

Revista
Española de
Innovación,
Calidad e
Ingeniería del Software



Volumen 4, No. 4, diciembre, 2008

Web de la editorial: www.ati.es

E-mail: reicis@ati.es

ISSN: 1885-4486

Copyright © ATI, 2008

Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada, o transmitida por ningún medio (incluyendo medios electrónicos, mecánicos, fotocopias, grabaciones o cualquier otra) para su uso o difusión públicos sin permiso previo escrito de la editorial. Uso privado autorizado sin restricciones.

Publicado por la Asociación de Técnicos en Informática

Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software (REICIS)

Editores

Dr. D. Luís Fernández Sanz

Departamento de Sistemas Informáticos, Universidad Europea de Madrid

Dr. D. Juan José Cuadrado-Gallego

Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Alcalá

Miembros del Consejo Editorial

Dr. Dña. Idoia Alarcón

Depto. de Informática

Universidad Autónoma de Madrid

Dr. D. José Antonio Calvo-Manzano

Depto. de Leng y Sist. Inf. e Ing. Software

Universidad Politécnica de Madrid

Dra. Tanja Vos

Instituto Tecnológico de Informática

Universidad Politécnica de Valencia

Dña. M^a del Pilar Romay

Fundación Giner de los Ríos

Dr. D. Alvaro Rocha

Universidade Fernando Pessoa

Dr. D. Oscar Pastor

Depto. de Sist. Informáticos y Computación

Universidad Politécnica de Valencia

Dra. Dña. María Moreno

Depto. de Informática

Universidad de Salamanca

Dra. D. Javier Aroba

Depto de Ing.El. de Sist. Inf. y Automática

Universidad de Huelva

D. Antonio Rodríguez

Telelogic

Dr. D. Pablo Javier Tuya

Depto. de Informática

Universidad de Oviedo

Dra. Dña. Antonia Mas

Depto. de Informática

Universitat de les Illes Balears

Dr. D. José Ramón Hilera

Depto. de Ciencias de la Computación

Universidad de Alcalá

Contenidos

REICIS

| | |
|--|-----------|
| Editorial | 4 |
| <i>Luís Fernández-Sanz, Juan J. Cuadrado-Gallego</i> | |
| Presentación | 5 |
| <i>Luis Fernández-Sanz</i> | |
| TestPAI: Un área de proceso de pruebas integrada con CMMI | 6 |
| <i>Ana Sanz, Javier Saldaña, Javier García y Domingo Gaitero</i> | |
| Propuesta para pruebas dirigidas por modelos usando el perfil de pruebas de UML 2.0 | 21 |
| <i>Beatriz Pérez-Lamancha, Pedro Reales Mateo, Ignacio García-Rodríguez de Guzmán y Macario Polo Usaola</i> | |
| Reseña sobre el taller de Pruebas en Ingeniería del Software 2008 (PRIS) | 37 |
| <i>Claudio de la Riva</i> | |
| Sección Actualidad Invitada: | 39 |
| Apoyo del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC) a la modernización de PYMES del sector TIC | |
| <i>Carlos Fernández Gallo, Jefe de Área de Informática, Subdirección General para la Economía Digital, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio</i> | |

TestPAI: Un área de proceso de pruebas integrada con CMMI

Ana Sanz, Javier Saldaña, Javier García
Departamento de Informática, Universidad Carlos III de Madrid
{asanz, jsaldana, jgarciag}@inf.uc3m.es

Domingo Gaitero
ATOS - ORIGIN S.A
domingo.gaitero@atosorigin.com

Abstract

Today, there are different organizations which are using CMMI to improve their processes. In many cases, they are interested in improving their testing process in parallel with the improvement of other processes. But CMMI does not provide the necessary support to improve testing process. In this paper, we analyze different testing reference models and propose a new process area to develop testing process improvement. TestPAI is a detailed defined process area which is integrated with CMMI to improve testing process. TestPAI has a structure similar to CMMI and includes all practices related to testing. Moreover, we have implemented TestPAI in a real organization successfully. For this, we defined a new testing process and modified other existing ones. Finally, we evaluated this new process to check its viability.

Key words: Software Testing Process, Testing Process Improvement, Testing Reference Model, CMMI.

Resumen

Actualmente existen numerosas organizaciones que están utilizando CMMI como modelo de referencia para mejorar sus procesos software. Muchas de ellas se encuentran interesadas en mejorar el proceso de pruebas al mismo tiempo que se produce la mejora en el resto de los procesos de la organización. Sin embargo, CMMI no proporciona el soporte adecuado para realizar dicha mejora. En este artículo, se analizan los diferentes modelos de referencia que existen en relación al proceso de pruebas y se propone una nueva área de proceso que proporcione el soporte necesario para llevar a cabo la mejora de dicho proceso. TestPAI es un área de proceso totalmente definida que puede ser integrada con CMMI para mejorar el proceso de pruebas de forma paralela a la mejora de otros procesos software. TestPAI tiene una estructura similar a CMMI e incluye todas las prácticas relacionadas con las pruebas. Además, TestPAI ha sido implementada satisfactoriamente en una organización real, siendo necesario para ello definir procesos nuevos y modificar algunos existentes, y se ha realizado una evaluación de la implantación de TestPAI y un análisis de los resultados.

Palabras clave: Proceso de Pruebas, Mejora del Proceso de Pruebas, Modelo de Referencia de Pruebas, CMMI.

1. Introducción

La calidad de un sistema software vendrá determinada por la calidad del proceso software que lo produce [1]. Análogamente, la calidad de las pruebas software vendrá determinada por la calidad del proceso de pruebas que se utilice. Así, la solución a muchos de los problemas relacionados con las pruebas consiste en tener un proceso de pruebas bien definido, gestionado y controlado, que comenzará con la fase de definición de requisitos y se desarrollará de forma paralela al proceso de desarrollo del software.

Un proceso de pruebas bien definido implica:

- Identificar y establecer los objetivos, políticas y estrategia de pruebas que guiarán al proceso.
- Desarrollar y mantener un plan de pruebas que recoja los aspectos necesarios para la gestión y control de las actividades de prueba.
- Definir las especificaciones necesarias para generar los casos de prueba adecuados.
- Identificar y establecer las medidas adecuadas para solucionar los posibles problemas encontrados.

La mejora del proceso de pruebas generará un conjunto de beneficios para la industria del software. Los más destacables son los siguientes [2]:

- Se produce un incremento de la satisfacción del cliente al utilizar un software con una cantidad de errores inferior.
- Se incrementa la eficiencia del proceso de desarrollo.
- Se facilita la definición y cumplimiento de los objetivos de calidad.
- Se incrementa la satisfacción de los trabajadores debido a que se proporcionan herramientas y recursos apropiados para la realización eficiente del trabajo.

Actualmente, existen diferentes empresas que están trabajando con CMMI para mejorar sus procesos. Según el perfil de madurez mundial de las organizaciones intensivas en software [3] elaborado por el Software Engineering Institute (SEI), de aquellas organizaciones (1024 en 2008) que evaluaron sus procesos con respecto al nivel 2 de capacidad establecido por el CMMI para los Procesos de Verificación y Validación, menos del 2% de las organizaciones lograron satisfacer totalmente ese nivel, mientras que las organizaciones que lo lograron satisfacer parcialmente, es decir no en la totalidad de los requisitos marcados por el CMMI, no superan el 4,5%.

Muchas de ellas se encuentran interesadas en la mejora de su proceso de pruebas, sin embargo CMMI no les proporciona el soporte necesario, y la integración de CMMI con otros modelos existentes es muy costosa debido a la incompatibilidad existente entre ellos. Así, el problema al que se enfrentan estas organizaciones es la carencia de un modelo de referencia que se integre totalmente con CMMI para llevar a cabo las actividades de mejora del proceso de pruebas de forma paralela a la mejora de otros procesos de la organización.

La hipótesis de este trabajo es desarrollar un área de proceso de pruebas que contenga todas las practicas relativas a las pruebas y se integre totalmente y de una forma sencilla con CMMI. De este modo, será posible desarrollar de forma eficaz las actividades relativas a la mejora del proceso de pruebas mientras se desarrollan las actividades de mejora relativas a otros procesos implementados dentro de la organización. El area de proceso de pruebas desarrollado permitirá que todas aquellas empresas que utilizan CMMI y desean mejorar el proceso de pruebas puedan alcanzar el objetivo marcado sin necesidad de utilizar un modelo de referencia diferente; es decir mediante una integración sencilla y completa del área de proceso de pruebas con CMMI.

Los objetivos principales de este trabajo son:

1. Definir un proceso de pruebas basado en el área de proceso de pruebas desarrollado.
2. Implantar el proceso de pruebas en una organización que se encuentre trabajando con CMMI y cuyo objetivo sea la mejora del proceso de pruebas.
3. Establecer un método que permita realizar una auto-evaluación del proceso de pruebas implantado y que se encuentre basado en SCAMPI [4].

La estructura de este artículo es la siguiente: en la sección 2 se describe los trabajos existentes en relación a la mejora del proceso de pruebas. La sección 3 especifica y describe el area de proceso que ha sido desarrollado: TestPAI. En la sección 4 se presenta la implementación que se ha realizado de TestPAI en una organización Española. Y, finalmente, en la sección 5 se muestran las conclusiones extraídas tras el desarrollo de este trabajo.

2. Análisis de los Modelos de Referencia de para el Proceso Pruebas

Un modelo de referencia orientado al proceso de pruebas define el marco de referencia necesario para poder determinar las fortalezas y debilidades del proceso de pruebas

implementado en la organización. Es decir, para poder determinar el estado actual del proceso y establecer el plan de mejora, se recogerán las prácticas existentes en la organización y se compararán con las propuestas en el modelo de referencia, por tanto el primer requisito de un modelo de referencia dirigido al proceso de pruebas será contener todas las prácticas relativas a las pruebas.

CMMI [5][6] es modelo de referencia más difundido dentro de la industria del software, por tanto si queremos que la mejora del proceso de pruebas se produzca de forma paralela a la del resto de los procesos de la organización será necesario que el modelo de referencia sea compatible e integrable con CMMI.

Actualmente, los modelos de referencia relacionados con la mejora del proceso de pruebas más destacables son: TMM [7], TMMI [8][9], TPI [10] y TMap [11][12]. Con el objetivo de evaluar si alguno de ellos proporciona una solución válida al problema definido anteriormente, se ha realizado un análisis de cada uno de ellos. Además de los modelos citados, se va a incluir CMMI en el análisis ya que los autores consideran adecuado evaluar si este modelo proporciona el soporte adecuado para llevar a cabo la mejora del proceso de pruebas.

CMMI for Development (*Capability Maturity Model Integration for Development*) es un modelo de madurez de mejora de procesos para el desarrollo de productos y servicios. En relación al proceso de pruebas define 3 áreas de proceso: *Product Integration, Validation y Verification*; sin embargo no cubren todas las necesidades del proceso de pruebas. El grado de abstracción con respecto a este proceso es muy elevado, lo trata como algo genérico mientras que necesita de una atención más centrada y una definición más exhaustiva.

TMM (*Test Maturity Model*) es un modelo de referencia centrado en el Proceso de Pruebas. La mejora del proceso de pruebas es soportada por único área de proceso que define un conjunto de niveles y objetivos de madurez en el TMM. Propone 5 niveles de madurez y describe una estructura interna implementada en cada uno de ellos, tal y como se ve en la figura 1.

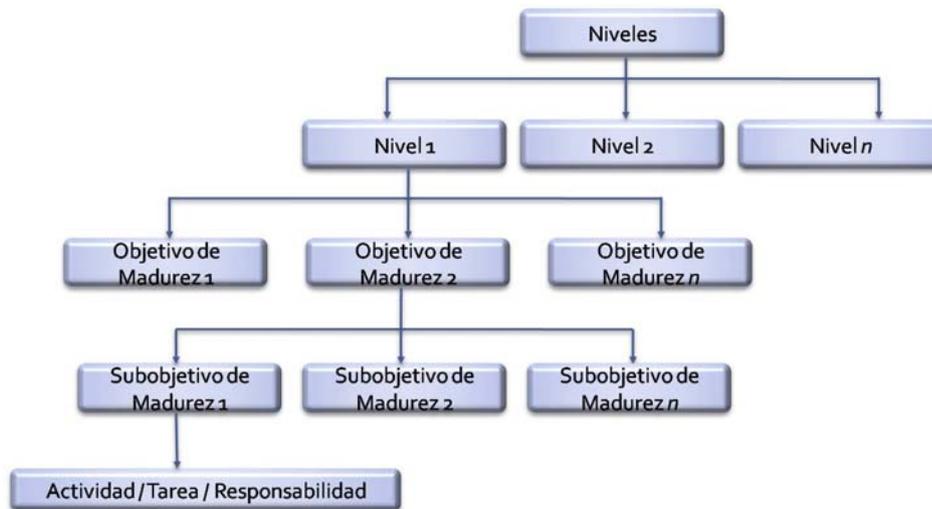


Figura 1. Estructura de TMM.

TMMi (*Test Maturity Model Integration*) es un modelo de referencia dirigido al proceso de pruebas. TMMi utiliza el concepto de niveles de madurez para la evaluación y mejora del proceso. Define cinco niveles de madurez con sus correspondientes áreas de proceso, así como los objetivos específicos y genéricos y prácticas específicas y genéricas. La figura 2 muestra su estructura.



Figura 2. Estructura de TMMi

TPI (*Test Process Improvement*) es un modelo de referencia dirigido al proceso de pruebas. Propone un conjunto de 20 áreas clave con diferentes niveles de madurez. Define una Matriz de Madurez de Pruebas para establecer las relaciones existentes entre las diferentes áreas, y determinar la relevancia de cada uno de los niveles. Además, establece un conjunto de Puntos de Comprobación y Sugerencias de Mejora.

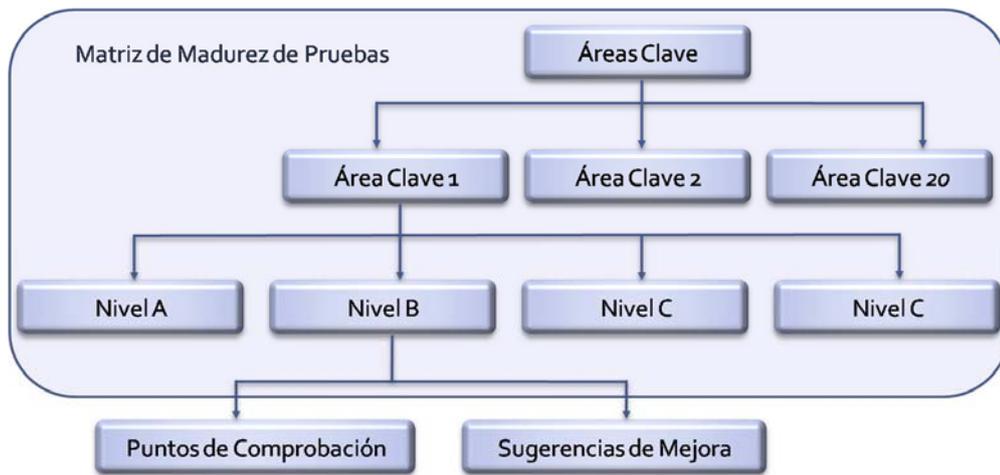


Figura 3. Estructura de TPI.

TMap (*Test Management approach*) es una metodología para el desarrollo de pruebas software. Los cuatro aspectos fundamentales de TMap son los siguientes:

1. TMap está basado en un enfoque BDMT (*Business Driven Test Management*).
2. TMap describe un proceso de pruebas estructurado.
3. TMap proporciona una caja de herramientas: técnicas, infraestructura y organización; para la realización de las pruebas.
4. TMap es una metodología adaptativa.

A diferencia de los modelos presentados anteriormente, TMap no proporciona un marco de referencia para establecer el nivel de capacidad o madurez del proceso de pruebas, sino que es una metodología que define cómo organizar, planificar, ejecutar y controlar las pruebas para obtener un producto de calidad. A pesar de ello, los autores han considerado apropiado incluirlo en este estudio.

Para realizar el análisis de los modelos citados se han definido seis criterios: Tipo, Cobertura completa, Completamente definido, Representación por etapas, Representación continua, y Conformidad con CMMI. Éstos criterios se encuentran definidos en la Tabla 1.

| Criterio | Definición |
|---------------------------|--|
| Tipo | Tipo de modelo de mejora. Puede ser un modelo de mejora de procesos si cubre los diferentes procesos existentes en la organización, o un modelo de mejora del proceso de pruebas si solamente cubre el proceso de pruebas. |
| Cobertura Completa | Un modelo de referencia proporciona Cobertura Completa si incluye todas las prácticas relativas a las pruebas. |
| Completamente Definido | Un modelo de referencia está Completamente Definido si todas las prácticas definidas en el modelo están completamente detalladas. |
| Representación por etapas | Un modelo de referencia proporciona la Representación por etapas si describe todos los objetivos y prácticas necesarias para establecer el nivel de madurez de la organización. |

| Criterio | Definición |
|-------------------------|---|
| Representación continua | Un modelo de referencia proporciona la Representación continua si describe todos los objetivos y prácticas necesarias para establecer el nivel de capacidad de la organización. |
| Conformidad con CMMI | Un modelo de referencia está en Conformidad con CMMI si tiene una estructura compatible con la estructura de CMMI y la integración entre ambos modelos puede realizarse de forma completa y sencilla. |

Tabla 1. Criterios definidos para realizar el análisis de los modelos de referencia.

La Tabla 2 resume los resultados obtenidos del estudio que ha sido realizado sobre los modelos citados anteriormente y teniendo en cuenta los criterios definidos.

| Criterio/Modelo | CMMI | TMM | TMMi | TPI | TMap |
|----------------------------------|------------------------------|---|---|---|---|
| Tipo | Modelo de mejora de procesos | Modelo de mejora del proceso de pruebas |
| Cobertura Completa | No | Si | Si | Si | Si |
| Completamente Definido | Si | Si | No | Si | Si |
| Representación por etapas | Si | Si | Si | Si | No |
| Representación continua | Si | No | No | No | No |
| Conformidad con CMMI | Si | No | No | No | No |

Tabla 2. Resultados del análisis de los modelos de mejora del proceso de pruebas.

Tras el análisis de los resultados, los autores han determinado que ninguno de los modelos existentes soluciona el problema descrito anteriormente: mejorar el proceso de pruebas mientras se realiza la mejora de otros procesos de la organización. La siguiente sección propone una nueva área de proceso cuyo objetivo es mejorar el proceso de pruebas.

3. TestPAI – Un área de proceso de pruebas integrado con CMMI

TestPAI es un área de proceso de pruebas integrado con CMMI. Se encuentra situada en el nivel 3 con los procesos de ingeniería. TestPAI ha sido desarrollado para proporcionar el marco de trabajo necesario para que la mejora del proceso de pruebas se desarrolle de forma paralela a la mejora de otros procesos implementados en la organización.

Cada vez hay más pequeñas y medianas empresas que están adquiriendo conciencia a cerca de la importancia del proceso de prueba y la mejora del mismo. Muchas de ellas están demandando un marco de trabajo que les proporcione las herramientas necesarias para realizar una mejora del proceso de pruebas de un modo

poco costoso y sencillo. Además, muchas de esas organizaciones se encuentran trabajando con CMMI para mejorar otros procesos implementados, por lo que necesitan que dicho marco de trabajo sea totalmente compatible e integrable con CMMI. Así, TestPAI surge para proporcionar una solución a este problema.

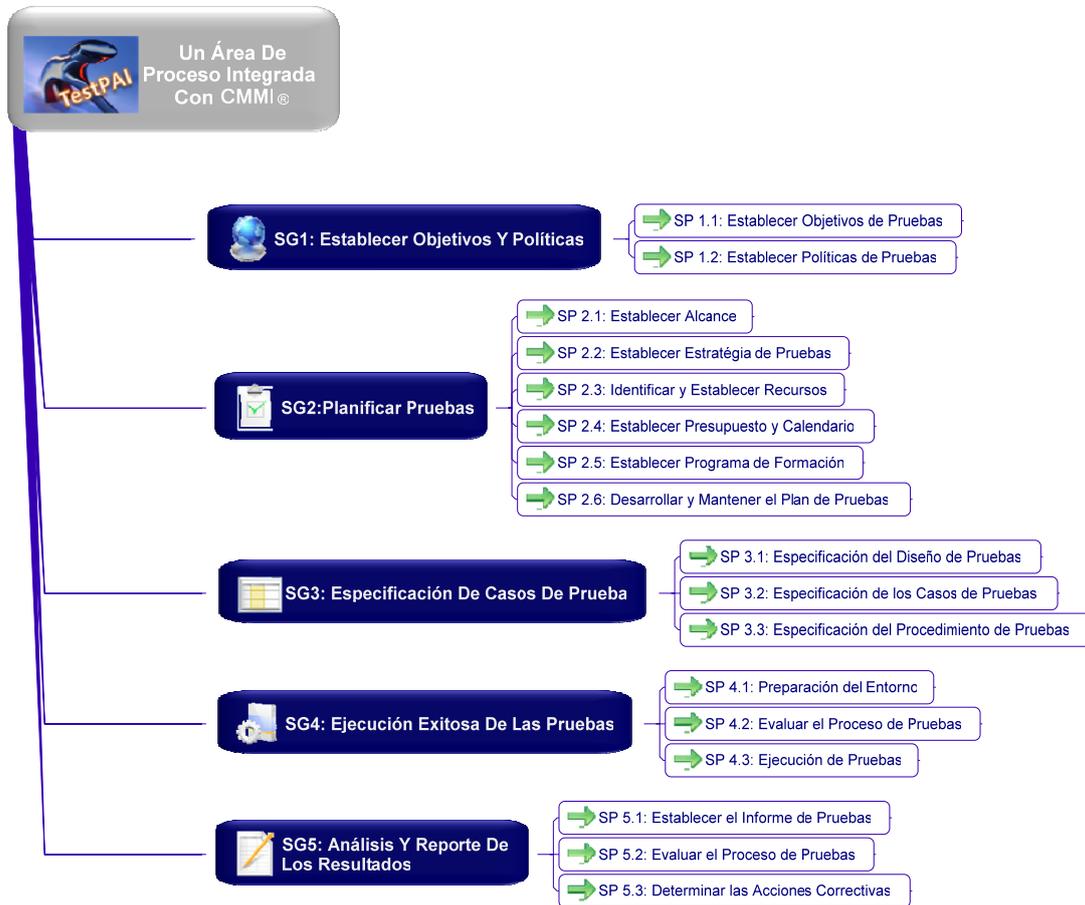


Figura 4. Objetivos y Prácticas Específicas de TestPAI

TestPAI incluye y define todas las prácticas relativas a las pruebas. Además, tiene la misma estructura que CMMI y contempla tanto la representación continua como la representación por etapas. Todo esto permite una sencilla y completa integración entre TestPAI y CMMI. TestPAI define cinco objetivos específicos (SG) y sus correspondientes prácticas específicas (SP), las cuales se muestran en la Figura 4.

El propósito del primer objetivo específico es definir los objetivos y políticas asociados a las pruebas. Se establecerán los objetivos de pruebas y la política de pruebas que permita alcanzar los objetivos definidos. La figura 5 ilustra este objetivo.



Figura 5. Prácticas Específicas del SG1.

El propósito del segundo objetivo específico es desarrollar y mantener el Plan de Pruebas. La planificación implica establecer y analizar los diferentes elementos que afectan a la gestión y desarrollo de las pruebas tales como definir alcance, analizar riesgos, definir la estrategia o asignar recursos entre otros. La Figura 6 muestra las seis prácticas específicas que contiene éste objetivo.

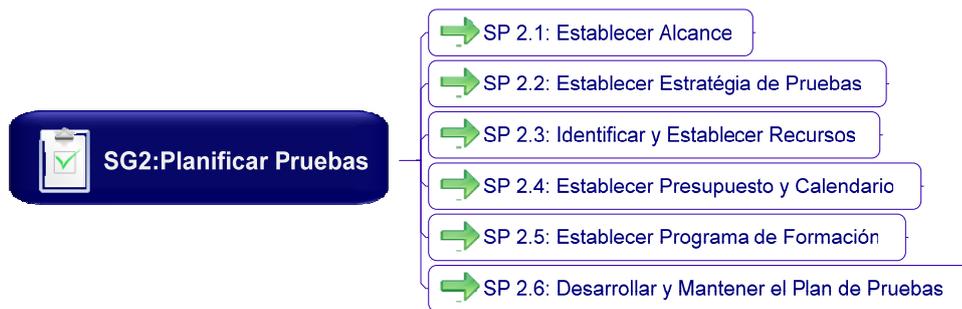


Figura 6. Prácticas Específicas del SG2.

El propósito del tercer objetivo específico es establecer la información necesaria para realizar una ejecución efectiva de las pruebas. Un proceso de pruebas bien definido implica determinar características que no se encuentran descritas en el Plan de Pruebas, como pueden ser las entradas, salidas o resultados esperados de una prueba. La figura 7 muestra las prácticas específicas de este objetivo específico.

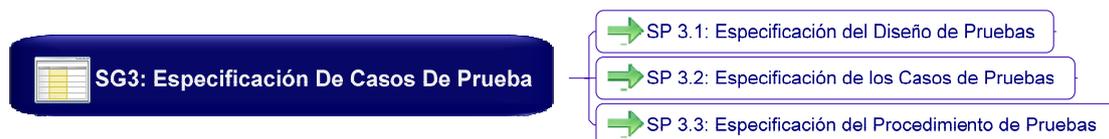


Figura 7. Prácticas Específicas del SG3

El propósito del cuarto objetivo es proporcionar la infraestructura adecuada para realizar las pruebas. Una ejecución de pruebas satisfactoria es un elemento importante en la mejora de la calidad del software, y preparar la infraestructura correctamente contribuye a que la ejecución se desarrolle de forma disciplinada. La figura 8 muestra las prácticas específicas de este objetivo específico.



Figura 8. Prácticas Específicas del SG4

El propósito del quinto objetivo es analizar, evaluar y comunicar los resultados obtenidos, con el objetivo de poder evaluar el proceso de pruebas y la calidad del producto. Contiene tres prácticas específicas que se muestran en la Figura 9.

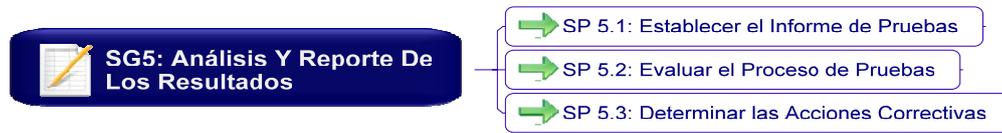


Figura 9. Prácticas Específicas del SG5.

En este apartado se ha descrito brevemente el conjunto de objetivos específicos definidos en TestPAI. La versión completa de TestPAI está disponible para ser consultada en la dirección http://sel.inf.uc3m.es/asanz/testpai/testpai_pa_fullversion_esp.pdf.

4. Implementación de TestPAI

TestPAI ha sido implementado en una organización Española con el objetivo de verificar que se produce la mejora del proceso de pruebas, mediante una integración sencilla y completa con CMMI.

La organización en la que se ha llevado a cabo la implementación es una de las principales compañías de seguros, cuyo mercado está dirigido al sector agrario. Tiene alrededor de 200 empleados, de los cuales aproximadamente 30 están en el departamento de informática.

Su misión es proporcionar las soluciones necesarias para el resto de las áreas de la organización con un alto nivel de calidad y optimizando el plazo de entrega para cada trabajo.

En una iniciativa previa, la organización llevó a cabo una mejora de procesos software que le permitió alcanzar un nivel 2 de CMMI. El objetivo de negocio actual es conseguir un nivel 3 de CMMI, pero además también se encuentran interesados en mejorar su proceso de pruebas. Desde que lograron un nivel 2 de CMMI los beneficios de la organización se han visto incrementados por lo que no desean cambiar de filosofía. Por ello, necesitan un modelo de referencia que les permita mejorar el proceso de pruebas al mismo tiempo que se realiza la mejora del resto de los procesos implementados en la organización. Para resolver su problema se propone la implementación de TestPAI.

Para poder llevar a cabo la implementación de TestPAI hubo que definir los diferentes pasos a seguir. En primer lugar, fue necesario Establecer los Objetivos de Mejora de la organización, en función de los antecedentes y los objetivos de la organización. Se detectó que existía una gran cantidad de mantenimiento correctivo, lo que denotaba que las pruebas eran ineficientes. A continuación, se llevó a cabo un Estudio de la Práctica Actual con el propósito de determinar cuáles eran las buenas prácticas y cuáles eran las malas prácticas que se estaban llevando a cabo en la organización. Para ello, se desarrollaron entrevistas tanto individuales (al personal clave, jefe de proyecto, analistas, etc.) como en grupo a los equipos de trabajo. Después de esto, se realizó una Adaptación de los Procesos de desarrollo de la organización para incluir las prácticas propuestas por TestPAI. Fue necesario definir nuevos procesos y modificar algunos ya existentes, además se llevó a cabo un proceso de verificación de los mismos. Finalmente, se realizó la Evaluación del Uso y la Mejora del Proceso de Pruebas Definido. Los equipos de trabajo comenzaron a utilizar los procesos en sus nuevos proyectos; al finalizar cada una de sus actividades rellenaban una lista de verificación que permitía evaluar si se había seguido el proceso y si se había seguido bien. Además, se consigue que el personal se implique en la actividad de mejora continua, y el refinamiento del proceso inicial aumentando la flexibilidad y adaptabilidad del proceso. La Figura 10 (ver apéndice) muestra estos pasos y las principales actividades de cada uno de ellos.

También se realizó la evaluación de la implementación de TestPAI mediante un proceso de verificación que se encuentra basado en la creación y uso de listas de comprobación. Este proceso de verificación define dos tipos de verificación:

- A. Verificación de la realización de los elementos de verificación (EV): se comprueba que los EV que el responsable del proyecto ha notificado como realizados, realmente han sido realizados. Este tipo de verificación podrá realizarse de forma automática o manual.
- B. Verificación de la calidad en la realización de los EV: se evaluará objetivamente la calidad en la realización de los EV.

La Figura 11 (ver apéndice) resume el proceso de verificación que se ha realizado, y la Tabla 3 (ver apéndice) muestra un ejemplo ilustrativo de un fragmento de una lista de comprobación que ha sido utilizada en el proceso de verificación de la implementación de TestPAI.

5. Conclusiones

TestPAI es un área de proceso definido y detallado que puede integrarse totalmente con CMMI. Esta área de proceso permite llevar a cabo la mejora del proceso de pruebas mientras se está realizando la mejora de otros procesos implementados dentro de la organización.

Muchas organizaciones Españolas utilizan CMMI para mejorar sus procesos. En muchos casos, el proceso de pruebas juega un papel importante dentro de su actividad de negocio, por lo que se encuentran interesadas en realizar la mejora del mismo. CMMI no proporciona un soporte completo para desarrollar actividades de mejora del proceso de pruebas, por lo que no es un modelo de referencia adecuado para este propósito. TestPAI es un área de proceso dedicada a resolver este problema; es compatible e integrable con CMMI, tanto en su representación continua como en su representación por etapas.

TestPAI ha sido implementada en una organización real. Para poder llevar a cabo dicha implementación, fue necesario definir un nuevo proceso de pruebas y adaptar otros procesos ya existentes en la organización como son el proceso de diseño y el proceso de construcción.

La implementación se llevó a cabo en varios proyectos piloto, obteniendo resultados similares en todos ellos. Es necesario que el personal realice un programa de formación previa en las actividades de pruebas y en las herramientas tecnológicas que ofrecen soporte a las mismas. Además, se debe mejorar las habilidades individuales y competencias del personal involucrado en las actividades de pruebas.

Agradecimientos

Este trabajo está soportado por el proyecto *Buen Gobierno de las Tecnologías de la Información* financiado por ATOS-ORIGIN S.A.

Referencias

- [1] Kit, E. *Software Testing in the Real World*. Addison-Wesley. 1995.
- [2] García, A. de Amescua, M. Velasco y A. Sanz, “Ten Factors that Impede Improvement of Verification and Validation Processes in Software Intensive Organizations”, *Software Process Improvement and Practice*, vol. 13, nº 4, pp 335-343, 2008.

- [3] Software Engineering Institute, *CMMI Maturity Profile March 2008 Report*. Carnegie Mellon University, (<http://www.sei.cmu.edu/appraisal-program/profile/pdf/CMMI/2008MarCMMI.pdf>), 2008.
- [4] Bush, M. y Dunaway, D. *CMMI Assessments. Motivating Positive Change*. Addison-Wesley. 2005
- [5] SEI, *CMMi® for Development*. SEI, Carnegie Mellon University, 2006.
- [6] Paulk, M., Weber, C., Curtis, B. y Chrisis, M. *The Capability Maturity Model*. Addison-Wesley. 1995.
- [7] Burnstein, I. *Practical Software Testing*. Springer-Verlag. 2002.
- [8] van Veenendaal, E., *Guidelines for Testing Maturity*. Published in: STEN Journal, Vol IV, 2006.
- [9] van Veenendaal, E., *Test Maturity Model Integration (TMMi) Versión 1.0*. TMMI Foundation (www.tmmifoundation.org), 2008.
- [10] Koomen, T. *Test process improvement: a practical step-by-step guide to structured testing*. Addison Wesley. 1999.
- [11] Pol, M., Teunissen, R. y van Veenendaal, E. *Software Testing. A guide to the TMap Approach*. Addison-Wesley. 2002.
- [12] Koomen, T., van der Aalst, L., Broekman, B. y Vroon, M. *TMap Next for result-driven testing*. UTN Publishers. 2006.

Apéndice

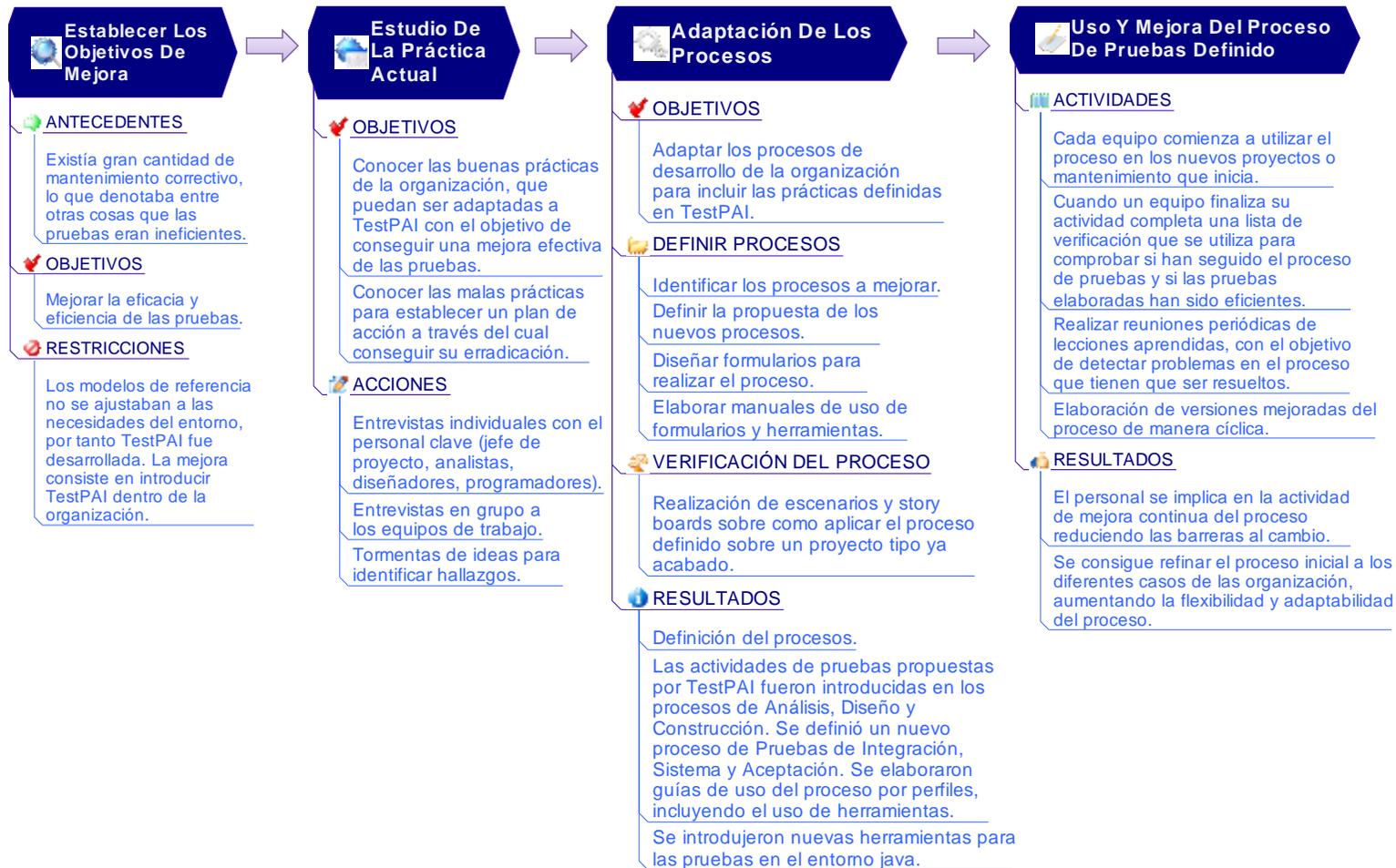


Figura 10. Implementación de TestPAI.



Figura 11. Proceso de Verificación

| Responsable: | Nº Trabajo: | Tipo Trabajo: | | |
|---|--------------------------|---------------|----------------------|-----------------|
| Entorno de Desarrollo: | | Fecha: | | |
| ELEMENTOS A VERIFICAR | | | | |
| ELEMENTO | ACEPTACION | OBSERVACIONES | ACCIONES CORRECTIVAS | FECHA DE CIERRE |
| Se han registrado los resultados de la ejecución de las pruebas de sistema. | <input type="checkbox"/> | | | |
| Se han evaluado los resultados de la ejecución de las pruebas de sistema. | <input type="checkbox"/> | | | |
| Se han aceptado los resultados de la ejecución de las pruebas de sistema. | <input type="checkbox"/> | | | |
| | <input type="checkbox"/> | | | |

Tabla 3. Ejemplo de un fragmento de una Lista de Verificación.