

Nivel 3 Definido

Un proceso definido es un proceso gestionado que se adapta al conjunto de procesos estándar de la organización³. Una distinción importante con respecto al nivel 2 es el alcance de los estándares, descripciones de procesos y procedimientos. Estos se adaptan a los procesos estándar de la organización para encajar en diferentes proyectos; además, se suelen describir más detalladamente que en el nivel 2 (Software Engineering Institute, 2010).

Estas representaciones (por etapas y continua) de CMMI se utilizan para medir y evaluar actividades y también sirve de guía en una organización para esforzarse en mejorar.

2.1.3) Estructura del modelo CMMI

La estructura del modelo se muestra abajo con sus componentes obligatorios. Cada nivel de madurez tiene un número de áreas de procesos. Cada área tiene algunos objetivos los cuales deben satisfacerse para lograr ciertos niveles de capacidad. Los objetivos pueden ser de dos tipos:

³ Una colección de definiciones de los procesos que guían las actividades de una organización (Software Engineering Institute, 2010)

específicos o genéricos. Estos se organizan por las características comunes presentes en las áreas de procesos y deben seguirse.



Figura 5. Estructura básica del modelo CMMI

2.1.4) ¿Cómo ayuda CMMI?

El modelo CMMI provee una referencia a las organizaciones apuntando a mejorar sus procesos del ciclo de vida entero del producto. Este modelo es una colección estructurada de prácticas que describe características de procesos efectivos. Ayuda a las organizaciones a evaluar su madurez y la capacidad de sus procesos, así como establecer prioridades para mejorar.

CMMI provee una vara de medición para mejorar las prácticas de las organizaciones. Existen muchos objetivos de negocio que pueden satisfacerse utilizando el modelo CMMI, por ejemplo:

- Producir productos y servicios de calidad.
- Evitar sobrecostos en los desarrollos
- Mejorar reputación en el mercado.
- Aumentar la satisfacción del cliente.
- Mantener los procesos están bien documentados, medidos y mejorados continuamente.

2.1.5) ¿Quién lo utiliza?

Lo utilizan organizaciones que quieren conocer la madurez de su organización a nivel de procesos. También lo utilizan las organizaciones que desean mejorar sus capacidades y desempeño. Al utilizar este modelo, las organizaciones pueden tomar conciencia de las fortalezas y debilidades de sus procesos.

2.1.6) ¿Cómo utilizarlo?

Si alguna organización desea evaluar su madurez, primero debe decidir qué modelo CMMI se adapta mejor a las necesidades de mejora de procesos de su organización. Luego, debe seleccionar una representación de CMMI, ya sea por etapas o continua. En el último se debe determinar las disciplinas que se desee incluir del modelo según las necesidades organizativas.

Después del análisis se puede utilizar un método de evaluación como SCAMPI, desarrollado por el SEI (Software Engineering Institute, 2010) que es el método estándar para la mejora de procesos. Esta evaluación debe ser realizada por un equipo cualificado, preferiblemente externo a la empresa.

CAPÍTULO III – MARCO METODOLÓGICO

El desarrollo ágil de software, como parte de otras prácticas organizacionales, puede verse como uno de los diversos entornos para una evaluación CMMI. En un entorno ágil, el uso de elementos de evaluación CMMI puede ser una tarea exigente, ya que las prácticas y los productos de trabajo son bastante diferentes al desarrollo de software tradicional. Además, los procesos pueden ser combinaciones de prácticas ágiles y orientadas a planes, lo que puede confundir aún más la situación. Por lo tanto, el equipo de evaluación debe conocer la naturaleza de todos los factores que afectan el desarrollo, como las prácticas ágiles (por ejemplo, el juego de planificación en XP) y las prácticas basadas en planes (por ejemplo, la obtención de requisitos). Se puede proporcionar ayuda para este problema mediante la elaboración de mapeos que describan las conexiones entre el CMMI utilizado y las prácticas ágiles.

La figura 1 muestra el enfoque de evaluación que se puede explicar como:

- **Comprensión de los objetivos de la organización:**
Primero se debe comprender cuáles son los objetivos de la organización para realizar una evaluación.
- **Planificación de la evaluación:**
La ejecución de la evaluación se planifica junto con representantes de la organización. Se espera que estos representantes participen en el proceso de evaluación, ya sea como proveedores de información, analistas o intérpretes de resultados.
- **Mapeo del modelo CMMI:**
Se realiza un mapeo entre CMMI y las prácticas ágiles.
- **Adquisición de datos, análisis de resultados, recopilación de comentarios y comprensión de las necesidades de la organización:**
Este paso es iterativo, se repite hasta que se hayan adquirido suficientes datos. La decisión de lo suficiente se toma durante el proceso de evaluación junto con los representantes de la organización. Se pueden adquirir datos a través de entrevistas, talleres, observación, encuestas y análisis de documentos.
- **Análisis final:**
El quinto paso incluye el análisis final, junto con una presentación y empaque de los resultados. El propósito clave de este paso es abordar los objetivos de mejora y sus alternativas de solución. El ciclo completo se puede iterar desde el principio.

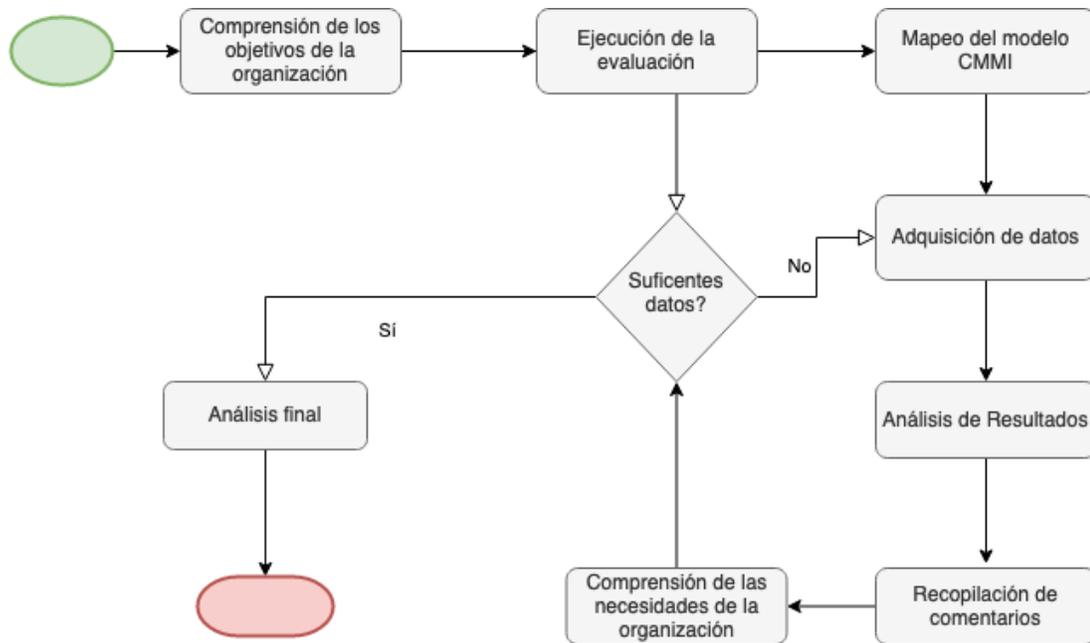


Figura 6. Ciclo de evaluación CMMI

CAPÍTULO IV - DESARROLLO

4.1) Sobre la organización

La empresa que se evalúa es una fábrica de software, lo que significa que se dedican a desarrollar soluciones de software, normalmente para terceros. Llevan cinco años en el mercado y han crecido rápidamente. Sin embargo, los directivos de la empresa se quejan de que muchos proyectos se retrasan o se salen de presupuesto, y quieren encontrar una forma de medir los procesos de desarrollo de proyectos en la empresa y tomar medidas para mejorarlos.

Los **objetivos** de la empresa son los siguientes:

- Mejorar los procesos de desarrollo de software de la empresa
- Mejorar la calidad de los productos desarrollados
- Evitar o disminuir los retrasos en las entregas de proyectos
- Evitar sobrecostos en los proyectos

Los **procesos** principales de desarrollo de la empresa son los siguientes:

Proceso principal de desarrollo de software

- Procedimiento de estimación y redacción de historias de usuario
- Estimación y priorización de historias en el procedimiento de acumulación
- Procedimiento de publicación
- Procedimiento de planificación y creación de tareas de Sprint
- Procedimiento de iteración de Sprint

Proceso principal de soporte

- Procedimiento de gestión de problemas
- Procedimiento de gestión de cambios y configuración
- Procedimiento de gestión de la capacidad
- Procedimiento de gestión de acuerdos con proveedores
- Gestión de riesgos
- Procedimiento de gestión del rendimiento

4.2) Planificación de la evaluación

El proceso se planifica en conjunto con representantes de la organización, compuesto por directivos y responsables de los proyectos; ellos participarán también a lo largo del desarrollo como proveedores de información. Se determinó el objetivo de la evaluación el cual era evaluar fortalezas y debilidades en los procesos de desarrollo de software de la organización.

4.3) Mapeo del modelo CMMI

En primer lugar, se deben seleccionar las áreas o niveles de proceso que sean aplicables al entorno de la organización. No es necesario que cada área de proceso / práctica se corresponda exactamente con sus procesos y prácticas. Se realizó un mapeo entre las prácticas ágiles utilizadas y los objetivos específicos de CMMI. Algunos ejemplos de este mapeo se describen en la tabla:

| Objetivo CMMI | Prácticas ágiles |
|----------------------|-------------------------|
|----------------------|-------------------------|

| | |
|------------------------------|---|
| Gestión de requerimientos | Historias de usuario, Backlog del producto, Reuniones diarias, Equipos independientes, Juegos es estimaciones, Radiador de Información, Cliente In situ |
| Establecer estimaciones | Juegos de estimaciones, Estimaciones de tareas y esfuerzo entre iteraciones de una a dos semanas en el radiador de información |
| Desarrollar plan de proyecto | Juegos de estimaciones, Tareas en el radiador de información, Backlog de Producto |
| Obtener compromiso al plan | Juegos de estimaciones, Equipos independientes, Cliente In situ, Talleres de Reflexión |

Tabla 1. Mapeo de Objetivos CMMI con prácticas ágiles de la empresa

4.4) Adquisición de datos

Se pueden adquirir datos a través de entrevistas, talleres, observación, encuestas y análisis de documentos. En este caso, se ha elegido hacer una encuesta que responderán los representantes de la organización.

Se utiliza un enfoque basado en cuestionarios para este proceso de evaluación de la organización. Se desarrolla un conjunto de preguntas con el propósito de indicar de manera sencilla y confiable si una organización cumple o no con los requisitos del modelo CMMI. Todas las preguntas son en realidad las prácticas específicas de cada área de proceso clave del nivel de madurez.

La autoevaluación resalta las áreas de mejora en una organización, también proporciona un importante beneficio cultural, ya que define un camino continuo de mejora y permite a las personas adquirir una mejor comprensión de las áreas de proceso.

Otro de los principales beneficios de utilizar constantemente la autoevaluación es que le garantiza que se utilicen y desarrollen enfoques

integrales en la organización para los proyectos. Existen enfoques cualitativos y cuantitativos para realizar la autoevaluación en una organización. El método cualitativo implica entrevistas y la recopilación de datos de la organización, que es un procedimiento largo y costoso.

La organización utiliza principalmente un enfoque cuantitativo debido a su bajo costo y facilidad de aplicación. Implica la encuesta utilizando el método simplificado del cuestionario que se sigue en esta autoevaluación. Es una herramienta de evaluación simple.

El cuestionario es uno de los métodos más utilizados para la autoevaluación de una organización para monitorear la madurez de sus procesos. Este método puede ser útil y aplicarse a diferentes unidades organizativas al mismo tiempo.

4.4.1) Cuestionario

El cuestionario puede ser respondido por gestores de proyectos, líderes de equipo, analistas o cualquier otra persona involucrada en el desarrollo del producto o proyecto. Primeramente, la organización debe seleccionar las áreas de procesos que apliquen para su entorno. Las preguntas se agrupan por cada área de procesos para que sea lo más simple posible.

Cada pregunta está relacionada con una práctica específica del modelo, por lo que cuando se haya respondido por completo se podrán sacar conclusiones sobre el nivel de capacidad de cada área de proceso de acuerdo con el cumplimiento (completo o parcial) o no de sus prácticas específicas.

A continuación, se muestra un ejemplo de las preguntas realizadas en el cuestionario relacionadas con el área de procesos **Planificación de Proyectos (PP)**. El resto del cuestionario se adjunta en los anexos del proyecto.

| | Completamente | Parcialmente | No |
|--------------------------------------|---------------|--------------|----|
| SG1 - Establecer estimaciones | | | |

| | | | | |
|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| SP1.1 | ¿Se establece una WBS de nivel superior (estructura de descomposición del trabajo) para mantener el alcance del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.2 | ¿Se establecen y mantienen las estimaciones de los atributos de los productos y tareas de trabajo? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.3 | ¿Están las fases del ciclo de vida del proyecto definidas adecuadamente para abarcar los esfuerzos de planificación? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP1.4 | ¿Se definen los fundamentos de estimación adecuados para estimar el costo y el esfuerzo del proyecto para los productos y tareas de trabajo? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SG2 - Desarrollar un plan de proyecto | | | | |
| SP2.1 | ¿Se establece y mantiene el presupuesto y el calendario del proyecto? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| | | | | |
|---|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| SP2.2 | ¿Se identifican y analizan los riesgos del proyecto de acuerdo con el plan? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.3 | ¿Se ha desarrollado el plan para la gestión de los datos del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.4 | ¿Se realiza el plan de recursos necesarios para realizar el proyecto? (herramientas de personal, equipos, materiales y métodos, etc.) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP2.5 | ¿Se realiza el plan para los conocimientos y habilidades necesarios para llevar a cabo el proyecto? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP2.6 | ¿Se hace el plan para la participación de las partes interesadas identificadas del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP2.7 | ¿El contenido general del plan de proyecto está establecido y mantenido bien? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SG3 - Obtener compromiso con el plan | | | | |

| | | | | |
|--------------|---|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| SP3.1 | ¿Todos los planes que afectan al proyecto se revisan de acuerdo con los compromisos del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP3.2 | ¿Se concilian los recursos disponibles y estimados con el plan del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP3.3 | ¿Se obtiene un compromiso de las partes interesadas para realizar y apoyar la ejecución del plan? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Figura 7. Cuestionario Planificación de Proyectos

Con estas respuestas dadas por la organización, se calcula el cumplimiento de cada objetivo:

| SG1 | SG2 | SG3 |
|------------|------------|------------|
| SP1.1 0% | SP2.1 100% | SP3.1 0% |
| SP1.2 0% | SP2.2 0% | SP3.2 50% |
| SP1.3 50% | SP2.3 0% | SP3.3 50% |
| SP1.4 0% | SP2.4 100% | 33,3% |
| 12,5% | SP2.5 100% | |
| | SP2.6 50% | |
| | SP2.7 50% | |

57,1%

Tabla 2. Porcentaje de cumplimiento Objetivos específicos PP

El promedio de cumplimiento de los objetivos por parte de la organización es de $(12,5\% + 57,1\% + 33,3\% / 3) = 34,3\%$. Se realiza este proceso con todas las áreas de procesos para conocer el porcentaje de cumplimiento de cada una de las áreas. Entonces, para obtener el nivel de madurez se debe sacar el promedio de todas las áreas de proceso de cada nivel. La empresa será del nivel que complete el 100% de sus áreas de proceso.

Por ejemplo, tras realizar los cálculos mencionados anteriormente se han determinado los siguientes valores para el nivel 2:

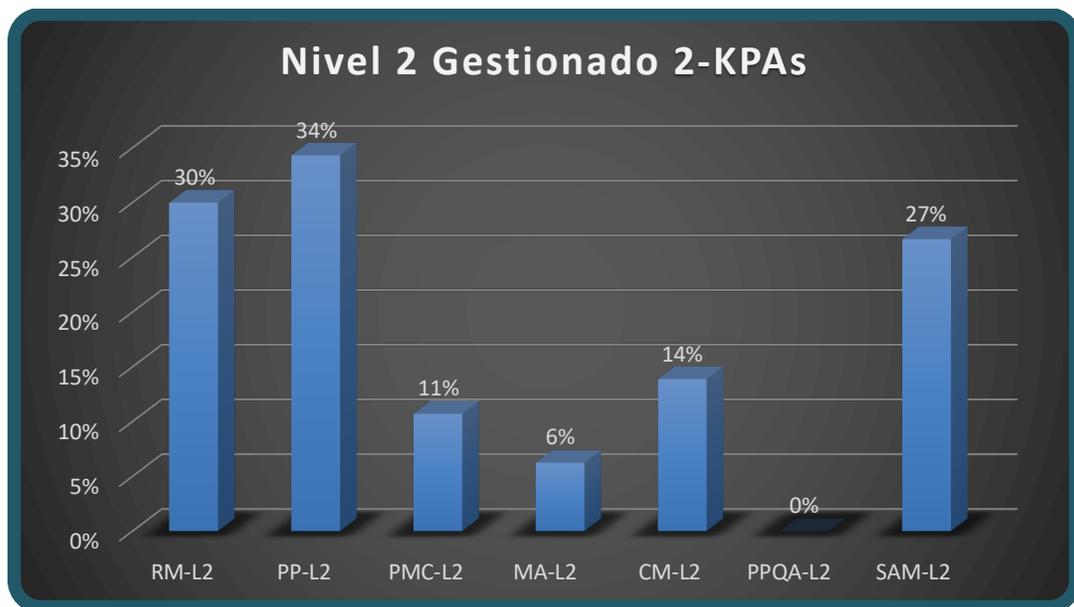


Figura 8. Estado Nivel 2 de madurez de la organización

Entonces, con estos valores de las áreas de proceso se saca el promedio $(30\% + 34\% + 11\% + 6\% + 14\% + 0\% + 27\%) / 7 = 17\%$ el cual viene siendo el porcentaje de cumplimiento del nivel 2.

Por otro lado, para determinar el **nivel de capacidad** de cada área de proceso se calcula el porcentaje de finalización de cada una. Para ello, se toma

en cuenta las respuestas al cuestionario (adjunto en los anexos). Cada pregunta está relacionada con una práctica específica del área de proceso.

Por ejemplo, se muestran en la Figura 13 las preguntas respondidas correspondientes al área de proceso 'Solución Técnica', en ella se puede observar que la organización realiza todas las prácticas total o parcialmente, por lo que está muy cerca de completar el nivel 1 en esta área, tendrá que ejecutar por completo algunas de las prácticas para hacerlo.

| | | Completamente | Parcialmente | No |
|---|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| SG1 - Seleccionar soluciones de componentes de productos | | | | |
| SP1.1 | ¿Se desarrollan los criterios de selección y las soluciones alternativas? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP1.2 | ¿Se seleccionan las soluciones de componentes de productos según los criterios establecidos? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SG2 - Desarrollar el diseño | | | | |
| SP2.1 | ¿Se ha desarrollado un diseño (preliminar y detallado) para el producto? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| | | | | |
|---|---|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| SP2.2 | ¿Se establece y mantiene el paquete de datos técnicos ⁴ ? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP2.3 | ¿Las interfaces de componentes del producto están diseñadas de acuerdo con los criterios establecidos? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP2.4 | ¿Se evalúan los componentes del producto (decisión de compra o reutilización) sobre los criterios establecidos? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SG3 - Implementar el diseño del producto | | | | |
| SP3.1 | ¿Se implementan los diseños de los componentes del producto? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP3.2 | ¿Se ha desarrollado y mantenido la documentación del usuario final? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

⁴ “Un paquete de datos técnicos que incluye una gama completa de características y de parámetros, como la forma, el ajuste, la función, la interfaz, las características del proceso de fabricación y otros parámetros.” (Software Engineering Institute, 2010)

Figura 9. Preguntas relacionadas con el KPA 'Solución técnica' (TS)

Con estos resultados, se calcula un porcentaje de progreso para completar esta área de proceso, siendo los posibles valores 100%, 50% (Parcialmente) y 0%. Entonces, para el área de proceso 'Solución Técnica' el porcentaje de finalización que se ha determinado es de 58%, sacando el promedio entre las prácticas realizadas totalmente, parcialmente y sin realizar. Se realiza el mismo proceso con todas las áreas de proceso, el cuestionario se adjunta en los anexos del proyecto.

4.5) Análisis de resultados

Basados en las respuestas que han dado los representantes de la organización en el cuestionario, se realiza un análisis para determinar en qué nivel de madurez se encuentra y su perfil de nivel de capacidad. Los resultados de este análisis indican la situación actual de una organización. En el proceso de certificación real, este informe de resultados se denomina "una evaluación" y esta evaluación debe ser realizada por un individuo o grupo independiente fuera de la organización. Vienen y realizan correctamente el proceso de manera formal. Este informe es un documento, que enumera las fortalezas y debilidades de la organización que desea alcanzar un proceso deseado o un nivel de madurez.

Se han calculado los porcentajes que indican en qué medida se sigue cada nivel. Estos porcentajes se calculan analizando las respuestas dadas en el cuestionario con respecto a cada práctica específica del área clave del proceso.

Gráficos de niveles de CMMI con KPA

Estos gráficos se hacen a partir de las respuestas dadas en el cuestionario. Indica cuánto se sigue cada área de proceso clave en la organización. Para alcanzar este nivel por completo, la organización tiene que seguir todas las prácticas específicas definidas en el documento del modelo **CMMI-Dev**. Básicamente, para lograr los objetivos del proceso clave todas las prácticas específicas deben ser seguidas por la organización de acuerdo con

su entorno de trabajo y cultura. Una práctica específica es la descripción de una actividad que se considera importante para alcanzar el objetivo específico asociado del área clave del proceso.

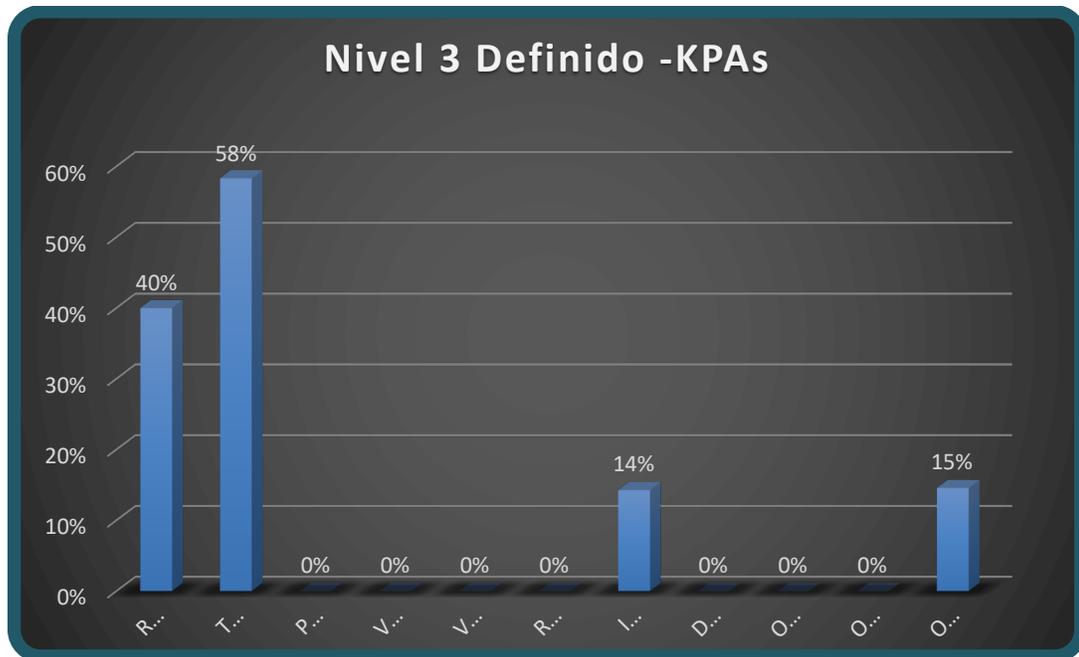


Figura 10. Gráfico de rendimiento de los KPI de nivel 3

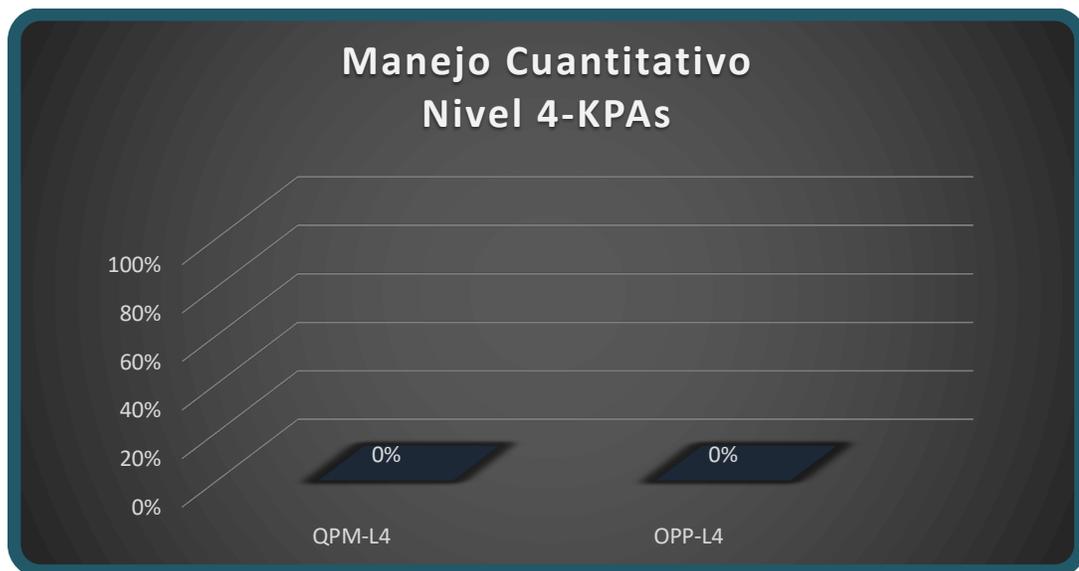


Figura 11. 1de los KPI de nivel 4

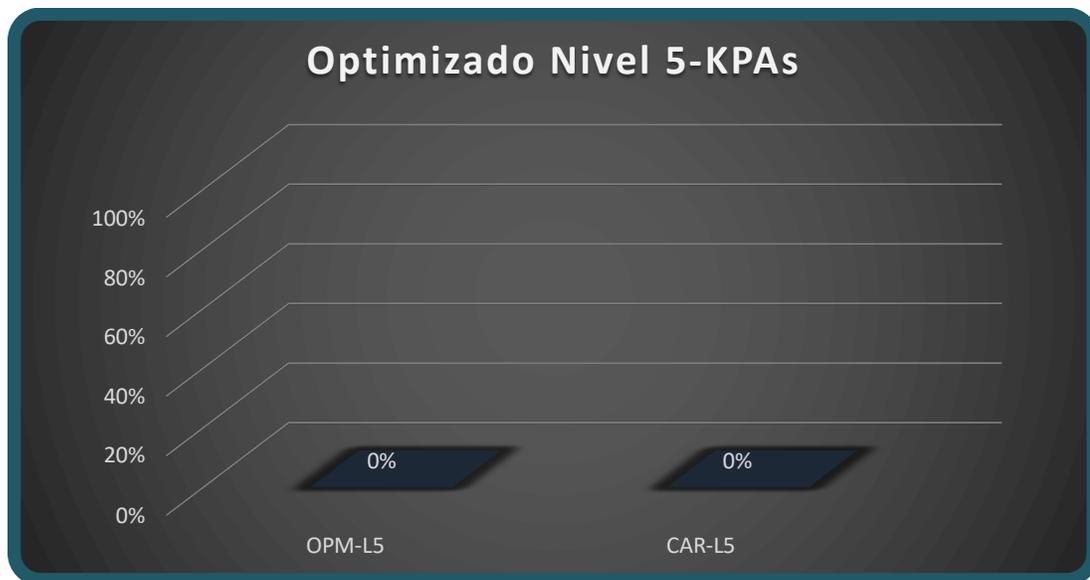


Figura 12. Gráfico de rendimiento de los KPI de nivel 5

Perfil de niveles de madurez

Un nivel de madurez es una ruta para la mejora del proceso organizativo. Cada nivel de madurez se compone de un conjunto de procesos organizacionales que lo prepara para pasar al siguiente nivel. Los niveles de madurez se miden por el logro exitoso o no de los objetivos específicos y genéricos asociados con cada conjunto definido de las áreas de proceso.

Por lo general, en el nivel 1 los procesos son improvisados y dependen de los efectos heroicos de las personas de la organización y no del uso de procesos probados estándar; por lo tanto, este nivel no se cuenta en este perfil. En la figura 13 se puede observar la situación en la que se encuentra la organización actualmente, donde se encuentra su madurez. Indica que la organización ha realizado algunos procesos de nivel 3, pero aún no ha completado el logro del nivel 2.

Este perfil muestra que la organización tiene que trabajar mucho en sus procesos para alcanzar los niveles de forma completa y precisa. Para alcanzar los altos niveles de madurez, es decir, nivel 4 y 5, primero tiene que completar los objetivos específicos de nivel 2 y 3 con sus prácticas.

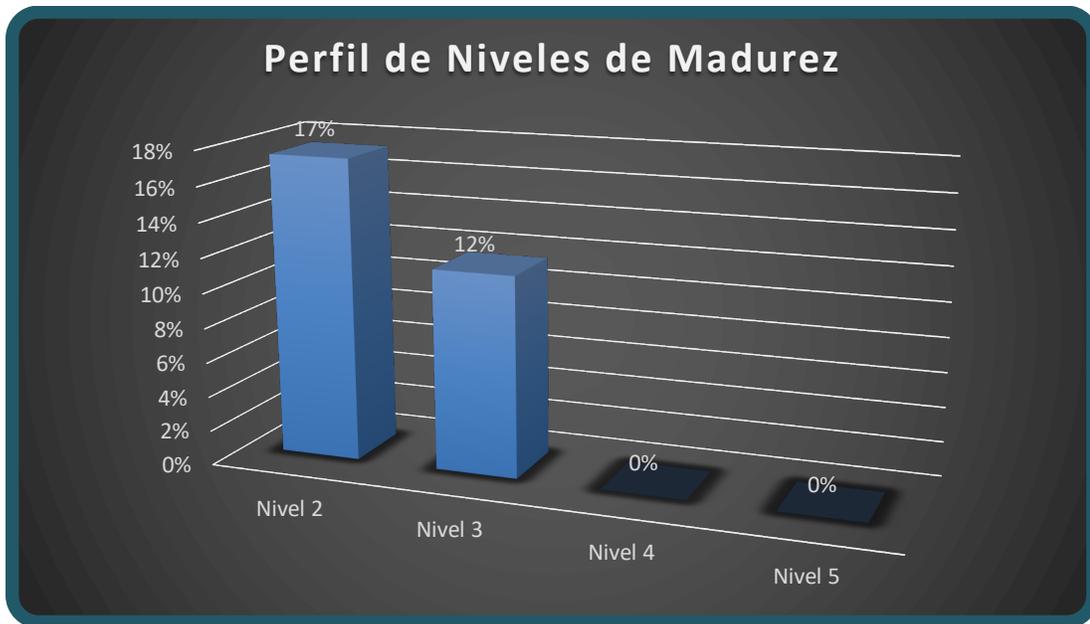


Figura 13: Perfil de rendimiento de los niveles de madurez

Perfil de niveles de capacidad

Realizar perfiles de niveles de capacidad permite a las organizaciones mejorar gradualmente los procesos que se ajustan a un área de proceso individual o a un grupo de áreas de proceso seleccionadas por la propia organización. Hay un total de cuatro niveles de capacidad 0 a 3. En el nivel 0 los procesos no se realizan total o parcialmente, por lo tanto, este nivel no se tiene en cuenta para el análisis.

En el caso de esta organización, tomando como base las respuestas al cuestionario, todas sus áreas de proceso se encuentran en el nivel 1, ya que, aunque ninguna de ellas ha sido totalmente completada, ya han realizado algunas prácticas y por lo tanto se encuentran en el nivel 1. Sin embargo, no lo han completado en ninguna de sus áreas de proceso. Como se ha mencionado anteriormente, el nivel 0 no se toma en cuenta en el estudio, ya que este nivel indica que no se realiza ninguna práctica total o parcialmente.

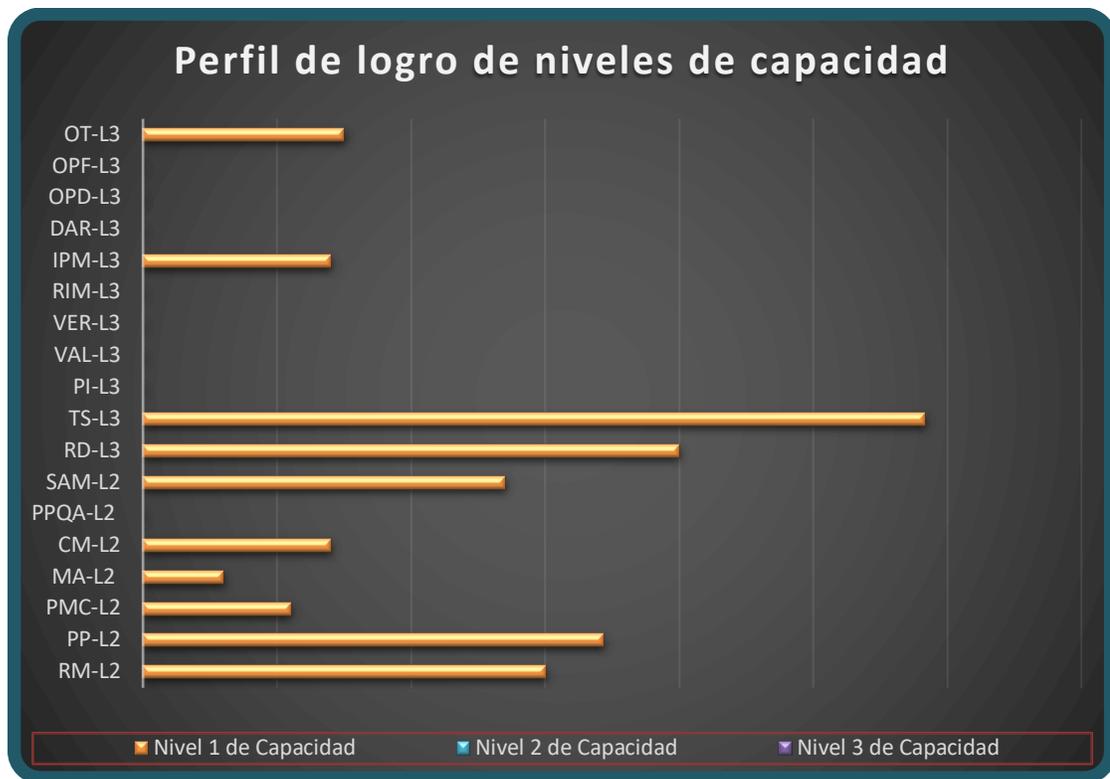


Figura 14: Rendimiento alcanzado niveles de capacidad

Próximos pasos

Como se ha podido apreciar, ninguna de las áreas de proceso llega a un nivel 2 de capacidad. La organización además tiene apenas un 17% de nivel 2 de madurez alcanzado y un 12% de nivel 3. Para poder aspirar a estar en un nivel 3 de madurez, primero se debe completar al 100% el nivel 2; por lo tanto, se debe trabajar para mejorar las prácticas correspondientes a este nivel. Cada área de procesos tiene una serie de objetivos y prácticas que se deben completar para satisfacer los requerimientos del nivel 2.

A continuación, se describen las prácticas que se deben completar para satisfacer cada una de las áreas y por lo tanto el nivel 2 de madurez. El modelo, disponible gratuitamente en su versión 1.3, ofrece una guía detallada de las prácticas a seguir para completar cada una de las áreas de proceso.

Gestión de Configuraciones (CM)

- Establecer bases
 - Identificar elementos de configuración

- Establecer un sistema de gestión de la configuración
- Crear o publicar líneas de base
- Seguimiento y control de cambios
 - Seguimiento de solicitudes de cambio
 - Elementos de configuración de control
- Establecer integridad
 - Establecer registros de gestión de la configuración
 - Realizar auditorías de configuración

Mediciones y Análisis (MA)

- Alinear las actividades de medición y análisis
 - Establecer objetivos de medición
 - Especificar medidas
 - Especificar procedimientos de recopilación y almacenamiento de datos
 - Especificar procedimientos de análisis
- Proporcionar resultados de medición
 - Obtener datos de medición
 - Analizar datos de medición
 - Almacenar datos y resultados
 - Comunicar resultados

Monitoreo y Control de Proyectos (PMC)

- Monitorear el proyecto en relación con el plan
 - Monitorear los parámetros de planificación del proyecto
 - Monitorear los compromisos
 - Monitorear los riesgos del proyecto
 - Monitorear la gestión de datos
 - Monitorear la participación de las partes interesadas
 - Realizar revisiones de progreso
 - Realizar revisiones de hitos
- Gestionar acciones correctivas para el cierre
 - Analizar problemas

- Tomar acción correctiva
- Gestionar acciones correctivas

Planificación de Proyectos (PP)

- Establecer estimaciones
 - Estimar el alcance del proyecto
 - Establecer estimaciones de los atributos de tareas y productos de trabajo
 - Definir las fases del ciclo de vida del proyecto
 - Estimar el esfuerzo y el costo
- Desarrollar un plan de proyecto
 - Establecer el presupuesto y el cronograma
 - Identificar los riesgos del proyecto
 - Planificar la gestión de datos
 - Planificar los recursos del proyecto
 - Planificar los conocimientos y habilidades necesarias
 - Planificar la participación de las partes interesadas
 - Establecer el plan del proyecto
- Obtener Compromiso con el Plan
 - Revisar los planes que afectan el proyecto
 - Conciliar el trabajo y los niveles de recursos
 - Obtener el compromiso del plan

Aseguramiento de Calidad de Procesos y Productos (PPQA)

- Evaluar procesos y productos de trabajo de manera objetiva
 - Evaluar procesos de forma objetiva
 - Evaluar objetivamente los productos de trabajo
- Proporcionar una percepción objetiva
 - Comunicar y resolver problemas de incumplimiento
 - Establecer registros

Gestión de Requerimientos (RSKM)

- Desarrollar los requisitos del cliente

- Obtener necesidades
- Transformar las necesidades de las partes interesadas en requisitos del cliente
- Desarrollar requisitos de producto
 - Establecer requisitos de productos y componentes de productos
 - Asignar requisitos de componentes de productos
 - Identificar los requerimientos de la interfaz
- Analizar y validar requisitos
 - Establecer conceptos y escenarios operativos
 - Establecer una definición de la funcionalidad requerida y los atributos de calidad
 - Analizar los requisitos
 - Analizar los requisitos para lograr el equilibrio
 - Validar requisitos

Gestión de Acuerdos con Proveedores (SAM)

- Establecer acuerdos con proveedores
 - Determinar el tipo de adquisición
 - Seleccionar proveedores
 - Establecer acuerdos con proveedores
- Satisfacer Acuerdos con proveedores
 - Ejecutar el acuerdo con el proveedor
 - Aceptar el producto adquirido
 - Asegurar la transición de los productos

CAPÍTULO V – RESULTADOS

En esta sección se muestran los resultados del Trabajo Final de Máster sobre la base de los objetivos planteados:

Evaluar procesos para el desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software de la organización.

Se realizó el estudio de los procesos de sistemas de software de la organización utilizando como guía el modelo de CMMI de desarrollo (CMMI-DEV), el cual cubre las actividades para desarrollar un producto o servicio. Este modelo abarca prácticas que cubren las áreas de gestión de proyectos e ingeniería de software, por lo que, siendo una empresa que se dedica al desarrollo del software era el modelo más indicado para la evaluación.

Identificar fortalezas y debilidades de los procesos.

Se identificaron algunos procesos que siguen los cuáles, aunque no corresponden exactamente a las prácticas CMMI pueden ser mapeados a algunas de ellas. Sin embargo, muchos de los procesos solo son seguidos parcialmente, fallando en muchos casos en la parte de documentación, lo cual han admitido no siempre mantienen actualizada.

Revelar riesgos de desarrollo.

Se le ha explicado a la organización los riesgos que corren al no seguir ciertos procesos de desarrollo; como pueden ser atrasos de entrega, sobrecostos, imposibilidad de repetir un mismo proceso y dependencia en algunos individuos.

Determinar niveles de capacidad y madurez de los procesos.

Una vez realizado el estudio se ha determinado que la empresa se encuentra en el nivel 2 de madurez. La empresa sigue algunas prácticas de nivel 3, pero al no haber completado todas las áreas de proceso clave del nivel 2, seguirá siendo de ese nivel de madurez hasta que logre completarlas.

Por otro lado, en la organización la mayoría de las áreas de proceso que se siguen se encuentran bajo el nivel de capacidad 1 y solo dos de las áreas de proceso están en el nivel de capacidad 2.

Sugerir mejoras en los procesos de desarrollo de la organización.

Se ha determinado que la organización necesita trabajar primero en completar el nivel 2 en su totalidad; para ello, deben trabajar en mejorar las siguientes áreas de proceso:

- Gestión de Configuraciones (CM)
- Mediciones y Análisis (MA)
- Monitoreo y Control de Proyectos (PMC)
- Planificación de Proyectos (PP)
- Aseguramiento de Calidad de Procesos y Productos (PPQA)
- Gestión de Requerimientos (RSKM)
- Gestión de Acuerdos con Proveedores (SAM)

La guía del modelo CMMI indica de manera detallada los procedimientos que se deben seguir para ejercer las prácticas de cada área de manera satisfactoria. Luego haber seguido esta guía, se le recomienda a la organización realizar otra evaluación interna para medir su progreso con respecto al modelo. De cumplirlas todas, se puede empezar a trabajar para avanzar al siguiente nivel de madurez.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Toda empresa llega a un punto en el que se pregunta qué deben cambiar para aumentar su productividad, la calidad de sus productos, y por lo tanto la satisfacción de sus clientes. Una parte importante para toda organización es tener procesos definidos de todas sus actividades y asegurarse que ellos se cumplan. El modelo CMMI es uno de los que se utiliza para evaluar estos procesos y medir a las empresas ya sea por una autoevaluación de la organización para mejorar o por recibir reconocimiento exterior.

CMMI es un modelo que se puede aplicar a organizaciones de cualquier tamaño, en este caso se eligió una compañía pequeña de no más de 30 empleados. Al hacer el estudio se ha notado que la organización no tenía documentados muchos de sus procesos, aunque los conocían muy bien. Se conversó con ellos y mediante el cuestionario se logró levantar la información necesaria para sacar conclusiones sobre el nivel de madurez de la organización.

El resultado es el de una empresa que le falta definir muchos procesos, documentarlos y asegurarse de seguirlos; no pueden depender de las personas que conocen los procesos porque si una persona se va se ve afectada la compañía a nivel de procesos. Mediante el cuestionario, el cuál se armó tomando las prácticas específicas de cada área de proceso CMMI, la organización notó que hay muchas prácticas que no siguen y están dispuesto a empezar a mejorar siguiendo la guía del modelo y a someterse a otra evaluación en el futuro.

RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta la experiencia en el desarrollo de este trabajo final de máster, se ofrecen las siguientes recomendaciones para trabajos futuros:

- Documentar todos procedimientos operativos estándar de la organización. Los responsables de la organización han admitido no tener documentación para varios de sus procesos o sin actualizar en un futuro cercano.
- La organización debe prestar más atención a las estimaciones de parámetros de planificación de proyectos (alcance, tareas, ciclo de vida, esfuerzo, etc) para que estén claramente establecidos y mantenidos.
- Establecer compromisos en el plan de proyecto y hacer retrospectivas al final de éste para evaluar si se han cumplido y buscar mejorar.
- Se debe hacer mejor seguimiento del rendimiento y progreso actual de los proyectos para compararlos con el plan inicial, sacar conclusiones y corregir de cara a futuros proyectos.
- Se deben gestionar acciones correctivas hasta su cierre cuando el rendimiento del proyecto o los resultados se desvían significativamente del plan.
- Realizar otra autoevaluación durante seis meses para medir el progreso con respecto a esta primera evaluación.

Bibliografía

CMMI Institute (2020). What is CMMI?. Recuperado de <https://cmmiinstitute.com/cmmi/intro>.

Software Engineering Institute (2010). CMMI® for Development, Version 1.3. Recuperado de https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/TechnicalReport/2010_005_001_15287.pdf

Software Engineering Institute (2010). CMMI® for Acquisition, Version 1.3. Recuperado de <https://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?assetid=9657>

Software Engineering Institute (2010). CMMI® for Services, Version 1.3. Recuperado de <https://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?assetid=9665>

M. C. Paulk, "Extreme programming from a cmm perspective," IEEE software, vol. 18, no. 6, pp. 19–26, 2001.

D. L. Johnson and J. G. Brodman, "Applying cmm project planning practices to diverse environments," IEEE software, vol. 17, no. 4, pp. 40–47, 2000.

R. Barbour, M. Benhoff, B. Gallagher, S. Eslinger, and T. Bernard, "Standard cmmi appraisal method for process improvement (scampi), version 1.1: Method implementation guidance for government source selection and contract process monitoring," CARNEGIE-MELLON UNIV PITTSBURGH PA SOFTWARE ENGINEERING INST, Tech. Rep., 2002.

R. Turner and A. Jain, "Agile meets cmmi: Culture clash or common cause?" in Conference on Extreme Programming and Agile Methods. Springer, 2002, pp. 153–165.

J. Highsmith, "What Is Agile Software Development?," CrossTalk, The Journal of Defense Software Engineering, vol. 15, issue 10, pp. 4-9, 2002.

Anexos

Cuestionario

Las siguientes preguntas se han definido tomando como base las prácticas específicas de cada área de proceso (*Software Engineering Institute*, 2010) para determinar cuáles se están realizando por completo, parcialmente o no. Cada pregunta es una práctica específica del área de proceso.

CMMI Nivel 2: Administrado

Gestión de requerimientos (REQM)

| | | Completamente | Parcialmente | No |
|--|---|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| SG1 - Gestión de Requerimientos | | | | |
| SP1.1 | ¿El entendimiento de los requerimientos se desarrolla con los clientes (proveedor de requisitos)? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP1.2 | ¿Los compromisos a requerimientos se obtienen de los participantes del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP1.3 | ¿Se gestionan los cambios de requerimientos a medida que evolucionan durante el proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP1.4 | ¿Proporciona una doble trazabilidad entre los requisitos y los productos de trabajo generados durante el desarrollo del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | | |
|--------------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SP1.5 | ¿Se identifican las inconsistencias entre los planes de proyecto, los productos de trabajo y los requisitos? ¿Se toman medidas correctivas? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
|--------------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|

Planificación de proyectos (PP)

| | | Completamente | Parcialmente | No |
|--------------------------------------|---|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| SG1 - Establecer estimaciones | | | | |
| SP1.1 | ¿Se establece una WBS de nivel superior (estructura de descomposición del trabajo) para mantener el alcance del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.2 | ¿Se establecen y mantienen las estimaciones de los atributos de los productos y tareas de trabajo? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.3 | ¿Están las fases del ciclo de vida del proyecto definidas adecuadamente para abarcar los esfuerzos de planificación? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP1.4 | ¿Se definen los fundamentos de estimación adecuados para estimar el costo y el esfuerzo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | | |
|--|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | del proyecto para los productos y tareas de trabajo? | | | |
| SG2 - Desarrollar un plan de proyecto | | | | |
| SP2.1 | ¿Se establece y mantiene el presupuesto y el calendario del proyecto? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP2.2 | ¿Se identifican y analizan los riesgos del proyecto de acuerdo con el plan? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.3 | ¿Se ha desarrollado el plan para la gestión de los datos del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.4 | ¿Se realiza el plan de recursos necesarios para realizar el proyecto? (herramientas de personal, equipos, materiales y métodos, etc.) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP2.5 | ¿Está hecho el plan para los conocimientos y habilidades necesarios para llevar a cabo el proyecto? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP2.6 | ¿Se hace el plan para la participación de las partes interesadas identificadas del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| | | | | |
|---|--|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| SP2.7 | ¿El contenido general del plan de proyecto está establecido y mantenido bien? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SG3 - Obtener compromiso con el plan | | | | |
| SP3.1 | ¿Todos los planes que afectan al proyecto se revisan de acuerdo con los compromisos del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP3.2 | ¿Se concilian los recursos disponibles y estimados con el plan del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP3.3 | ¿El compromiso obtenido de las partes interesadas es el pertinente para realizar y apoyar la ejecución del plan? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Monitoreo y Control de Proyectos (PMC)

| | | Completamente | Parcialmente | No |
|--|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SG1 - Supervisar el proyecto en contra del plan | | | | |
| SP1.1 | ¿Se supervisan los valores reales de los parámetros de planificación del proyecto con respecto al plan del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.2 | ¿Se supervisan los compromisos en contra de los | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | | |
|---|---|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | compromisos identificados del plan del proyecto? | | | |
| SP1.3 | ¿Se supervisan los riesgos frente a los riesgos definidos en el plan del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.4 | ¿Se supervisa la gestión de los datos del proyecto en el plan del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP1.5 | ¿Se supervisa a las partes interesadas involucradas con respecto al plan del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.6 | ¿Se revisa periódicamente el progreso, el rendimiento y los problemas del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP1.7 | ¿Se revisan con precisión los logros del proyecto en los hitos del proyecto seleccionados? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SG2 - Gestionar la acción correctiva para cerrar | | | | |
| SP2.1 | ¿Se recopilan y analizan los problemas? ¿Se determinan las medidas correctivas para abordar esos problemas? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.2 | ¿Se toman medidas correctivas sobre los problemas identificados? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | | |
|--------------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SP2.3 | ¿Se gestionan las acciones correctivas para la finalización del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
|--------------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|

Análisis de medición (MA)

| | | Completamente | Parcialmente | No |
|---|---|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| SG1 - Alinear las actividades de medición y análisis | | | | |
| SP1.1 | ¿Se establecen y mantienen objetivos de facilitación derivados de las necesidades y objetivos de información identificados? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP1.2 | ¿Se especifican las medidas para abordar los objetivos de medición? ¿Y están refinados en medidas precisas y cuantificables? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.3 | ¿Se especifican los métodos de recopilación y almacenamiento de datos de medición? (herramientas de recopilación de datos y procedimientos de almacenamiento) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.4 | ¿Existen procedimientos o herramientas para analizar e | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | | |
|--|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| | informar de los datos de medición? | | | |
| SG2 - Proporcionar resultados de medición | | | | |
| SP2.1 | ¿Se obtienen los datos de medición especificados? | | | |
| SP2.2 | ¿Se analizan e interpretan los datos de medición? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.3 | ¿Se gestionan y almacenan los planes de medición, las especificaciones de las medidas y los resultados de los análisis (informes / presentaciones)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.4 | ¿Se comunican los resultados/informes de las actividades de medición y análisis a las partes interesadas? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

Gestión de la configuración (CM)

| | | Completamente | Parcialmente | No |
|--|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SG1 - Establecer líneas de base | | | | |
| SP1.1 | ¿Se identifican todos los elementos de configuración, componentes y los productos de trabajo relacionados que | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | | |
|---|--|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | desea colocar en la administración de configuración? | | | |
| SP1.2 | ¿Está bien establecido y mantenido el sistema de configuración y gestión de cambios para controlar los productos de trabajo? (La administración de la configuración incluye medios de almacenamiento, los procedimientos y las herramientas para acceder al sistema de configuración) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.3 | ¿Se crean las bases (un conjunto de especificaciones o productos de trabajo que han revisado y acordado formalmente) para el uso interno y la entrega al cliente? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SG2 - Cambios de seguimiento y control | | | | |
| SP2.1 | ¿Se realiza un seguimiento de las solicitudes de cambio para los elementos de configuración? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.2 | ¿Los cambios en los CI (elementos de configuración) se controlan correctamente? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | | |
|------------------------------------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| | (este control básicamente incluye el seguimiento de la configuración de cada CI) | | | |
| SG3 - Establecer integridad | | | | |
| SP3.1 | ¿Los registros que describen los elementos de configuración se establecen y mantienen? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP3.2 | ¿Se realizan las auditorías de configuración para mantener la integridad de las líneas base de configuración? (por ejemplo, auditorías de configuración funcional, auditorías de configuración física y auditorías de gestión de configuración) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

Control de la calidad del producto y procesos (PPQA)

| Completamente Parcialmente No | | | | |
|--|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SG1 - Evaluar objetivamente los procesos y los productos de trabajo | | | | |
| SP1.1 | ¿Se evalúan objetivamente los procesos realizados designados con respecto a las descripciones, normas y procedimientos de los procesos aplicables? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | | |
|--|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SP1.2 | ¿Se evalúan objetivamente los productos y servicios de trabajo designados en función de las descripciones, normas y procedimientos de los procesos aplicables? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SG2 - Proporcionar información objetiva | | | | |
| SP2.1 | ¿Se comunica al personal y a los gerentes los problemas de calidad e incumplimiento? ¿Se garantiza resolución? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.2 | ¿Se establecen y mantienen adecuadamente los registros de las actividades de garantía de la calidad? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

Gestión de acuerdos de proveedores (SAM)

| | | Completamente | Parcialmente | No |
|--|---|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| SG1 - Establecer acuerdos con proveedores | | | | |
| SP1.1 | ¿Se determina el tipo de adquisición (activo/objeto) para cada producto o componente de producto? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP1.2 | ¿Los proveedores son seleccionados de acuerdo con sus habilidades para cumplir | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| | | | | |
|---|---|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | con los requisitos especificados? | | | |
| SP1.3 | ¿Se establecen y mantienen los acuerdos formales con los proveedores? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SG2 - Satisfacer los acuerdos de proveedores | | | | |
| SP2.1 | ¿Se realizan las actividades con el proveedor según el acuerdo especificado? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP2.2 | ¿Los procesos utilizados por el proveedor son adecuadamente seleccionados, monitoreados y analizados? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.3 | ¿Ha seleccionado y evaluado productos de trabajo del proveedor de productos hechos a medida? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.4 | Antes de aceptar el producto adquirido, ¿se ha asegurado de que el acuerdo de proveedor se cumpla? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.5 | ¿Los productos adquiridos del proveedor se trasladan al proyecto de integración? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Desarrollo de requisitos (RD)

| Completamente | | | | Parcialmente | No |
|--|---|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----|
| SG1 - Desarrollar los requisitos del cliente | | | | | |
| SP1.1 | ¿Se obtienen las necesidades, expectativas, restricciones e interfaces para todas las fases del ciclo de vida del producto? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| SP1.2 | ¿Todas las necesidades, expectativas, restricciones, interfaces de las partes interesadas se transforman en requisitos del cliente? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| SG2 - Desarrollar los requisitos del producto | | | | | |
| SP2.1 | ¿Se establecen y mantienen los requisitos de productos que se derivan de los requerimientos del cliente? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| SP2.2 | ¿Se asignan los requisitos para cada componente de producto? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| SP2.3 | ¿Se identifican los requisitos de la interfaz (interfaces funcionales)? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| SG3 - Analizar y validar los requisitos | | | | | |
| SP3.1 | ¿Se establecen y mantienen los conceptos operativos y los | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |

| | | | | |
|--------------|---|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | escenarios asociados (secuencia de eventos que se producen en el uso del producto)? | | | |
| SP3.2 | ¿Se establece y mantiene la definición de funcionalidad requerida (análisis funcional)? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP3.3 | ¿Se analizan los requisitos con respecto al concepto operativo y a los escenarios para garantizar su necesidad? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP3.4 | ¿Se analizan los requisitos para equilibrar las necesidades y restricciones de las partes interesadas (pueden ser el costo, la programación, el rendimiento, la funcionalidad, etc.)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP3.5 | ¿Valida los requisitos para asegurarse de que el producto resultante funcionará según lo previsto en el entorno del usuario? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Solución técnica (TS)

| | | |
|---|---------------------|-----------|
| Completamente | Parcialmente | No |
| SG1 - Seleccionar soluciones de componentes de productos | | |

| | | | | |
|---|---|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| SP1.1 | ¿Se desarrollan los criterios de selección y las soluciones alternativas? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP1.2 | ¿Se seleccionan las soluciones de componentes de productos según los criterios establecidos? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SG2 - Desarrollar el diseño | | | | |
| SP2.1 | ¿Se ha desarrollado un diseño (preliminar y detallado) para el producto? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP2.2 | ¿Se establece y mantiene el paquete de datos técnicos? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP2.3 | ¿Las interfaces de componentes del producto están diseñadas de acuerdo con los criterios establecidos? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP2.4 | ¿Se evalúan los componentes del producto (decisión de compra o reutilización) sobre los criterios establecidos? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SG3 - Implementar el diseño del producto | | | | |
| SP3.1 | ¿Se implementan los diseños de los componentes del producto? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| | | | | |
|--------------|---|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| SP3.2 | ¿Se ha desarrollado y mantenido la documentación del usuario final? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------|---|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|

Integración de productos (PI)

| | | Completamente | Parcialmente | No |
|--|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SG1 - Prepárese para la integración de productos | | | | |
| SP1.1 | ¿Se determina la secuencia de integración del componente del producto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.2 | ¿Se ha establecido y mantenido el entorno necesario para la integración de los componentes del producto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.3 | ¿Se establecen y mantienen los procedimientos y criterios para la integración de los componentes del producto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SG2 - Garantizar la compatibilidad de la interfaz | | | | |
| SP2.1 | ¿Se revisa la cobertura e integridad de las descripciones de la interfaz? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | | |
|---|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SP2.2 | ¿Se gestionan las definiciones, los diseños y los cambios de la interfaz de los productos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SG3 - Ensamblar componentes de producto y entregar el producto | | | | |
| SP3.1 | ¿Ha confirmado que cada componente del producto necesario para ensamblar el producto está correctamente identificado? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP3.2 | ¿Los componentes del producto se ensamblan de acuerdo con la secuencia de integración del producto y los procedimientos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP3.3 | ¿Se evalúa la compatibilidad de los componentes del producto ensamblados con la interfaz? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP3.4 | ¿Se empaqueta el producto y se entrega al cliente adecuado? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

Validación (VAL)

| | Completamente | Parcialmente | No |
|---|---------------|--------------|----|
| SG1 - Prepárese para la validación | | | |

| | | | | |
|---|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SP1.1 | ¿Se seleccionan los productos que necesitan validación? ¿Se ha seleccionado el método para esta validación? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.2 | ¿Se ha establecido y mantenido el entorno para admitir la validación? (por ejemplo, herramientas de prueba, herramientas de grabación, subsistemas simulados, etc.) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.3 | ¿Se establecen y mantienen los criterios y procedimientos para realizar la validación? (por ejemplo, prueba y evaluación de mantenimiento, formación, servicios de apoyo, etc.) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SG2 - Validar componentes de productos o productos | | | | |
| SP2.1 | ¿La validación se realiza con precisión en los productos seleccionados? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.1 | ¿Se analizan los resultados de las actividades de validación? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

Verificación (VER)

| | | Completamente | Parcialmente | No |
|---|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SG1 - Prepárese para la verificación | | | | |
| SP1.1 | ¿Se seleccionan los productos de trabajo y los métodos (por ejemplo, pruebas basadas en tablas de decisiones, pruebas de rendimiento, etc.) para la verificación? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.2 | ¿Está establecido y mantenido el entorno para apoyar la verificación? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.3 | ¿Se establecen y mantienen los criterios y los procedimientos de verificación para determinados productos de trabajo (por ejemplo, tipos de prueba, políticas organizativas, etc.)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SG2 - Realizar revisiones de pares | | | | |
| SP2.1 | ¿Está preparado para las revisiones por pares de los productos de trabajo seleccionados (por ejemplo con listas de verificación, programación de revisión por pares, material de capacitación, etc.)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | | |
|---|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SP2.2 | ¿Se realizan las revisiones por pares adecuadamente en los productos de trabajo seleccionados y los problemas identificados? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.3 | ¿Se analizan los datos sobre la preparación, conducción y los resultados de las revisiones por pares? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SG3 - Verificar productos de trabajo seleccionados | | | | |
| SP3.1 | ¿Ha realizado la verificación de los productos de trabajo? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP3.2 | ¿Ha analizado los resultados de todas las actividades de verificación (comparación de los resultados reales con los criterios establecidos)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

Gestión de Riesgos (RSKM)

| | | Completamente | Parcialmente | No |
|---|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SG1 - Preparar la gestión de riesgos | | | | |
| SP1.1 | ¿Se determinan las fuentes de riesgo (internas/externas) y las categorías? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.2 | ¿Se definen adecuadamente los parámetros para analizar, | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | | |
|---|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| | categorizar y controlar el esfuerzo de gestión de riesgos? | | | |
| SP1.3 | ¿Se establece y mantiene la estrategia (ámbito, métodos, herramientas, etc.) para la gestión de riesgos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SG2 - Identificar y analizar riesgos | | | | |
| SP2.1 | ¿Están debidamente identificados y documentados los riesgos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.1 | ¿Se evalúan, clasifican y priorizan los riesgos identificados según los parámetros definidos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SG3 - Mitigar los riesgos | | | | |
| SP3.1 | ¿Se desarrolla el plan de mitigación de riesgos de acuerdo con la estrategia de gestión de riesgos definida? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP3.2 | ¿Se supervisa periódicamente el estado de cada riesgo y se implementa según se define en el plan de mitigación de riesgos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | Completamente | Parcialmente | No |
|---|---|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| SG1 - Utilice el proceso definido del proyecto | | | | |
| SP1.1 | ¿Se establece y mantiene el proceso definido del proyecto durante toda la vida del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.2 | ¿Se utilizan adecuadamente los activos del proceso organizativo y el repositorio de medidas para estimar y planificar las actividades del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.3 | ¿Se establece y mantiene el entorno de trabajo del proyecto que se basa en los estándares de entorno de trabajo de la organización? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP1.4 | ¿Están bien integrados todos los planes que afectan al proyecto al describir bien el proceso definido del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP1.5 | ¿El proyecto se gestiona bien utilizando los planes integrados? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP1.6 | ¿Se gestiona el proyecto utilizando los equipos estructurados (los equipos | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| | | | | |
|--|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| | deben estructurarse de acuerdo con las reglas y directrices de la organización)? | | | |
| SP1.7 | ¿Las experiencias relacionadas con el proceso han contribuido a los activos del proceso organizativo de manera definida? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SG2 - Coordinar y colaborar con las partes interesadas relevantes | | | | |
| SP2.1 | ¿La participación de las partes interesadas relevantes en el proyecto se gestiona de acuerdo con el plan integrado y el proceso definido del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.2 | ¿Se identifican, negocian y siguen las dependencias críticas con la participación de las partes interesadas pertinentes? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.3 | ¿Se resuelven las cuestiones de coordinación con las partes interesadas? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)

Completamente Parcialmente No

| SG1 - Evaluar alternativas | | | | |
|----------------------------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SP1.1 | ¿Se establecen y mantienen las directrices para determinar la criticidad de los problemas? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.2 | ¿Se establecen y mantienen los criterios para evaluar alternativas y la clasificación de estos criterios? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.3 | ¿Se identifican las soluciones alternativas para abordar problemas? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.4 | ¿Se seleccionan los métodos de evaluación (por ejemplo, simulación o modelado, estudios de ingeniería, encuestas)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.5 | ¿Se evalúan las soluciones alternativas utilizando los criterios y métodos establecidos (por ejemplo, discusión, revisión, análisis)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.6 | ¿Las soluciones seleccionadas forman las alternativas según los criterios de evaluación? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

Definición de proceso de organización (OPD)

| | | Completamente | Parcialmente | No |
|---|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SG1 - Establecer activos de procesos organizativos | | | | |
| SP1.1 | ¿Se establece y mantiene el conjunto de procesos estándar de la organización? ⁵ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.2 | ¿Se han aprobado y mantenido las descripciones de los modelos de ciclo de vida (por ejemplo, espiral, incremental, etc.) para su uso en la organización? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.3 | ¿Se establecen y mantienen los criterios y directrices de adaptación para el conjunto de procesos estándar de la organización? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.4 | ¿Se ha establecido y mantenido el repositorio de medición de la organización? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.5 | ¿Se ha establecido y mantenido la biblioteca de activos de procesos de la organización? ⁶ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

⁵ Proceso Estándar" Una definición operativa del proceso básico que guía el establecimiento de un proceso común en una organización." (*Software Engineering Institute*, 2010)

⁶ Biblioteca de activos de proceso" Colección de existencias de activos de proceso que puede usar una organización, proyecto o grupo de trabajo." (*Software Engineering Institute*, 2010)

| | | | | |
|--------------|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SP1.6 | ¿Se establecen y mantienen las normas de entorno de trabajo? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.7 | ¿Se establecen y mantienen las normas y directrices organizativas para la estructura, formación y funcionamiento de los equipos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

Enfoque del Proceso de Organización (OPF)

| Completamente Parcialmente No | | | | |
|---|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SG1 - Determinar oportunidades de mejora de procesos | | | | |
| SP1.1 | ¿Se establecen y mantienen las descripciones de las necesidades y objetivos del proceso para la organización? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.2 | ¿Se valora periódicamente y según sea necesario los procesos de la organización para mantener una comprensión de las fortalezas y debilidades de la organización? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | | |
|--|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SP1.3 | ¿Se identifican las mejoras en los procesos y los activos de proceso de la organización? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SG2 - Planificar e implementar acciones de procesos | | | | |
| SP2.1 | ¿Se establecen y mantienen los planes de acción del proceso para abordar las mejoras en los procesos y los activos de procesos de las organizaciones? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.2 | ¿Los planes de acción del proceso se implementan? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SG3 - Implementar activos de procesos organizativos e incorporar experiencias | | | | |
| SP3.1 | ¿Los activos del proceso de organización se implementan en toda la organización? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP3.2 | ¿El conjunto de procesos estándar de la organización se implementa para proyectar en su puesta en marcha? ¿Y los cambios en ellos también se implementan a lo largo de la vida del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP3.3 | ¿Se supervisa la implementación del conjunto de procesos estándar de la | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | | |
|--------------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| | organización y el uso de activos de procesos en todos los proyectos? | | | |
| SP3.4 | ¿Se incorporan en los activos de proceso organizacionales los productos de trabajo relacionados con el proceso, las medidas y la información de mejora derivada de la planificación y la realización del proceso? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

Formación Organizacional (OT)

| | | Completamente | Parcialmente | No |
|--|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SG1 - Establecer una capacidad de capacitación organizacional | | | | |
| SP1.1 | ¿Se establecen y mantienen las necesidades estratégicas de formación de la organización? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.2 | ¿Ha determinado qué necesidades de formación son responsabilidad de la organización y cuáles no (dejadas a un proyecto individual o grupo de apoyo)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | | |
|--|--|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| SP1.3 | ¿Ha establecido y mantenido un plan táctico de entrenamiento organizacional? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP1.4 | ¿Se establece y mantiene la capacidad de formación para abordar las necesidades de formación de la organización? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SG2 - Proporcionar capacitación | | | | |
| SP2.1 | ¿Entrega la capacitación de acuerdo con el plan táctico de entrenamiento organizacional? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SP2.2 | ¿Se establecen y mantienen los registros de la formación organizacional? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.3 | ¿Evalúa la eficacia (qué tan bien está cumpliendo la capacitación la organización de las necesidades) del programa de capacitación de la organización? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

CMMI Nivel 4: Manejo cuantitativo

Gestión cuantitativa de proyectos (QPM)

| | Completamente | Parcialmente | No |
|---|---------------|--------------|----|
| SG1 - Prepárese para la gestión cuantitativa | | | |

| | | | | |
|--|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SP1.1 | ¿Se establecen y mantienen los objetivos de calidad y rendimiento del proyecto de acuerdo con el proceso definido por la organización? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.2 | ¿Se seleccionan esos subprocesos que componen al proceso definido del proyecto en función de los datos históricos de estabilidad y capacidad? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.3 | ¿Selecciona aquellos subprocesos y atributos que son críticos para evaluar el rendimiento y que ayudarán a alcanzar los objetivos de calidad y rendimiento del proceso del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.4 | ¿Se seleccionan estadísticamente las medidas y técnicas analíticas para su utilización en la gestión de los subprocesos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SG2 - Gestionar cuantitativamente el proyecto | | | | |
| SP2.1 | ¿Se supervisa el rendimiento de los subprocesos seleccionados para determinar su capacidad para la | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | | |
|--------------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| | satisfacción de los objetivos de calidad y rendimiento del proceso? | | | |
| SP2.2 | ¿Supervisa el proyecto para determinar si los objetivos de calidad y proceso del proyecto se han cumplido? ¿Y se identifican las acciones correctivas? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.3 | ¿Se realiza el análisis de la causa raíz de los problemas seleccionados para abordar las deficiencias en la consecución de los objetivos de calidad y rendimiento del proceso del proyecto? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

Rendimiento de procesos organizativos (OPP)

| Completamente Parcialmente No | | | | |
|---|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Establecer líneas de base y modelos de rendimiento | | | | |
| SP1.1 | ¿Se establecen y mantienen los objetivos cuantitativos de la organización para la calidad y el rendimiento de los procesos? (estos objetivos deben ser rastreables a los objetivos de negocio) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | | |
|--------------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SP1.2 | ¿Se seleccionan los procesos o subprocesos para realizar el análisis de rendimiento de procesos de la organización? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.3 | ¿Establece y mantiene las definiciones de las medidas que se incluirán en el análisis de rendimiento de procesos de la organización? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.4 | ¿Analiza el rendimiento de los procesos seleccionados? ¿Y se establecen y mantienen las líneas base de rendimiento del proceso para estos procesos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.5 | ¿Establece y mantiene los modelos de rendimiento del proceso para el conjunto de procesos estándar de la organización? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

CMMI Nivel 5: Optimización

Gestión del rendimiento organizacional (OPM)

| Completamente Parcialmente No | | | | |
|---|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SG1 - Gestionar el rendimiento del negocio | | | | |
| SP1.1 | ¿Se mantienen los objetivos de negocio basados en la | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | | |
|---------------------------------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| | comprensión de las estrategias de negocio y el resultado real del rendimiento? | | | |
| SP1.2 | ¿Se analizan los datos de rendimiento del proceso para determinar la capacidad de la organización para cumplir con los objetivos empresariales identificados? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP1.3 | ¿Se identifican las áreas potenciales de mejora que pueden contribuir al cumplimiento de los objetivos empresariales? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SG2 - Seleccione Mejoras | | | | |
| SP2.1 | ¿Obtiene y categoriza las mejoras sugeridas? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.2 | ¿Analiza las mejoras sugeridas para sus posibles impactos en la consecución de los objetivos de calidad y rendimiento de los procesos de la organización? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.3 | ¿Valida las mejoras seleccionadas adecuadamente? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.4 | ¿Selecciona e implementa mejoras (costos, beneficios y | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | | |
|----------------------------------|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| | otros factores evaluados) para la implementación en toda la organización? | | | |
| SG3 - Implementar mejoras | | | | |
| SP3.1 | ¿Establece y mantiene planes para implementar las mejoras seleccionadas? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP3.2 | ¿Administra la implementación de las mejoras seleccionadas de la manera adecuada? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP3.3 | ¿Los efectos de las mejoras desplegadas en la calidad y el rendimiento de los procesos utilizan técnicas estadísticas y cuantitativas? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

Análisis y Resolución Casual (CAR)

| | | Completamente | Parcialmente | No |
|--|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SG1 – Determinar las causas de los resultados seleccionados | | | | |
| SP1.1 | ¿Se seleccionan los defectos y otros problemas para el análisis? (por ejemplo, de métodos para la selección de histograma, análisis de 81areto, etc.) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | | | |
|---|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| SP1.2 | ¿Realiza análisis casuales de los defectos seleccionados y otros problemas? ¿Y se propone alguna acción para abordarlos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SG2 - Abordar las causas de los resultados seleccionados | | | | |
| SP2.1 | ¿Implementa las propuestas de acción seleccionadas que se desarrollaron en un proceso de análisis casual? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.2 | ¿Realiza una evaluación del efecto de los cambios en el rendimiento del proceso? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SP2.3 | ¿Registra todos los datos del análisis causal y la resolución para utilizarlos en los proyectos y la organización? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |