

Elaboración de planes de la calidad en proyectos de software

Amalia I. Álvarez

Universidad ORT Uruguay, Laboratorio de Ingeniería de Software,
Montevideo, Uruguay.
alvarez_a@ort.edu.uy

y

Matilde López

Universidad ORT Uruguay, Laboratorio de Ingeniería de Software,
Montevideo, Uruguay.
matulopez@adinet.com.uy

Resumen

La adecuada definición de un proceso de software aumenta la posibilidad de que un proyecto obtenga un producto de calidad aceptable. En el presente trabajo se presentan los planes de la calidad como instrumento para documentar el proceso de software en un proyecto determinado. Los planes de la calidad pueden tener características diferentes en función de la metodología elegida para cada proyecto, por lo que se presentan dos alternativas para su diseño: una alternativa para metodologías “tradicionales” y otra para metodologías “ágiles”. Asimismo se incluye un ejemplo de aplicación de plan de la calidad para cada una de las metodologías.

Palabras claves: proceso de software, plan de la calidad, metodología de desarrollo de software.

INTRODUCCIÓN

Para lograr que un producto de software sea de calidad adecuada es necesario realizar determinadas actividades de manera sistemática, esto implica planificar desde el comienzo del proyecto la calidad y realizar un plan para alcanzar los objetivos trazados en cuanto a la misma. A este plan se le conoce comúnmente como *Plan de la calidad*.

En el presente trabajo se brindan los elementos para planificar la calidad en un proyecto de software, identificando qué es necesario documentar en función de la forma de trabajo que se haya decidido utilizar por el equipo. Esta forma de trabajo puede diferir en función del riesgo del proyecto, su tamaño, el número de personas involucradas, así como también otros aspectos que serán analizados más adelante.

Dado que el plan de la calidad es un instrumento de apoyo de un equipo de proyecto para la definición de su forma de trabajo, éste debe adecuarse a las características de cada situación.

A continuación se presentarán los procesos de software y cómo estos se adaptan de acuerdo a la realidad de cada proyecto, los planes de la calidad como instrumento para formalizar la adaptación de los procesos y un caso de aplicación del instrumento sugerido. Por último se presentan las conclusiones del trabajo y las lecciones aprendidas de la aplicación.

PROCESOS DE SOFTWARE

Para definir un proceso de software, primero veremos cuál es la definición de Proceso. “Un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman entradas en salidas”. [16]

De acuerdo a esta definición, para definir un proceso es importante conocer cuáles son las actividades que se deben realizar, cómo se relacionan entre sí, qué recursos requieren para poder ser ejecutadas, qué ingresa al proceso y cuál es resultado del mismo.

Cada disciplina requiere el uso de recursos diferentes, por lo cual a continuación se incluye una definición de *Proceso de software* que ha resultado apropiada a los fines de este trabajo.

“Un proceso de software es un conjunto de actividades, métodos, prácticas y transformaciones que las personas usan para desarrollar y mantener software y sus productos asociados (por ejemplo: planes, especificaciones, diseños y pruebas).”[11]

De acuerdo a esta definición, el proceso de software puede ser definido de forma estructural para una organización, o de forma dinámica para cada proyecto.

Por otra parte, uno de los pilares que ha acompañado a la ingeniería de software en los últimos años ha sido impulsado por Humphrey y sostiene que la calidad de un producto de software está determinada, en buena medida, por la calidad del proceso usado para desarrollarlo y mantenerlo.[6]

A lo largo de este trabajo se plantearán alternativas que brinden flexibilidad a la hora de determinar el proceso de software a utilizar para la realización de un proyecto de software determinado.

TIPOS DE PROCESOS DE SOFTWARE

Los procesos pueden ser categorizados de acuerdo a su tamaño, es decir el número de elementos que lo componen (actividades, estándares, productos); de acuerdo a su densidad, es decir la granularidad o grado de detalle que tienen sus componentes; y el peso, que resulta de la combinación del tamaño con la densidad. [2]

En función de estos elementos se puede decir que aquellos procesos que poseen un grado de detalle importante en cuanto a tamaño y densidad pueden considerarse procesos pesados o **tradicionales**, mientras que aquellos que cuentan con un tamaño pequeño y baja densidad pueden considerarse, livianos, flexibles o **ágiles**.

A continuación se presentan algunas características de los procesos tradicionales y los procesos ágiles.

Tradicionales

Los *Procesos Tradicionales* utilizan procesos formales y son apropiados para proyectos de gran dimensión, larga duración, que resuelven problemas complejos o de alto riesgo, o que involucran equipos numerosos o que trabajan de forma distribuida.

En general los procesos tradicionales se centran en el *proceso*; definiendo con gran nivel de detalle los elementos que los componen, siendo poco tolerantes a los cambios.

Ágiles

Los procesos de desarrollo *Ágil* de software son una iniciativa que agrupa una serie de metodologías (como por ejemplo: eXtreme Programming; SCRUM; Crystal; FDD) que se basan en la *adaptabilidad ante el cambio* como medio para aumentar las posibilidades de éxito de un proyecto. [5]

En general los procesos ágiles se centran en las *personas*; en su comunicación directa y sus habilidades en vez de en procesos formales. Trabajando con estos procesos se reduce el costo del cambio en las diferentes etapas de vida del sistema. [3]

DEFINICIÓN DEL PROCESO PARA EL PROYECTO

Cada proyecto resuelve un problema de características únicas y por lo tanto la forma de resolver estos problemas debe ser analizada de acuerdo al contexto de cada proyecto. Por esta razón surge la necesidad de planificar de qué manera será resuelto el problema, considerando diferentes aspectos como el tamaño y complejidad del proyecto, el nivel de criticidad del producto, la forma de comunicación dentro y fuera del proyecto y la volatilidad de los requisitos, entre otros.

Al proceso de definición de la forma de trabajo en el proyecto se le conoce como planificación de la calidad o adaptación del proceso. La planificación de la calidad tiene por objetivo determinar las actividades y recursos requeridos para realizar un producto, proyecto o contrato particular. Al resultado de este proceso de planificación se le conoce como Plan de la calidad. [7]

Algunas organizaciones han alcanzado el conocimiento y la madurez suficiente basada en experiencias anteriores, la cual han plasmado en forma de procesos organizacionales. Estos procesos son posteriormente adaptados en cada proyecto bajo la forma de procesos definidos. [9] [14]

Las actividades sugeridas para desarrollar el Plan de la calidad son las siguientes: [10]

1. Identificar el ambiente o entorno del proyecto y sus características.
2. Seleccionar el proceso y las actividades a realizar.
3. Documentar el plan de la calidad.
4. Mantener el plan de la calidad.

A continuación se desarrollarán los aspectos a tener en cuenta en cada una de las actividades mencionadas.

Identificar el ambiente del proyecto y las características.

El ambiente del proyecto y las características del mismo brindarán los elementos a tener en cuenta al determinar de qué forma definir el proceso a utilizar.

Algunos de los factores de ambiente a considerar son: políticas, estrategias y procedimientos organizacionales; número de personas y partes involucradas; forma de comunicación dentro del equipo y con el cliente, madurez de la organización con el tipo de proyecto y riesgos del proyecto. [9]

Las características que podría ser recomendable evaluar son: ciclo de vida esperado para el producto, estado actual en el ciclo de vida; requerimientos del sistema y del software; tamaño y complejidad del problema; criticidad del proyecto y tipo de sistema, software o servicio a brindar.

Seleccionar el proceso y las prácticas a realizar.

En etapas tempranas de un proyecto es importante comenzar con la definición de la forma de trabajo que tendrá como resultado el Plan de la calidad para el proyecto. Este plan es natural que vaya evolucionando a medida que el proyecto avanza y el equipo va aprendiendo sobre el problema que se está resolviendo.

Como resultado de esta actividad se podrán tener un conjunto de elementos que componen el proceso a utilizar en el proyecto. Dependiendo de las características de cada proyecto y su ambiente, se escogerán los elementos del proceso que se consideren necesarios.

Algunos de los elementos que implicará la definición del proceso son los siguientes: [8]

- Identificar un modelo de ciclo de vida adecuado para el problema a resolver.
- Identificar los procesos necesarios para el proyecto. Esto podría incluir prácticas, responsabilidades, productos y precedencias entre las actividades.
- Identificar necesidades de capacitación del equipo de proyecto.
- Definir criterios de aceptación para los diferentes componentes del producto de software y servicios a entregar.

- Definir las actividades de revisión, verificación y validación con el objetivo de asegurar la calidad del software, así como también los mecanismos a utilizar para dar resolución a los problemas que surjan a lo largo del proyecto.
- Identificar estándares, convenciones, especificaciones de pruebas, uso de herramientas para el soporte del proceso de software, etc.
- Definición de mecanismos de medición de satisfacción de clientes, del proceso de software y del producto de software.
- Definir el proceso de gestión de la configuración del software.

Documentar el plan de la calidad.

Es importante que se documenten las decisiones más importantes al seleccionar las prácticas que se van a utilizar en el proyecto. El documento donde se va a guardar esa información además de los aspectos que el equipo de proyecto considera que es importante comunicar interna o externamente al proyecto es el Plan de la Calidad.

Mantener el plan de la calidad.

Los proyectos involucran un cierto grado de incertidumbre que conlleva la imposibilidad de prever todos los escenarios posibles al definir el proceso de software, por lo que será necesario revisar la aplicación y adecuación del plan de la calidad a la realidad del proyecto para mantenerlo actualizado a medida que se va avanzando en la ejecución del proyecto.

PLANES DE LA CALIDAD

“Un plan de la calidad es un documento que especifica qué procedimientos y recursos deberían aplicarse, quién debe aplicarlos y cuándo deberían aplicarse a un proyecto, proceso, producto o contrato específico, de manera de poder alcanzar los objetivos de la calidad.”[15]

El plan de la calidad para un proyecto puede adaptar la definición general del proceso de una organización a un proyecto determinado, especificando aspectos tales como quién genera los requisitos, qué forma tomarán y quién los revisará.

Otra alternativa de uso de los planes de la calidad es generarlos en cada proyecto, sin utilizar una guía organizacional, aunque esto conlleva a que se pierda la oportunidad de aprovechar el conocimiento adquirido a lo largo de las diversas experiencias.

Dado que el plan de la calidad es un instrumento de apoyo de un proyecto para la definición de su forma de trabajo, estos deben adecuarse al tipo de proceso o metodología que utiliza cada equipo para el desarrollo de software.

Por esta razón dentro de los formatos de los planes de la calidad se han definido dos tipos de planes: los planes de la calidad para *Procesos Tradicionales* y para *Procesos Ágiles*.

Adaptación de procesos tradicionales

Los procesos tradicionales, como se vio anteriormente se caracterizan por un alto nivel de detalle en la definición de los elementos que lo componen (actividades y productos del proceso de software principalmente).

El plan de la calidad que se propone en este trabajo para modelar este tipo de procesos utiliza un formato tabular en el cual se identifican dos grupos de actividades: aquellas que dependen de la fase del ciclo de vida y aquellas actividades que son independientes de la fase en curso.

Las actividades dependientes de la fase son aquellas que están vinculadas únicamente a una fase del proceso de desarrollo. Por ejemplo, la actividad de *Especificación de la arquitectura del software* es una actividad que está comprendida en la fase de *Diseño del software*. Véase ejemplo de formato del Plan de la calidad en la Tablas 1 y 2.

Código Tarea	Actividad	Producto Resultado	Producto Consumido	Rol Responsable	Roles Participantes	Documento Referencia
Fase N° : Nombre de la Fase						
...
Fase N° : Nombre de la Fase						
...

Tabla 1 - Planilla con la descripción de las fases del proyecto

Las actividades independientes de la fase son aquellas que se realizan a lo largo de todo el ciclo de vida, sin importar la fase en la que se encuentre el proyecto. Entre las actividades que se pueden encontrar están las actividades de los procesos de gestión del proyecto: planificación del proyecto, ejecución, control y cierre, gestión de la configuración del software, etc.

A continuación se presenta un ejemplo de formato de plan de la calidad para actividades independientes de la fase.

Código Tarea	Actividad	Producto Resultante	Producto Consumido	Rol Responsable	Roles Participantes	Documento Referencia
Actividades independientes de las fases						
...						
Actividades iniciales de cada iteración						
...						
Actividades iniciales del Proyecto						
...						

Tabla 2 - Planilla con la descripción de las actividades independientes al proyecto

En el siguiente cuadro se puede ver la descripción para cada campo identificado en el plan de la calidad presentado en las Tablas 1 y 2.

Campo	Descripción
<i>Fase N°</i>	Número y nombre de la fase del proyecto. (Por ejemplo: Fase de Ingeniería de Requerimientos, Fase de Diseño, etc.).
<i>Actividades independientes de las fases</i>	Actividades independientes a las fases del ciclo de vida utilizado. (Por ejemplo: elaboración del plan de capacitación, análisis de riesgos, etc.)
<i>Actividades iniciales de iteración</i>	Actividades que se realizan al inicio de cada iteración (por ejemplo: realización de cronograma de tareas, asignación de tareas, etc.)
<i>Actividades iniciales del proyecto</i>	Actividades que se realizan al inicio del proyecto (por ejemplo: generación del reglamento interno, generación del plan de comunicaciones, etc.)
<i>Código de Tarea</i>	Código de la tarea perteneciente a esa fase o actividad.
<i>Actividad</i>	Nombre de la actividad lo más descriptivo posible del objetivo de la misma.
<i>Producto Resultado</i>	Nombre del producto o productos resultantes de la actividad. (por ejemplo: ESRE – Especificación de Requisitos)

Campo	Descripción
<i>Producto Consumido</i>	Nombre del producto o productos consumidos por la actividad. (por ejemplo: al realizar el Diseño, un Producto Consumido puede ser el ESRE)
<i>Rol Responsable</i>	Rol responsable de la tarea, es decir, el rol que va a estar a cargo de que la tarea se realice.
<i>Roles Participantes</i>	Roles que participan en la realización de la tarea.
<i>Documento de Referencia</i>	Documento que se deberá tomar como referencia o tener en cuenta para realizar la actividad (por ejemplo el Instructivo para el ESRE en el caso de la actividad Especificación de Requisitos) y opcionalmente, la descripción de la actividad (tareas) perteneciente a esa fase.

Adaptación de procesos ágiles

Los procesos ágiles, como se mencionó previamente, están fuertemente orientados a la gente. Por esta razón los elementos que es necesario documentar a la hora de realizar la adaptación del proceso son diferentes que los identificados en procesos tradicionales.

Para lograr el compromiso de las personas que integran el equipo con la forma de trabajo, se definen en primera instancia valores y principios rectores del equipo, los cuales pueden ser tomados de los valores y principios de la organización. Estos deben ser comprendidos y compartidos por todo el equipo.

Esto es considerado tan importante, que en algunas metodologías cada integrante del equipo debe firmar la declaración de valores y principios en señal de adherencia y compromiso.

A continuación se presenta un ejemplo de tablas que permiten formalizar los valores y principios o prácticas de un proyecto.

Valores

Tabla 3 - Valores de los Procesos Ágiles

Los valores que define el equipo de trabajo representan aspectos que se han considerado como fundamentales para garantizar el éxito de un proyecto de desarrollo de software. Los valores pueden ser: [13]

- Comunicación
- Simplicidad
- Realimentación
- Coraje

Esta metodología se basa en principios o prácticas básicas, los cuales se dividen en cuatro categorías: [12]

- Retroalimentación a escala fina.
 - El principio de pruebas.
 - Proceso de planificación.
 - El cliente en el sitio.
 - Programación en parejas.

- Proceso continuo en lugar de por lotes.
 - Integración continua.
 - Refactorización.
 - Entregas pequeñas.
- Entendimiento compartido.
 - Diseño simple.
 - Metáfora.
 - Propiedad colectiva del código.
 - Estándar de codificación.
- Bienestar del programador.
 - La semana de 40 horas.

En el proceso de adaptación de las prácticas a un proyecto es muy importante que se conozca el objetivo de cada una de ellas, de manera de asegurar que las prácticas elegidas sean adecuadas y suficientes para asegurar la calidad del producto de software.

El conjunto de prácticas definidas debe permitir asegurar que se entrega al cliente un producto que satisface sus necesidades, en el tiempo prometido y con el costo acordado; todo esto asegurando que el producto podrá ser mantenido una vez finalizado el proyecto.

A continuación se presenta un ejemplo de formato de plan de la calidad para documentar las prácticas a realizar en un proyecto. Se incluye la identificación de la práctica, cómo esta se desarrollará en el proyecto y cuál es el objetivo que se persigue al realizarla.

Prácticas	Desarrollo	Objetivos/Fundamentos

Tabla 4 - Planilla de los Procesos Ágiles

Campo	Descripción
<i>Prácticas</i>	Se ingresa el nombre de las prácticas del proceso
<i>Desarrollo</i>	Se ingresa lo que hay que hacer en esa práctica.
<i>Objetivos / Fundamentos</i>	Se ingresa lo que se busca lograr con esa práctica

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

Para mostrar la aplicación de los planes de la calidad propuestos se tomó como ejemplo dos proyectos de fin de Carrera de Licenciatura en Análisis de Sistemas de Información de la Facultad de Ingeniería de la Universidad ORT Uruguay.

La carrera mencionada tiene una duración de cuatro años más el proyecto final, el cual tiene una duración total de seis meses.

Descripción de los Proyectos

Proyecto PICIS

El proyecto PICIS [4] desarrolla un sistema a medida respondiendo a las necesidades del cliente, un Instituto especializado en la medicina cardiaca pediátrica.

Este Instituto tiene la necesidad de modernizar un antiguo sistema informático que se ha visto superado por las necesidades actuales de ver imágenes, videos y obtener información resumida a

partir de él. Por este motivo el Sistema PICIS viene a mejorar las características del antiguo sistema y a aportar nuevos métodos para un Instituto de Medicina de punta dentro del Uruguay.

El equipo de trabajo se integró por cinco estudiantes que optaron por utilizar una metodología tradicional.

A modo de ejemplo se incluye a continuación un extracto del plan de la calidad definido para modelar la fase de pruebas del proyecto.

Cod. Tarea	Actividad	P. Resultado	P. Consumido	Rol Resp.	Roles Part.	Doc. de Referencia
Fase: Pruebas						
TC4.1	Planificación de la fase de pruebas	Plan de pruebas / casos de prueba	ESRE ESI PROY REUS	ARQ	GEPRO TESTER	
TC4.2	Ejecución de pruebas	Reportes de problemas	Casos de prueba	TESTER		Plan de pruebas

Proyecto Pocket Data Solution

El objetivo principal de este proyecto [5] es desarrollar una aplicación de captura de datos para usarse en dispositivos móviles.

La plataforma seleccionada para la aplicación es PockectPC, el desarrollo del código se realizó utilizando el entorno de desarrollo .Net y Nunit como herramienta de pruebas automáticas.

El equipo de trabajo se integró por dos estudiantes que optaron por utilizar una metodología ágil para el proyecto

A continuación se presenta a modo de ejemplo la representación del plan de la calidad utilizado.

Prácticas	Desarrollo	Objetivos/Fundamentos
Planificación	Planificar el trabajo del proyecto en iteraciones de dos semanas de duración	Aplicar un proceso de desarrollo flexible que se adapte a las necesidades del cliente. Obtener retroalimentación del usuario en forma rápida.
Metáfora (Arquitectura)	Documentar la arquitectura básica en un diagrama.	Se busca lograr una estructura del sistema en una forma que todos los integrantes del equipo la comprendan y recuerden. Todos saben que es lo que tienen que realizar. Es una herramienta de comunicación con el Cliente.
Diseño simple	Realizar el código lo más simple posible.	Se busca que el código sea simple para que cada uno de los desarrolladores entienda perfecto lo que se está haciendo y no pierda tiempo en entenderlo.
Pruebas unitarias	Realizar pruebas a medida que se desarrolla el sistema.	Se busca que durante el desarrollo se realicen pruebas para encontrar errores lo más temprano posible y así el retrabajo sea menor.
Refactorio	Mientras van desarrollando el sistema, los programadores mejoran el código continuamente.	Se busca que el diseño se mantenga simple, que la cantidad de errores disminuya y los programadores puedan desarrollar más rápido.
Integración continua	Integrar continuamente las distintas partes desarrolladas del sistema.	Las integraciones continuas apuntan a disminuir los errores generados en la etapa de integración.
Propiedad Colectiva (El código es de todos)	Para que todos los programadores conozcan el código, se desarrolla en pareja.	Se busca que los programadores conozcan todo el código desarrollado, esto hace más ágil y más flexible al proceso de desarrollo.

Prácticas	Desarrollo	Objetivos/Fundamentos
25 horas semanales	Cantidad de horas semanales que pueden trabajar los programadores.	Se busca mejorar el animo del equipo y disminuir los errores producidos por el cansancio y aumentar la productividad
Comunicación permanente con el cliente	Comunicación diaria con el cliente.	Se busca que el cliente este informado de la evolución y comunique los cambios necesarios. También ante cualquier duda sobre requerimientos se puede consultar al cliente rápidamente.

El aprendizaje durante el proyecto se modeló de la siguiente forma.

Planificar iteraciones cortas de dos semanas de duración	En las iteraciones 1 y 2 pudimos detectar en forma temprana retrasos respecto a los plazos inicialmente fijados y ajustar los planes de acuerdo a los niveles de productividad registrados en cada iteración. Los resultados de aplicar la práctica fueron muy buenos, se continuará aplicando durante el desarrollo de la segunda entrega.
-----------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

CONCLUSIONES

La definición de un proceso en un proyecto de software es un elemento fundamental para obtener un producto de software de calidad adecuada. Se destacan dos tendencias metodológicas para enfocar la forma de trabajo de un equipo de software: los procesos *tradicionales* y los procesos *ágiles*.

Para documentar el proceso de software de un proyecto específico existe un instrumento denominado Plan de la calidad. Los elementos a incluir en el Plan de la calidad varían según la metodología a utilizar en el proyecto.

Si la metodología a utilizar es *tradicional* es importante registrar información detallada sobre las actividades a realizar. En estos casos el plan se podrá organizar en dos partes en función de si las actividades dependen de la fase del ciclo de vida o no. En todos los casos se documentará: la actividad, el producto resultado, el producto consumido, el rol responsable de la actividad, los roles participantes y el documento de referencia (si fuese aplicable).

En cambio, si la metodología a utilizar es *ágil*, se deberá detallar información de cada una de las prácticas a realizar. Para ello se puede utilizar una tabla en dónde se ingresa la siguiente información: prácticas a realizar, cómo deberán realizarse y los objetivos y/o fundamentos de cada práctica. Complementariamente se deberán formalizar los valores compartidos por el equipo.

Se puede destacar también que los *procesos Tradicionales* utilizan procesos formales y son apropiados para proyectos de gran dimensión o complejidad, número elevado de integrantes o equipos que trabajan dispersos geográficamente, en cambio los *Procesos ágiles* se centran en las personas, en su comunicación directa y sus habilidades, por lo que son apropiados para proyectos de menor complejidad o riesgo y equipos que trabajan en un mismo lugar físico.

Para tomar la decisión del tipo de proceso a utilizar y el grado de detalle que tendrá el plan de la calidad es importante considerar diversos aspectos del proyecto tales como: políticas y procedimientos organizacionales, número de personas y partes involucradas, forma de comunicación entre las partes involucradas, madures de la organización y sus integrantes, riesgos del proyecto, ciclo de vida esperado para el producto, requerimientos del producto, tamaño y complejidad del mismo.

En el presente trabajo se ha desarrollado un ejemplo de formato para el plan de calidad buscando reflejar los dos tipos de metodologías identificadas. El contenido en ambos casos será diferente y esto debería verse reflejado en la forma utilizada para documentar el proceso del proyecto.

Para ejemplificar esto y evaluar su aplicación se realizó una verificación empírica en dos proyectos de fin de carrera en la Universidad ORT Uruguay, ambos trabajando con diferentes enfoques metodológicos, incluyendo pequeños ejemplos de uso.

Si la organización cuenta con un proceso a nivel organizacional, este deberá ser adaptado bajo la forma de *proceso definido* para cada proyecto considerando las reglas para la adaptación impuestas en la organización.

Una vez que se ha documentado el plan de la calidad para un proyecto es importante tener en cuenta que el mismo deberá ser mantenido conforme este avanza, adelantando siempre su elaboración a la realización de las actividades y adecuando la forma de trabajo para reflejar el aprendizaje del equipo, buscando evitar la ocurrencia de problemas.

Un beneficio adicional resultante de contar con un plan de la calidad para el proyecto es que al finalizar el mismo se contará con la posibilidad de realizar un análisis de la eficacia del proceso, las modificaciones realizadas y la justificación de las mismas.

En aquellos casos que la organización no cuente con un proceso organizacional, los planes de la calidad de los proyectos brindan una excelente aproximación a los elementos que el proceso a nivel de la organización podrá tener. En aquellas organizaciones con un grado mayor de madurez, la formalización le permitirá sistematizar las mediciones al proceso y el análisis de las variaciones en su aplicación.

REFERENCIAS

- [1] Beck, Kent. 1999. *Extreme Programming Explained. Embrace Change*. Addison-Wesley, USA.
- [2] Cockburn, Alistair. 2001. *Agile Software Development*. Addison-Wesley, USA.
- [3] Desarrollo Ágil de Software. 2001. Manifiesto for Agil Software Development. Estados Unidos. Disponible en Internet: <http://www.agilemanifesto.org>
- [4] Grupo Proyecto PICIS. 2002. *Plan de Calidad Proyecto Picis*. Montevideo. Software Factory. Disponible en Universidad ORT Uruguay – Software Factory.
- [5] Grupo Proyecto Pocket Data Solution 2003. *Plan de la Calidad*. Montevideo. Software Factory. Disponible en Universidad ORT Uruguay – Software Factory.
- [6] Humphrey, Watts S. 1989. *Managing the software process*. Addison-Wesley, USA.
- [7] ISO 9001. 2000. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. ISO. Suiza.
- [8] ISO/IEC 90003. 2004. *Software engineering – Guidelines for the application of ISO 9001:2000 to computer software*. ISO/IEC. Suiza.
- [9] ISO/IEC 12207. 1995. *Information technology – Software life cycle processes*. ISO/IEC. Suiza.
- [10] ISO/IEC TR 15271. 1998. *Information technology - Guide for ISO/IEC 12207 (Software Life Cycle Processes)*. ISO/IEC. Suiza.
- [11] Jonás A. Montilva C., Ph.D. 2004. *Mejoramiento de Procesos de Software*. Universidad de Los Andes - Facultad de Ingeniería, Postgrado en Computación. Mérida, Venezuela. Disponible en

Internet:<http://ulaweb.adm.ula.ve/DSIA/presentaciones/Mejoramiento%20de%20procesos20de%20software%20CMM.ppt>

[12] Programación Extrema. 2005. *Programación Extrema*. México. Disponible en internet: <http://www.programacionextrema.org>

[13] Robles, Gregorio/Ferrer, Jorge. 2002. *Programación eXtrema y Software Libre*. Madrid. Disponible en internet: <http://ultimaorbita.com/raciel/x-ezine/x2/2x010-XP.html#AEN81>

[14] SEI (Software Engineering Institute). 2005. *CMMI Web Site*. Estados Unidos. Disponible en Internet: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/cmmi.html>

[15] SEPT (Software Engineering Process Technology) 1999. *Norma ISO/IEC 12207 Information technology – Software life cycle processes*. Estados Unidos. Disponible en Internet: <http://www.12207.com/>

[16] UNIT-ISO 9000. 2000. *Sistemas de Gestión de la calidad - Vocabulario*. UNIT. Uruguay.