



**Universidad Carlos III de Madrid**

## **TESIS DOCTORAL**

**Librería de Activos para la Gestión del Conocimiento sobre  
Procesos Software: PAL-Wiki**

**Autor:**

**Leonardo Bermón Angarita**

**Directores:**

**Antonio de Amescua Seco**

**Javier García Guzmán**

**DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA**

**Leganés, Septiembre 2010**



# TESIS DOCTORAL

Librería de Activos para la Gestión del Conocimiento sobre Procesos  
Software: PAL-Wiki

Autor: Leonardo Bermón Angarita

Directores: Dr. Antonio de Amescua Seco  
Dr. Javier García Guzmán

Firma del tribunal calificador

Nombre	Firma
Presidente:	
Secretario:	
Vocal:	
Vocal:	
Vocal:	
Secretario:	
Calificación:	

Leganés, de de



## RESUMEN

La **mejora de procesos de software** describe las acciones a tomar para cambiar el proceso en la organización y así cumplir las necesidades de negocio y lograr sus objetivos de negocio más efectivamente. Para lograr la implementación de estrategias de mejora del proceso se debe crear una infraestructura con soporte a la definición, despliegue y realimentación del proceso y otras actividades relacionadas con el proceso

Una de tales infraestructuras de soporte son las **librerías de activos de proceso** (*Process Asset Library - PAL*). Las PAL son repositorios de documentos con información útil para el personal que está definiendo, implementando, gestionando y ejecutando procesos en las organizaciones. Las PAL también contribuyen al aprendizaje de procesos por medio de la consulta de activos que incluyan ejemplos y material de formación para entender y aplicar los procesos definidos.

Sin embargo, actualmente las PAL presentan algunos problemas: almacenan conocimiento formal pero sólo en algunas está estructurado y estandarizado según algún modelo de referencia; el conocimiento informal y tácito no está incluido; la medición y preservación de los activos es un proceso difícil de implementar; se requiere la definición de los activos de forma colaborativa, estrategias adecuadas de búsqueda de activos; y el almacenamiento de activos aplicados durante el desarrollo de proyectos específicos.

Para solucionar estos problemas, esta tesis doctoral plantea la incorporación de técnicas de **gestión del conocimiento** basadas en tecnologías **Web 2.0**. Específicamente, se ha utilizado una **wiki** como mecanismo para desarrollar la solución propuesta denominada **PAL-Wiki**. La PAL-Wiki se caracteriza por implementar un conjunto de procesos de gestión del conocimiento que apoya el **aprendizaje y uso de procesos de software**. Las funciones de gestión del conocimiento incluyen: **adquisición, organización, distribución, utilización, preservación y medición** del conocimiento sobre el proceso de software. La PAL-Wiki ha sido validada por medio de su aplicación en procesos de desarrollo ágiles.



## ABSTRACT

**Software Process Improvement** describes the actions to be taken to change the process in the organization and thus meeting the business needs and achieve their business objectives more effectively. To achieve the implementation of process improvement strategies should create an infrastructure to support the definition, deployment and feedback of the process and other activities related to the process.

One such support infrastructure is the **Process Asset Library - PAL**. PALs are repositories of documents with useful information for staff that are defining, implementing, managing and executing processes in the organizations. The PAL also contributes to the learning process through the query of assets, including examples and training materials to understand and implement the defined processes.

However, currently the PALs present some problems: formal knowledge stored but only some are structured and standardized according to a reference model, the informal and tacit knowledge is not included, and measuring and preservation of assets is a difficult process to implement; requires the definition of assets in a collaborative manner, appropriate strategies for searching assets and storage assets used during the development of specific projects.

To solve these problems, this thesis proposes the incorporation of **Knowledge Management** techniques based on **Web 2.0** technologies. Specifically, a **wiki** is used as a mechanism to develop the proposed solution called **PAL-Wiki**. The PAL-Wiki is characterized by implementing a set of knowledge management processes that support the **learning and use of software processes**. The knowledge management functions include: **acquisition, organization, distribution, use, preservation and measurement of knowledge about the software process**. The PAL-Wiki has been validated through its application in agile development processes.





## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer la ayuda de muchas personas de la Universidad Carlos III de Madrid durante la realización de esta tesis.

En primer lugar, a mis directores de tesis Antonio y Javi quienes guiaron mi trabajo con su constante motivación y amplio conocimiento.

A Maribel por sus valiosos aportes, colaboración y consejos para la culminación de este trabajo.

A mis compañeros del grupo de investigación del Software Engineering Lab por brindarme su ayuda durante estos años: Álvaro, Hugo, Diana, Alejandro, Jhon, Javi, Antonio, Ana, Alberto, Arturo y Fuen.

A mi familia, que desde la distancia siempre me ha estado apoyando. Dedico este trabajo de investigación a mis padres y hermanos.



# Tabla de Contenido

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	MOTIVACIÓN .....	1
1.2	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.3	HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	6
1.4	OBJETIVOS DE LA TESIS DOCTORAL.....	7
1.5	MÉTODO DE RESOLUCIÓN .....	8
1.6	VALIDACIÓN.....	10
1.7	ESTRUCTURA DE LA TESIS DOCTORAL.....	11
2.	ESTADO DEL ARTE.....	13
2.1	ÁREAS DE CONOCIMIENTO.....	13
2.1.1	GESTIÓN DEL CAMBIO .....	14
2.1.2	GESTIÓN DEL PROCESO .....	15
2.1.2.1	Definición del proceso .....	15
2.1.2.2	Mejora del proceso de software .....	17
2.2	CONCEPTO DE PAL.....	19
2.2.1	ACTIVOS DE PROCESO .....	19
2.2.2	BIBLIOTECAS DIGITALES .....	21
2.2.3	LIBRERÍAS DE ACTIVOS DE PROCESO .....	21
2.2.4	OBJETIVOS Y BENEFICIOS DE UNA PAL .....	23
2.2.4.1	Objetivos de una PAL .....	24
2.2.4.2	Beneficios de una PAL.....	25
2.2.5	ORÍGENES E HISTORIA DE LAS PAL.....	27
2.2.5.1	Área de Proceso: Enfoque de Procesos de la Organización.....	28
2.2.5.2	Área de Proceso: Definición de Procesos de la Organización .....	30
2.3	DESARROLLO DE PAL.....	33
2.3.1	TECNOLOGÍAS PARA EL PROCESO DE SOFTWARE.....	33
2.3.2	DESARROLLO DE PAL EN LA INDUSTRIA .....	34
2.3.2.1	EzyLib .....	34
2.3.2.2	EPF Composer .....	34

2.3.2.3 Select Process Director.....	35
2.3.2.4 IRIS Process Author.....	36
2.3.2.5 EssWork .....	37
2.3.2.6 Microsoft Team Foundation Server .....	38
2.3.3 PAL EN SITIOS WEB PÚBLICOS .....	39
2.3.3.1 Spawar System Center Pacific .....	39
2.3.3.2 Goddard Space Flight Center de la NASA.....	40
2.3.3.3 PAL-SS .....	41
2.4. GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO .....	42
2.4.1 CONOCIMIENTO .....	42
2.4.2 GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO .....	44
2.4.3 SISTEMAS DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO.....	45
2.4.3.1 Actividades de Gestión del Conocimiento .....	46
2.4.3.2 Clasificación de Sistemas de Gestión del Conocimiento .....	49
2.4.4 GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE SOFTWARE 50	
2.4.5 PAL COMO REPOSITORIO DE CONOCIMIENTO .....	52
2.4.6 HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DEL PROCESO UTILIZANDO LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO .....	53
2.4.6.1 Factoría de Experiencia.....	53
2.4.6.2 ProKnowHow .....	54
2.4.6.3 Milos .....	55
2.4.6.4 EPG/ER.....	55
2.5 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS PAL .....	56
2.6. SISTEMAS WEB 2.0 Y WIKIS .....	63
2.6.1 WEB 2.0.....	64
2.6.2 WIKIS .....	66
2.6.2.1 Características de las wikis .....	67
2.6.2.2 Tipos de wikis .....	69
2.6.2.3 Beneficios y desventajas de las wikis.....	70
2.6.2.4 Software para implementar wikis.....	71
2.6.3 WIKIS PARA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO.....	72

2.6.4 WIKIS Y APLICACIONES EN INGENIERÍA DEL SOFTWARE .....	73
2.6.5 WIKIS Y PAL .....	76
3. DESCRIPCIÓN DE LA PAL-WIKI .....	81
3.1 CAPACIDADES DE LA PAL-WIKI .....	81
3.2 PROCESO DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO DE LA PAL-WIKI .....	83
3.2.1 VISIÓN GENERAL DE LA PAL-WIKI .....	83
3.2.2 SUB-PROCESOS DE LA PAL-WIKI .....	85
3.3 MODELO DE PROCESO DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO SOBRE PROCESOS DE SOFTWARE .....	92
3.4 MODELO ESTRUCTURAL .....	136
4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PAL-WIKI .....	149
4.1 MÉTODOS ÁGILES .....	149
4.1.1 PRINCIPIOS DE AGILIDAD .....	150
4.1.2 PROGRAMACIÓN EXTREMA .....	151
4.2 APLICACIÓN DE LA PAL-WIKI PARA MÉTODOS ÁGILES .....	155
4.2.1 PROCESOS IMPLEMENTADOS .....	155
4.2.2 ESTRUCTURA IMPLEMENTADA DE LA PAL-WIKI .....	156
4.2.3 ESTRUCTURA DE LOS PROCESOS ÁGILES .....	157
4.3 IMPLEMENTACIÓN DE LA PAL-WIKI .....	171
4.3.1 TECNOLOGÍAS SELECCIONADAS .....	171
4.3.1.1. Herramienta wiki .....	171
4.3.1.2 Otras tecnologías utilizadas .....	173
4.3.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA MEDIAWIKI .....	173
4.3.2.1 Modelo de capas .....	173
4.3.2.2 Conceptos de Mediawiki .....	175
4.3.3 ADAPTACIÓN DE LA WIKI COMO PAL .....	176
4.3.3.1 Configuraciones básicas .....	176
4.3.3.2 Configuraciones avanzadas .....	177
4.4 INTERACCIÓN DEL USUARIO .....	178
4.4.1 ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO .....	179
4.4.2 ORGANIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO .....	181
4.4.3 DISTRIBUCIÓN DEL CONOCIMIENTO .....	181

4.4.4 UTILIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO.....	183
4.4.5 PRESERVACIÓN DEL CONOCIMIENTO.....	184
4.4.6 GESTIÓN DE USUARIOS .....	185
4.4.7 GESTIÓN DE CAMBIOS .....	186
4.4.8 MEDICIÓN DEL CONOCIMIENTO .....	187
5. VALIDACIÓN.....	189
5.1 INTRODUCCIÓN .....	189
5.1.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	189
5.1.2 HIPÓTESIS.....	190
5.1.3 VARIABLES OBJETO DE ESTUDIO .....	190
5.2 PLANIFICACIÓN DE LA VALIDACIÓN.....	191
5.2.1 CONTEXTO .....	191
5.2.2 FASE 1: CURSO SIN PAL-WIKI.....	193
5.2.2.1 Etapa de Formación.....	193
5.2.2.2 Etapa de Proyecto.....	194
5.2.3 FASE 2: CURSO CON PAL-WIKI.....	194
5.2.3.1 Etapa de Formación.....	195
5.2.3.2 Etapa de Proyecto.....	197
5.2.4 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS.....	198
5.2.5 EVALUACIÓN DE LA VALIDEZ.....	200
5.3. EJECUCIÓN DE LA VALIDACIÓN .....	201
5.3.1 FASE 1: CURSO SIN PAL-WIKI.....	201
5.3.2 FASE 2: CURSO CON PAL-WIKI .....	202
5.4 ANÁLISIS LA VALIDACIÓN .....	203
5.4.1 ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS.....	204
5.4.1.1 Estadísticas de acceso a la PAL-Wiki .....	204
5.4.1.2 Resultados del cuestionario de la etapa de formación.....	208
5.4.1.3 Resultados del cuestionario de la etapa de proyecto .....	211
5.4.1.4 Grados de corrección de productos de trabajo .....	217
5.4.2 OBJETIVO 1: EVALUAR EL GRADO DE INDEPENDENCIA DE LOS INGENIEROS DE SOFTWARE PARA REALIZAR LOS PROCESOS .....	217

5.4.3 OBJETIVO 2: DETERMINAR SI EL USO DE LA PAL-WIKI AYUDA A LOS USUARIOS A APRENDER NUEVOS PROCESOS DE DESARROLLO.....	223
5.4.4 OBJETIVO 3: DETERMINAR SI EL USO DE LA PAL-WIKI MEJORA LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS DE TRABAJO DE LA EJECUCIÓN DE NUEVOS PROCESOS DE DESARROLLO .....	226
5.5 CONCLUSIONES DE LA VALIDACIÓN.....	227
6. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	231
6.1 CONCLUSIONES .....	231
6.2 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN .....	233





## Lista de Figuras

- Figura 1-1.** Ciclos del proyecto.
- Figura 2-1.** Áreas de conocimiento.
- Figura 2-2.** Actividades de gestión del proceso.
- Figura 2-3.** Niveles de madurez de CMMI.
- Figura 2-4.** Modelo IDEAL.
- Figura 2-5.** Ejemplo de utilización de una PAL.
- Figura 2-6.** Áreas de proceso de gestión de procesos básicos.
- Figura 2-7.** Enfoque de procesos de la organización.
- Figura 2-8.** Definición de procesos de la organización.
- Figura 2-9.** Activos de proceso software durante el desarrollo de proyectos.
- Figura 2-10.** *EPF Composer*.
- Figura 2-11.** *Select Process Director*.
- Figura 2-12.** *IRIS Process Author*.
- Figura 2-13.** Prácticas y ejemplo de tarjeta de *EssWork*.
- Figura 2-14.** Portal del proyecto en *Microsoft Team Foundation Server*.
- Figura 2-15.** PAL de *SSC Pacific*.
- Figura 2-16.** PAL del *Goddard Space Flight Center*.
- Figura 2-17.** Estructura de la PAL-SS.
- Figura 2-18.** Fases de conversión del conocimiento.
- Figura 2-19.** Actividades de la gestión del conocimiento.
- Figura 2-20.** Proceso software basado en conocimiento.
- Figura 2-21.** Factoría de experiencia.
- Figura 2-22.** Arquitectura de *ProKnowHow*.
- Figura 2-23.** Gestión del conocimiento en *MILOS*.
- Figura 2-24.** Arquitectura de *EPG/ER*.
- Figura 2-25.** Infraestructura de transformación de la Web 1.0 a Web 2.0.
- Figura 2-26.** Tecnologías Web 2.0.
- Figura 2-27.** Diagrama de clases de tipos de activos de procesos.

**Figura 3-1.** Visión general de la PAL-Wiki.

**Figura 3-2.** Sub-procesos de la PAL-Wiki.

**Figura 3-3.** Gestión del conocimiento sobre el proceso software.

**Figura 4-1.** Prácticas XP.

**Figura 4-2.** Sub-procesos implementados.

**Figura 4-3.** Estructura de los procesos de la PAL-Wiki.

**Figura 4-4.** Procesos ágiles definidos en la PAL-Wiki.

**Figura 4-5.** Estructura de un servidor *MediaWiki*.

**Figura 4-6.** Funcionamiento del sistema *MediaWiki*.

**Figura 4-7.** Conceptos de *MediaWiki*.

**Figura 4-8.** Ingreso en la PAL-Wiki.

**Figura 4-9.** Página principal de la PAL-Wiki.

**Figura 4-10.** Definición de un proceso.

**Figura 4-11.** Contenidos del proceso definido.

**Figura 4-12.** Transparencias asociadas a un proceso.

**Figura 4-13.** Asignación de elementos de trabajo a un proceso.

**Figura 4-14.** Índice de procesos ágiles definidos en la PAL-Wiki.

**Figura 4-15.** Búsqueda de conocimiento.

**Figura 4-16.** Resultados de una búsqueda en la PAL-Wiki.

**Figura 4-17.** Utilización de un activo de proceso software.

**Figura 4-18.** Estimación de esfuerzo utilizando un producto de trabajo.

**Figura 4-19.** Edición de contenidos.

**Figura 4-20.** Participación en discusiones.

**Figura 4-21.** Eliminación de contenidos de la PAL-Wiki.

**Figura 4-22.** Creación de usuarios de la PAL-Wiki.

**Figura 4-23.** Seguimiento de usuarios.

**Figura 4-24.** Historial de versiones de contenidos.

**Figura 4-25.** Medición del conocimiento.

**Figura 5-1.** Marco temporal de las fases y etapas de validación.

**Figura 5-2.** Procedimiento de análisis.

**Figura 5-3.** Ejecución de la Fase 1.

- Figura 5-4.** Ejecución de la Fase 2.
- Figura 5-5.** Número de accesos.
- Figura 5-6.** Número de usuarios.
- Figura 5-7.** Páginas totales vistas.
- Figura 5-8.** Páginas más consultadas.
- Figura 5-9.** Promedio de tiempo en la PAL-Wiki.
- Figura 5-10.** Promedio de páginas por visita.
- Figura 5-11.** Cantidad de activos descargados.
- Figura 5-12.** Mediciones descriptivas del cuestionario de formación.
- Figura 5-13.** Puntuación total de las escalas del cuestionario de la etapa de formación.
- Figura 5-14.** Distribución de ítems de diferencial semántico en etapa de formación.
- Figura 5-15.** Mediciones descriptivas del cuestionario de proyecto.
- Figura 5-16.** Puntuación total de las escalas del cuestionario de la etapa de proyecto.
- Figura 5-17.** Acciones realizadas por los usuarios.
- Figura 5-18.** Distribución de ítems de diferencial semántico en etapa de proyecto.
- Figura 5-19.** Distribución de productos de trabajo en etapa de proyecto.



## Lista de Tablas

- Tabla 2-1.** Lista de activos de proceso.
- Tabla 2-2.** Factores de uso de una PAL.
- Tabla 2-3.** Situaciones comunes de una PAL.
- Tabla 2-4.** Ejemplos de contenidos de una PAL.
- Tabla 2-5.** Niveles de conocimiento.
- Tabla 2-6.** Tipos de repositorios de conocimiento.
- Tabla 2-7.** Estudio comparativo de herramientas relacionadas.
- Tabla 2-8.** Implementación de áreas en PALs.
- Tabla 2-9.** Principios de diseño de wikis e impacto en la gestión del conocimiento.
- Tabla 2-10.** Aplicaciones de las wikis en Ingeniería del Software.
- Tabla 2-11.** Áreas de KM implementadas en herramientas y en la tesis.
- Tabla 3-1.** Usuarios de la PAL-Wiki.
- Tabla 3-2.** Descripción de elementos SPEM.
- Tabla 4.1.** Elementos estructurales implementados en la PAL-Wiki.
- Tabla 4-2.** Elementos de proceso de la PAL-Wiki.
- Tabla 4-3.** Criterios de selección del sistema wiki.
- Tabla 4-4.** Tecnologías utilizadas.
- Tabla 5-1.** Variables objeto de estudio.
- Tabla 5-2.** Cuestionario de la Etapa de Formación.
- Tabla 5-3.** Cuestionario de la Etapa de Proyecto.
- Tabla 5-4.** Calendario de prácticas de la Fase 2.
- Tabla 5-5.** Respuestas del cuestionario de la etapa de formación.
- Tabla 5-6.** Respuestas del cuestionario de la etapa de proyecto.
- Tabla 5-7.** Criterios de evaluación de los productos de trabajo.
- Tabla 5-8.** Estadísticas descriptivas de grados de corrección de productos de trabajo.
- Tabla 5-9.** Estadísticas de acceso a los procesos en la etapa de formación.
- Tabla 5-10.** Variables correlacionadas en las etapas de formación y de proyecto.
- Tabla 5-11.** Accesos, grado de dificultad y grados de corrección de procesos.



## Abreviaturas

CMMI	Capability Maturity Model
CRC	Class – Responsibility - Collaboration
CRM	Customer Relationship Management
DHIP	Desarrollo de Herramientas Informáticas de Productividad
DLL	Dynamic Link Library
EPG/ER	Electronic Process Guide/Experience Repository
FAA	Federal Aviation Administration
GPL	General Public License
HTML	Hypertext Markup Language
IDEAL	Initiating – Diagnosing – Establishing – Acting - Leveraging
IPRC	International Process Research Consortium
ISO	International Organization for Standardization
KM	Knowledge Management
OPD	Organizational Process Definition
OPF	Organizational Process Focus
OTS	off the shelf
PAL	Process Asset Library
PHP	Hypertext Preprocessor
RSS	Rich Site Summary
SEPO	Systems Engineering Process Office
SOP	Software Organization Platform
SPAWAR	Space and Naval Warfare
SPEM	Software & Systems Process Engineering Metamodel
SPI	Software Process Improvement
UML	Unified Modeling Language
WYSIWYG	What You See Is What You Get
XP	eXtreme Programming





# 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta tesis es crear un repositorio de conocimiento acerca del proceso de software utilizando conceptos de gestión del conocimiento y basado en tecnologías Web 2.0 apoyando el aprendizaje y uso del proceso durante el desarrollo de proyectos. El repositorio de conocimiento implementa una Librería de Activos de Proceso de Software (*Process Asset Library - PAL*) por medio de un sistema wiki que permite la adquisición, organización, distribución, uso, preservación, medición y mejora del conocimiento del proceso software.

## 1.1 MOTIVACIÓN

Las organizaciones desarrolladoras de software requieren de habilidades para desarrollar productos de software con una alta calidad y cumpliendo los plazos de tiempos y presupuestos exigidos (Barreto et al., 2008) (Ruiz-González, 2004).

Para cumplir los objetivos anteriores se puede aplicar un enfoque orientado al proceso que proporcione una disciplina al equipo de desarrollo, gestione y controle la calidad de los productos desarrollados e incremente la capacidad para lograr objetivos comunes (Fuggetta et al., 2005). La implementación de un enfoque orientado al proceso de software en una organización debe realizar una efectiva gestión del cambio, creando una cultura de disciplina del proceso durante el desarrollo de software para que se pueda gestionar y controlar la calidad de los productos de software construidos.

El cambio hacia una cultura centrada en el proceso se refleja en patrones ordenados y consistentes de comportamiento tanto a nivel individual como de grupo que siguen un proceso común que debe estar documentado, ser medido y controlado (Kulpa et al., 2003). Además, el personal debe estar entrenado para conocer y practicar el proceso, y así superar las barreras organizacionales resistentes al cambio.

La gestión del cambio hacia una cultura basada en el proceso es una tarea difícil que tiene un gran impacto en las personas, tecnologías, gestión y organización. La **Mejora del Proceso Software** surge como una disciplina para afrontar estos desafíos, al incrementar la complejidad y la necesidad de mejorar la calidad y eficiencia de las prácticas de Ingeniería del Software (Allison et al., 2007).

Para lograr la mejora del proceso, se requiere de una infraestructura tecnológica que soporte el conocimiento que ha sido creado y capturado para representar y documentar el proceso. Este conocimiento se gestiona en una **Librería de Activos de Procesos** (*Process Asset Library - PAL*) que soporta el almacenamiento, recuperación y despliegue de las definiciones del proceso y proporciona mecanismos de comunicación y realimentación para que sea efectiva la implementación del cambio y mejoras en la organización (Bayona et al., 2008) (Turner, 2007).

El conocimiento sobre el proceso de software en una PAL debe ser almacenado, gestionado, presentado y reutilizado efectivamente sirviendo como punto de referencia para acumular experiencias exitosas que fomenten la mejora del proceso de software (García et al., 2007).

El área de la **Gestión del Conocimiento** ofrece conceptos e ideas útiles para generar, compartir y aplicar el conocimiento de las organizaciones, para participar activamente en comunidades y redes, y aumentar las habilidades para aprender y entender las relaciones entre conocimiento, personas y procesos (Baskerville et al., 2006). La Gestión del Conocimiento se convierte en un elemento crucial para el éxito en la competitiva y siempre cambiante industria del software (Bjornson et al., 2008).

Para una gestión y despliegue efectivos de los elementos del proceso en una PAL, se pueden aplicar técnicas de gestión del conocimiento que ayuden a detectar, seleccionar,

organizar, filtrar, presentar y usar el conocimiento acerca del proceso por parte del personal de la organización (Derniame et al., 2004).

Para facilitar el desarrollo de sistemas de gestión del conocimiento, la **Web 2.0** ofrece una infraestructura de tecnologías de una forma más colaborativa e interactiva (Murugesan, 2007). Se pueden aplicar tecnologías Web 2.0 como las **wikis** para explotar las ventajas de la gestión del conocimiento, usando la Web como plataforma tecnológica de gestión del proceso, permitiendo la construcción colaborativa del conocimiento, potenciando las competencias organizacionales y fomentando las experiencias enriquecedoras de los usuarios que participan en proyectos utilizando conocimiento sobre el proceso de software (Ras et al., 2009). El uso de las tecnologías Web 2.0 permitirá aplicar estrategias de implementación del cambio que reduzcan la resistencia al cambio y motiven al personal en la transición hacia la mejora del proceso.

### 1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el contexto actual de la industria del software se impone cada vez más presión sobre la productividad y eficiencia de las organizaciones. Se hace inevitable que las empresas cambien, ya sea para reaccionar frente a cambios en el entorno o para introducir nuevas estrategias de negocio que permitan posicionarse sobre la competencia.

La mejora de procesos software describe las acciones a tomar para cambiar el proceso en la organización y así cumplir las necesidades de negocio y lograr sus objetivos de negocio más efectivamente. Para lograr la implementación de estrategias de mejora del proceso se debe crear una infraestructura con soporte a la definición, despliegue y realimentación del proceso y otras actividades relacionadas con el proceso (Canfora et al., 2006).

Por lo tanto, se requiere desarrollar infraestructuras técnicas y organizativas que den soporte a las actividades del proceso de software y faciliten el trabajo a los equipos de gestión de procesos organizativos (encargados del desarrollo y mantenimiento del proceso) y a los equipos de desarrollo (consumidores y usuarios del proceso para construir el producto final).

Estos equipos de trabajo no siempre estarán motivados a utilizar los activos de proceso, especialmente si no cuentan con algún tipo de soporte para crear, almacenar, buscar y

encontrar el conocimiento relevante para realizar sus actividades (Derniame et al., 2004) (Ruiz-González et al., 2004).

Por esta razón, se deben buscar mecanismos que contribuyan a considerar el conocimiento acerca del proceso de software como un objeto que se puede almacenar, tratar, difundir o compartir y así resolver algunas cuestiones específicas que se presentan en los proyectos de desarrollo de software (Vermaa et al., 2008):

- Los trabajadores gastan mucho tiempo buscando información necesaria para realizar su trabajo.
- El conocimiento esencial sólo está disponible en la cabeza de algunos empleados.
- La información valiosa está sepultada en pilas de documentos y datos.
- Errores costosos son repetidos debido a la indiferencia e ignorancia de experiencias previas.

Las organizaciones desarrolladoras de software tienen problemas para definir dicho conocimiento sobre el proceso de software, para saber dónde está, quién lo tiene, qué pasos se deben seguir y cómo utilizarlo para la realización de proyectos específicos (Raffo et al., 2008) (Bayona et al., 2008).

Mejorar las prácticas de software es una prioridad para crear e institucionalizar nuevo y mejor conocimiento sobre cómo desarrollar software (Niazi et al., 2005). Uno de los principales desafíos actuales es crear mecanismos para administrar el conocimiento sobre el proceso de software (Aurum et al., 2008) (Jones, 2004).

La documentación del proceso necesita ser presentada de una nueva forma a los equipos, proporcionando información que ellos necesiten cuando la necesiten (Jacobson et al., 2007). Estos problemas afectan a los equipos de desarrollo, quienes necesitan mecanismos para aprender y utilizar nuevos procesos y así realizar con éxito sus tareas durante los proyectos (Forrester, 2006). Además, los equipos deben ser entrenados en estos nuevos procesos con una infraestructura de bajo coste para la organización (Dangle et al., 2005). Para que el aprendizaje sea efectivo, el proceso debe ser fácil de entender, los contenidos de la PAL deben ser fácilmente flexibles y modificables al ser aplicados en diferentes proyectos, y se deben tener interfaces bien definidas a otros procesos relacionados (Burnstein, 2003).

Las técnicas de Gestión del Conocimiento pueden contribuir a solucionar los problemas detectados. La gestión del conocimiento se enfoca en la captura, codificación, y diseminación de conocimiento a través de la organización, produciendo y distribuyendo conocimiento como un activo explícito (Adler, 2008). Su aplicación en las PAL ayudará a aumentar las habilidades para desarrollar y almacenar conocimiento de tecnologías y a su vez adherirse a procesos y metodologías organizacionales (Ward et al., 2004).

Según la experiencia de la *Federal Aviation Administration (FAA)* de los Estados Unidos, la gestión de conocimiento combinada con las mejoras prácticas en Ingeniería del Software representan una interacción positiva que beneficia a la organización y a los programas de mejora (Burke et al., 2005). La gestión del conocimiento aplicada a las PAL incrementará las habilidades para desarrollar y almacenar conocimiento de procesos organizacionales (Edwards et al., 2005) (Jalote, 2002). Una herramienta para la gestión del conocimiento que se puede aplicar al proceso de software son las wikis, las cuales son aplicaciones basadas en la tecnología Web 2.0, que animan a los usuarios a añadir, editar y mejorar el conocimiento por medio de su edición colaborativa de forma fácil y rápida (Al-Yahya, 2008) (Ebersbach, 2008).

Las acciones de mejora de procesos se orientan a crear procesos que ayudan a la organización a adquirir experiencias que se podrán aplicar en proyectos futuros. Para ello es necesario almacenar el conocimiento, empaquetarlo y suministrarlo a otros proyectos que lo puedan reutilizar (Aurum et al., 2008). Las wikis ofrecen capacidades para que los usuarios participen en forma colaborativa en estos procesos y a un bajo coste de entrenamiento e implementación.

Las organizaciones necesitan infraestructuras tecnológicas para gestionar el conocimiento del proceso de software de modo que los usuarios aprendan, conozcan, utilicen y adapten el proceso, y puedan aplicarlo en el desarrollo de proyectos utilizando tecnologías que fomenten la colaboración y el intercambio ágil de información entre los usuarios. Este trabajo de investigación pretende aplicar conceptos de gestión de conocimiento en activos de procesos de software que fomenten la mejora y la gestión del cambio en el proceso de software utilizando entornos colaborativos de la Web 2.0.

Esta tesis también se enmarca dentro de las áreas de investigación del *International Process Research Consortium* (IPRC). Este consorcio fue creado en el 2004 por el SEI para explorar direcciones de investigación estratégicas en procesos de software y sistemas. El IPRC definió un Marco de Trabajo de Investigación de Procesos (*Process Research Framework*) para formular diferentes iniciativas de alta prioridad en procesos. Esta tesis está relacionada con los siguientes temas definidos en dicho marco de trabajo de investigación (Forrester, 2006):

- **Tema E - Ingeniería de procesos:** Investigación sobre aspectos relacionados sobre cómo definir y desarrollar procesos y entender su ejecución. En este tema de investigación, la tesis aborda los siguientes nodos de investigación:
  - **Nodo de investigación E.2:** Organización de procesos para reutilización.
  - **Nodo de investigación E.3:** Desarrollo de una infraestructura para ingeniería de procesos.
- **Tema D - Despliegue y uso del proceso:** Investigación sobre aspectos relacionados con la presentación y uso efectivos del proceso dentro de estructuras organizativas apropiadas, para que las personas puedan cumplir sus actividades. En este tema de investigación, la tesis aborda:
  - **Nodo de investigación D.3.2:** Soporte para la adopción efectiva del proceso.

### 1.3 HIPÓTESIS DE TRABAJO

Las hipótesis de trabajo que se han considerado para el desarrollo de la presente tesis son las siguientes:

- **Hipótesis 1:** Es posible mejorar el aprendizaje del proceso de desarrollo de software utilizando el concepto de librería de activos de proceso de software basada en la gestión del conocimiento e implementada por medio de una wiki.
- **Hipótesis 2:** Es posible mejorar el grado de independencia de los ingenieros de software al utilizar los procesos software aprendidos por medio de una librería de activos de proceso de software basada en la gestión del conocimiento e implementada por medio de una wiki.

## 1.4 OBJETIVOS DE LA TESIS DOCTORAL

Para comprobar la hipótesis de trabajo planteada se definió el siguiente objetivo general de la tesis:

Definir, desarrollar y validar una librería de activos para la gestión del conocimiento acerca del proceso de software utilizando tecnología wiki de la Web 2.0.

Para la realización de este objetivo general se determinaron los siguientes objetivos específicos:

- **Objetivo 1.** Analizar y describir el estado actual de las librerías de activos de procesos de software. Se realizó un estudio de las áreas de definición, gestión y despliegue del proceso de software para identificar factores claves y aspectos a mejorar que permitan implementar estrategias de mejora del proceso utilizando la gestión del conocimiento en entornos colaborativos Web 2.0.
- **Objetivo 2.** Desarrollar una librería de activos para la gestión del conocimiento del proceso de software que permita a las organizaciones crear, modificar y compartir conocimiento de forma colaborativa. La librería de activos propuesta permite:
  - Adquisición del conocimiento acerca del proceso de software a través de la identificación de un conjunto de procesos, actividades y activos asociados con el proceso de software.
  - Organización del conocimiento de acuerdo a alguna estructura siguiendo formatos y categorías específicas.
  - Distribución del conocimiento mediante la selección efectiva de sus elementos utilizando una estructura basada en conexiones asociativas para navegar, ver y buscar en los contenidos del repositorio.
  - Utilización del conocimiento almacenado para el desarrollo de proyectos específicos.
  - Reuso del conocimiento mediante el almacenamiento en el repositorio de los activos de proceso aplicados en los proyectos como ejemplos.
  - Preservación del conocimiento mediante un proceso de mejora colaborativa basada en ediciones y retroalimentación de usuarios.

- **Objetivo 3.** Comprobar experimentalmente la validez de la librería de activos propuesta. Determinando la validez de la librería de activos para la gestión del conocimiento acerca del proceso de software por medio de su aplicación durante la realización de un curso de aprendizaje sobre procesos ágiles de desarrollo de software.

## 1.5 MÉTODO DE RESOLUCIÓN

El enfoque de investigación escogido para realizar el trabajo ha sido: *Action Research*, el cual es una filosofía de investigación que permite la interpretación, incluye el estudio de datos cualitativos y una serie de iteraciones e incrementos a partir de los cuales se obtendrán los productos esperados del proyecto.

Para el desarrollo del proyecto se identifican y definen cinco procesos:

- **Proceso 1 (P1):** Realizar un estudio del dominio sobre procesos de software y la gestión del conocimiento.
- **Proceso 2 (P2):** Proponer una estructura y funcionalidad de la librería de activos para la gestión del conocimiento sobre el proceso de software.
- **Proceso 3 (P3):** Construir una librería de activos para la gestión del conocimiento sobre el proceso de software.
- **Proceso 4 (P4):** Verificación y validación de resultados en un curso sobre procesos ágiles de desarrollo.
- **Proceso 5 (P5):** Re-Planificación.

Las etapas definidas para ejecutar los procesos son: Planificación, Ejecución, Observación y Evaluación.

- **Planificación (PI):** En esta etapa se prepara el plan operativo para llevar adelante la tesis. Consiste en la revisión de literatura que permitirá conocer el dominio sobre procesos de software y gestión del conocimiento, y la estructura del proyecto.
- **Ejecución (Ej):** Esta etapa corresponde a la aplicación de técnicas de gestión del conocimiento en casos de estudio que utilizan una librería de activos de procesos de software.



- **Observación (Ob):** En esta etapa se analizan los resultados derivados de la etapa de Ejecución permitiendo realizar un ciclo interno de análisis y pasar a la etapa de reflexión para sintetizar conocimiento sobre la gestión del conocimiento en procesos de software.
- **Evaluación (Ev):** Con esta etapa se concluye la tesis en función de los resultados prácticos obtenidos. En esta etapa se realiza la reflexión final del trabajo de investigación.

El proceso de investigación tiene una dinámica lineal. Sin embargo, existe una retroalimentación constante que se refleja en mejoras sobre la práctica e investigación realizadas, que puede expresarse como ciclos continuos, representados como cadenas de ciclos o espirales de aprendizaje y mejora que permiten garantizar una alta flexibilidad en los resultados (Estay, 2007).

La Figura 1-1 muestra la organización del proyecto como un continuo de ciclos. Cada ciclo incluye los procesos P1 al inicio, luego dando paso secuencialmente a los procesos P2 y P3, como parte de las etapas de Ejecución (Ej), Observación (Ob) y Evaluación (Ob). La Planificación (P1) se efectúa al inicio de cada ciclo. De forma paralela, los procesos P4 y P5 se mantienen activos de manera continua.

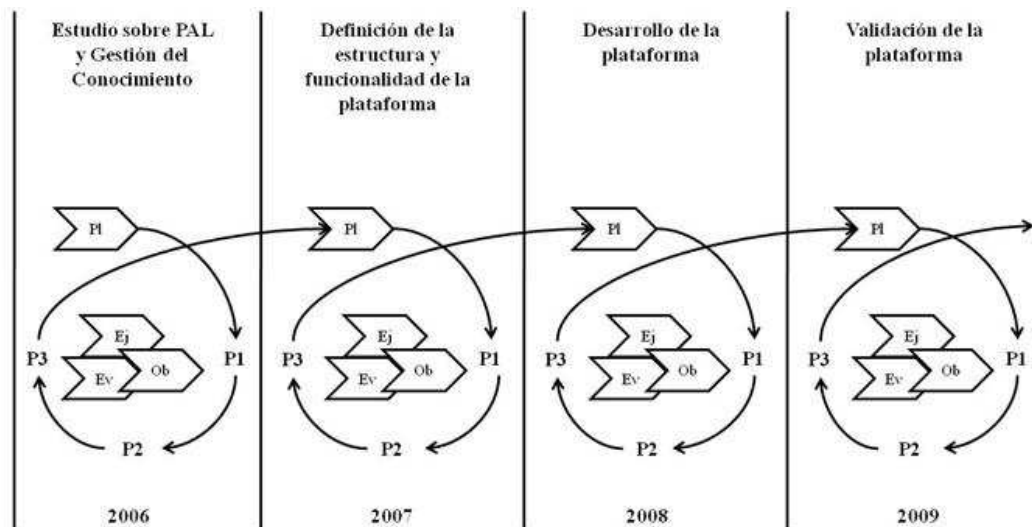


Figura 1-1. Ciclos del proyecto.

El desarrollo de la tesis doctoral se desglosa en cuatro ciclos de actividades:

- **Un primer ciclo** vinculado a la fase exploratoria donde se realizan estudios sobre el estado del arte y de la práctica sobre librerías de activos de procesos de software.
- **Un segundo ciclo** donde se consolidan las funcionalidades de una nueva generación de librerías de activos de procesos potenciada con la incorporación de técnicas de gestión del conocimiento.
- **Un tercer ciclo** donde se construye la librería de activos para la gestión del conocimiento sobre el proceso de software.
- **Un cuarto ciclo** donde se valida la librería de activos para la gestión del conocimiento sobre el proceso de software por medio de su aplicación en un caso particular como es el proceso de desarrollo ágil.

## 1.6 VALIDACIÓN

La presente tesis utiliza el método empírico para validar la librería de activos propuesta para la gestión del conocimiento sobre el proceso de software.

La validación fue realizada durante el desarrollo de un curso de formación y aprendizaje de procesos ágiles de desarrollo. La validación fue realizada en dos fases:

- **Fase 1:** Realización de prácticas y proyectos sobre procesos de desarrollo ágil *sin la utilización de la librería de activos* propuesta de gestión del conocimiento.
- **Fase 2:** Realización de prácticas y proyectos sobre procesos de desarrollo ágil *utilizando la librería de activos* propuesta de gestión del conocimiento.

### **Fase 1: Realización de prácticas y proyectos sobre procesos de desarrollo ágil sin la utilización de la *librería de activos* propuesta de gestión del conocimiento.**

El objetivo de esta fase fue el desarrollo de prácticas y proyectos sobre procesos de desarrollo ágil sin el uso de la librería de activos propuesta en esta tesis. El curso fue impartido en un grupo de 38 ingenieros de software junior durante 15 semanas. Esta fase se dividió en dos etapas:

- **Etapa de formación:** Durante esta etapa se realizaron sesiones de prácticas para entender los fundamentos y conceptos acerca del proceso ágil de desarrollo.

- **Etapa de proyecto:** Durante esta etapa, los conocimientos obtenidos en la etapa anterior se aplican para la realización de un proyecto de desarrollo.

**Fase 2: Realización de prácticas y proyectos sobre procesos de desarrollo ágil utilizando la librería de activos propuesta de gestión del conocimiento.**

El objetivo de esta fase es la validación de la librería de activos propuesta para la gestión del conocimiento sobre procesos de software.

Esta fase también se dividió en las etapas de formación y de proyecto donde los ingenieros de software realizaron las mismas prácticas y proyectos definidos en la fase anterior. Sin embargo, los ingenieros de software debían acceder, consultar y utilizar el repositorio de conocimiento propuesto para realizar efectivamente sus actividades.

Al finalizar esta fase se comprobó que la utilización de la librería de activos propuesta facilita un ambiente aprendizaje efectivo para ayudar a los ingenieros de software a aprender nuevos procesos con un mayor grado de independencia, proporciona mecanismos para compartir el conocimiento y aporta un repositorio de conocimiento con artefactos útiles y accesibles para la ejecución de proyectos de desarrollo de software.

## **1.7 ESTRUCTURA DE LA TESIS DOCTORAL**

El documento de tesis está dividido en cinco capítulos. El primer capítulo consiste en esta introducción con información sobre el contexto de la investigación, definición del problema, hipótesis y objetivos de la tesis doctoral. También incluye el método de resolución y las actividades de validación realizadas durante el desarrollo de la tesis.

El capítulo dos expone el estado del arte sobre las librerías de activos de procesos de software, la gestión del conocimiento y los sistemas wikis como mecanismos para implementar sistemas de gestión del conocimiento que mejoren dichas librerías.

El capítulo tres presenta la descripción de la librería de activos desarrollada para promover la gestión del conocimiento acerca del proceso de software. Describe la estructura y funcionalidad que debe poseer una librería de activos para incorporar actividades de gestión del conocimiento que apoyen el aprendizaje y uso de procesos software.

El capítulo cuatro describe el desarrollo y aplicación de la librería de activos propuesta de gestión del conocimiento sobre procesos de software durante la realización de un curso de formación sobre procesos de desarrollo ágil.

El capítulo cinco documenta las actividades de validación del sistema desarrollado. Se describen las características del experimento realizado, los instrumentos definidos de recolección de datos, y el análisis y discusión de los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la librería de activos propuesta en un curso de aprendizaje sobre procesos ágiles.

Finalmente, el capítulo sexto presenta las conclusiones y posibles futuras líneas de investigación relacionadas con esta tesis.

## 2.ESTADO DEL ARTE

Este trabajo plantea una propuesta de mejora en la forma de definir y desplegar procesos de software permitiendo que una **librería de activos de proceso** de software pueda utilizar tecnologías **Web 2.0** para cumplir sus objetivos. Para entender los principales conceptos que fundamentan esta tesis doctoral, a continuación se presentan las principales áreas de conocimiento relacionadas y la idea de PAL presentada en la literatura. Luego, se describe un conjunto de tecnologías y herramientas tomadas de la literatura y de la industria para desarrollar las PAL. Después, se explican las bases conceptuales de la gestión del conocimiento como aspectos que pueden ser incorporados para fortalecer el desarrollo actual de las PAL. Posteriormente, se realiza un análisis de la situación actual de las PAL presentando cuestiones aún por resolver haciendo énfasis en la utilización de la gestión del conocimiento para su efectiva utilización en organizaciones desarrolladoras de software. Finalmente, una aproximación a la solución propuesta se presenta describiendo los sistemas Web 2.0, las wikis y su aplicación para el desarrollo de PALs.

### 2.1 ÁREAS DE CONOCIMIENTO

Para desarrollar un proyecto de software con éxito se deben tener en cuenta aspectos como las personas, procesos y tecnologías. Las PAL se relacionan con herramientas tecnológicas que apoyan la gestión del cambio en la organización a nivel del proceso de software. Con una adecuada gestión del cambio, el proceso de software puede mejorar y aplicar ciclos de vida correctamente en proyectos informáticos para cumplir su objetivo de desarrollar productos de software de calidad, como se observa en la Figura 2-1. Estas dos grandes áreas, la gestión del cambio y la gestión del proceso son descritas a continuación.

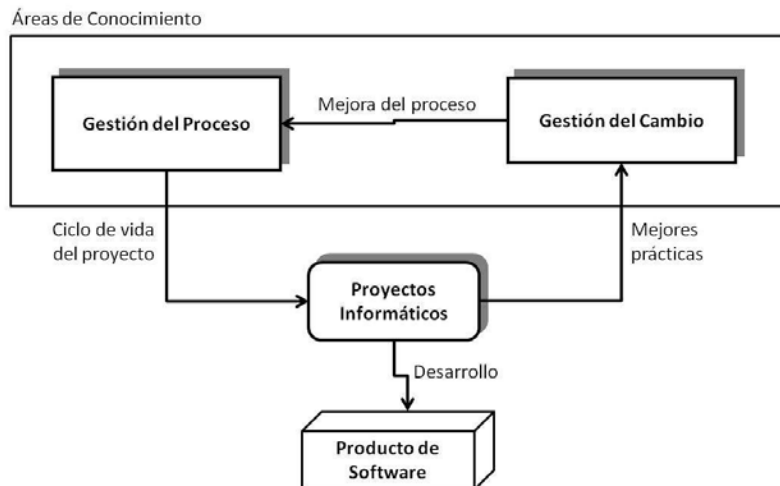


Figura 2-1. Áreas de conocimiento.

### 2.1.1 GESTIÓN DEL CAMBIO

El dominio de la Ingeniería del Software se caracteriza por el uso de procesos y tecnologías que cambian continuamente y por el desarrollo de productos cuya complejidad se incrementa con el tiempo. Se requiere de una eficiente gestión del cambio en la organización para poder lograr un buen posicionamiento con respecto a la competencia y cumplir con éxito los requisitos de los clientes (Davenport et al., 1993).

La **gestión del cambio** en las organizaciones de software se convierte en un elemento estratégico que se debe realizar de manera continua donde la organización inicia un cambio de cultura en la forma de ejecutar sus procesos, desarrollando procedimientos para que su capacidad de adaptarse a nuevos entornos de trabajo se incremente (Beecham et al., 2003).

El cambio hacia una cultura centrada en el proceso se refleja en patrones ordenados y consistentes de comportamiento tanto a nivel individual como a nivel de grupo siguiendo un proceso común que debe estar documentado, y ser medido y controlado (Kulpa et al., 2003). Por medio de una cultura orientada a lograr una disciplina del proceso, el desarrollo de software puede gestionar y controlar la calidad de los productos software construidos. Con un adecuado proceso de gestión del cambio, se puede mejorar continuamente el proceso de desarrollo de software con el objetivo de aumentar la productividad y reducir los tiempos de desarrollo.

La gestión del cambio en el proceso de software involucrará la creación de nuevos roles, políticas, procedimientos y artefactos relacionados con el proceso, necesitando de tecnologías que favorezcan la presentación de los procesos para que sean conocidos y ampliamente utilizados por el equipo de desarrollo.

### 2.1.2 GESTIÓN DEL PROCESO

Un proceso de software se puede definir como “*un conjunto coherente de políticas, estructuras organizativas, tecnologías, procedimientos y artefactos que son necesarios para concebir, desarrollar, instalar y mantener un producto software*” (Fuggetta et al., 2005).

Un proceso encapsula la experiencia obtenida por la organización en forma de una “receta” exitosa (Jalote, 2002). La **gestión del proceso** establece un marco de trabajo para aplicar métodos, tecnologías y personas a la tarea de desarrollar software. La gestión del proceso abarca las siguientes actividades (Florac et al., 1997): definición del proceso, control del proceso, medición del proceso, mejora del proceso y ejecución del proceso. Los conceptos relacionados con esta tesis se relacionan con la definición y mejora del proceso como se observa en la Figura 2-2.

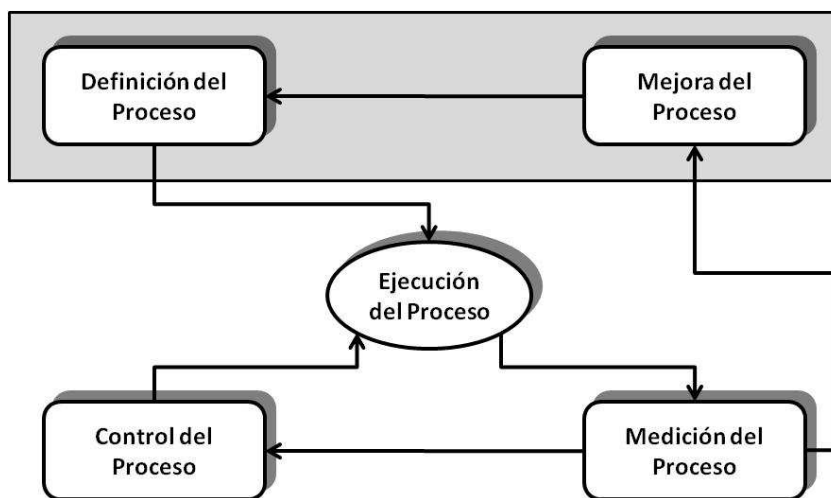


Figura 2-2. Actividades de gestión del proceso.

#### 2.1.2.1 Definición del proceso

El proceso de software incluye actividades técnicas y administrativas para poder aplicar métodos, herramientas y personas durante las tareas de producción y mantenimiento de

software. Un **proceso de software definido** identifica roles y responsabilidades, y actividades junto con sus criterios de entrada, salida y medidas de proceso (Cuevas, 2002).

El objetivo de esta actividad es definir un proceso que sea claro y útil para el equipo de desarrollo. Existen diferentes formatos para representar un proceso, por ejemplo (Cuevas, 2002):

- Modelos generados en algún lenguaje para representar procesos.
- Formularios para recopilación de datos.
- Guiones que describen cómo realizar el proceso.
- Estándares para guiar el desarrollo y verificar el producto construido.

Un proceso definido permitirá que todas las personas en la organización conozcan y sigan el proceso, de tal manera que el proceso se “institucionalice” como una cultura corporativa y pueda ser ejecutado de forma “natural” por el equipo de desarrollo. Estas tareas sobre la presentación y uso del proceso en la organización son el objetivo del concepto denominado **Despliegue del Proceso**.

El despliegue del proceso cubre amplios aspectos concernientes con la motivación para la adopción del proceso en la organización, cómo facilitar mejor la adopción y cómo evaluar dicha adopción (Bayona et al., 2008).

El despliegue de procesos de software consiste en realizar los cambios al proceso y colocar el proceso en la práctica. Involucra un serie de actividades como: seleccionar los activos de proceso apropiados, adaptar los activos seleccionados a los requerimientos de la organización, proporcionar entrenamiento, adquirir e instalar los recursos necesarios, realizar soporte a la ejecución del proceso y evaluar que el proceso cumple los objetivos.

Un aspecto primordial en el despliegue del proceso de software es la presentación del proceso y desarrollar formas de promoverlo y usarlo. El despliegue del proceso se centra en las personas. El personal debe estar motivado y contar con soporte adecuado para buscar y utilizar el conocimiento encontrado y así realizar con éxito una tarea (Kaltio, 2001). Las tareas esenciales durante el despliegue del proceso de software son:

- **Entrenamiento:** En las diferentes áreas del proceso de la organización utilizando el proceso estándar como referencia.



- **Adaptación:** Consiste en asegurar que la instancia del proceso concuerde con las necesidades del negocio. Los proyectos no utilizan toda la información incluida en el proceso estándar, así que deben desarrollar un proceso específico para un determinado proyecto adaptando dicho proceso estándar.
- **Aseguramiento de la calidad:** Consiste en asegurar que las actividades y los productos de trabajo cumplan los estándares, procedimientos y requisitos aplicables.

### 2.1.2.2 Mejora del proceso de software

Aunque un proceso puede estar definido, no garantiza que se desarrollen productos que satisfacen los requisitos del cliente. Los procesos pueden ser mejorados por medio de una planificación e implementación de acciones que los modifiquen y así cumplir con los requisitos del cliente y los objetivos de negocio de la organización (Allison et al., 2007).

La **mejora del proceso de software** es un programa de actividades diseñado para mejorar el rendimiento y madurez de los procesos de la organización. El objetivo de la mejora es definir un conjunto de características claves y establecidas para guiar el esfuerzo en mejorar un proceso existente de una forma específica y medible, en términos del producto resultante o en la forma en que el proceso es ejecutado.

La mejora del proceso requiere dos etapas principales (Sheard, 2003):

- Definición de nuevas descripciones de procesos o la modificación de los procesos existentes.
- El uso por parte de la organización de esas nuevas o modificadas descripciones de procesos.

Con la implementación de la mejora del proceso, los cambios y refinamientos incrementan la capacidad de enfrentarse a los requisitos y a las expectativas del mercado (Fuggetta, 2000). Estas ideas han permitido la creación de **modelos de calidad** y **métodos de mejora** para el proceso de software:

- Un **modelo de calidad** define un modelo de referencia para valorar el estado de una organización y el grado de mejora alcanzado. Un modelo como *Capability Maturity Model - CMMI* define las mejores prácticas que tratan sobre las actividades de desarrollo y de mantenimiento que cubren el ciclo de vida del producto, desde la

concepción a la entrega y el mantenimiento (SEI, 2006). CMMI define cinco posibles niveles de madurez de un proceso de software: inicial, gestionado, definido, cuantificado y optimizado, como se observa en la Figura 2-3.

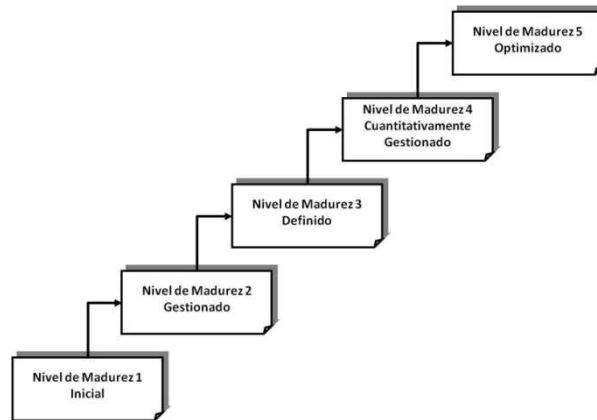


Figura 2-3. Niveles de madurez de CMMI.

- Un **método de mejora** sugiere los pasos a ser realizados para mejorar la calidad de un proceso de software. Un modelo como **IDEAL** describe las principales fases y etapas necesarias para introducir la mejora del proceso de software en una organización y establecer una infraestructura que lo soporte (McFeeley, 1996). El modelo IDEAL está conformado por cinco etapas que forman un ciclo de mejora del proceso de software: iniciación, diagnóstico, establecimiento, actuación y aprendizaje, como se observa en la Figura 2-4.

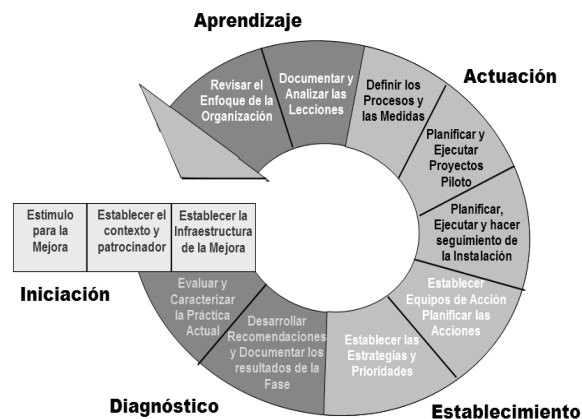


Figura 2-4. Modelo IDEAL.

## 2.2 CONCEPTO DE PAL

Las PAL forman parte de la infraestructura tecnológica para la definición, despliegue y mejora del proceso en la organización. Los equipos de trabajo de la organización necesitan realizar las siguientes actividades para que las nuevas o modificadas descripciones de procesos sean realmente utilizadas (Sheard, 2003):

- Acceder a las descripciones de procesos.
- Entender todos los procesos a nivel general.
- Entender en detalle los procesos que cada persona realiza.

Para comprender el concepto de PAL, se realiza una descripción de sus elementos constituyentes: los **activos de proceso**. Luego, cómo dichos activos pueden ser almacenados y recuperados en una **biblioteca digital** e incluir funcionalidades adicionales para convertirse en una PAL. También se presentan ejemplos de utilización de estas librerías de activos.

### 2.2.1 ACTIVOS DE PROCESO

Las descripciones de los procesos de la organización usualmente contienen una secuencia de pasos a ser ejecutados, identifican quiénes los ejecutan, especifican los criterios de entrada y salida para las principales actividades, etc. Para apoyar el uso de procesos, frecuentemente se proporciona guías, listas de chequeo y plantillas. Estos materiales son llamados activos de procesos (Jalote, 2002).

Los activos de proceso son cualquier elemento que la organización considere útil para realizar con éxito el proceso de desarrollo de un producto software. Pueden definirse como una colección de entidades mantenidas por una organización para su uso en proyectos durante el desarrollo, adaptación, mantenimiento e implementación de sus propios procesos (Paulk et al, 1993).

Los activos se convierten en artefactos que permiten describir, implementar y mejorar los procesos software definidos en la organización. El término “activo” se utiliza para resaltar que estos artefactos permiten cumplir los objetivos de negocio de la organización y que son “inversiones” con las cuales la organización espera alcanzar valores actuales y futuros (SEI,

2006). Además, los activos proveen el fundamento para institucionalizar el proceso en cualquier organización.

En la Tabla 2-1 se presenta un listado con algunos activos de proceso típicos de una organización desarrolladora de software (Layman, 2005).

**Tabla 2-1.** Lista de activos de proceso.

Activos	Descripción
Ciclos de vida	Periodos de tiempo consistentes en fases que comienzan cuando un producto es concebido y finalizan cuando el producto ya no está disponible para su uso. Debido a que las organizaciones generalmente producen múltiples productos se tendrán varias descripciones de ciclos de vida aprobados para el desarrollo.
Procesos	Definiciones operacionales de los principales componentes de un proceso para la realización de proyectos junto con mediciones recolectadas durante su ejecución.
Guías y criterios de adaptación	Guías definidas en la organización que permiten a proyectos, grupos o funciones organizativas adaptar apropiadamente el proceso estándar para su utilización.
Plantillas	Esqueletos que proporcionan la estructura de documentos que pueden ser utilizados para crear productos de trabajo en las descripciones de procesos. Por ejemplo, plantillas para planes de proyecto, planes de pruebas, requisitos, documentos de diseño, etc. Las plantillas dan agilidad para crear y revisar productos de trabajo.
Guías	Información útil y detallada sobre cómo realizar una actividad. Las guías sirven como orientación y no son obligatorias. Son útiles cuando una actividad no es ejecutada frecuentemente y va a ser ejecutada por primera vez, cuando hay múltiples formas de ejecutar un proceso o cuando hay varias técnicas que pueden utilizarse dependiendo de las condiciones establecidas.
Estándares	Reglas aplicables a un tipo particular de producto de trabajo. Por ejemplo, estándares de codificación de programas en un lenguaje de programación.
Listas de verificación	Ayudas para valorar la completitud o exactitud de una actividad o producto de trabajo. Típicamente tienen la forma de un conjunto de preguntas que sirven como indicadores a los usuarios o revisores del proceso.
Lecciones aprendidas	Buenos ejemplos tomados de proyectos pasados que pueden ser activos útiles para la realización de proyectos futuros.
Material de entrenamiento	Materiales de referencia para entrenamiento formal sobre procesos, herramientas o métodos que pueden ser activos valiosos.
Mediciones	Acerca de la ejecución y utilización de los procesos con el propósito de caracterizar y entender el proceso.
Otros	Cualquier documentación relacionada con el proceso software.

El objetivo de los activos de proceso es ayudar a capturar, conocer y utilizar el proceso ahorrando esfuerzo y por lo tanto mejorando la productividad (Jalote, 2002). Los activos generados en proyectos pasados pueden almacenarse cuando los proyectos terminan y ser reutilizados en proyectos futuros. El reuso de dichos artefactos puede ahorrar esfuerzo a los desarrolladores ya que los activos encapsulan la experiencia obtenida por la organización.

### 2.2.2 BIBLIOTECAS DIGITALES

Una biblioteca digital aprovecha las ventajas del almacenamiento digital y la búsqueda y comunicación por ordenador (Gladney et al., 1994). En las bibliotecas digitales se tiene un sistema de acceso y transferencia de información digital, estructurado según el ciclo de vida de sus elementos y con servicios interactivos de valor añadido al usuario de la biblioteca (Tramullas, 2002). Las bibliotecas digitales deben ofrecer servicios como:

- Acceso al catálogo para recuperación en tiempo real de la información del repositorio.
- Almacenamiento de objetos de información con la posibilidad de estar en múltiples formatos.
- Servicios de búsqueda, seguridad y control de acceso.

Las PAL deben incorporar estrategias de implementación de bibliotecas digitales debido a que deben acceder y utilizar grandes colecciones de datos heterogéneos relacionados con el proceso software.

### 2.2.3 LIBRERÍAS DE ACTIVOS DE PROCESO

Una **Librería de Activos de Proceso de Software** (*Process Asset Library* - PAL) es una colección de activos de proceso que pueden ser utilizados por una organización o proyecto. Por lo tanto, las PAL son librerías de información utilizadas para almacenar y hacer disponible los activos de proceso que son útiles a las personas que están definiendo, implementando, gestionando y ejecutando procesos en la organización.

Estas librerías contienen activos de proceso que incluyen documentación relacionada con el proceso tales como políticas, procesos definidos, listas de verificación, lecciones aprendidas, plantillas, estándares, procedimientos, planes y materiales de entrenamiento (SEI, 2006).

Las PAL se convierten en herramientas que permiten almacenar el conocimiento acerca del proceso y proporcionan mecanismos para que dicho conocimiento pueda ser reutilizado en otros proyectos. Algunos atributos que debe poseer una PAL son (García et al., 2007):

- Fácil navegación y búsqueda.

- Múltiples vistas de información basada en criterios múltiples definidos por el usuario.
- Seguimiento del estado de documentos y la gestión de versiones de los elementos almacenados.
- Soporte a la gestión de peticiones de cambios desde múltiples fuentes.
- Almacenamiento de múltiples versiones de los activos.
- Accesos libres y restringidos a la librería.
- Promover la utilización de activos de proceso, no su creación o mantenimiento.

En la Tabla 2-2 se presenta una lista de factores que motivan la utilización efectiva de una PAL por parte de posibles usuarios (Myllylä, 2000).

**Tabla 2-2.** Factores de uso de una PAL.

<b>Factores que motivan uso de PAL</b>	<b>Descripción</b>
Elementos prácticos (plantillas, ejemplos, casos de estudio)	Información práctica sobre cómo realizar una tarea e instrucciones basadas en la experiencia.
Elementos adaptados (documentos de reglas de trabajo, planes de calidad)	Elementos adaptados y listos para utilizarse según el proyecto y/o rol.
Elementos locales	Desarrollados en la misma organización en proyectos similares.
Elementos actualizados	Para que se conozca el estado de los elementos.
Elementos estandarizados	Para resolver conflictos refiriéndose a fuentes externas.
Elementos con soporte para aprendices	Para ahorrar tiempo de entrenamiento.

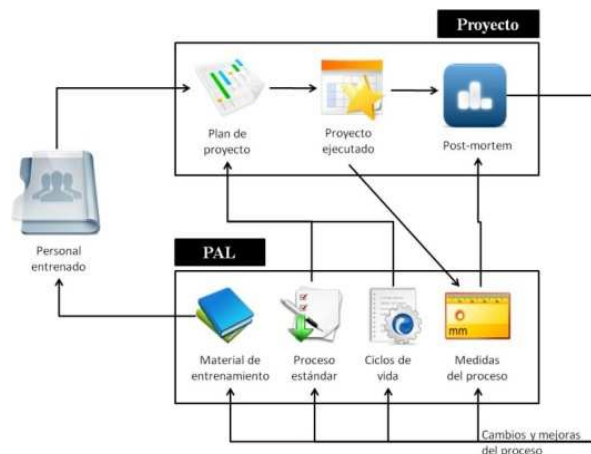
Para comprender el concepto de PAL, se presenta en la Tabla 2-3 algunos ejemplos de situaciones comunes donde es necesario utilizar este tipo de repositorios para realizar una determinada actividad (Myllylä, 2000).

Un ejemplo de la utilización de una PAL en una empresa desarrolladora de software, podría consistir en la realización de una actividad como el desarrollo de un plan de proyecto de software (Cuevas, 2002). Para realizar dicha actividad los desarrolladores necesitan consultar el proceso estándar, las estrategias del ciclo de vida y plantillas disponibles en la librería como se observa en la Figura 2-5. El material de entrenamiento que el personal utilizó para aprender a realizar planes de proyecto también se encuentra en la librería. A medida que el proyecto se ejecuta, las métricas recolectadas durante su ejecución serán almacenadas en la PAL. De esta forma, la organización obtendrá datos

sobre la aplicación de técnicas y métodos junto con datos de proyectos. Cuando el proyecto finaliza, un análisis post-mortem es realizado y se proponen posibles mejoras del proceso, las cuales se reflejan en la modificación de los contenidos almacenados en la PAL.

**Tabla 2-3.** Situaciones comunes de una PAL.

Situación	Evento iniciador
Búsqueda de una plantilla de documento.	Se desea escribir un documento y se conoce la existencia de la plantilla.
Soporte para escribir un nuevo documento.	Se desea escribir un nuevo documento y no se conoce el documento que se busca.
Búsqueda de información para el cumplimiento de un hito.	Se desea encontrar cuáles documentos son requeridos para cumplir un hito cuya fecha está cerca.
Conocimiento del proceso general de desarrollo.	Se desea una visión general del proceso ya que el usuario es nuevo.
Búsqueda cuando se comienza un nuevo proyecto.	Se buscan procesos que se apliquen para realizar un nuevo proyecto.
Búsqueda de nueva información.	Se desea estar actualizado.



**Figura 2-5.** Ejemplo de utilización de una PAL.

Un ejemplo de los contenidos de una PAL se presenta en la Tabla 2-4 con diferentes áreas de conocimiento referentes al proceso y sus posibles contenidos (Zahran, 1998).

### 2.2.4 OBJETIVOS Y BENEFICIOS DE UNA PAL

La implementación de una PAL es de vital importancia para la definición y despliegue del proceso en la organización. A continuación se presentan los objetivos y propósitos de una PAL, siguiendo con los beneficios que se obtienen al desarrollar este tipo de repositorios de acuerdo con sus posibles usuarios.

**Tabla 2-4.** Ejemplos de contenidos de una PAL.

Área de la librería	Contenidos de ejemplo
Activos de definición de procesos.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Definición de procesos.</li><li>• Modelos de procesos.</li><li>• Métodos y técnicas de procesos.</li><li>• Estándares de procesos, roles y políticas.</li></ul>
Activos de implementación y soporte del proceso.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Plantillas de producto.</li><li>• Recursos de entrenamiento.</li><li>• Información de herramientas.</li></ul>
Activos de soporte a la evaluación.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Descripciones de modelos de referencia.</li><li>• Criterios de evaluación.</li></ul>
Datos históricos de proyectos.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Métricas de proyecto/producto.</li><li>• Lecciones aprendidas.</li><li>• Perfiles de calidad de proyecto/producto.</li></ul>
Datos de mejora del proceso.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Resultados de auditoría.</li><li>• Planes de mejora.</li><li>• Reportes.</li></ul>

#### 2.2.4.1 Objetivos de una PAL

El objetivo de una librería de activos de proceso de software es almacenar y poner a disposición de los usuarios de proyectos un conjunto de activos que puedan ser útiles durante el desarrollo de un sistema de software.

Una librería de activos de proceso proporciona el conocimiento esencial para obtener, definir y diseminar los procesos de una organización. Además, es el instrumento fundamental para compartir este conocimiento en toda la organización. Entre los propósitos de una PAL se encuentran (García, 2004a):

- Proporcionar una base de conocimiento para crear, definir y dar a conocer los procesos que se realizan en la organización.
- Reducir la duplicación de activos de proceso en la organización.
- Proporcionar mecanismos para compartir los activos de proceso y cómo pueden ser utilizados por los propietarios y usuarios del proceso.
- Proporcionar un entorno de aprendizaje efectivo para entrenar a nuevos empleados en el uso de proceso.
- Proveer una base para tomar decisiones acerca de la evolución y adaptación de los activos de proceso de la organización.



La PAL permitirá la estandarización de los procesos, es decir, que todos los proyectos utilizarán el mismo proceso o distintas adaptaciones aprobadas de dicho proceso estándar (Calvo-Manzano et al., 2008b).

#### **2.2.4.2 Beneficios de una PAL**

El desarrollo de una PAL es fundamental para una organización, ya que en ésta se guardan todos los elementos que componen un proceso y que permiten su ejecución. La PAL es más que un repositorio de cosas, es el componente vivo de la organización y en éste reside el patrimonio de procesos de la misma. Sin una PAL bien estructurada, es muy probable que las experiencias y las buenas prácticas de un proceso se pierdan con el paso del tiempo, y que estas experiencias que son en sí mismas los activos más importantes de una organización no sean utilizadas nuevamente cuando se tenga que poner en práctica un proceso para un nuevo proyecto.

Tener bien documentadas las políticas de la organización, la definición de los procesos, los procedimientos, los planes del proyecto, los planes de calidad, las ayudas a los procesos y sobre todo las lecciones aprendidas, es el primer paso para que la organización sepa qué hacer y cómo hacerlo, pero también es importante tener un medio electrónico para guardar esta información y que esté disponible para toda la organización.

En una organización, la PAL proporciona el elemento de infraestructura clave que se requiere para soportar la mejora de un proceso determinado. Una PAL permite que se haga público al interior de la organización las nuevas reglas y formas de trabajar en los proyectos de software que se inicien. Una PAL bien diseñada e implementada reduce costes de planificación, implementación y entrenamiento en la organización.

Por lo tanto, las PAL ofrecen beneficios para grandes y pequeñas y medianas empresas desarrolladoras de software (García et al., 2007).

- Para grandes empresas, una PAL proporciona elementos para:
  - Facilitar la estandarización del proceso al utilizar los mismos tipos de activos de proceso en los proyectos de la organización.
  - Facilitar el aprendizaje e implementación de nuevos procesos.

- Soportar la gestión del cambio, facilitando la publicación de “nuevas reglas” incrementando la participación del personal para realizar sugerencias de cambios a los procesos.
- Reducir los tiempos de planificación y entrenamiento en áreas de procesos de la organización por medio del reuso y aplicación apropiada de los activos existentes.
- Para pequeñas organizaciones, una PAL es un elemento clave que:
  - Reduce el tiempo de entrenamiento para introducir mejoras en los procesos.
  - Ayuda a establecer una cultura centrada en el proceso que proporcione la base de una disciplina para la organización.
  - Proporciona un elemento clave para reducir el tiempo necesario para planificar nuevos proyectos mediante el reuso de los activos de proceso existentes.
  - Incrementa la capacidad para desplegar y presentar rápidamente los procesos en la organización.

Otra aplicación bastante útil de la PAL es ensamblar subprocesos de manera constructiva y/o derivar procesos modificados mediante el reemplazo y/o modificación de los subprocesos constituyentes (Armitage et al., 1994). Hay muchos beneficios potenciales desde el punto de vista de reuso del proceso (Kellner et al., 1993) (Hollenbach et al., 1996) (Kellner et al., 1996):

- Transferencia de conocimiento de procesos entre proyectos.
- Transferencia de experiencia entre proyectos.
- Reducción de costos de entrenamiento.
- Soporte a la mejora del proceso en la organización.
- Planificación mejorada de proyectos.
- Calidad mejorada del proceso.
- Incremento en la productividad.
- Reducción de tiempos de desarrollo.

Además, para almacenar las mejores prácticas que resultan de los productos de trabajo de los proyectos, en la PAL se pueden almacenar lecciones aprendidas recolectadas a partir del desarrollo de los proyectos (Calvo-Manzano et al., 2008a).

### 2.2.5 ORÍGENES E HISTORIA DE LAS PAL

Las PAL son más útiles y utilizadas en organizaciones maduras por ser poderosas herramientas para compartir información sobre el proceso (Kubleck et al., 2010).

Los orígenes de las PAL se remontan a la publicación del *Capability Maturity Model - Modelo de Madurez de Capacidad del Software SW-CMM v1.1* en 1993 (Calvo-Manzano et al., 2008a), donde se introducen por primera vez los conceptos de activos de proceso, base de datos de procesos software y biblioteca de la documentación relacionada con el proceso. Como los temas relacionados con la mejora del proceso se volvieron más frecuentes, comenzó a utilizarse mejor el término “Librería de activos de proceso” (García, 2004b).

El siguiente paso en la evolución de CMM fue *Capability Maturity Model Integration CMMI* (SEI, 2006). En este modelo, la PAL se convierte en una práctica específica requerida para lograr el nivel 3 “**Definido**” de CMMI, ya que facilita la estandarización y mejora del proceso y es un elemento clave para lograr una madurez de la capacidad más alta (Fogle et al., 2001).

CMMI define una Librería de Activos de Proceso como “*un conjunto de activos de proceso que son utilizados en un proyecto u organización*” (SEI, 2006). Una definición más completa es “*un repositorio de activos de proceso bien organizado, indexado, fácilmente asequible por cualquier persona que necesite información, guías, ejemplos, datos, plantillas o cualquier otro material de soporte que permita la ejecución de un proceso determinado*” (García, 2004a).

Las áreas de proceso específicas del modelo CMMI relacionadas con las PAL se presentan en las áreas de “**Gestión de procesos básicos**”, que proporcionan a la organización la capacidad para documentar y compartir las mejores prácticas, los activos de proceso y aspectos de aprendizaje, ver Figura 2-6.

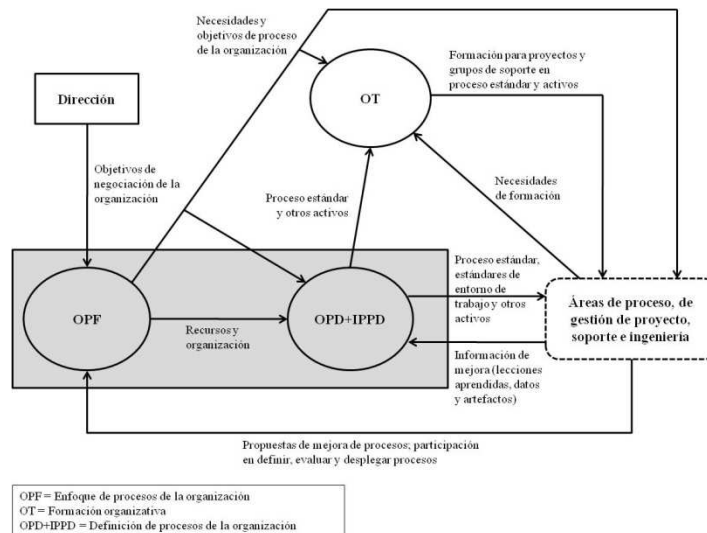


Figura 2-6. Áreas de proceso de gestión de procesos básicos.

Las dos áreas de proceso definidas en el Nivel 3 que incorporan a las PAL dentro sus prácticas son:

- **Enfoque de Procesos de la Organización (OPF):** donde se planifican, implementan y presentan mejoras del proceso.
- **Definición de Procesos de la Organización (OPD):** donde se establece y mantiene un conjunto utilizable de activos de proceso de la organización.

Estas áreas de proceso tienen como propósito establecer un proceso “definido” que esté bien caracterizado y entendido, descrito por medio de estándares, procedimientos, herramientas y métodos que contribuyan con productos de trabajo, medidas y cualquier información de mejora del proceso a los activos de proceso de la organización. A continuación, se profundiza en estas dos áreas de procesos y sus elementos relacionados directamente con las librerías de activos de proceso.

### 2.2.5.1 Área de Proceso: Enfoque de Procesos de la Organización

El propósito de esta área de proceso es planificar, implementar y desplegar mejoras del proceso, basadas en el entendimiento de las fortalezas y debilidades actuales de los activos de proceso de la organización.

Esta área de proceso tiene la Meta General 3 denominada “**Desplegar los activos de proceso de la organización e incorporar las lecciones aprendidas**” señalando que los

activos de proceso son desplegados en la organización y las experiencias relacionadas con el proceso son incorporadas como activos de proceso. Dentro de esta práctica general, se encuentran las siguientes prácticas específicas relacionadas con las PAL, ver Figura 2-7.

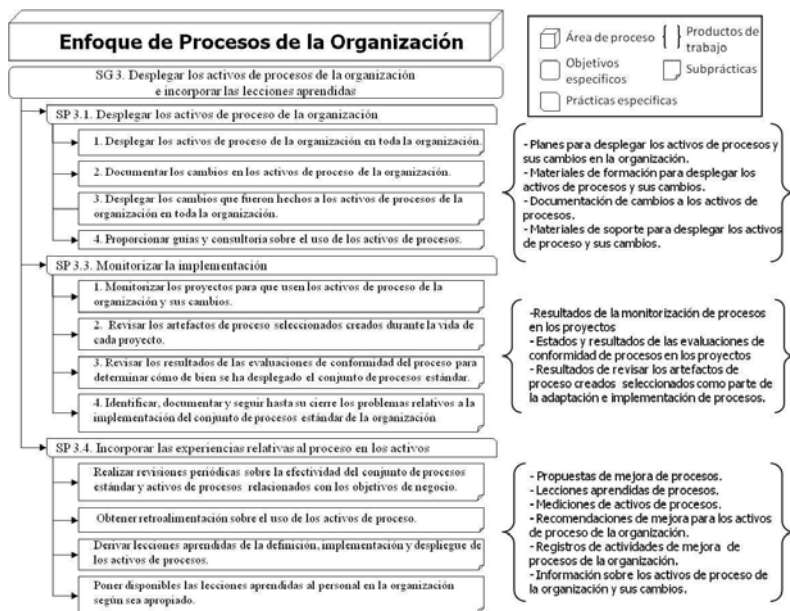


Figura 2-7. Enfoque de procesos de la organización.

- Práctica específica 3.1 “**Desplegar los activos de proceso de la organización**”
  - Los productos de trabajo típicos para esta práctica son: Planes para desplegar los activos de proceso y sus cambios en la organización, Materiales de formación para desplegar los activos de proceso y sus cambios, Documentación de cambios en los activos de proceso, y Materiales de soporte para desplegar los activos de proceso y sus cambios.
  - Las subprácticas para esta práctica específica son: Desplegar los activos de proceso en toda la organización, Documentar los cambios a los activos de proceso, Desplegar los cambios que fueron hechos a los activos de proceso en toda la organización, Proporcionar guías y consultoría sobre el uso de los activos de proceso de la organización.
- Práctica específica 3.3 “**Monitorizar la implementación**”
  - Los productos de trabajo típicos para esta práctica son: Resultados de la monitorización de procesos en los proyectos, Estados y resultados de las evaluaciones de conformidad de procesos en los proyectos y Resultados de

revisar los artefactos de proceso creados seleccionados como parte de la adaptación e implementación de procesos.

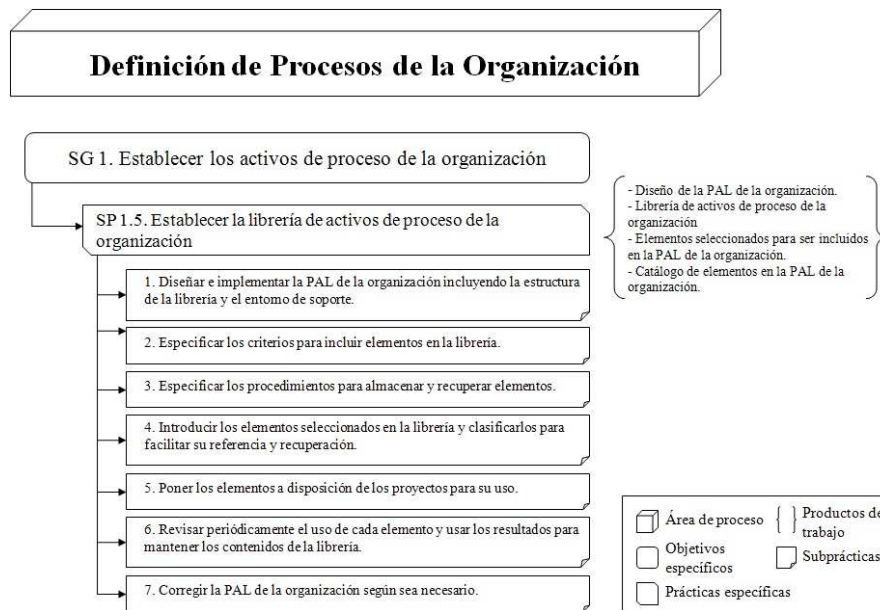
- Las subprácticas de esta práctica relacionadas con las PAL son: Monitorizar los proyectos para que usen los activos de proceso de la organización y sus cambios, Revisar los artefactos de proceso seleccionados creados durante la vida de cada proyecto, Revisar los resultados de las evaluaciones de conformidad del proceso para determinar cómo se ha desplegado el conjunto de procesos estándar de la organización, e Identificar, documentar y seguir hasta su cierre los problemas relativos a la implementación del conjunto de procesos estándar de la organización.
- Práctica específica 3.4 **“Incorporar las experiencias relativas al proceso en los activos de proceso de la organización”**
  - Los productos de trabajo típicos para esta práctica son: Propuestas de mejora de procesos, Lecciones aprendidas de procesos, Mediciones de activos de proceso, Recomendaciones de mejora para los activos de proceso de la organización, Registros de actividades de mejora de procesos de la organización, e Información sobre los activos de proceso de la organización y sus cambios.
  - Las subprácticas de esta práctica relacionadas con las PAL son: Realizar revisiones periódicas de la efectividad del conjunto de procesos estándar y activos de proceso relacionados con los objetivos de negocio, Obtener realimentación sobre el uso de los activos de proceso, Derivar lecciones aprendidas de la definición, implementación y despliegue de los activos de proceso, y Poner disponibles las lecciones aprendidas al personal de la organización según sea apropiado.

#### **2.2.5.2 Área de Proceso: Definición de Procesos de la Organización**

El propósito de esta área de proceso es establecer y mantener un conjunto usable de activos de proceso y estándares del entorno de trabajo. Los activos de proceso almacenados permitirán mejorar el desempeño del proceso a través de proyectos de la organización y proporcionar una base para acumular conocimiento acerca del proceso.

Esta área de proceso tiene como única Práctica General “**Establecer los activos de proceso de la organización**” señalando que un conjunto de activos de proceso debe ser establecido y mantenido.

Dentro de esta práctica general se encuentra la práctica específica 1.5 titulada “**Establecer la librería de activos de proceso de la organización**” (ver Figura 2-8).



**Figura 2-8.** Definición de procesos de la organización.

- Los productos de trabajo típicos para esta práctica son: Diseño de la PAL, Librería de activos de proceso de la organización, Elementos seleccionados para ser incluidos en la PAL de la organización y Catálogo de elementos en la PAL de la organización.
- Las subprácticas relacionadas son: Diseñar e implementar la PAL de la organización incluyendo la estructura de la librería y el entorno de soporte, Especificar los criterios para incluir elementos en la librería, Especificar los procedimientos para almacenar y recuperar elementos, Introducir los elementos seleccionados en la librería y clasificarlos para facilitar su referencia y recuperación, Poner los elementos a disposición de los proyectos para su uso, Revisar periódicamente el uso de cada elemento y usar los resultados para mantener los contenidos de la librería y Corregir la PAL de la organización según sea necesario.

Los diferentes tipos de activos de proceso de software que según CMMI pueden ser almacenados en la PAL se presentan en la Figura 2-9. En dicha figura también se puede

observar el vínculo de los diferentes activos de procesos durante el desarrollo de un proyecto software.

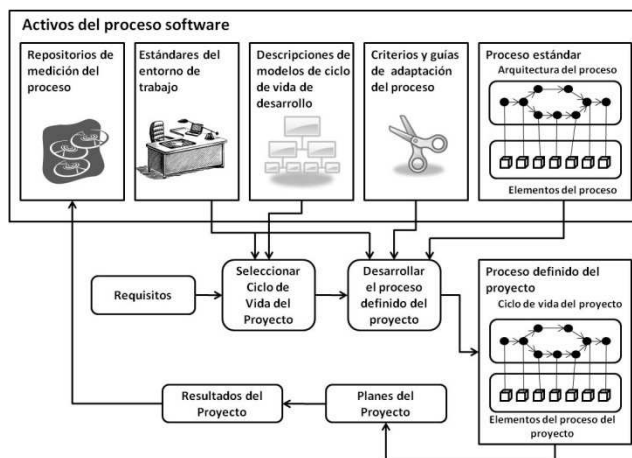


Figura 2-9. Activos de proceso software durante el desarrollo de proyectos.

Los activos de proceso pueden ser (SEI, 2006):

- **Procesos estándares:** Una definición operativa del proceso básico que guía el establecimiento de un proceso común en una organización. Un proceso estándar describe los elementos de proceso fundamentales que son esperados para incorporarse a cualquier proceso definido.
- **Descripciones de los modelos de ciclo de vida:** Particiones en fases de la vida de un producto o proyecto.
- **Criterios y guías de adaptación:** Las guías de la organización que permiten a los proyectos, a los grupos y a las funciones de la organización, adaptar los procesos estándares apropiadamente para su uso.
- **Repositorios de medición de proceso:** Un repositorio usado para recoger y poner disponibles datos de medición de los procesos y de los productos de trabajo, particularmente aquellos que están relacionados con el conjunto de procesos estándares de la organización.
- **Estándares del entorno de trabajo:** Una infraestructura de instalaciones, herramientas y equipamiento que las personas necesitan para realizar su trabajo eficazmente en apoyo de los objetivos de negocio y del proyecto.



## 2.3 DESARROLLO DE PAL

El estado actual de investigación y desarrollo de las PAL se presentará a partir de las tecnologías de soporte para el proceso de software, continuando con las herramientas software para el desarrollo de PAL encontradas en la industria y con ejemplos de PAL hallados en sitios Web públicos.

### 2.3.1 TECNOLOGÍAS PARA EL PROCESO DE SOFTWARE

Las PAL forman parte de las tecnologías de soporte para el proceso de software. Estas tecnologías son usadas para describir el proceso y proporcionar automatización y guías a los desarrolladores de software (Fuggetta, 2000). Las tecnologías para el proceso de software permiten integrar los procesos de producción y de gestión en los proyectos software. Algunas de estas tecnologías son:

- **Guías electrónicas de procesos:** Son documentos de referencia para un proceso, proporcionando guías a los participantes del proceso sobre cómo ejecutarlo. Contienen definiciones de procesos y servicios como navegación, búsqueda y almacenamiento de la información del estado del proceso (Scott et al., 2002b).
- **Librerías de procesos:** Soportan capacidades de reuso para los procesos incluyendo la creación, actualización, eliminación, certificación, medición y gestión de activos (Hyung et al., 2004).
- **Plantillas y formularios:** Son representaciones textuales predefinidas, altamente estructuradas y organizadas de una forma jerárquica dentro de tipos principales, permitiendo organizar, reportar y registrar información del proceso (Humphrey, 2001) (Kellner et al., 1993).
- **PSEE:** los Ambientes de Ingeniería de Software Centrados en Procesos (*Process-Centered Software Engineering Environments* - PSEE) incluyen facilidades para analizar y editar modelos de procesos, automatización de tareas rutinarias, e invocación y control de herramientas de desarrollo (Ruiz-González et al., 2004).

### 2.3.2 DESARROLLO DE PAL EN LA INDUSTRIA

Entre las herramientas para el desarrollo de PAL que se pueden encontrar en la industria están: *EyzLib*, *EPF Composer*, *Select Processs Director*, *IRIS Process Author*, *EssWork*, y *Microsoft Team Foundation Server*. A continuación, se realiza una breve descripción de las principales características de estas herramientas.

#### 2.3.2.1 EzyLib

*EzyLib* es una herramienta para crear una PAL que se centra en la definición de una estructura flexible para organizar los activos de proceso. La herramienta ofrece las siguientes funcionalidades (EyzLib, 2009):

- Navegación sobre la estructura de la PAL de acuerdo a múltiples vistas.
- Visibilidad de la información acerca de los activos. Por ejemplo, visibilidad por roles aplicables, materiales de referencia, ejemplos y/o revisiones históricas.
- Búsqueda de activos basada en palabras claves, popularidad o relevancia.
- Facilidades para la gestión de la PAL y recolección de métricas sobre su uso.

#### 2.3.2.2 EPF Composer

*EPF Composer* (EPF, 2009) es una herramienta para el entorno de desarrollo *Eclipse* que utiliza un enfoque basado en formularios para definir los contenidos de los procesos.

La herramienta proporciona una infraestructura extensible para crear, configurar y publicar procesos. Proporciona a los desarrolladores una base de conocimiento que permite navegar, gestionar y presentar contenidos como definiciones de métodos, guías, plantillas, mejores prácticas, material de entrenamiento y descripciones generales sobre cómo desarrollar software, ver Figura 2-10.

La herramienta también proporciona capacidades de ingeniería de procesos dando soporte a los gestores de proyectos en seleccionar, adaptar y ensamblar procesos para proyectos concretos mediante bloques de construcción. El proceso documentado creado puede ser publicado como un sitio Web.

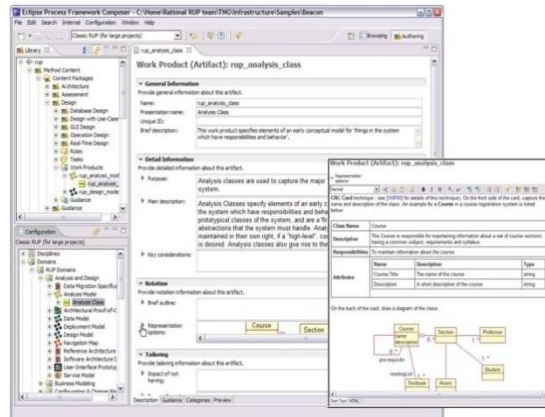


Figura 2-10. EPF Composer.

La herramienta actualmente soporta tres marcos de trabajo de procesos: Proceso unificado, Programación extrema y *Scrum*. También se pueden crear marcos de trabajo personalizados desde cero. Esta herramienta ofrece algunas funcionalidades como: seleccionar y configurar procesos existentes, adaptar procesos existentes, crear nuevos procesos y desarrollar contenidos para los procesos.

La versión comercial de *EPF Composer* se denomina *Rational Method Composer* y forma parte de la suite de *Rational* proporcionada por *IBM*. Todas las características proporcionadas por *EPF Composer* están disponibles en esta versión comercial.

### 2.3.2.3 Select Process Director

*Select Process Director* consiste en varias herramientas que permiten la creación, modificación y el uso de elementos de un proceso almacenados en un repositorio como se observa en la Figura 2-11.



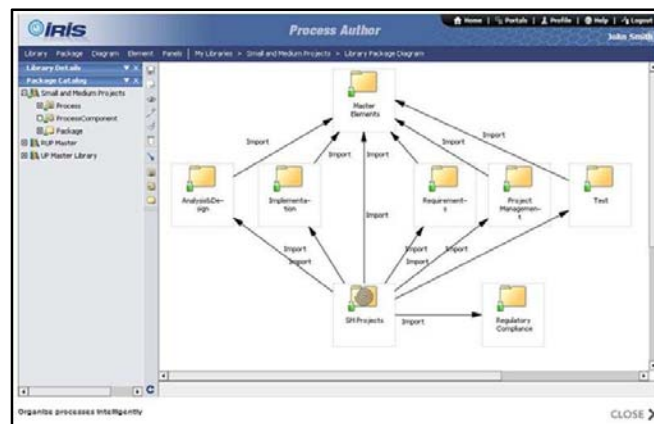
Figura 2-11. Select Process Director.

La herramienta *Select Process Director* ofrecen las siguientes funcionalidades orientadas a colocar el proceso de software en la práctica (Select, 2009):

- Definición y almacenamiento de los elementos del proceso en el repositorio.
- Construcción de un proceso real a partir de los elementos existentes en el repositorio. De esta forma, los administradores de proyectos pueden aplicar los procesos de acuerdo a sus necesidades.
- Actualización y monitorización en tiempo real de las actividades del proyecto conforme el proyecto avanza. Los miembros del equipo del proyecto puedan hacer referencia al trabajo diario en el proceso y reportar el estado y progreso de los proyectos.

#### 2.3.2.4 IRIS Process Author

*Iris Process Author* es una herramienta comercial de la compañía Oselus (Oselus, 2010). Los procesos pueden ser modelados conforme a la especificación SPEM aunque sus componentes pueden ser personalizados. Los autores crean librerías de procesos para diferentes procesos y luego ingresan todos sus contenidos como roles, productos de trabajo, tareas, guías, etc. y los organizan en paquetes (ver Figura 2-12). Los paquetes pueden importar elementos de proceso desde otros paquetes y así crear paquetes personalizados.



**Figura 2-12.** *IRIS Process Author.*

Los paquetes pueden ser exportados o publicados en diferentes formatos como HTML, Microsoft Word, Microsoft Project y PDF.

### 2.3.2.5 EssWork

Es una herramienta que implementa el enfoque basado en “Prácticas” desarrollado por Jacobson et al. (2007). Una práctica se define como: “Una forma probada de dirigirse a un problema. Es algo que se ha realizado antes, puede ser comunicado a los demás, y puede ser aplicado repetidamente obteniendo resultados consistentes”.

Las prácticas pueden estar dirigidas a diferentes áreas del desarrollo de software como prácticas orientadas a la arquitectura, procesos, casos de uso, casos de uso de negocio, componentes, iteraciones, productos, equipos, proceso unificado, etc. como se observa en la Figura 2-13.

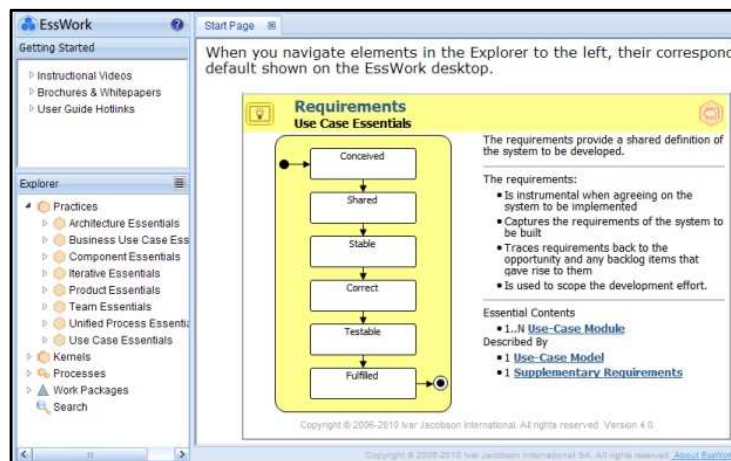


Figura 2-13. Prácticas y ejemplo de tarjeta de *EssWork*.

Los procesos se consideran como una colección de prácticas. Los desarrolladores seleccionan las prácticas que necesitan para un proyecto, pueden adaptar las que más les convienen o agregar nuevas prácticas a la herramienta.

La práctica sobre “procesos” mejora y adapta la forma de trabajo empleada por un equipo. Esta práctica permite:

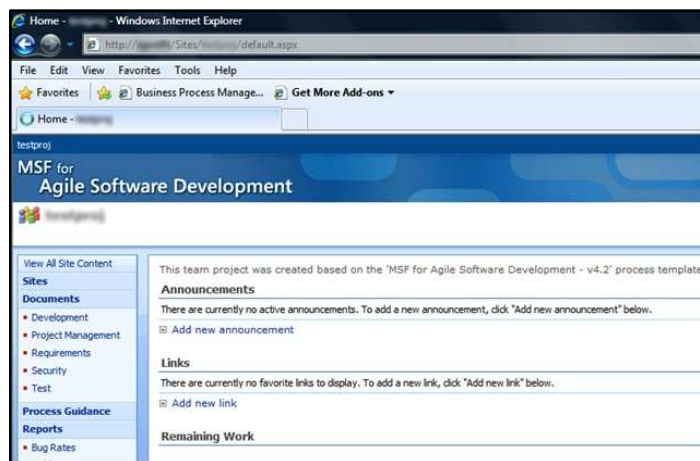
- Identificar, preparar y ensamblar un conjunto de prácticas y herramientas para dar soporte a los objetivos de un proyecto.
- Introducir nuevas prácticas individual y gradualmente cuando sean necesarias.
- Evolucionar sus prácticas basadas en las experiencias y lecciones aprendidas.

Cada práctica tiene asociada los siguientes elementos:

- **Elementos a producir:** Un conjunto de prácticas con su propia descripción en forma de tarjetas y guías, un conjunto de guías de herramientas que describen cómo ejecutar ciertas actividades definidas por las prácticas y un documento de resumen de la práctica.
- **Competencias clave:** Una descripción de las competencias para líderes, entrenadores y clientes.
- **Elementos a hacer:** Establecer y lanzar el conjunto inicial de prácticas y herramientas en el marco de la puesta en marcha de un proyecto.

### 2.3.2.6 Microsoft Team Foundation Server

*Microsoft Team Foundation Server* (Microsoft, 2010) es una solución que permite a un equipo de desarrollo colaborar y coordinar sus esfuerzos a la hora de crear un producto o llevar a cabo un proyecto, ver Figura 2-14.



**Figura 2-14.** Portal del proyecto en *Microsoft Team Foundation Server*.

Entre sus características se encuentran:

- **Portal de proyecto:** Cada proyecto de equipo tiene un portal asociado. Los miembros del equipo pueden utilizar el portal del proyecto para almacenar documentos, buscar informes y utilizar otras características de colaboración. Se proporcionan alertas que se envían a los miembros del equipo a través del correo electrónico cuando se realiza algún cambio en el proyecto.
- **Seguimiento del estado del trabajo:** Se vigila el estado de un proyecto, conociendo a quién se le ha asignado un trabajo y cuál es el estado de dicho trabajo.

- **Representación del proceso:** Los nuevos proyectos de equipo se crean a partir de una plantilla de procesos que define el conjunto de funciones en las que participarán todos los miembros del equipo. Los equipos pueden personalizar el proceso mediante un conjunto de ficheros XML.

### 2.3.3 PAL EN SITIOS WEB PÚBLICOS

Las PAL corporativas generalmente tienen acceso restringido al personal de dichas organizaciones. En algunos sitios Web se puede consultar públicamente el material relacionado con el proceso de software como en los casos del *Spawar System Center Pacific*, *Goddard Space Flight Center* de la NASA y la *PAL-SS*.

#### 2.3.3.1 Spawar System Center Pacific

La PAL del *Space and Naval Warfare (SPAWAR) Systems Center* perteneciente a la Oficina de Procesos de Ingeniería de Sistemas (*Systems Engineering Process Office - SEPO*) proporciona un repositorio de activos sobre el proceso estándar a nivel del centro (SSC, 2009), ver Figura 2-15. Esta PAL contiene un conjunto de activos de proceso de acuerdo a los objetivos y prácticas del área de proceso “Definición de procesos de la organización” de CMMI.

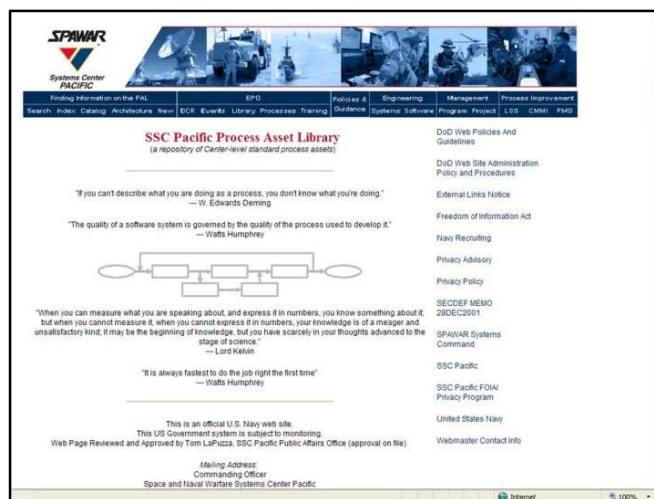


Figura 2-15. PAL de *SSC Pacific*.

Entre las funcionalidades de esta PAL se encuentran:

- **Búsqueda de información:** Con un motor de búsqueda basado en tecnología *Google*, un índice de la información del sitio Web, un catálogo de activos por áreas de procesos y vistas de la arquitectura del proceso.
- **Catálogo:** de políticas, guías y estándares de alto nivel.
- **Un conjunto de activos de proceso por áreas:** Mejora del proceso (CMMI), Ingeniería (sistemas y software) y Gestión (de programa y de proyectos).

### 2.3.3.2 Goddard Space Flight Center de la NASA

La PAL definida en el Centro de Vuelo Espacial Goddard es un repositorio de activos de proceso para la ingeniería del software, ver Figura 2-16. Puede ser accedida por usuarios que gestionan, desarrollan o prueban procesos o productos software (Goddard, 2009). Entre las funcionalidades de esta PAL se encuentran:

- Cuatro categorías de activos: Gestión de proyectos, Desarrollo de productos, Soporte organizacional y Adquisición.
- Los activos se pueden consultar por múltiples vistas: por categoría, por roles, por adaptación (a proyectos o dominios específicos) o por tipo (formularios, guías, estándares, etc.).
- Incluye apartados especiales como un índice de activos, activos aprobados y recientemente aprobados.
- También incluye material de entrenamiento, información sobre herramientas, mediciones y lecciones aprendidas.



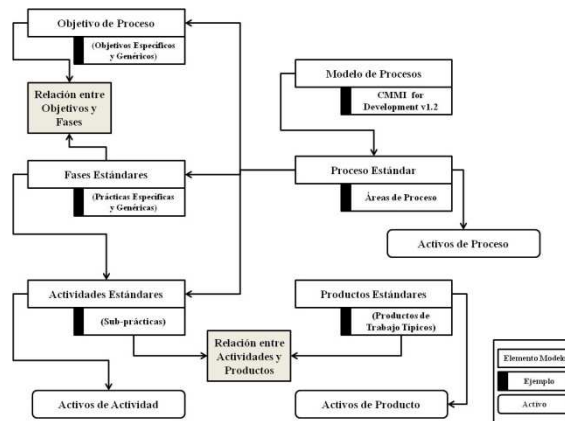
Figura 2-16. PAL del *Goddard Space Flight Center*.



### 2.3.3.3 PAL-SS

La PAL-SS (Calvo-Manzano et al., 2008a) es una PAL orientada a pequeñas y medianas empresas, grupos pequeños en grandes compañías o pequeños proyectos (Small Settings). Su estructura está basada en componentes estándares del modelo CMMI: áreas de procesos, objetivos genéricos y específicos, prácticas específicas, sub-prácticas y productos de trabajo. Estos componentes estándares están agrupados dentro de patrones que pueden ser utilizados en diferentes proyectos.

La estructura de PAL-SS se observa en la Figura 2-17, la PAL toma cada área de procesos CMMI y lo relaciona con su elemento respectivo del modelo de PAL-SS. La información adicional para entender un área específica del modelo CMMI puede ser incluida en la PAL-SS como “Activos”, siendo clasificados como “Activos de proceso”, “Activos de actividad” y “Activo de producto”.



**Figura 2-17.** Estructura de la PAL-SS.

La PAL-SS está implementada en una plataforma Web con los siguientes componentes: Gestión de proyectos, definiciones estándares de la organización, definiciones del repositorio de medición, gestión de la configuración y definición de declaraciones de patrones. La PAL fue probada incorporando activos de las áreas de proceso de “Gestión de requisitos (REQM)”, “Planificación de proyectos (PP)”, y “Control y Monitorización de Proyectos (PMC)”.

## 2.4. GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO


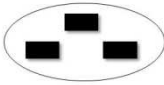
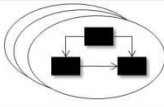
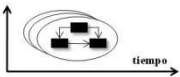
Para entender qué es la gestión del conocimiento se presentará en primer lugar qué significa el término conocimiento, una clasificación de diferentes tipos de conocimiento y sus procesos de conversión. Luego, se examina el concepto de gestión del conocimiento, los sistemas de gestión del conocimiento, los repositorios de conocimiento y la aplicación de la gestión del conocimiento en la mejora del proceso de software. Finalmente, se aborda el aspecto de PAL como repositorio de conocimiento y se describe un conjunto de herramientas para la mejora del proceso de software utilizando la gestión del conocimiento.

### 2.4.1 CONOCIMIENTO

El término conocimiento se puede definir como “*creencia justificada que incrementa la capacidad de una entidad para realizar una acción efectiva*” (Nonaka, 1994). La acción en este contexto se refiere a destrezas y competencias físicas, actividades cognitivas e intelectuales o ambas. Este conocimiento es el principal activo que poseen las organizaciones y puede ser gestionado para garantizar su generación, apropiación y transferencia apropiada entre los diferentes usuarios que lo necesiten.

En la Tabla 2-5 se presentan cuatro niveles existentes de refinamiento para el término “conocimiento” con una continuidad progresiva (Davenport, 1993).

**Tabla 2-5.** Niveles de conocimiento.

Nivel de Conocimiento	Representación	Ejemplo
- Datos		- Lista simple de ítems.
- Información		- Lista de libros adquiridos por una biblioteca en el último mes.
- Conocimiento		- Toma de decisiones, pensamientos sobre consecuencias potenciales, realización de conexiones.
- Experiencia		- Toma de decisiones basada en el pasado.

- **Datos:** Conjuntos de hechos discretos y objetivos acerca de eventos pero que no muestran su importancia o relevancia.

- **Información:** Datos organizados, con valor agregado y útiles para un determinado contexto y que han sido categorizados, calculados y condensados para los usuarios.
- **Conocimiento:** Información con valor agregado, que requiere comparación, análisis de consecuencias y entendimiento de las relaciones entre sus elementos.
- **Experiencia:** Es el conocimiento aplicado y obtenido a través de lo realizado y sucedido en el pasado.

En la literatura se encuentran diferentes clasificaciones y tipos de conocimiento. Una clasificación bastante generalizada distingue el conocimiento tácito y explícito (Nonaka, 1998).

- **Conocimiento tácito:** es altamente personal, no verbalizado, intuitivo, no articulado y derivado de la experiencia y creencias. Este conocimiento se aplica en contextos específicos comprendiendo elementos cognitivos (modelos mentales) y técnicos (aplicable a trabajos específicos). Ejemplos: habilidades manuales, mejores prácticas y *know-how* especial.
- **Conocimiento explícito:** es formal y sistemático, puede ser expresado sin ambigüedades mediante la escritura, dibujos, bases de datos, etc. Ejemplos: rutinas de la organización y procedimientos estándares.

El conocimiento tácito juega un papel importante debido a la profunda apreciación de la práctica de software que es necesaria para valorar las capacidades en diseñar nuevos procesos e implementar esos procesos como parte del desarrollo de software.

Otras clasificaciones del conocimiento referidas por varios autores son (Alavi et al., 2001) (Tiwana, 2002):

- **Conocimiento declarativo (*know-about*):** Conceptos, categorías y definiciones importantes y significativas (Nolan Norton, 1998).
- **Conocimiento procedimental (*know-how*):** Procesos, acciones y secuencias de eventos a seguir en una determinada situación.
- **Conocimiento causal (*know-why*):** Análisis y justificaciones para ciertos sucesos, acciones o conclusiones.

- **Conocimiento condicional (*know-when*):** Describe cuándo ciertas actividades o fenómenos pueden ocurrir.
- **Conocimiento relacional (*know-with*):** Relaciones entre ocurrencias de eventos, actividades o conceptos (Zack, 1998).

Las conversiones entre el conocimiento tácito y explícito se presentan en un “Modelo espiral de creación de conocimiento” (Nonaka et al., 1995), ver Figura 2-18.



**Figura 2-18.** Fases de conversión del conocimiento.

Cuatro tipos distintos de conversión han sido identificados:

- **Socialización:** Permite que el conocimiento tácito sea transferido de un individuo a otro, a través de interacciones sociales y experiencia compartida entre los miembros de la organización.
- **Externalización:** Convierte el conocimiento tácito en explícito en la forma de conceptos, modelos o articulación de mejores prácticas o lecciones aprendidas.
- **Internalización:** Permite a los individuos absorber conocimiento explícito y ampliar su conocimiento tácito, de tal manera que nuevo conocimiento pueda ser desarrollado.
- **Combinación:** Permite que nuevo conocimiento explícito sea creado a partir de la fusión, categorización, reclasificación y síntesis de conocimiento explícito existente.

## 2.4.2 GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

El supuesto básico de la gestión del conocimiento es que las organizaciones gestionando el conocimiento individual y grupal se enfrentarán con más éxito a los desafíos de los nuevos ambientes de negocio, considerándose este conocimiento como punto central para

lograr la mejora del producto y del proceso, mejores tomas de decisiones ejecutivas y mejor adaptación de la organización.

La **Gestión del Conocimiento** (*Knowledge Management* - KM) se puede definir como la disciplina que estudia la creación, preservación, aplicación y reuso del conocimiento que está disponible en una organización; su objetivo es crear conocimiento compartido entre todos los usuarios (Alavi et al., 2001). La gestión del conocimiento contribuye a mejorar el desempeño de personas, procesos y productos, minimizando riesgos y ayudando a crear procesos y productos innovadores.

Una clasificación ampliamente aceptada de estrategias de gestión del conocimiento reconoce dos clases de estrategias (Handzic, 2004):

1. **Codificación:** Para sistematizar y almacenar información que representa el conocimiento de la organización y hacerlo disponible a los diferentes usuarios. Este enfoque se centra en el conocimiento explícito haciendo uso de bases de datos y motores de búsqueda para almacenar y luego encontrar y utilizar el conocimiento explícito. Esta estrategia está orientada hacia el producto basándose en activos de conocimiento, su creación, almacenamiento y reuso en repositorios o memorias corporativas.
2. **Personalización:** Para soportar el flujo de información en una organización por medio del almacenamiento de información acerca de las fuentes de conocimiento. Este enfoque se interesa en compartir el conocimiento tácito, localizando y conectando personas con intereses comunes por medio de la socialización e intercambio de conocimiento. Esta estrategia está orientada hacia el proceso basándose en procesos sociales de comunicación.

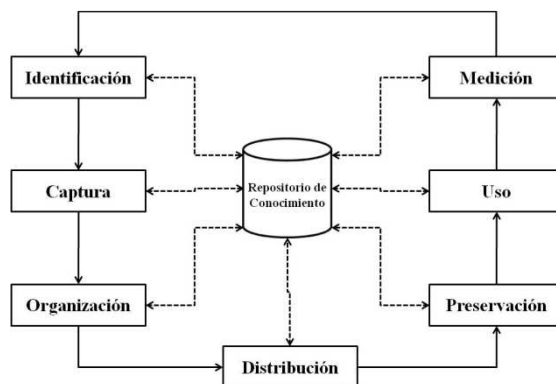
### 2.4.3 SISTEMAS DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Los **sistemas de gestión del conocimiento** se refieren a una clase de sistemas de información aplicados a la gestión del conocimiento. Es decir, son sistemas basados en tecnologías de la información desarrollados para soportar y mejorar los procesos organizacionales de creación, almacenamiento/recuperación, transferencia y aplicación del conocimiento (Alavi et al., 2001). A continuación se presenta una estructura de los sistemas

de gestión del conocimiento basada en actividades y una clasificación de dichos sistemas basada en funcionalidades, categorías, y elementos.

### 2.4.3.1 Actividades de Gestión del Conocimiento

En la Figura 2-19 se muestra una estructura para la gestión del conocimiento basada en bloques de construcción o actividades básicas (Rus et al., 2001) (Kühn et al., 1997):



**Figura 2-19.** Actividades de la gestión del conocimiento.

- **Identificación:** Los miembros de la organización desarrollan conocimiento acerca del proceso de software a través del aprendizaje, resolución de problemas, innovación, creatividad e importación desde fuentes externas.
- **Captura:** Los miembros de la organización adquieren y capturan el conocimiento acerca del proceso en formatos explícitos.
- **Organización:** El conocimiento almacenado es clasificado, organizado y transformado para un mejor entendimiento y uso.
- **Distribución:** El conocimiento es distribuido a quienes lo necesitan utilizando tecnologías de la información.
- **Preservación:** Como el conocimiento tiende a desaparecer, se debe implementar un proceso de mejora continua gestionando muchos cambios pequeños que se realicen a los activos en un amplio marco de tiempo.
- **Uso:** Consiste en desarrollar y mantener software aplicando el conocimiento almacenado para los procesos definidos.
- **Medición:** La medición está basada en los objetivos que la organización desea lograr con las actividades de gestión del conocimiento. En las organizaciones

desarrolladoras de software puede ser el soporte dado a los desarrolladores o la producción de software de alta calidad.

La medición del conocimiento permitirá identificar nuevo conocimiento, así el modelo descrito es análogo a un modelo en espiral que ilustra la naturaleza iterativa de la gestión del conocimiento.

La mayoría de los proyectos de gestión del conocimiento intentan crear repositorios de conocimiento, mejorar el acceso al conocimiento o enfocarse en mejorar la cultura y el ambiente de intercambio de conocimiento.

En el núcleo de un sistema de gestión del conocimiento se encuentra un **repositorio de conocimiento** (también llamado memoria corporativa o memoria organizativa) que soporta el reuso y permite compartir el conocimiento de la organización incluyendo las lecciones aprendidas. La función principal del repositorio es almacenar los artefactos de conocimiento (para nuestro caso, activos de proceso de software) en formas que puedan ser recuperados y aplicados efectivamente en un tiempo posterior.

La codificación del conocimiento requiere que el conocimiento se capture, codifique, organice y almacene en un formato apropiado. Entre los objetivos de un repositorio de conocimiento se encuentran (Stoyko et al., 2007):

- Identificar y proteger el conocimiento estratégico de la organización.
- Promover la transferencia y compartir el conocimiento.
- Mejorar la retención de trabajadores y prevenir la pérdida de conocimiento atribuible a la salida de trabajadores.
- Integrar el conocimiento dentro de la empresa.

Las formas y funciones de los repositorios de conocimiento pueden ser vistas como concretas o abstractas almacenando conocimiento de dos tipos (Jennex et al., 2003): Información concreta estructurada en bases de datos, documentos y artefactos, y la representación de información abstracta no estructurada de actores humanos. Una categorización de tipos de repositorios de conocimiento es dada por (Mentzas et al., 2001):

- **Repositorios de Conocimiento Externo:** Con ítems de información disponibles desde artículos y reportes para ejecutivos hasta sistemas avanzados de inteligencia de clientes.
- **Repositorios Internos Estructurados:** Incluye información como reportes de investigación, materiales de mercadeo orientados al producto, y técnicas y métodos.
- **Repositorios Internos Informales:** Con información como lecciones aprendidas, con conocimiento que debe ser interpretado y adaptado por el usuario en un nuevo contexto.

Los repositorios de conocimiento de la organización pueden adoptar varias técnicas e infraestructuras tecnológicas para su construcción, como se observa en la Tabla 2-6 (Dieng et al., 1999).

**Tabla 2-6.** Tipos de repositorios de conocimiento.

Tipo	Descripción
No computacional	Está compuesto de documentos basados en papel y que nunca han sido obtenidos previamente.
Basado en base de datos	Utilizando tecnologías de bases de datos estructuradas u orientadas a objetos para modelar la estructura de la información del repositorio.
Basado en documentos	Donde todos los documentos que conforman los procesos de software forman parte del repositorio. Se deben construir indexando todos los reportes, documentos de síntesis o referencias utilizados por diferentes expertos.
Basado en conocimiento	A través de un asistente del usuario que le suministre información relevante pero le deje al usuario la responsabilidad de una interpretación y evaluación contextual de esta información.
Basado en casos	A partir de casos y experiencias encontrados previamente se pueden resolver nuevos problemas. La recuperación de un caso pasado similar sugiere la solución a un nuevo problema mediante su reuso o adaptándolo según las necesidades de un proyecto específico.
Distribuido	Soportando la colaboración y compartición de conocimiento entre varios grupos de personas en una organización o en varias organizaciones que colaboran entre sí, tales como grupos dispersos geográficamente.

La literatura sobre repositorios de conocimiento reconoce tres desafíos principales para orientar los esfuerzos actuales de investigación (Weinberger et al., 2003):

- **Definición de componentes:** la necesidad de un modelo para guiar el desarrollo de repositorios según sus características.
- **Diseño de un ciclo de vida:** que soporte la gestión del “*know-how*”.



- **Integración del conocimiento individual:** la necesidad de un método para guiar el compartir y el reuso de dicho conocimiento.

Los repositorios de conocimiento intentan mejorar la relación existente entre la tecnología introducida y la cultura organizacional para lograr la eficiencia en la organización (Lehner, 2004). De esta manera, los repositorios de conocimiento son un vehículo para soportar la gestión del cambio en las organizaciones.

#### 2.4.3.2 Clasificación de Sistemas de Gestión del Conocimiento

La clasificación de sistemas de gestión del conocimiento se puede realizar por funcionalidades, por categorías o elementos formando un espectro.

- Por **Funcionalidades** (Maier, 2002):
  - **Funciones básicas:** Soportan el manejo de elementos de conocimiento en el sentido de transferencia asíncrona de conocimiento explícito, es decir, con las funcionalidades básicas de soporte al trabajo en grupo.
  - **Funciones integradoras:** Soportan la codificación del conocimiento como la búsqueda y recuperación. También apoyan la administración de repositorios de conocimiento y la organización de estructuras de conocimiento.
  - **Funciones interactivas:** Se enfocan en compartir el conocimiento directo o el desarrollo conjunto de conocimiento entre expertos y usuarios del conocimiento o entre proveedores de conocimiento y buscadores de conocimiento.
- Por **Categorías** (Handzic, 2004):
  - **Repositorios de Conocimiento:** Bases de datos que permiten capturar, codificar, organizar y almacenar el conocimiento relevante de la organización para su uso posterior.
  - **Herramientas de descubrimiento y búsqueda:** Incluyen motores de búsqueda y la utilización de agentes inteligentes para encontrar información relevante.
  - **Herramientas de socialización y colaboración virtual:** Como portales, intranets, extranets y tecnologías colaborativas que facilitan la interacción entre personas con el propósito de compartir y realizar un aprendizaje colectivo.

- **Herramientas para estimular la creatividad y resolución de problemas:**  
Fomentan la innovación empresarial por medio de juegos mentales y realidad virtual.
- Por **Elementos formando un espectro** (Binney, 2001):
  - **Sistemas KM transaccionales:** El conocimiento es presentado al usuario durante el curso de una transacción. Algunos ejemplos son: los sistemas de razonamiento basado en casos, aplicaciones de servicio al cliente, entradas de órdenes y escritorios de ayuda.
  - **Sistemas KM analíticos:** Interpretan o crean conocimiento de grandes cantidades de fuentes. Algunos ejemplos son: las bodegas de datos, minería de datos, inteligencia de negocios y CRM (*Customer Relationship Management*).
  - **Sistemas KM de gestión de activos:** Gestión del conocimiento explícito que ha sido codificado de alguna forma. Incluye la gestión de la propiedad intelectual, gestión de documentos y repositorios de conocimiento.
  - **Sistemas KM de procesos:** Cubren prácticas de trabajo, procedimientos y metodologías. Algunos ejemplos son la reingeniería de procesos de negocios, CMMI y la gestión de la calidad.
  - **Sistemas KM para desarrollo:** Se centran en incrementar las capacidades de los trabajadores. Incluyen la transferencia de conocimiento explícito por medio de entrenamiento y el desarrollo planificado de conocimiento tácito por medio del desarrollo de competencias y la incorporación a comunidades.
  - **Sistemas KM de innovación y creación:** Los usuarios trabajan en equipo colaborando en la creación de nuevo conocimiento. Algunos ejemplos son los foros de discusión, equipos virtuales, comunidades y redes.

#### 2.4.4 GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE SOFTWARE

El desarrollo de software es un proceso intensivo de conocimiento donde los recursos no se incrementan con las necesidades organizacionales. Por lo tanto, se requiere un incremento de la productividad de los procesos (Rus et al., 2001). Algunos impedimentos

para incrementar dicha productividad son la pérdida y búsqueda del conocimiento previo, la repetición de errores y el exceso de información (Vermaa et al., 2008):

Estos problemas se deben a que el conocimiento acerca del proceso de software es diverso, complejo y está en continuo crecimiento. La idea principal de la mejora del proceso de software no es solamente explicar el conocimiento; las iniciativas de mejora además de crear y compartir conocimiento a un nivel organizacional a través de diferentes individuos, proyectos y departamentos deben hacer énfasis en la creación de conocimiento codificado y genérico, y adaptado a proyectos específicos.

Durante la realización de proyectos de desarrollo de software se debe tener el conocimiento apropiado para cada tarea en el flujo total de procesos. A su vez, dicho conocimiento debe estar disponible la próxima vez que el proceso se ejecute para facilitar el trabajo a los equipos de desarrollo, como se observa en la Figura 2-20.

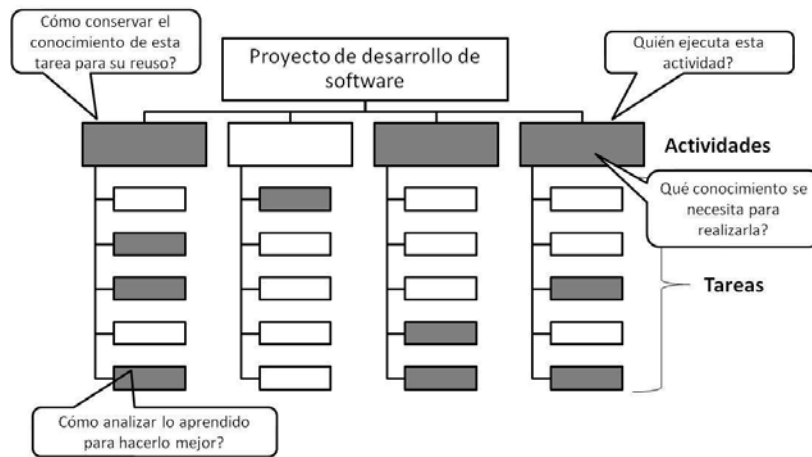


Figura 2-20. Proceso software basado en conocimiento.

En el contexto del desarrollo de software, reutilizar y compartir conocimiento es un activo crucial para la mejora continua del proceso y consecuentemente de los productos resultantes (Borges et al., 2002).

La gestión del conocimiento aplicada a la mejora del proceso permite minimizar los problemas enunciados anteriormente, por medio del registro de experiencias adquiridas durante el desarrollo de proyectos, de tal manera que se necesite menos esfuerzo y tiempo en la definición de procesos para proyectos futuros (Kneuper, 2002).

Algunos beneficios de institucionalizar programas de gestión del conocimiento para el proceso de software son (Rus et al., 2001):

- Reuso eficiente de experiencias documentadas.
- Facilidad para solucionar problemas dentro de la organización.
- Identificación y almacenamiento de experiencias valiosas.
- Facilitar la definición de medidas para mejorar la ejecución del proceso e incrementar la calidad de los productos de software.

Aunque la mayoría de las organizaciones reconoce la importancia de gestionar el conocimiento del proceso, el establecimiento de estas estrategias es difícil. Se presentan problemas, por ejemplo, en formatos no adecuados para representar dicho conocimiento y la carencia de incorporación de plataformas y sistemas de gestión de conocimiento en los procesos que se intentan soportar (Weber et al., 2001).

#### **2.4.5 PAL COMO REPOSITORIO DE CONOCIMIENTO**

Aunque los activos de procesos intentan encapsular la experiencia obtenida por medio de listas de verificación, plantillas, etc. no siempre capturan las diversas formas de conocimiento obtenidas a partir de la ejecución de proyectos. La captura de este tipo de conocimiento requiere una gestión apropiada del conocimiento. Muchas organizaciones han desarrollado sistemas para aprovechar efectivamente la experiencia colectiva y el conocimiento de sus empleados (Jalote, 2002).

Las organizaciones desarrolladoras de software deben poseer un repositorio de conocimiento acerca del proceso y sus funcionalidades deben ser incorporadas a las librerías de activos de proceso para fomentar y garantizar la preservación y reuso del conocimiento adquirido en los proyectos.

La información almacenada en la PAL representa la experiencia adquirida acerca de los procesos aplicados en proyectos y junto con los datos de medición del proceso indican la capacidad del proceso de la organización.

Una PAL logrará sus objetivos cuando sea realmente utilizada por los usuarios del proceso. Debe ser mucho más que un depósito de información y para ayudar a aumentar la

madurez de la organización debe ofrecer mecanismos para compartir los activos de proceso (Kubleck et al., 2010).

Los activos almacenados deben estar disponibles para su uso en proyectos y así desarrollar e implementar procesos de software definidos para proyectos específicos. Los activos almacenados en la PAL constituyen el conocimiento acerca del proceso en la organización, es decir, representan la memoria corporativa del proceso.

### 2.4.6 HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DEL PROCESO UTILIZANDO LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Las PAL se relacionan con herramientas que aplican técnicas para capturar y compartir conocimiento acerca del proceso de software. Entre algunas de estas herramientas encontradas en la literatura se encuentran: la Factoría de Experiencia, *ProKnowHow*, *Milos* y *EPG/ER*.

#### 2.4.6.1 Factoría de Experiencia

La Factoría de Experiencia (Basili et al., 1994) es una organización lógica y/o física para analizar y sintetizar toda clase de experiencia, actuando como un repositorio, empaquetando la experiencia por medio de una construcción informal, formal o esquematizada de modelos y medidas de varios productos y procesos de software y otras formas de conocimiento a partir de documentos, personas o soporte automatizado (ver Figura 2-21).



Figura 2-21. Factoría de experiencia.

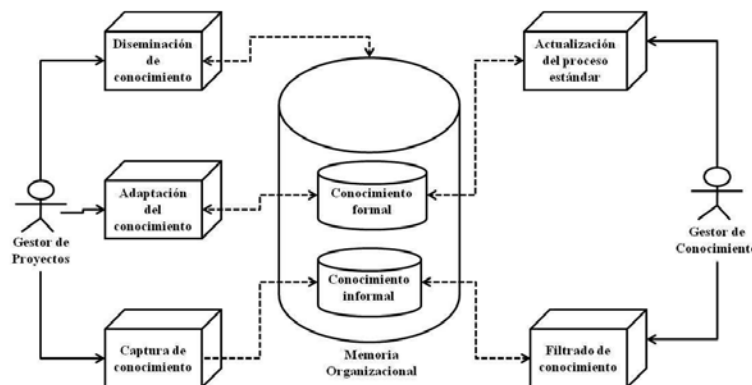
La factoría procesa esta información y retorna una realimentación directa de cada actividad del proyecto, junto con objetivos y modelos adaptados de proyectos previos.

También produce, almacena y proporciona herramientas, lecciones aprendidas y datos desde una perspectiva más generalizada.

Entre los paquetes de experiencia que la factoría puede generar están los paquetes de productos, procesos, herramientas, de gestión, relaciones y datos. Los paquetes de procesos tienen como elemento central un proceso de ciclo de vida, junto con información necesaria para su ejecución y lecciones aprendidas durante su realización.

#### 2.4.6.2 ProKnowHow

*ProKnowHow* es una herramienta basada en gestión del conocimiento para soportar la definición de procesos de software para un proyecto (Borges et al., 2002), ver Figura 2-22.



**Figura 2-22.** Arquitectura de *ProKnowHow*.

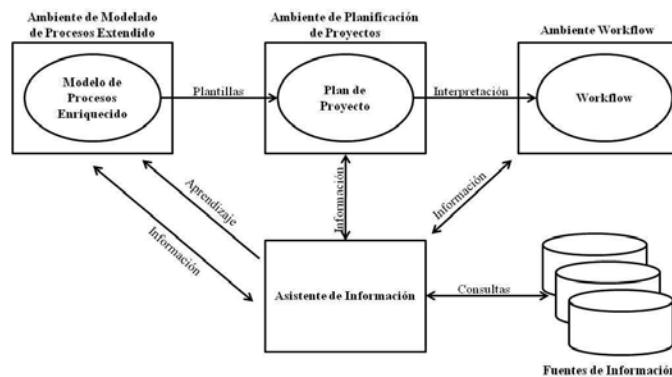
Entre las funcionalidades de la herramienta, se encuentran:

- Soporte para la adaptación del proceso estándar a proyectos.
- Recolectar y diseminar el conocimiento adquirido durante la instanciación del proceso estándar.
- Soporte a la actualización del proceso estándar basada en la realimentación de proyectos.

El conocimiento acerca del proceso es almacenado en una memoria organizacional que contiene tanto conocimiento formal como informal. En el contexto de definición del proceso, hay dos clases de conocimiento formal: activos de proceso de software y artefactos para la definición del proceso.

### 2.4.6.3 Milos

*Milos* es una herramienta que integra la gestión del conocimiento y soporte al proceso de software para mejorar la eficiencia de equipos virtuales (Maurer et al., 2002). Los fundamentos conceptuales, presentados en la Figura 2-23, son:



**Figura 2-23.** Gestión del conocimiento en *MILOS*.

- Modelos genéricos de procesos con descripciones reutilizables de los procesos de desarrollo describiendo tareas, diferentes formas de resolver una tarea específica e información sobre el flujo de las tareas. Los modelos se almacenan en un Centro de Experiencias.
- Un Asistente de Información, que entrega información explícita acerca del proceso, basado en consultas automáticas a las fuentes de información asociadas a los modelos de procesos.
- Un enfoque de aprendizaje organizacional que permite empaquetar elementos “buenos” de proyectos exitosos soportando estrategias de mejora continua.

### 2.4.6.4 EPG/ER

*EPG/ER* es una guía electrónica de procesos junto con un repositorio de experiencias (Scott et al., 2002a). La guía electrónica está formada por un conjunto de páginas HTML que poseen enlaces hacia una interfaz al repositorio de experiencias. Este repositorio almacena elementos como listas de verificación, plantillas, ejemplos y experiencias no estructuradas que pueden ser ingresadas o accedidas por los usuarios a través de la Web, como se observa en la Figura 2-24.

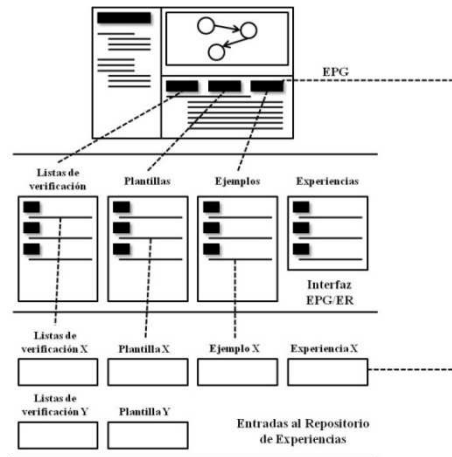


Figura 2-24. Arquitectura de EPG/ER.

## 2.5 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS PAL

A continuación se presenta un análisis comparativo de las funcionalidades de las diferentes herramientas presentadas en los apartados 2.3.2 Desarrollo de PAL en la industria, 2.3.3 PAL en sitios web públicos y 2.4.6 Herramientas para la mejora del proceso utilizando gestión del conocimiento, a partir de los siguientes criterios.

- **Conocimiento informal:** Indica si la herramienta permite almacenar conocimiento informal acerca del proceso de software como mejores prácticas, lecciones aprendidas y experiencias previas.
- **Personalización:** Indica si la herramienta ofrece mecanismos para el intercambio y construcción compartida del conocimiento.
- **Adquisición del conocimiento:** El conocimiento del proceso es obtenido con suficiente nivel de detalle para ser transferido, almacenado y utilizado en la organización.
- **Organización del conocimiento:** Indica si la herramienta permite clasificar los activos almacenados en la PAL de acuerdo a algún tipo de estructura basada en los procesos, usuarios, tipo, etc.
- **Distribución del conocimiento:** Indica si la herramienta ofrece mecanismos de búsqueda y navegación en el catálogo de activos para que el conocimiento sea accesible.



- **Utilización del conocimiento:** Indica si la herramienta permite que los activos almacenados puedan ser consultados y descargados para realizar actividades y tareas en proyectos específicos.
- **Reuso del conocimiento:** Indica si la herramienta permite que los activos utilizados en proyectos específicos puedan ser almacenados como ejemplos en la PAL.
- **Preservación del conocimiento:** Indica si la herramienta permite que los contenidos de la PAL sean actualizados a través de un proceso de mejora colaborativa mediante ediciones y retroalimentación de los usuarios.
- **Medición del conocimiento:** Indica si la herramienta genera medidas cuantitativas sobre los accesos y acciones de los usuarios en la PAL.
- **Gestión de usuarios:** Indica si la herramienta permite gestionar políticas de acceso para grupos y usuarios de la PAL.
- **Gestión de cambios:** Indica si la herramienta incorpora un sistema de control de cambios para los contenidos de los activos de proceso.
- **Conocimiento de proyectos:** Indica si la herramienta proporciona capacidades para almacenar los productos de trabajo desarrollados a partir del uso de los activos durante la realización de proyectos y está integrada con herramientas de gestión de proyectos.
- **Manejo del contexto:** Indica si la herramienta permite la eliminación del contexto de aplicación de los activos y su contextualización cuando son aplicados a nuevas situaciones o proyectos.

La Tabla 2-7 muestra un análisis comparativo para cada una de las herramientas. Cada criterio de evaluación puede tener asignado los siguientes valores:

- ✓: Cumple el criterio de evaluación.
- ✘: No cumple el criterio de evaluación.
- □: Cumple parcialmente el criterio de evaluación.

Como se puede observar de esta tabla:

- Cada herramienta permite crear un repositorio de información relacionada con el proceso de software.

Tabla 2.7. Estudio comparativo de herramientas relacionadas (Parte 1).

Herramienta	Conocimiento informal	Personalización conocimiento	Adquisición conocimiento	Organización conocimiento	Distribución conocimiento	Utilización conocimiento	Reuso conocimiento
<i>EZyLib</i>	x	✓	✓ Basada en <i>workflow</i> .	✓ Por áreas de procesos, dominios.	✓	✓	✓
<i>EPF Composer</i>	x	x	✓ A partir de formularios.	✓ Por métodos y procesos.	□	x	x
<i>Select Process Director</i>	x	x	✓ A partir de elementos de proceso precargados.	✓ Ciclos de vida de desarrollo.	□	x	x
<i>IRIS Process Author</i>	x	x	✓ A partir de plantillas.	✓ Basada en WBS.	✓	✓	x
<i>EssWork</i>	x	x	✓ Tarjetas	✓ Basada en "Prácticas".	✓	x	x
<i>Microsoft TFS</i>	x	✓	✓ Plantillas XML.	✓ Elementos de proceso.	□	✓	x
<i>SSC Pacific PAL</i>	x	x	✓ Páginas HTML	✓ Por áreas.	□	x	x
<i>Goddard Space Flight Center</i>	✓	x	✓ Páginas HTML	✓ Por áreas.	✓	x	x
<i>PAL-SS</i>	x	x	✓ Páginas HTML	✓ Por áreas CMMI.	✓	✓	x
<i>Factoría de Experiencia</i>	✓	x	✓ Paquetes	✓ Productos, procesos, herramientas, gestión, relaciones y datos.	x	x	✓
<i>ProKnowHow</i>	✓	✓	✓ Formularios en herramienta software	✓ Modelos de ciclo de vida.	✓	✓	✓
<i>Milos</i>	x	x	✓	✓	✓	✓	✓

Capítulo 2. Estado del Arte

---

Herramienta	Conocimiento informal	Personalización conocimiento	Adquisición conocimiento	Organización conocimiento	Distribución conocimiento	Utilización conocimiento	Reuso conocimiento
			Objetos de necesidad de información (INO)	Procesos con métodos y productos			
<i>EPG/ER</i>	✓	✓	✓ Páginas HTML	✓ Listas de verificación, ejemplos, plantillas y experiencias.	□	✓	✓

---

Tabla 2.7. Estudio comparativo de herramientas relacionadas (Parte 2).

Herramienta	Preservación conocimiento	Medición conocimiento	Gestión de usuarios	Gestión de cambios	Conocimiento de proyectos	Manejo del contexto
<i>EZyLib</i>	✓	✓	✓	✓	✗	✗
<i>EPF Composer</i>	✓	✗	✗	✗	✗	✗
<i>Select Process Director</i>	✗	✓	✓	✗	✗	✗
<i>IRIS Process Author</i>	✓	✗	✓	✓	✗	✗
<i>EssWork</i>	✗	✗	✗	✗	✗	✗
<i>Microsoft TFS</i>	✓	✗	✓	✗	✗	✗
<i>SSC PacificPAL</i>	✗	✓	✗	✗	✗	✗
<i>Goddard Space Flight</i>	✗	✗	✗	✗	✗	✗
<i>PAL-SS</i>	✗	✗	✗	✗	✗	✗
<i>Factoría de Experiencia</i>	✗	✗	✗	✗	✓	✗
<i>ProKnowHow</i>	✓	✓	✓	☐	✓	☐
<i>Milos</i>	✓	✓	✓	✓	☐	✗
<i>EPG/ER</i>	✓	✗	✗	☐	✗	✗

- La mayoría de las herramientas almacenan conocimiento formal, pero sólo en algunas está estructurado y estandarizado según algún modelo de referencia. Por otro lado, el conocimiento informal acerca del proceso no está incluido en la mayoría de las herramientas.
- Las herramientas implementan estrategias de codificación del conocimiento basadas en el almacenamiento de los activos pero muy pocas herramientas incluyen mecanismos de personalización para la generación compartida del conocimiento.
- Las actividades de adquisición y organización del conocimiento son los procesos de gestión del conocimiento más implementados en las herramientas, utilizando plantillas y formularios para su adquisición y con un conjunto de activos organizados por áreas CMMI, procesos de desarrollo o dominios.
- En cuanto a la distribución del conocimiento, la navegación se realiza a través de la consulta de las diferentes áreas en que están organizadas las PAL hasta encontrar los activos específicos. Los mecanismos de búsqueda, en caso que se presenten, poseen formatos muy simples.
- Las actividades de utilización y reuso del conocimiento están implementadas en la mitad de las herramientas. Aunque en algunas se incluye la funcionalidad de descargar los activos de proceso, en muy pocas se presenta la capacidad de instanciarlos para su uso en proyectos de software específicos.
- La preservación a través de la mejora colaborativa y la medición del conocimiento almacenado y utilizado son procesos de gestión del conocimiento que están implementados en pocas herramientas.
- La gestión de usuarios y de cambios de los contenidos de las PAL son procesos abordados por pocas herramientas. En las PAL públicas no hay políticas de accesos por usuarios.
- La utilización de mapas de conocimiento para coordinar, simplificar, destacar y navegar a través del conocimiento almacenado es un proceso que ha sido implementado en otros dominios diferentes a procesos de software, pero no se presenta en ninguna de las herramientas analizadas. De igual manera, ninguna herramienta aborda la eliminación y agregación del contexto al conocimiento almacenado.

- Muy pocas herramientas tienen un enfoque orientado a proyectos. La mayoría implementan procesos estándares y no guardan información sobre los proyectos donde son utilizados y sobre los activos que realmente fueron aplicados en dichos proyectos.

En Fogle et al. (2001) se realizó un estudio de *benchmarking* sobre PAL en 14 organizaciones, los resultados presentes en la Tabla 2-8 destacan que algunos aspectos como recursos humanos, propósito, usuarios, contenido y gestión de la configuración de una PAL están implementados y son ampliamente aceptados pero aspectos como estructura, medición, seguridad, herramientas, entrenamiento y habilitadores requieren investigación especial.

**Tabla 2-8.** Implementación de áreas en PALs.

Área	Porcentaje
Características clave en organización	51 %
Recursos humanos	77 %
Propósitos de la PAL	77 %
Propietarios y usuarios de PAL	71 %
Tipo de contenido en PAL	78 %
Estructura PAL	46 %
Interface de usuario	64 %
Gestión de configuración	66 %
Medición PAL	18 %
Seguridad PAL	55 %

De los análisis anteriores se concluye que las herramientas actuales para el desarrollo de PAL tienen las siguientes características:

- Están **basadas en bases de datos y documentos** donde se indexan los activos que conforman el repositorio.
- Están **orientadas a un enfoque basado en la codificación** del conocimiento, centradas en almacenar el conocimiento y hacerlo disponible.
- Incorporan **búsquedas simples basada en texto** sobre los elementos internos estructurados de la organización.
- Tienen **contenidos estructurados jerárquicamente** por áreas de proceso, dominios, y modelos de ciclo de vida.

- Las actividades orientadas a la gestión de conocimiento que están más implementadas son la **adquisición y organización** del conocimiento.

Por otro lado, las herramientas actuales carecen de funcionalidades para cubrir aspectos tales como:

- **Asistentes** que suministren información relevante acerca del proceso, que apoyen su interpretación y contexto de aplicación.
- **Enfoque integrado de codificación y personalización** del conocimiento.
- Las actividades de **distribución, utilización, preservación y medición del conocimiento están parcialmente implementadas**. Las actividades de **reuso de conocimiento, gestión de proyectos basada en activos, mapas de conocimiento y manejo del contexto de los activos están insuficientemente implementadas**. Se requiere de un apoyo integral al repositorio con actividades propias de gestión del conocimiento sobre activos del proceso de software.
- Soporte para **elementos internos no-estructurados**, con información que apoye su interpretación y adaptación a nuevos contextos.
- Incorporación de mecanismos para **gestionar y reutilizar el conocimiento informal** del proceso.
- Implementación de herramientas de **seguimiento y medición de los activos** que permitan establecer planes de mejora del proceso.
- La definición de una **infraestructura organizativa y tecnológica** para la PAL.
- Las librerías de activos de proceso no sólo se deben centrar en crear, actualizar y eliminar activos también deben abordar aspectos como la **certificación, medición y gestión** de los mismos.

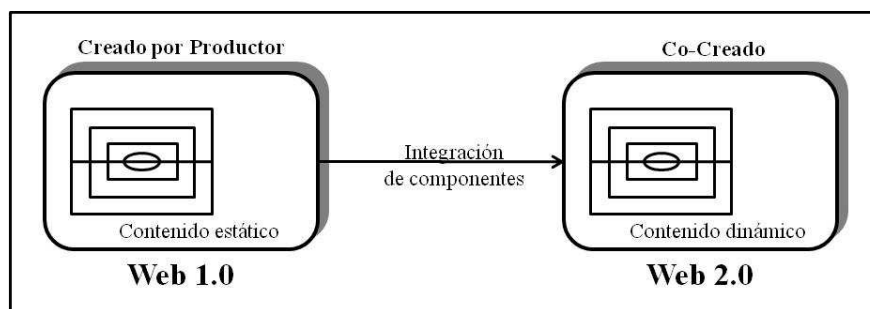
## 2.6. SISTEMAS WEB 2.0 Y WIKIS

La presente tesis doctoral implementa un repositorio de conocimiento para el proceso de software utilizando tecnologías colaborativas de la Web 2.0 y en concreto tecnologías wiki con la idea básica que los contenidos contribuidos por los usuarios alteren dinámicamente el ciclo de vida del conocimiento acerca del proceso de software.

A continuación se presenta una descripción del concepto de Web 2.0 y la wikis como una de sus tecnologías. Luego, se realiza un análisis del impacto de la utilización de wikis para la gestión del conocimiento y su aplicación en ingeniería del software. Finalmente, se presentan trabajos relacionados con la implementación de PAL utilizando wikis.

### 2.6.1 WEB 2.0

La **Web 1.0** se centraba básicamente en una interface Web de sólo lectura con contenido estático y creado por un productor de contenidos, ver Figura 2-25. Mientras que la **Web 2.0** está enfocada en una interfaz de lectura/escritura donde el valor añadido emerge de la contribución de un gran número de usuarios (Lytras et al., 2008).



**Figura 2-25.** Infraestructura de transformación de la Web 1.0 a Web 2.0

La Web 2.0 es una evolución en la forma de trabajar en la Web con la idea principal de la colaboración y convergencia de muchas personas en un medio. Tim O'Reilly acuñó el término teniendo como objetivos el fortalecimiento de las comunidades de usuarios y una serie de servicios basados en la colaboración.

Para facilitar el desarrollo de sistemas de gestión del conocimiento orientados al proceso de software, la Web 2.0 ofrece una infraestructura de tecnologías y servicios más colaborativa e interactiva haciendo énfasis en la interacción social. Entre las características que ofrece esta red como plataforma se encuentran (Murugesan, 2007):

- Facilitar el diseño web flexible fomentando el reuso creativo de contenidos.
- Proporcionar una interfaz de usuario más rica e interactiva.
- Facilitar la creación y modificación de contenidos en forma colaborativa.
- Permitir la creación de nuevas aplicaciones Web combinando datos e información de diferentes fuentes.



- Establecer redes sociales de personas con intereses comunes.
- Soportar la colaboración y ayuda para generar conocimiento.

La Web 2.0 incluye algunas tecnologías claves de tal manera que está compuesta de varias plataformas sociales de software, ver Figura 2-26. Entre las tecnologías y servicios Web 2.0 se encuentran (Elia et al., 2008):

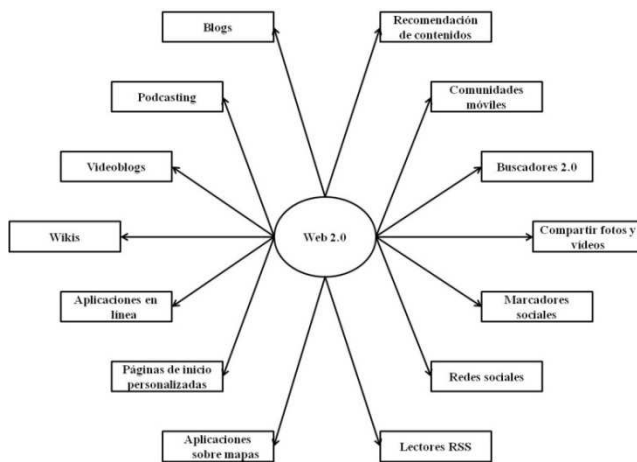


Figura 2-26. Tecnologías Web 2.0.

- **Blogs:** Sitios Web donde las personas pueden ingresar sus pensamientos, ideas, sugerencias y comentarios ordenados cronológicamente.
- **Lectores RSS:** Es una familia de formatos Web usados para la sindicación de contenidos que resumen la información y ofrecen enlaces hacia las fuentes de información. Informan a los usuarios sobre actualizaciones de contenidos de sitios web de su interés.
- **Wikis:** Contenidos creados por los usuarios que cualquiera puede modificar, corregir y editar.
- **Aplicaciones en línea:** Aplicaciones software que no necesitan instalación previa en una plataforma particular, se ejecutan a través de un navegador Web.
- **Redes sociales:** Redes para relacionarse y comunicarse directa y transparentemente con otros usuarios sobre temas personales o profesionales.

A continuación se presenta una descripción más detallada del concepto de wiki, la cual será incorporada como herramienta de gestión del conocimiento para incrementar las funcionalidades de las PALs.

### 2.6.2 WIKIS

La colaboración entre los miembros de los equipos de desarrollo ha creado desafíos en el desarrollo de software debido a dificultades en la comunicación y coordinación entre los equipos con miembros que poseen diferentes conocimientos (Jiranida, 2009).

Las **wikis** se están convirtiendo en herramientas Web 2.0 que ayudan a afrontar estos desafíos. Entre las muchas definiciones de wiki se encuentran las siguientes:

- Leuf et al. (2001) definen una wiki como *“La base de datos más simple que posiblemente funcione. La wiki es una pieza de un servidor software que permite a los usuarios crear y editar libremente el contenido de una página web usando cualquier navegador web. La wiki soporta hiperenlaces y tiene una sintaxis simple de texto para crear nuevas páginas y enlaces cruzados sobre la marcha en páginas internas”*.
- Ebersbach et al. (2006) definen una wiki como *“Un software basado en web que permite a todos los lectores de una página cambiar el contenido mediante su edición en línea”*.
- La *Wikipedia* (2010) define una wiki como *“Un sitio web colaborativo el cual puede ser editado directamente por cualquiera que tenga acceso a él”*.

Integrando estas definiciones se puede concluir que las wikis son tecnologías para la comunicación, documentación y difusión del conocimiento convirtiéndose en espacios para el desarrollo de contenidos en línea que permiten a los usuarios crear, editar y distribuir información en la web. Su gran ventaja es permitir que un sitio web sea completamente editable ofreciendo una forma rápida de colaboración durante su creación y actualización (Hasan et al., 2006).

El concepto de wiki fue desarrollado en 1995 por Ward Cunningham (Leuf et al., 2001), quien estaba experimentando con ambientes de hipertexto para promover el intercambio de ideas en las comunidades de patrones de diseño, para que otras personas pudieran ver, modificar y contribuir con sus propios patrones. La wiki desarrollada se aplicó con éxito al *Repositorio de Patrones de Portland* permitiendo que la comunidad pudiera crear colaborativamente sus contenidos.

La palabra *WikiWiki* significa “rápido” en hawaiano. Cunningham inicialmente escogió el término *WikiWikiWeb*. Finalmente, seleccionó una palabra inusual que aludiera a una nueva tecnología que fuera rápida y fácil de utilizar, denominando *Wiki* a estas nuevas formas de colaboración y distribución en la Web donde el contenido puede estar disponible de una manera rápida y sin complejidad (Louridas, 2006).

Desde entonces, las wikis han crecido progresivamente y han sido ampliamente aceptadas por las comunidades técnicas y generales en Internet. Su difusión y éxito se debe principalmente a su proyecto más famoso: la *Wikipedia*, una enciclopedia libre basada en wiki. Actualmente, esta enciclopedia en línea tiene más de tres millones de artículos en inglés y más de seiscientos mil en castellano (Wikipedia, 2010).

A continuación se presenta una breve descripción de las características de las wikis y diferentes tipos de wikis, junto con sus beneficios y desventajas. Esta sub-sección finaliza con un listado de herramientas software para implementar wikis.

### 2.6.2.1 Características de las wikis

Las wikis utilizan las páginas como concepto principal y siguen un modelo orientado al texto utilizando títulos, párrafos, listas, tablas, figuras, etc. como bloques de construcción para la creación de documentos (Figueiredo, 2009).

Por lo tanto, las wikis permiten la creación de hipertextos asociativos con estructuras de navegación no lineal (Ebersbach et al., 2006). Las wikis se caracterizan por ser abiertas, evolucionan incrementalmente, son fáciles de editar y organizar, y proporcionan la convergencia de contenidos y consistencia de términos (Aguiar et al., 2005). Entre las funcionalidades básicas de las wikis se encuentran (Ebersbach et al., 2006):

- **Repositorio central:** Las páginas de la wikis deben estar almacenadas en un repositorio central, ya sea en una base de datos o como ficheros de texto (Murugesan, 2007).
- **Edición:** Es la característica fundamental donde la edición y organización de contenidos de cada página es flexible y pueden ser cambiados cuando sea necesario. Cada persona debe ser capaz de editar las páginas de la wiki. El ingreso y formateo del texto es realizado utilizando unas pocas reglas, lo cual permite que el acceso sea

fácil y extensivo a un gran número de usuarios que no deben requerir herramientas especiales. Dar formato al contenido de las páginas es más simple que utilizar HTML (Murugesan, 2007).

- **Enlaces:** Cada página puede ser enlazada a otras páginas formando una estructura de red. Las wikis proporcionan un mecanismo de enlace dinámico (Bodner et al., 1999) donde los enlaces objetivos no están estáticamente definidos, son generados durante el tiempo de carga de la página, basados en información contextual y soportando así la noción de página web adaptativa. La estructura y navegación son simples permitiendo a los usuarios crear y enlazar páginas fácilmente (Murugesan, 2007).
- **Historia:** Permite almacenar versiones o modificaciones previas de cualquier página y así realizar un seguimiento del proceso de edición de páginas. Cuando un usuario edita una página, una historia de revisiones es almacenada. De tal manera que los contenidos previos almacenados pueden ser restaurados. Algunas herramientas permiten la comparación de diferentes versiones de una página.
- **Cambios recientes:** Para poder consultar una visión general de un cierto número de cambios recientes a las páginas o todos los cambios en un cierto periodo de tiempo.
- **Funciones de búsqueda:** Ofrecen funciones de búsqueda de texto completo o por título de página
- **Categorías:** Permiten mantener las páginas organizadas y ordenadas. La mayoría de las wikis soportan una categorización libre y muchos niveles de sub-categorías para las páginas.
- **Seguridad:** Características para vigilar páginas o detener a usuarios no autorizados que editen páginas particulares. La mayoría de las wikis soportan pocos niveles de seguridad; por ejemplo, un nivel para controlar ediciones de usuarios anónimos y un nivel de administración que permite la gestión de usuarios.
- **Discusiones:** Incorporan discusiones acerca de las páginas. Se pueden realizar de forma tradicional directamente sobre una página o implementando funcionalidades especiales para las discusiones.
- **Plantillas:** Proporcionan mecanismos para insertar textos estándares. Generalmente las plantillas soportan el paso de parámetros para aumentar sus funcionalidades y adaptación a las necesidades de cada página.

- **Extensiones:** Funcionalidades adicionales pueden añadirse a las wikis por medio de *plug-ins* o extensiones.

Para el uso de una wiki no es necesario tener un software cliente. No se requiere de software adicional, se utiliza simplemente un navegador web de tal manera que los usuarios regulares no requieren de un largo curso de entrenamiento. Las páginas wikis pueden ser visualizadas de dos modos (Leuf et al., 2001):

- **Lectura:** Es el estado por defecto de una wiki. Significa que los usuarios pueden ver los contenidos como una página web normal que contiene imágenes, enlaces, texto, etc.
- **Edición:** Se activa la adición y modificación de contenidos por parte de los usuarios utilizando la sintaxis propia de la wiki.

Las wikis presentan dos modalidades de edición que describen como una página o artículo de la wiki puede ser escrita (Leuf et al., 2001):

- **Por documento:** Los usuarios contribuyen creando documentos colaborativos escritos en tercera persona. A medida que pasa el tiempo, múltiples autores editan y actualizan los contenidos hasta convertirse en una representación compartida del conocimiento de los autores.
- **Por hilo de edición:** Los usuarios realizan discusiones enviando mensajes firmados. Otros usuarios responden dejando los mensajes originales sin modificaciones. El documento evoluciona presentando la versión original y los aportes realizados por cada usuario.

### 2.6.2.2 Tipos de wikis

Las wikis pueden ser utilizadas en grupos de trabajo cerrados o pueden ser dirigidas potencialmente a cualquier persona en la Web (Ebersbach et al., 2006). Algunas categorías de wikis están orientadas a la naturaleza de sus contenidos o razones por las cuales las personas las utilizan. Una clasificación puede ser:

- **Wikis enfocadas al contenido:** Se centran en un tipo de contenido específico como material de referencia o documentación sobre cierta tecnología.

- **Wikis enfocadas al proceso:** Promueven la colaboración y la gestión de proyectos en las organizaciones. Ejemplos comunes de aplicación son las wikis orientadas a la realización de tareas y las wikis educativas.
- **Wikis de comunidad:** Para comunidades con una localización específica o comunidades virtuales construidas alrededor de un interés o necesidad compartida.
- **Wikis de fácil uso:** Para la realización de tareas sencillas en pequeñas y medianas empresas, wikis familiares y personales.

### 2.6.2.3 Beneficios y desventajas de las wikis

En la literatura no se encuentra mucha investigación sobre los beneficios de las wikis y los factores que animan a un uso sostenido de las mismas (Majchrzak et al., 2006). Entre los posibles beneficios que este tipo de tecnologías ofrece a las organizaciones se destacan las siguientes:

- Proporcionan la habilidad para crear y mantener una documentación en una forma dinámica y colaborativa, animando a compartir más la información durante el desarrollo de proyectos (Jiranida, 2009).
- El trabajo se hace más fácil, ayuda a las organizaciones a mejorar sus procesos y a capturar y compartir conocimiento, especialmente para resolver tareas que requieren soluciones novedosas en lugar de tareas rutinarias (Majchrzak et al., 2006).
- Fomentan la utilización de múltiples tipos de documentos utilizando plantillas, el reuso de partes de documentos y la organización de contenidos (Figuereido, 2009)
- Los entregables de un proyecto estarán en un único lugar y se puede monitorizar el aprendizaje consultando los comentarios realizados a las páginas (Al-Yahya, 2008).
- Se recomienda utilizar wikis para producir conocimiento, además de almacenar la documentación de proyectos (Louridas, 2006).

Entre las múltiples razones por las cuales las organizaciones utilizan las tecnologías wikis se encuentran:

- **Poca administración:** La gestión de la wiki no es compleja, lo cual significa un mayor tiempo para la realización del trabajo real.

- **Estructura ad-hoc:** La estructura del sistema wiki va emergiendo a medida los usuarios generan los contenidos.
- **Edición simple y rápida:** No se necesita instalar herramientas ni se utilizan muchos recursos.
- **Entrada de texto libre:** No hay reglas que definan qué se debe escribir.
- **Fácil aprendizaje:** No se requiere mucho tiempo y dinero para el entrenamiento.

Las wikis como tecnologías web tienen innumerables aplicaciones en empresas como wikis corporativas, como medios alternativos a los foros y lista de correo tradicionales, para generar glosarios y diccionarios, desarrollar apuntes, manuales y portafolios electrónicos. Las implementaciones de las wikis pueden ser vistas como procesos de cambio en lugar de introducción de nuevas tecnologías (McAfee, 2006).

En cuanto a posibles desventajas del uso de las wikis se encuentran:

- Brindan muy poco soporte para información no estructurada en navegación y búsqueda de información (Jiranida, 2009) (Oren et al., 2006).
- Presentan algunos problemas a resolver como el mal entendimiento de artefactos reutilizables, no hay soporte explícito para interiorizar el conocimiento y no hay una integración entre la gestión del conocimiento y la gestión del aprendizaje (Rech et al., 2007a).
- Es difícil realizar seguimiento de actividades individuales (Al-Yahya, 2008).

#### 2.6.2.4 Software para implementar wikis

El software que permite implementar una wiki se denomina “**motor wiki**”. Los motores wikis son generalmente instalados en un servidor requiriendo funcionalidades más avanzadas que los ordenadores tradicionales (Clyde, 2005).

Se estima en más de 200 los motores para el desarrollo de wikis (WikiMatrix, 2009). Las características de estos sistemas varían dependiendo de su funcionalidad, licencias, lenguaje de programación, capacidades de exportación de datos, usabilidad, sistema operativo, sistema de almacenamiento, facilidad de instalación y documentación. A continuación se presentan algunos ejemplos de motores wiki populares:

- **UseModeWiki** (UseModeWiki, 2010): Uno de los más antiguos, escrito en Perl. Ha tenido una influencia substancial en las wikis posteriores.
- **MediaWiki** (MediaWiki, 2010): Ideado para las necesidades del proyecto enciclopedia *Wikipedia*. La wiki consiste en una colección de scripts en PHP y desarrollos adicionales como barra de navegación, espacios de nombres, etc.
- **TikiWiki** (TikiWiki, 2010): Es un sistema de gestión de contenido y *groupware* escrito en PHP donde la wiki es un componente adicional.
- **TWiki** (TWiki, 2010): Basada en Perl, está concebida para ser utilizada por la intranet de una organización.
- **PhpWiki** (PHPWiki, 2010): Basada en PHP, posee varias funciones administrativas y una arquitectura de *plug-ins* que facilita la integración de muchas funciones.

### 2.6.3 WIKIS PARA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

La gestión del conocimiento es uno de los usos fundamentales de las wikis. Las wikis fueron desarrolladas teniendo en cuenta algunos principios de diseño. En la Tabla 2-9 se presentan los principios de diseño de las wikis, junto con su descripción y posible impacto para la gestión del conocimiento (Müller et al., 2006).

Las wikis abordan cuestiones de gestión del conocimiento como: usabilidad, acceso distribuido, diversidad de conocimiento, búsqueda de contenido, control de versiones y organización de contenidos (Soles et al., 2009). Las wikis animan la creación de conocimiento de manera incremental donde cualquier usuario puede contribuir y compartir libremente el conocimiento dando soporte a usuarios que necesitan acceder a un único repositorio (Wagner, 2005). Las wikis pueden ayudar a codificar el conocimiento explícito y crear mapas o directorios de conocimiento tácito (Lytras et al., 2009).

El estudio realizado por Majchrzak et al. (2006) reporta tres tipos de beneficios señalados por los participantes al utilizar las wikis en contextos corporativos:

- Permite realizar sus trabajos de forma más fácil.
- Ayuda a la organización a reutilizar el conocimiento, soporta la colaboración, y mejora los procesos.
- Mejora la reputación de los contribuyentes de contenidos en la wiki.



**Tabla 2-9.** Principios de diseño de wikis e impacto en la gestión del conocimiento.

Principio	Descripción	Impacto en Gestión del Conocimiento
Abierta	Cada usuario puede ver y cambiar todo el contenido.	El conocimiento está libremente disponible y se puede compartir.
Incremental	Las páginas pueden citar a otras páginas, incluyendo páginas cuyos contenidos aún no existen.	Desarrollo del conocimiento con brechas visibles.
Orgánica	El desarrollo de la estructura y su contenido es evolutivo.	El conocimiento y su contexto son dinámicos.
Simple	Menor número de reglas sintácticas.	Pocas barreras de uso durante la documentación del conocimiento.
Universal	La creación, cambio y estructuración de contenidos siguen los mismos principios.	No hay definición necesaria de roles de gestión del conocimiento.
Precisa	Las páginas deben ser identificadas claramente para evitar conflictos de nombres.	Se considera el contexto del conocimiento.
Observable	El desarrollo de contenidos es verificable por cada usuario.	El origen y desarrollo del conocimiento puede ser analizado.
Convergente	La duplicación se evita mediante enlaces al contenido.	El conocimiento redundante emerge.
Confiable	La confianza en los contenidos es el principio central.	El éxito depende de la cultura de la organización.

Con la utilización de servicios colaborativos como las wikis, se puede apoyar el desarrollo de una nueva generación de bibliotecas digitales denominadas **Biblioteca 2.0** (“*Library 2.0*”). La Biblioteca 2.0 es la aplicación de tecnologías basadas en web, colaborativas, interactivas y multimedia en los servicios y colecciones basadas en web. Las wikis potencian las bibliotecas digitales en aspectos como (Kille, 2006):

- **Repositorios de conocimiento interno:** Para apoyar la construcción colectiva de recursos y aportar referencias a dichos recursos.
- **Espacios de trabajo colaborativo:** Para gestionar el conocimiento acerca de proyectos específicos y construir un espacio interactivo para la documentación de las actividades realizadas.

#### 2.6.4 WIKIS Y APLICACIONES EN INGENIERÍA DEL SOFTWARE

En la literatura se encuentra poca investigación sobre cómo las wikis son utilizadas en el desarrollo de software (Jiranida, 2009). La mayoría de los trabajos se centran en otras áreas como aplicaciones en áreas corporativas, educativas y el proyecto *Wikipedia*.

En pocos años, los equipos de desarrollo de software han comenzado a utilizar las wikis en procesos como: colaboración en diferentes localizaciones, sesiones de *brainstorming*, seguimiento de proyectos, organización de conocimiento fragmentado y facilitar el intercambio de información dentro de la empresa (Hasan et al., 2007).

Los rangos de conocimiento de las wikis van desde conocimiento de dominios como requisitos, leyes, cuestiones legales o especificaciones hasta conocimiento muy detallado de implementación como modelos arquitectónicos, documentos técnicos y casos de prueba (Riechert et al., 2009).

Muchos desarrolladores de software están utilizando actualmente las wikis para almacenar información relacionada con el proyecto (Louridas, 2006) u otros contenidos (Leuf, 2001). Las principales aplicaciones de las wikis se enmarcan en las siguientes áreas:

- Gestión de proyectos en general y gestión del conocimiento corporativo (Ras et al., 2009).
- Desarrollo de software: Aplicadas a diversos aspectos del desarrollo como la documentación técnica, aprobación del cliente, seguimiento de problemas, *workflow* interno, gestión de procesos y calidad, diseño de software, información de referencia, información de instalación de software, configuraciones, especificaciones, lista de versiones de software utilizadas en las empresas, revisiones post-mortem, etc. (Ras et al., 2009) (Majchrzak et al., 2006).
- *E-learning*, comunidades de prácticas y grupos de usuarios, colaboración *ad-hoc*, soporte técnico, CRM, gestión de recursos e investigación y desarrollo (Majchrzak et al., 2006).

Las wikis son tecnologías idóneas para implementar plataformas ligeras para el intercambio de artefactos reutilizables dentro de proyectos de software. Una wiki desde el punto de vista de la gestión del conocimiento se puede considerar como un **Repositorio de conocimiento ligero**, **Memoria organizativa ligera** o una **factoría de experiencia** (Ras et al., 2009).

En la Tabla 2-10 se presenta un listado de aplicaciones específicas de wikis en el ámbito de la Ingeniería del Software.

**Tabla 2-10.** Aplicaciones de las wikis en Ingeniería del Software.

Área	Nombre de la aplicación wiki	Descripción
Reuso de componentes	Wiki basada en roles para componentes OTS (Li et al., 2009)	Con conocimiento personalizado sobre componentes OTS, facilitando la búsqueda y extracción de información. Además, se puede acceder a ejemplos de código.
Desarrollo colaborativo	Wiki para la colaboración interdisciplinaria (Jiranida, 2009)	Para compartir información en equipos interdisciplinarios de desarrollo. Contiene plantillas de proyectos reflejando el ciclo de desarrollo, donde cada sección contiene enlaces que representan actividades para cada fase.
	Galaxy Wiki (Xiao et al., 2007)	Implementa un ambiente de desarrollo de software colaborativo para que los desarrolladores escriban código fuente, compilen, ejecuten y depuren código.
	WikiWinWin (Yang et al., 2008)	Soporta la negociación colaborativa de requisitos entre múltiples <i>stakeholders</i> de un proyecto software.
	Plan of Record (Radziwill et al. 2004)	Para diferentes tareas de desarrollo de software: asignación de tareas, reportes de estado, elicitación de requisitos y diseños exploratorios.
Requisitos de software	OntoWiki (Riechert et al., 2009)	Para la elicitación de requisitos en etapas tempranas y creativas, estructurándolos y clasificándolos semánticamente.
	SmartWiki (Knauss et al., 2009)	Genera realimentación sensible al contexto sobre los requisitos. Verifica automáticamente la consistencia de los mismos. Ayuda a gestionar tareas, responsabilidades y experiencias.
	WikiReq (Abeti et al., 2009)	Ayuda a los <i>stakeholders</i> a adquirir requisitos por medio de esquemas semánticos que ayudan a descubrir actores, objetivos, tareas y recursos.
Documentación	XSDoc Wiki (Aguiar et al., 2005)	Integra la documentación producida, generando un único documento.
	Wiquila (Romberg, 2008)	Facilita la integración entre fuentes de información interna y externa usadas en proyectos software.
	Riki (Rech et al., 2007b)	Implementa una documentación orientada al reuso acerca del conocimiento sobre productos, proyectos, contactos y blogs de empleados.
	Trac (Beck et al., 2009)	Integra el seguimiento de errores y gestión de proyectos, incluyendo un sistema de planificación, un sistema de tickets para definir y realizar seguimiento a las tareas y capacidades de gestión de la configuración.
Artefactos	Wiki-Dev (Fokaefs et al., 2009)	Integra información sobre artefactos de software. Promueve la colaboración en ambientes grupales, soporta control de acceso, contiene un editor de plantillas y realiza un análisis de contribuciones.
	(Ben-Chaim et al., 2009)	Implementa un proceso para mantener artefactos. Incorpora glosarios jerárquicos de términos para mantener los artefactos.
Arquitectura de software	ShyWiki (Soles et al., 2009)	Wiki hipertexto para la gestión del conocimiento sobre arquitectura de software. Implementa espacios de trabajo para compartir conocimiento y gestionar tareas.

Área	Aplicación de la wiki	Descripción
Gestión de experiencias	Plataforma de conocimiento (Ras et al., 2009)	o e que incluyen 1 del ers. Incorpora de aprendizaje.
	E C u et al., 2005)	i pr t s r a s de onoc onoc sobre problemas gi s s m t de instrucciones y localización de expertos.

### 2.6.5 WIKIS Y PAL

Los trabajos relacionados con el trabajo desarrollado por Wongboonsin et al., (2008). En dicho trabajo, los activos de proceso son escasos. Los activos de conocimiento (OPD):

- SP 1.1 Ejemplos de procesos estándares.
- Sección de descripciones de los modelos de ciclo de vida.
- Sección de criterios y las guías de adaptación.

Los tipos de activos de conocimiento se muestran a continuación en la Figura 2-27.

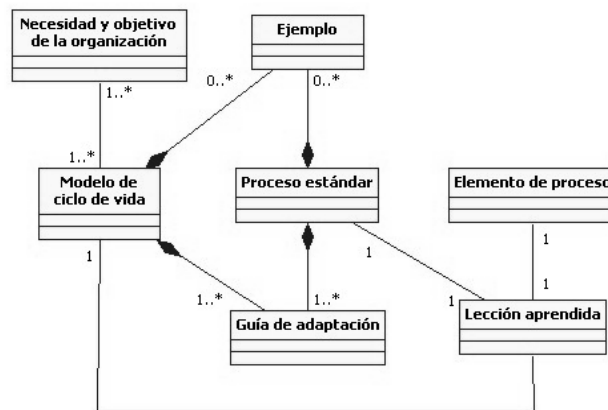


Figura 2-27. Diagrama de relaciones de los tipos de activos de conocimiento.

Elementos de conocimiento:

- Subsistema de gestión de activos: Responsable de gestionar los contenidos de los activos, plantillas y discusiones.
- Subsistema de gestión de usuarios: Controla el acceso de los usuarios y personaliza las preferencias del usuario.
- Subsistema de análisis de datos: Responsable del análisis y estadísticas de las páginas.

Esta PAL utiliza plantillas para mantener el contenido estructurado y roles de usuario para controlar quienes pueden acceder a las descripciones de los procesos. Además, utiliza la herramienta *MediaWiki* como plataforma de desarrollo.

Se puede concluir acerca del estado actual de las wikis, que se necesitan mejoras adicionales para maximizar su utilidad en la Ingeniería del Software y se requiere desarrollar trabajos adicionales en el área de procesos de software donde las wikis se pueden convertir en repositorios de conocimiento acerca del proceso y de los proyectos de desarrollo de software de las organizaciones (Figueiredo, 2009).

Las wikis ofrecen una serie de ventajas y fortalezas al momento de ser utilizadas para gestionar una PAL como:

- Pueden ser orientadas al proceso para ayudar a los miembros del equipo de desarrollo a colaborar y trabajar juntos en la realización de las actividades de desarrollo.
- Ayudan en la gestión de proyectos de software ayudando a la formación y entrenamiento de personal y a tener un repositorio centralizado de la documentación de los proyectos.
- Están basadas en la contribución asincrónica de los equipos de proyectos donde el contenido es generado, publicado y compartido por los usuarios.
- Fomentan una participación más activa, colectiva y colaborativa de los usuarios en todas las fases del ciclo de vida de los activos de proceso de software.
- Ofrecen capacidades para realizar anotaciones al conocimiento o discutir los contenidos publicados.
- Dan soporte para que el contenido evolucione, crezca y mejore con el tiempo.

## 2.7. DISCUSIÓN Y RESUMEN

Los repositorios de conocimiento sirven como fuente de información para entender los problemas que se presentan al desarrollar un proyecto software y como base de conocimiento para almacenar nueva información creada durante el desarrollo de proyectos. Los trabajos referenciados en el estado del arte presentan la desventaja de ser generalmente depósitos estáticos de información. Por lo tanto, deben convertirse en repositorios activos y útiles, y de no “solo lectura” sobre conocimiento del proceso de software.

Las PAL son elementos fundamentales para lograr la definición e institucionalización del proceso de software. La detección de las necesidades correctas no es una tarea simple, los diseñadores de repositorios tienen que conocer quiénes son los usuarios de una PAL, qué tareas deben ejecutar, en cuáles situaciones, qué tipo de conocimiento se necesita almacenar y recuperar (para lograr dichas tareas), qué herramientas utilizan, etc. (Dieng et al., 1999).

La combinación de aspectos de gestión del conocimiento y gestión del proceso de software ayuda a las organizaciones por medio del reuso de conocimiento ya que se “puede conocer lo que se sabe”, el conocimiento se puede difundir y utilizar para lograr la institucionalización del proceso, incentivar una buena cultura de la organización y a su vez, mejorar la calidad de los productos software producidos y reducir los costos de entrenamiento (Wang et al., 2006).

Una PAL al estar conformada por conocimiento formal e informal requerirá de un enfoque integrado para su construcción incluyendo información contenida en su propia base de datos y documentos, con capacidad distribuida y teniendo en cuenta casos y experiencias previas que permitan reutilizar y adaptar los activos de procesos almacenados.

Los sistemas basados en la Web 2.0 como las wikis ofrecen ventajas para el desarrollo e implementación de repositorios ligeros de conocimiento. Los procesos tradicionales de gestión del conocimiento como creación, transferencia y almacenamiento / recuperación pueden ser soportados por sistemas wikis.

En la Tabla 2-11 se presenta una lista de áreas de gestión del conocimiento aplicadas a la gestión de procesos de software y muestra cuáles áreas son cubiertas por las herramientas

analizadas, en el modelo de procesos de la PAL-Wiki propuesto en esta tesis (Capítulo 3) y en la PAL-Wiki desarrollada para procesos ágiles (Capítulo 4).

**Tabla 2-11.** Áreas de KM implementadas en herramientas y en la tesis.

Área KM	Herramientas analizadas	Modelo PAL-Wiki	PAL-Wiki
Codificación	✓	✓	✓
Personalización	✗	✓	✓
Creación	□	✗	✗
Adquisición	✓	✓	✓
Organización	✓	✓	✓
Distribución	□	✓	✓
Preservación	□	✓	✓
Utilización	□	✓	✓
Reutilización	□	✓	✓
Medición	□	✓	--
Mapas de conocimiento	✗	✓	✓
Proyectos	□	✓	--
Contexto	✗	✗	✗

✓: Implementado ✗: No implementado □: Parcialmente o con problemas --: Con herramientas externas

Las herramientas analizadas para la implementación de PALs no implementan la estrategia de personalización del conocimiento como un medio para el manejo del conocimiento tácito que poseen los equipos de desarrollo. Tampoco utilizan mapas de conocimiento para ayudar a visualizar adecuadamente el conocimiento almacenado, y no se han implementado el manejo del contexto de aplicación de los activos.

Los procesos de adquisición y organización generalmente son cubiertos por las herramientas. Los procesos de creación, distribución, preservación, utilización, reutilización, medición y proyectos tienen problemas para estimular la creación de conocimiento, la realización de búsquedas concretas, y la instanciación y reuso de activos en proyectos. Muy pocas herramientas incluyen la medición de los activos almacenados y la recolección de métricas sobre su uso.

El modelo de PAL-Wiki propuesto afronta estos problemas incluyendo estos procesos específicos. El manejo del contexto de los activos y herramientas para la creación del conocimiento están fuera del alcance de esta tesis.

Los procesos de gestión del conocimiento de activos de procesos definidos en el modelo fueron implementados en la PAL-Wiki para procesos ágiles. El proceso de medición utiliza tanto funcionalidad interna como herramientas externas para recolectar métricas sobre el uso de los activos. El proceso de conocimiento sobre proyectos fue implementado utilizando un repositorio externo enlazado a la PAL-Wiki desarrollada.

En este capítulo se han presentado las principales áreas de conocimiento que aborda la tesis doctoral: el proceso de software, la gestión del conocimiento y los sistemas wikis. Estas bases teóricas permiten delimitar el contexto de aplicación de la tesis y explicar el concepto de librería de activos de procesos de software, describir el estado actual de la tecnología para el desarrollo de este tipo de repositorios y presentar una serie de problemas aún no resueltos que la presente tesis doctoral pretende resolver con la aplicación de técnicas de gestión del conocimiento basadas en tecnologías colaborativas de la Web 2.0.



## 3. DESCRIPCIÓN DE LA PAL-WIKI

Este capítulo realiza una descripción de la PAL-Wiki, una librería de activos de proceso orientada a la gestión del conocimiento del proceso software utilizando un sistema wiki, que permite a los usuarios definir, organizar, distribuir, utilizar, medir y mejorar por medio de tecnologías Web 2.0 el aprendizaje y uso de procesos genéricos de software.

Inicialmente, se presentan las capacidades de la PAL-Wiki por usuario del proceso. Luego, se realiza una descripción general del proceso de gestión del conocimiento de la PAL-Wiki. Después, se presenta una descripción detallada del modelo del proceso de gestión del conocimiento de la PAL-Wiki. Finalmente, se presenta el modelo estructural de la PAL-Wiki.

### 3.1 CAPACIDADES DE LA PAL-WIKI

La Tabla 3-1 presenta un listado de los usuarios de la PAL-Wiki y las principales acciones que realizan.

**Tabla 3-1.** Usuarios de la PAL-Wiki.

Usuario	Interacciones
Equipo de gestión de procesos de la organización	Se encarga de definir y desplegar el proceso existente en la organización y establecer mecanismos de medición acerca del uso de los activos para implementar estrategias de mejora del proceso.
Equipo técnico del proceso de la organización	Se encarga de conocer, aprender y utilizar el proceso definido de software para la realización de actividades específicas durante el desarrollo de proyectos.
Administrador del repositorio	Se encarga de la gestión, control y mantenimiento de los usuarios y contenidos de la PAL-Wiki.

La PAL-Wiki dará soporte al aprendizaje acerca del proceso definido en la organización, incorporando varias fuentes de conocimiento donde elementos de diferentes clases,

estructuras, contenidos y tipos de formatos estarán disponibles para que los usuarios del proceso realicen efectivamente sus tareas. La PAL-Wiki debe ser capaz de controlar y acceder a fuentes heterogéneas de acuerdo a las necesidades del usuario (Lytras et al., 2008).

Las capacidades de la PAL-Wiki a nivel del equipo de gestión de procesos de la organización son los siguientes:

- Gestión del ciclo de vida de los activos de proceso software incluyendo su desarrollo, clasificación, publicación y mantenimiento.
- Adquisición de conocimiento formal del proceso que incluya conocimiento estructurado, como procesos estándares, modelos de ciclos de vida, estándares de ambiente de trabajo y documentación relacionada al proceso.
- Adquisición de conocimiento informal del proceso incluyendo aspectos no estructurados, como lecciones aprendidas, mejores prácticas y soluciones de problemas.
- Soporte a la ejecución del proceso mediante el reuso de activos definidos en la organización en proyectos específicos de desarrollo. El reuso de activos estará basado en la clasificación y el contexto de aplicación de dicho activos para que permita entender y guiar el desarrollo de proyectos futuros siguiendo un proceso definido de software.
- Seguimiento histórico de la creación, actualización, uso y contexto de los activos de proceso almacenados en la PAL-Wiki.
- Organización y almacenamiento de los activos de proceso definidos que abarquen una amplia variedad de artefactos y fuentes de conocimientos disponibles.
- Publicación de los activos de proceso en la PAL-Wiki a través de la presentación de sus contenidos estructurados y no estructurados.

Las capacidades de la PAL-Wiki a nivel del equipo técnico de la organización son:

- Navegación por las diferentes categorías de activos mostrando sus relaciones con el proceso definido de software.
- Búsqueda de activos de acuerdo a las actividades a ejecutar durante la realización del proceso teniendo en cuenta sus formatos y los posibles roles responsables de su uso.

- Desarrollo de los contenidos de los activos de proceso mediante la edición colaborativa de sus contenidos
- Mejora continua de los contenidos de la PAL-Wiki mediante la retroalimentación de los usuarios a través de comentarios en discusiones que contribuyan a la institucionalización del proceso software en la organización.
- Construcción de una comunidad de usuarios de la PAL-Wiki sobre el proceso que reutilice y comparta los activos almacenados.
- Incorporación en la PAL-Wiki de ejemplos de activos de proceso desarrollados previamente por los usuarios, que se consideran útiles a la comunidad, para que otros usuarios en proyectos futuros puedan utilizarlos como guías y ayuda en la ejecución de actividades.

Las capacidades de la PAL-Wiki a nivel del administrador del repositorio son:

- Generación de reportes acerca de los activos almacenados y el acceso de los diferentes usuarios a dichos activos. Estos reportes permitirán modificar y mejorar el proceso definido de software.
- Gestión de grupos de usuarios apoyando la definición de roles.
- Gestión de los usuarios pertenecientes a los grupos previamente definidos y la administración de los derechos de acceso a la PAL-Wiki.
- Gestión de las múltiples versiones de los activos de proceso almacenados en la PAL-Wiki.

## **3.2 PROCESO DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO DE LA PAL-WIKI**

El proceso de gestión del conocimiento de la PAL-Wiki se describe a partir de la presentación de su visión general. Luego, se realiza una descripción general de cada uno de los sub-procesos definidos para la gestión del conocimiento del proceso de software.

### **3.2.1 VISIÓN GENERAL DE LA PAL-WIKI**

La visión de la PAL-Wiki es promover el aprendizaje y uso de procesos software durante la realización de proyectos utilizando una librería de activos de proceso implementada por

medio de un sistema *wiki*. El principio *wiki* es la idea fundamental como un repositorio ligero de conocimiento donde los equipos de desarrollo construyen y mantienen colaborativamente los activos de procesos software.

La visión general de la PAL-Wiki se muestra en la Figura 3-1.

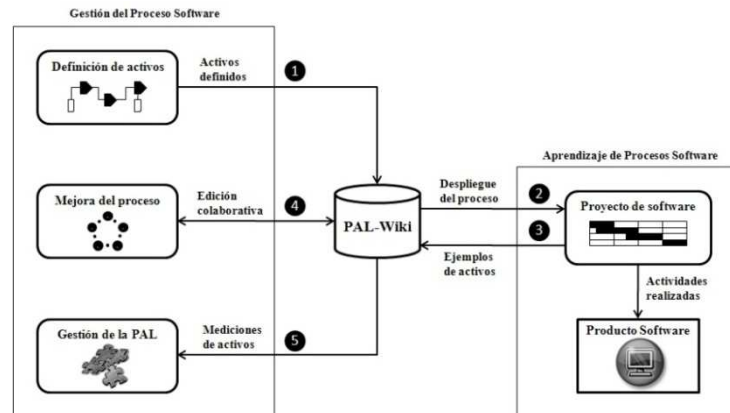


Figura 3-1. Visión general de la PAL-Wiki.

La visión general de la PAL-Wiki tiene como núcleo central la librería de activos de procesos de software que permite gestionar el proceso software y apoyar el aprendizaje y uso del proceso por parte de los desarrolladores de proyectos de software en la organización. La gestión y despliegue de los elementos de la PAL están basados en actividades de gestión del conocimiento.

Los activos de proceso son definidos, estructurados y organizados en la librería y son presentados a los usuarios a través de una guía de procesos presente en un sistema *wiki* (1). Durante la realización de proyectos de desarrollo de software, la PAL-Wiki es consultada para encontrar y utilizar activos que ayuden a ejecutar las actividades que permitirán construir un determinado producto software (2). Los activos encontrados son reutilizados y pueden ser nuevamente almacenados en la PAL-Wiki como ejemplos para su consulta en proyectos futuros (3).

A medida que los activos son utilizados en la ejecución de los proyectos, los usuarios del proceso pueden realizar una evaluación y mejora de sus contenidos por medio de las características de edición colaborativa de la PAL-Wiki (4). También, se recolectan datos acerca del acceso de los usuarios a la PAL-Wiki y sobre los activos consultados y descargados para poder realizar mantenimiento de los contenidos (5).

### 3.2.2 SUB-PROCESOS DE LA PAL-WIKI

En las organizaciones y corporaciones la mayoría de las wikis se utilizan para propósitos diversos, para grupos pequeños, frecuentemente dispersos y distribuidos geográficamente y para quienes necesitan crear documentación multi-enlazada sobre temas complejos (Andersen, 2005).

Las wikis son especialmente apropiadas para aplicaciones donde los documentos interesan a una parte sustancial de una comunidad, tienen un tiempo de vida razonablemente larga pero cambian y son mejorados con el tiempo (Wood, 2005). Jones (2009) ha demostrado que las wikis son tecnologías clave para implementar las mejores prácticas de la ingeniería del software. Las wikis están bien posicionadas en el ranking de canales de aprendizaje y uso del proceso software en términos de costo, eficiencia y economía. Por lo tanto, las wikis son tecnologías ideales para implementar PALs.

Para los propósitos de una PAL, la tecnología wiki puede ofrecer muchas ventajas ya que permitirá una organización más rápida y simple de los activos de proceso, haciendo el trabajo más fácil y ayudando a las organizaciones desarrolladoras de software a mejorar sus procesos (Majchrzak et al., 2006). Las capacidades de edición de contenidos ofrecidas por las wikis permiten la generación de la documentación de los activos de proceso, y soporta fácil y profundamente las características de las funciones basadas en la gestión del conocimiento, que es el objetivo de esta nueva generación de PAL.

La PAL-Wiki debe cumplir las prácticas específicas definidas en las áreas de proceso: Definición de procesos de la organización y Enfoque de procesos de la organización, enriquecidas e implementadas por medio de técnicas de gestión del conocimiento. La PAL-Wiki debe cubrir aspectos fundamentales como (SEI, 2006):

- Establecer y mantener una librería de activos de proceso software de la organización.
- Establecer mecanismos para almacenar, organizar y recuperar elementos almacenados en la librería de activos.
- Poner los elementos almacenados en la librería de activos a disposición de los proyectos para su uso.

- Revisar periódicamente el uso de los activos de proceso y usar los resultados para mantener los contenidos de la librería.
- Corregir la librería de activos de proceso de la organización según sea necesario.

Para cubrir estos aspectos, la PAL-Wiki debe cumplir con una serie de sub-procesos organizados e implementados de una manera gradual para facilitar la incorporación de la PAL en las organizaciones. Los sub-procesos son un conjunto de funciones organizadas en tres tipos que están basados en las funciones integradoras e interactivas de los sistemas de gestión del conocimiento definidas por (Maier, 2007) (Zack, 1999).

En primer lugar, un conjunto de sub-procesos básicos deben ser implementados para almacenar y utilizar activos de proceso durante el desarrollo de proyectos software. Luego, un conjunto de sub-procesos de soporte es implementado para gestionar usuarios y contenidos de la PAL-Wiki. Finalmente, un conjunto de sub-procesos avanzados adaptan el conocimiento almacenado para mejorar el uso de los activos. Los procesos de la PAL-Wiki son presentados en la Figura 3-2 y son presentadas a continuación.

- **Sub-procesos básicos:** Estos procesos implementan funciones básicas de la gestión del conocimiento en la PAL -Wiki.
  - Adquisición del conocimiento del proceso software.
  - Organización del conocimiento del proceso software.
  - Distribución del conocimiento sobre el proceso software.
  - Utilización del conocimiento sobre el proceso software.
  - Preservación del conocimiento sobre el proceso software.

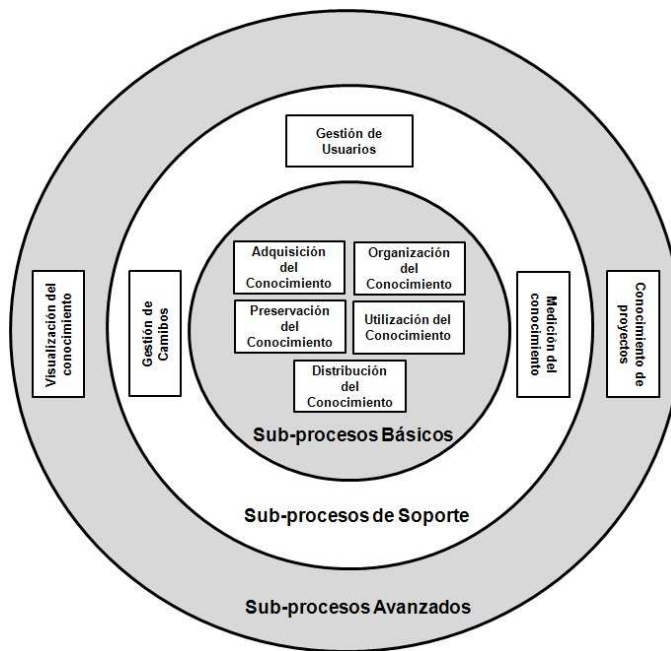


Figura 3-2. Sub-procesos de la PAL-Wiki.

- **Sub-procesos de soporte:** Para cumplir con los procesos tradicionales de cualquier sistema informático, la PAL-Wiki debe incorporar funciones para la gestión de los grupos y usuarios con acceso permitido al sistema, y un sistema de control de los cambios realizados en los contenidos de los activos para salvaguardar el estado en el que se encuentran los activos en un momento dado. Estos sub-procesos se centran en actividades que se aplican de manera general a los procesos en la organización.
  - Gestión de usuarios de la PAL-Wiki.
  - Gestión de cambios de la PAL-Wiki.
  - Medición de la PAL-Wiki.
- **Sub-procesos avanzados:** Estos sub-procesos se centran en procesos dirigidos a los proyectos y cuestiones de despliegue de los procesos adaptando el conocimiento para mejorar su uso.
  - Gestión del conocimiento de proyectos.
  - Visualización del conocimiento del proceso software.

#### Sub-proceso 1. Adquisición del conocimiento del proceso software

El objetivo de este sub-proceso es obtener y caracterizar el conocimiento detallado requerido para ejecutar los procesos de la organización. Durante la adquisición, se obtiene

conocimiento con suficiente nivel de detalle para que pueda ser comunicado a otras personas.

Por medio de este sub-proceso, se implementa la estrategia de codificación del conocimiento. El conocimiento adquirido será almacenado para su uso continuo en la organización. Este conocimiento es capturado, transformado y representado en varios formatos para que sea más útil.

En la PAL-Wiki, el conocimiento adquirido formal está representado implícitamente en sentencias del lenguaje natural, pero también puede estar incorporado en diferentes formatos como: documentos, hojas de cálculo, ficheros binarios, vídeos, transparencias, imágenes, etc.

#### Sub-proceso 2. Organización del conocimiento del proceso software

El conocimiento recolectado destinado a la PAL-Wiki necesita ser organizado de acuerdo a alguna estructura, jerarquía o clasificación establecida. Una vez un elemento de conocimiento (activo de proceso) es creado, debe estar localizado en dicha estructura y estar enlazado con otros elementos de conocimiento. Se debe respetar la organización general de la PAL-Wiki para obtener como beneficio la facilidad de uso de la misma.

La organización también requiere la transformación del conocimiento dependiendo de su uso. El conocimiento acerca del proceso software debe ser reconstruido y organizado para ajustarse a formatos específicos de aprendizaje y formación, soportando así formatos multimedia y la incorporación de ejemplos de activos de proceso aplicados a proyectos específicos.

#### Sub-proceso 3. Distribución del conocimiento sobre el proceso software

La PAL-Wiki debe proporcionar facilidades para una selección efectiva de sus elementos por medio de:

- Una estructura con varias clases de nodos con conexiones asociativas que permitan navegar y consultar sus contenidos.
- Un servicio de búsqueda basado tanto en palabras clave que pertenezcan a ciertas categorías de la PAL-Wiki como en el texto de los contenidos de los activos almacenados (Kubleck et al., 2010).



Los contenidos de la librería de activos hacen énfasis en un conocimiento procedimental que involucra nodos sobre: Qué (*What*) acciones realizar, Quién (*Who*) las realiza, Cuándo (*When*) realizarlas y Cómo (*How*) pueden ser ejecutadas, enlazados con artefactos representados por documentos, presentaciones, vídeos y ficheros de aplicaciones. Los usuarios pueden navegar a través de la estructura de conocimiento de la PAL-Wiki para encontrar los artefactos almacenados.

Los resultados de las búsquedas regularmente consisten en una lista de elementos de conocimiento que coincidan con el texto de búsqueda, incluyendo el primer párrafo de la descripción del elemento y un corto resumen que describa dicho elemento.

#### Sub-proceso 4. Utilización del conocimiento sobre el proceso software

El objetivo fundamental de la PAL-Wiki es que el conocimiento almacenado acerca del proceso software de la organización sea realmente conocido por los usuarios y aplicado efectivamente durante la realización de proyectos. El conocimiento que ha sido creado o adquirido, y luego organizado y distribuido, debe ser reutilizado siempre que sea útil.

Hay varios tipos de uso que los usuarios del proceso pueden realizar con los activos de proceso almacenados:

- Pueden ser descargados y reutilizados completamente (sin modificaciones) por los usuarios del proceso en proyectos.
- Pueden ser descargados e instanciados (adaptados sus contenidos para ser aplicados en proyectos específicos). Los activos de procesos instanciados pueden ser nuevamente almacenados en la PAL-Wiki como ejemplos de activos que serán consultados y reutilizados en proyectos futuros.

El uso y aplicación del conocimiento del proceso proporciona retroalimentación para su evolución y mejora.

#### Sub-proceso 5. Preservación del conocimiento sobre el proceso software

La preservación del conocimiento se enfoca en mantener los contenidos de la PAL-Wiki actualizados a través de un proceso colaborativo de mejora de los contenidos por medio de anotaciones, comentarios y retroalimentación por parte de los usuarios. De esta manera, se implementa la estrategia de personalización del conocimiento.

La PAL-Wiki permite a los usuarios añadir o actualizar los contenidos basándose en su propio conocimiento, alcanzado a partir del uso del mismo y a partir de estadísticas sobre la utilización de los activos. El conocimiento irrelevante o desactualizado debe ser eliminado de la PAL-Wiki.

El conocimiento informal o tácito acerca del proceso de desarrollo también será incorporado como lecciones aprendidas acerca del uso de los activos durante el desarrollo de los proyectos de la organización.

#### Sub-proceso 6. Gestión de usuarios de la PAL-Wiki

Este sub-proceso permite gestionar políticas de acceso de los diferentes grupos de usuarios de la PAL-Wiki: el equipo de gestión de procesos de la organización, el equipo técnico del proceso de la organización y administradores del repositorio.

LA PAL-Wiki no tiene usuarios anónimos, para ingresar en el sistema se debe estar previamente dado de alta en alguno de los grupos de usuarios definidos. Dependiendo del tipo de usuario al que pertenecen, los usuarios pueden ver y editar contenidos, crear nuevos activos de proceso, participar en discusiones y subir ejemplos de activos desarrollados para proyectos específicos.

#### Sub-proceso 7. Gestión de cambios de la PAL-Wiki

La PAL-Wiki registra todos los cambios que los usuarios han realizado a través del tiempo en los contenidos almacenados.

A nivel de administración, este sub-proceso permite listar las diferentes versiones de los activos, comparar diferentes versiones y llegado el caso, revertir los cambios realizados. A nivel de usuarios del proceso, se puede consultar una visión general de un cierto número de cambios recientes en los contenidos de la PAL-Wiki o todos los cambios en un cierto periodo de tiempo.

#### Sub-proceso 8. Medición de la PAL-Wiki

Para valorar una gestión apropiada y efectiva del conocimiento acerca del proceso software de la organización, la PAL-Wiki debe ofrecer capacidades para monitorizar el uso de los activos de procesos almacenados con el propósito de identificar oportunidades de mejora introduciendo cambios correctivos.

Por medio de la recolección de medidas cuantitativas se obtienen reportes sobre:

- Elementos de conocimiento: Por medio de mediciones sobre las diferentes acciones que los usuarios realicen sobre los activos de la PAL-Wiki (búsquedas, consultas, instanciaciones, etc. de activos de proceso).
- Participantes del proceso: Para monitorizar los patrones de comportamiento de los usuarios. Por ejemplo, número de contribuciones, número de accesos, etc.

Estas mediciones de la PAL-Wiki permitirán una evaluación del cumplimiento de los objetivos y ayudarán a determinar tendencias de acceso para mejorar los procesos de adquisición, organización y distribución del conocimiento.

#### Sub-proceso 9. Gestión del conocimiento de proyectos

Las organizaciones desarrolladoras de software aplican los activos almacenados durante el desarrollo de proyectos. Por medio de este sub-proceso, la PAL-Wiki además de almacenar conocimiento sobre activos de proceso, almacena también conocimiento sobre los proyectos realizados por la organización. El conocimiento almacenado incluye datos descriptivos de los proyectos que se han realizado, los usuarios que participaron en ellos y los productos de trabajo desarrollados a partir de la instanciación de los activos almacenados en la PAL-Wiki durante la realización de dichos proyectos.

De esta manera se va generando un repositorio de proyectos integrado con la PAL-Wiki que permitirá generar guías de adaptación del proceso a partir de los tipos de proyectos almacenados.

#### Sub-proceso 10. Visualización del conocimiento del proceso software

Debido a que la gestión del conocimiento presenta barreras y problemas con respecto a su desarrollo y operación, especialmente en la codificación y transferencia de conocimiento (Driessen et al., 2007), los mapas de conocimiento surgen como herramientas para visualizar las fuentes, flujos, restricciones y componentes del conocimiento tácito y explícito.

La PAL-Wiki incluye mapas de conocimiento para coordinar, simplificar, destacar y navegar el conocimiento almacenado, proporcionando un marco de trabajo visual para capturar y organizar áreas de conocimiento.

Los mapas de conocimiento ofrecen una representación gráfica del conocimiento estructurado y sus relaciones, que ayuda a:

- Una mejor presentación de la visión general de la estructura de la PAL-Wiki.
- Facilitar la búsqueda de elementos de conocimiento.
- Un acceso más rápido a los contenidos.

Este sub-proceso extiende la funcionalidad de la distribución del conocimiento que anteriormente estaba basada en un mapa de conocimiento basada en procesos y orientada al texto, incorporando “mapas conceptuales”, los cuales son diagramas “*top-down*” que muestran relaciones entre conceptos, incluyendo relaciones cruzadas entre conceptos y sus manifestaciones, es decir, ejemplos (Caldwell, 2002).

### **3.3 MODELO DE PROCESO DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO SOBRE PROCESOS DE SOFTWARE**

El modelo de proceso de gestión del conocimiento sobre procesos de software incluye una descripción de los elementos que conforman cada uno de los sub-procesos definidos en la PAL-Wiki. Estos sub-procesos se describen utilizando la notación de la especificación SPEM 2.0<sup>1</sup>. Por medio de SPEM, se pueden definir los procesos que soporta la PAL-Wiki. En la Tabla 3-2 se definen los elementos SPEM que se utilizarán en los diagramas para definir dichos procesos.





Los diferentes sub-procesos de la PAL-Wiki junto con los usuarios que los realizan, se presentan en la Figura 3-3.

Cada una de los sub-procesos de la PAL-Wiki se presenta a continuación por medio de un conjunto de plantillas. Las plantillas incluyen el objetivo, diagrama de entrada/salida, entradas, diagrama de actividades, criterios de validación y salidas de cada sub-proceso. También, se incluyen plantillas que describen las actividades que conforman cada uno de los sub-procesos identificados.

---

<sup>1</sup> SPEM significa *Software & Systems Process Engineering Metamodel* (Metamodelo de Ingeniería de Procesos de Software y Sistemas) y es un lenguaje formal promovido por la OMG (*Object Management Group*) que proporciona los conceptos para modelar, documentar, presentar, gestionar, intercambiar, y ejecutar métodos y procesos de desarrollo (OMG, 2008).

Tabla 3-2. Descripción de elementos SPEM.

Elemento SPEM	Notación	Descripción
Rol		Conjunto de perfiles, competencias y responsabilidades de un individuo o conjunto de ellos que lleva a cabo una tarea o actividad dentro del proceso.
Producto de trabajo		Representa un producto de trabajo de entrada o salida (usado, modificado y/producido) relacionado con una actividad o tarea.
Actividad		Representa las unidades generales de trabajo asignables dentro de un proceso y que son asignables a ejecutores específicos representados por un rol.
Tarea		Representa una concreta definición sobre cómo el trabajo es ejecutado por los roles. Las tareas tienen asociados productos de trabajo de entrada y salida.

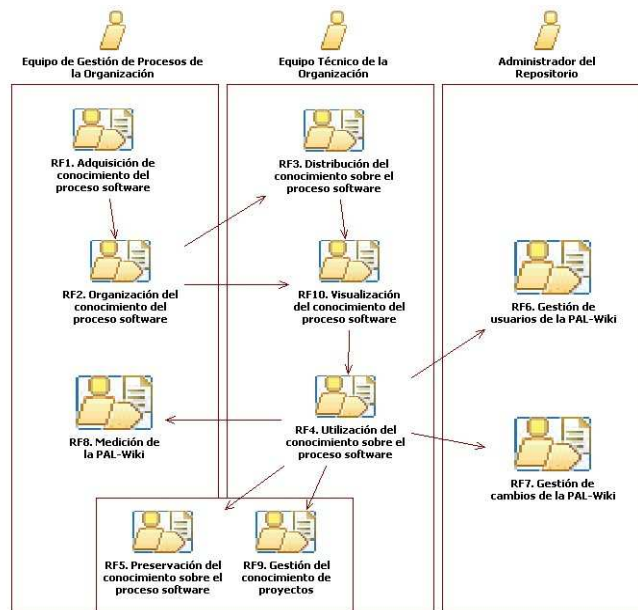


Figura 3-3. Gestión del conocimiento sobre el proceso software.



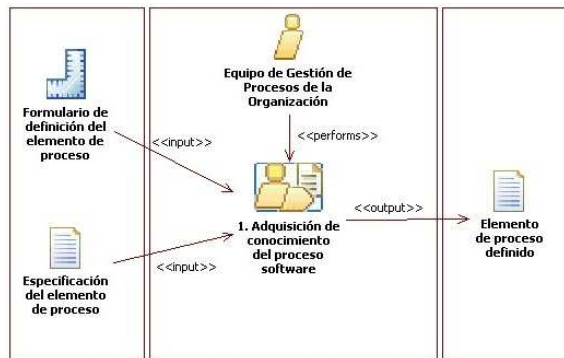
## 1. Adquisición del conocimiento del proceso software

### Objetivo

El objetivo de este sub-proceso es establecer mecanismos para adquirir conocimiento acerca del proceso software en la organización incluyendo actividades técnicas y de gestión que son realizadas durante la producción y mantenimiento de software.

Para realizar esta fase se define una guía de procesos por medio de formularios que incluye la adquisición de conocimiento acerca de procesos, actividades y elementos de trabajo. Por medio de los diferentes formularios, el Equipo de Gestión de Procesos de la Organización captura el conocimiento detallado de los componentes de cada uno de estos elementos y dicho conocimiento es almacenado en la PAL-Wiki.

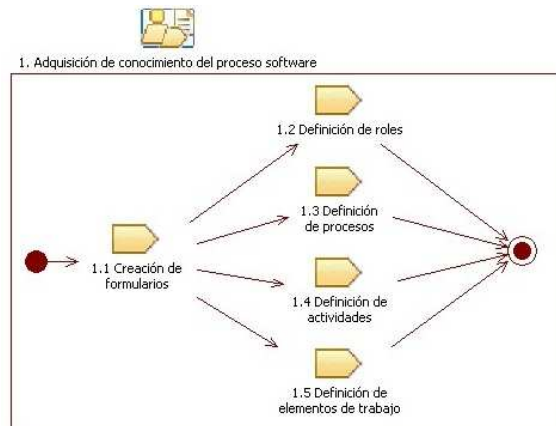
### Diagrama de Entrada/Salida para el Sub-proceso



### Entradas

- Conjunto de formularios para capturar el conocimiento acerca del proceso.
- Disposición de una especificación de los elementos del proceso a adquirir en la PAL-Wiki.

### Diagrama de Actividades de el Sub-proceso



### Criterios de Validación

- Se han definido los elementos de proceso de la organización con una descripción completa de cada uno de sus componentes.

### Salidas

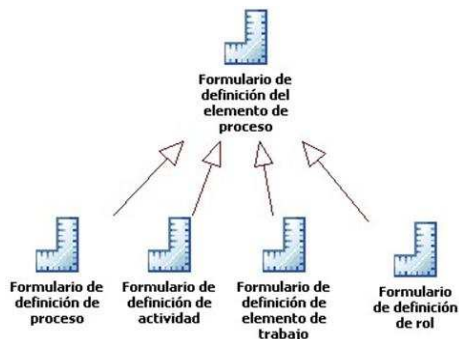
- Definición completa de los elementos de proceso a través de los formularios facilitados por la PAL-Wiki.



## 1.1 Creación de formularios

### Descripción

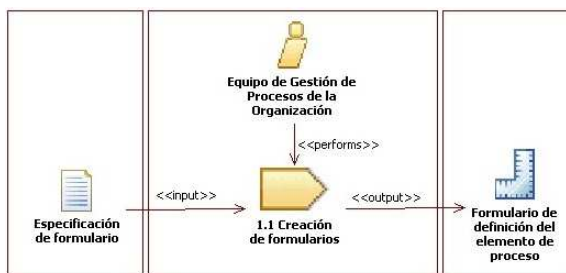
El proceso de adquisición del conocimiento del proceso software se realiza fundamentalmente por medio de formularios. Los formularios básicos a nivel de definición del proceso permiten definir procesos, actividades, elementos de trabajo y roles como se observa en la siguiente figura.



Se pueden crear otros tipos de formularios para adaptar el proceso a las necesidades particulares de cada organización. Estos formularios personalizados permiten una definición flexible del proceso y facilitan la adquisición de conocimiento formal y estructurado. La utilización de formularios también facilita la edición y mejora de los contenidos y proporciona un aspecto común a los contenidos del proceso definido.

Los formularios se crean por medio de plantillas que agrupan sus diferentes elementos constituyentes: las etiquetas de los campos del formulario y el tipo de campo de entrada (caja de texto, casilla de verificación, fecha, etc.). Se pueden crear otros tipos de formularios para adaptar el proceso a las necesidades particulares de cada organización.

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Disposición de una especificación del formulario con sus campos constituyentes.

### Criterios de Validación

- Se han creado los diferentes campos y etiquetas para el ingreso de datos en el formulario.

### Salidas

- Determinación de un formulario de definición de elementos de proceso software.



## 1.2 Definición de roles

---

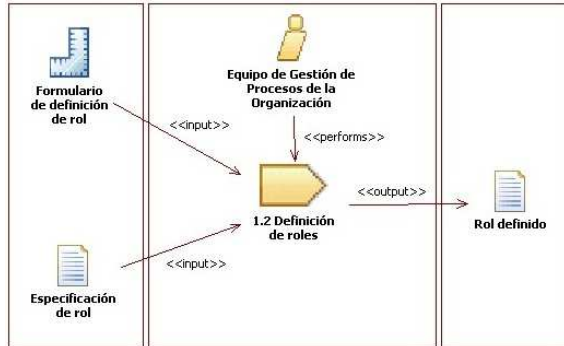
### Descripción

Un rol es una función dentro de un equipo de desarrollo. Los procesos, actividades y tareas definidas en la PAL-Wiki deben ser realizados por algún miembro del equipo de desarrollo que esté involucrado en la producción, uso y mantenimiento del producto software a desarrollar. Los roles pueden ser desempeñados por más de una persona.

Un rol se define en la PAL-Wiki por medio de un formulario donde se especifica el nombre del rol y una descripción de las responsabilidades asociadas a dicho rol.

---

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Formulario de definición de rol para adquirir el conocimiento acerca del mismo.
  - Disposición de una especificación del conocimiento a adquirir acerca del rol.
- 

### Criterios de Validación

- Se han definido todos los elementos constituyentes del rol.
- 

### Salidas

- Definición completa de un rol para un proceso software de la organización.
-





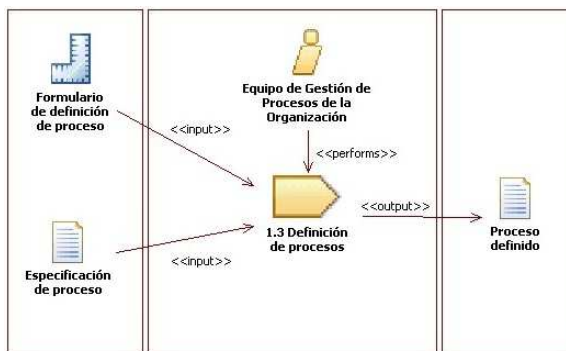
## 1.3 Definición de procesos

### Descripción

La adquisición de conocimiento requiere la definición del elemento de proceso de más alto nivel: el proceso. El Equipo de Gestión de Procesos de la Organización debe preparar descripciones de estos procesos. Con la realización de esta función se logra el objetivo de obtener un proceso software definido. Un proceso definido tiene las siguientes características (Fowler et al., 1990): Amplio (debe definir el ciclo de vida del software), profundo (define aspectos del proceso en diferentes niveles de abstracción), medible (por medio de un control estadístico) y auditable (suficientemente concreto para que se pueda obtener un juicio repetible y objetivo acerca de la ejecución del proceso). La definición del proceso software se realiza a través de un formulario que incluye:

- **Visión general:** Incluye una descripción general de los objetivos y de los aspectos principales del proceso.
- **Roles participantes:** Los agentes responsables de realizar el proceso.
- **Criterios de entrada:** Lista de productos de trabajo que son requeridos para realizar el proceso.
- **Cuándo:** Marco temporal en el cual se realiza el proceso.
- **Actividades:** Etapas fundamentales para la realización del proceso que ayudan a lograr los objetivos específicos del proceso.
- **Criterios de salida:** Lista de productos de trabajo que son producidos durante la realización del proceso.
- **Elementos de trabajo:** Ítems de trabajo elementales que se tienen que crear, modificar y gestionar para una correcta gestión del proceso.
- **Productos de trabajo:** Ficheros, especificaciones, binarios, y otros elementos tangibles que son necesarios para completar el proceso y generar sus salidas.
- **Transparencias:** Ficheros con material formativo sobre el proceso.
- **Videos:** Con instrucciones y pasos específicos para realizar el proceso.
- **Ejemplos:** Aplicaciones de algún activo de proceso en un determinado proyecto.
- **Discusiones - Lecciones aprendidas:** Aportaciones y resolución de dudas sobre algún aspecto del proceso definido.

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Formulario de definición del proceso para adquirir el conocimiento.
- Disposición de una especificación del proceso.

### Criterios de Validación

- Se han definido todos los procesos software de la organización.

### Salidas

- El producto de trabajo de esta actividad es la obtención de un proceso definido.



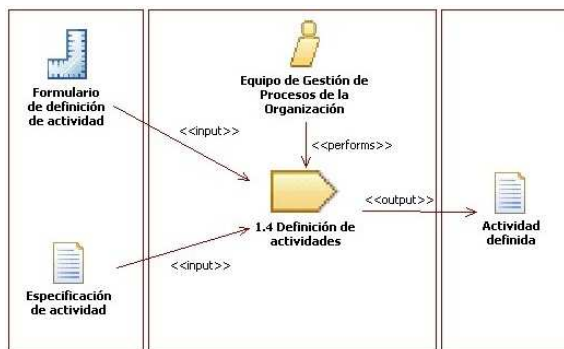
## 1.4 Definición de actividades

### Descripción

Durante esta etapa se definen las actividades para un proceso software. Estas actividades fueron identificadas en la fase de definición del proceso y en esta etapa se realizará una descripción completa de cada una de ellas. El formato de definición de actividades es similar al formato de definición de procesos, la diferencia consiste en que los elementos constituyentes de los procesos son las actividades, y de éstas son las tareas, las cuales son elementos atómicos. Una actividad se define a través de un formulario que incluye los siguientes elementos:

- **Visión general:** Incluye una descripción general de los objetivos y los aspectos principales de la actividad.
- **Roles participantes:** Los agentes responsables de realizar la actividad.
- **Criterios de entrada:** Lista de productos de trabajo que son requeridos para realizar la actividad.
- **Cuándo:** Marco temporal en el cual se realiza la actividad.
- **Tareas:** Pasos necesarios para la realización de la actividad.
- **Criterios de salida:** Lista de productos de trabajo que son producidos durante la realización de la actividad.
- **Elementos de trabajo:** Ítems de trabajo elementales que se tienen que crear, modificar y gestionar para una correcta realización de la actividad.
- **Productos de trabajo:** Ficheros, documentos, especificaciones, y otros elementos tangibles que son necesarios para completar la actividad y generar sus salidas.
- **Transparencias:** Ficheros con material formativo sobre la actividad.
- **Videos:** Con instrucciones y pasos específicos para realizar la actividad.
- **Ejemplos:** Aplicaciones específicas de algún activo en un determinado proyecto relacionadas a la actividad.
- **Discusiones - Lecciones aprendidas:** Aportaciones y resolución de dudas sobre algún aspecto de la actividad definida.

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Formulario de definición de actividad para adquirir el conocimiento.
- Disposición de una especificación de la actividad a ser adquirida.

### Criterios de Validación

- Se han definido todos los elementos constituyentes de la actividad.

### Salidas

- Obtención de la definición de las actividades de los procesos de la organización.



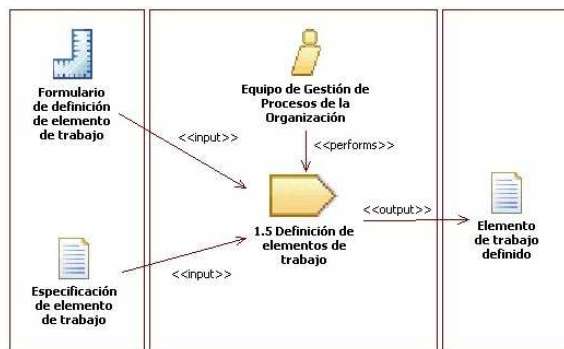
## 1.5 Definición de elementos de trabajo

### Descripción

Los elementos de trabajo son registros que se utilizan para realizar el seguimiento de una asignación de trabajo y permiten evaluar el estado del trabajo durante la ejecución de los procesos. Un elemento de trabajo se define a través de un formulario que incluye los siguientes elementos:

- **Visión general:** Incluye una descripción general de los objetivos del elemento de trabajo.
- **Estados:** Situaciones en las que se puede encontrar el elemento de trabajo. La relación entre los estados se indica por medio de transiciones. Para la definición del elemento de trabajo se debe incluir un diagrama de transición de estados. Para cada estado se define:
  - Nombre del estado.
  - Descripción del estado.
  - Para cada transición relacionada con el estado se define:
    - Nombre de la transición.
    - Descripción de la transición.
- **Campos:** Un listado de campos de conocimiento relacionado con el elemento de trabajo. Para cada campo se define su nombre y descripción.

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Formulario de definición del elemento de trabajo para adquirir el conocimiento acerca del mismo.
- Disposición de una especificación del elemento de trabajo a adquirir en la PAL-Wiki.

### Criterios de Validación

- Se han definido todos los elementos constituyentes del elemento de trabajo.

### Salidas

- Definición de un elemento de trabajo para el proceso software.



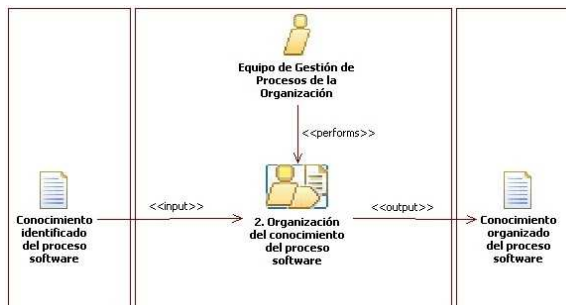
## 2. Organización del conocimiento del proceso software

### Objetivo

El conocimiento acerca del proceso software debe estar organizado apropiadamente para que pueda ser conocido y asimilado por la organización. Los contenidos de la PAL-Wiki están estructurados en una guía de procesos. Esta estructura no es estática, el Equipo de Gestión de Procesos de la Organización puede editar su estructura y modificarla. La organización del conocimiento está basada en una estructura tipológica basada en categorías donde se presentan relaciones entre los diferentes elementos constituyentes de la PAL-Wiki.

Los procesos corresponden a los elementos de más alto nivel. Los procesos se descomponen en actividades y las actividades en tareas. Tanto los procesos como las actividades tienen asociados diferentes activos de proceso.

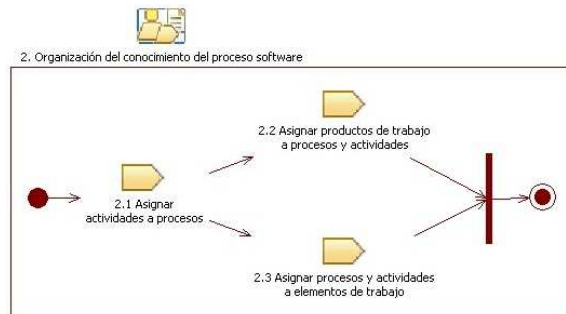
### Diagrama de Entrada/Salida para el Sub-proceso



### Entradas

- El conocimiento identificado acerca del proceso software realizado durante el proceso RF1. Adquisición del conocimiento del proceso software.

### Diagrama de Actividades del Sub-proceso



### Criterios de Validación

- Los elementos de proceso definidos no permanecen aislados, perteneciendo adecuadamente a la guía de procesos de la PAL-Wiki.

### Salidas

- Obtención de una estructura formal del conocimiento acerca del proceso software.



## 2.1 Asignar actividades a procesos

---

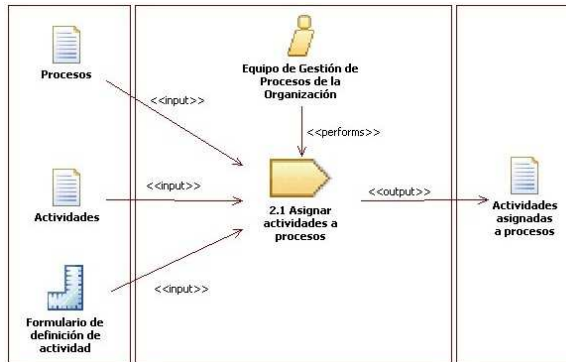
### Descripción

El esquema de clasificación que permite organizar el conocimiento de más alto nivel es la descomposición de procesos en actividades que al ser realizadas permiten que el proceso se ejecute.

Las actividades definidas durante la actividad RF1.4 Definición de actividades de Adquisición del conocimiento deben ser asignadas al proceso correspondiente. De igual manera, en la definición de un proceso específico deben aparecer los nombres de las actividades que lo constituyen junto con una corta descripción de cada una de ellas.

---

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Lista de procesos definidos en la organización.
  - Lista de actividades definidas para la realización de los procesos de la organización.
  - Formulario de definición de actividades.
- 

### Criterios de Validación

- Se ha obtenido una estructura y jerarquía correcta en la PAL-Wiki acerca de los procesos software basada en procesos y actividades.
- 

### Salidas

- Las actividades definidas han sido asignadas a sus correspondientes procesos.
-



## 2.2 Asignar productos de trabajo a procesos y actividades

---

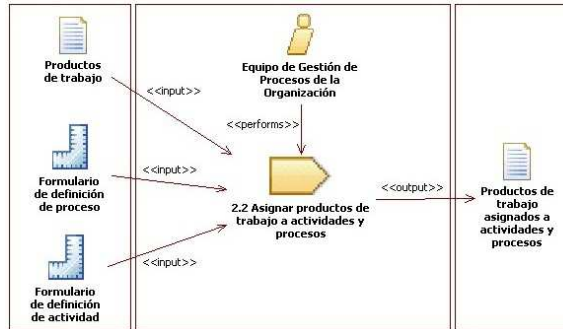
### Descripción

Los productos de trabajo son elementos necesarios para desarrollar las tareas durante la ejecución del proceso software. Para mantener la organización de la estructura de la PAL-Wiki, los productos de trabajos deben estar asociados a procesos y actividades.

En los formularios de definición de los procesos y actividades, se deben asignar los productos de trabajo específicos. Para ello, se selecciona la ruta del fichero donde se encuentra el producto de trabajo y se introduce el nombre del producto de trabajo correspondiente.

---

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Lista de productos de trabajo de la organización.
  - Formulario de definición de procesos.
  - Formulario de definición de actividades.
- 

### Criterios de Validación

- Los productos de trabajo tienen asignados sus correspondientes procesos y actividades.
- 

### Salidas

- La asignación de los productos de trabajo indicados a los procesos y actividades correspondientes.
-



## 2.3 Asignar procesos y actividades a elementos de trabajo

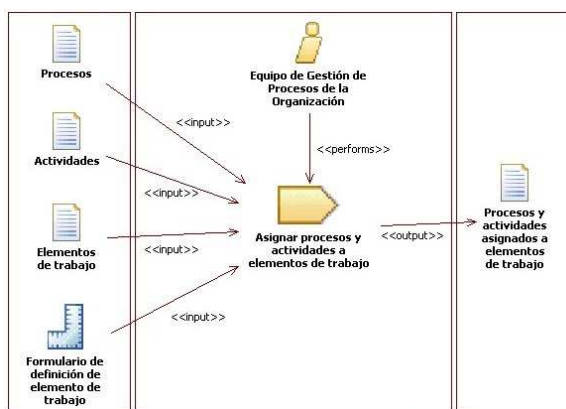
### Descripción

La organización de la PAL-Wiki requiere que los usuarios del proceso identifiquen cuáles procesos y actividades están relacionadas con los elementos de trabajo definidos.

Para poder realizar estas consultas, el Equipo de Gestión de Procesos para cada estado de un elemento de trabajo (identificados durante la actividad RF1.5. Definición de elementos de trabajo) debe asignar los procesos y las actividades a ser realizadas mientras el elemento de trabajo se encuentre en dicho estado. En el formulario de definición del elemento de trabajo se deben ingresar los siguientes campos:

- Actividades: Un listado de actividades relacionadas con el elemento de trabajo. Para cada estado del elemento de trabajo se definen las actividades relacionadas y los roles que las ejecutan.
- Procesos: Un listado de procesos relacionados con el elemento de trabajo. Para cada proceso se definen sus roles correspondientes y un listado de todas las actividades del proceso relacionadas con el elemento de trabajo.

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Lista de procesos definidos en la organización.
- Lista de actividades definidas para la realización de los procesos de la organización.
- Lista de elementos de trabajo de la organización.
- Formulario de definición de elemento de trabajo.

### Criterios de Validación

- Los estados de los elementos de trabajo tienen asignados los procesos, actividades y roles correspondientes.

### Salidas

- Establecimiento de asignaciones de procesos, actividades y roles a los elementos de trabajo en la PAL-Wiki.



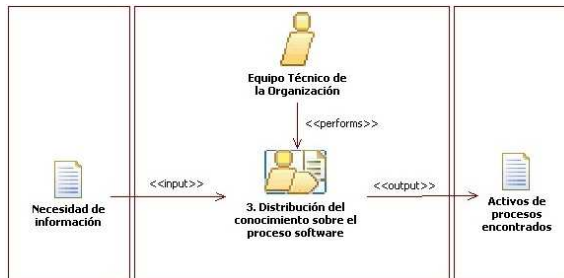
### 3. Distribución del conocimiento sobre el proceso software

**Objetivo**

El objetivo de la distribución del conocimiento acerca del proceso software es conectar el conocimiento adquirido con los usuarios potenciales. La distribución es el primer paso para un uso comprensivo del conocimiento en un contexto relevante. Para realizar este proceso se deben realizar actividades de recuperación y acceso al conocimiento, donde los activos de proceso definidos son accesibles a todos los usuarios del proceso.

En cualquier instante de tiempo durante la realización de un proyecto, una jornada de aprendizaje o con el objetivo de estar actualizados, el Equipo Técnico de la Organización puede buscar cualquier tipo de conocimiento acerca del proceso y dicho conocimiento debe ser distribuido a quien lo necesita.

**Diagrama de Entrada/Salida para el Sub-proceso**



**Entradas**

- Necesidad de información del equipo técnico para realizar una determinada tarea.

**Diagrama de Actividades del Sub-proceso**



**Criterios de Validación**

- Se ha obtenido una lista de activos de procesos que ayudarán a que los usuarios realicen efectivamente las tareas solicitadas.

**Salidas**

- Recuperación y acceso a los elementos de proceso y activos de proceso que satisfacen la necesidad de información formulada para resolver una tarea.





### 3.1 Navegación de la PAL-Wiki

---

**Descripción**

El Equipo Técnico debe conocer la estructura de la PAL-Wiki. Para ello, debe navegar por sus diferentes apartados o secciones principales comenzando desde la página de inicio, y después de una previa validación, se puede ingresar a sus contenidos. La estructura general para la navegación en la PAL-Wiki es la siguiente:

- **Visión general:** Introducción a la PAL-Wiki acerca del proceso software presentando conceptos, el gobierno de la organización, ciclos e iteraciones, modelo de equipo, principios y cultura organizativa.
  - **Roles:** Lista de roles definidos para realizar los diferentes procesos y actividades.
  - **Elementos de trabajo:** Lista de los diferentes ítems de trabajo que se tienen que crear, modificar y gestionar para la gestión del proceso.
  - **Índice de procesos:** Conformar los diferentes elementos de proceso que configuran la guía de procesos como procesos, actividades y productos de trabajo.
  - **Ayuda:** Tutorial sobre el uso y manejo de la PAL-Wiki.
- 

**Diagrama de Entrada/Salida de Actividad**



**Entradas**

- Necesidad de información del equipo técnico para realizar una determinada tarea.
- 

**Criterios de Validación**

- Un usuario válido ha ingresado a la PAL-Wiki.
  - Se ha navegado por las principales secciones de la guía de procesos definida en la PAL-Wiki.
- 

**Salidas**

- Reconocimiento de la estructura general de la PAL-Wiki.
-



## 3.2 Búsqueda de activos en la PAL-Wiki

### Descripción

El volumen de conocimiento de la PAL-Wiki y la complejidad de relaciones entre los activos almacenados hace difícil a los usuarios localizar los activos de proceso relevantes.

La PAL-Wiki debe ofrecer mecanismos para que los usuarios realicen búsquedas, y se recuperen y presenten los activos de procesos correspondientes. La PAL-Wiki debe permitir la búsqueda basada en texto por título del activo de proceso y la búsqueda por texto plano en los contenidos de los activos. Los activos de proceso encontrados podrán ser seleccionados, consultados y utilizados durante la ejecución del proceso.

Los activos de procesos están codificados como datos y texto estructurados en formularios. Además, algunos activos están disponibles en diferentes formatos de ficheros como: multimedia (en presentaciones, imágenes y video), documentos de texto y/o hojas de cálculo, entre otros.

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- La necesidad de información para realizar una determinada actividad dentro de un proyecto de la organización.
- El formulario de búsqueda de activos en la PAL-Wiki donde se ingresará el texto de búsqueda.

### Criterios de Validación

- Se han recuperado correctamente los elementos de proceso y activos de proceso de software que coincidan con los criterios de búsqueda ingresados por el usuario en la PAL-Wiki.

### Salidas

- Una lista de elementos de proceso y activos de proceso que coincidan con el texto de búsqueda, incluyendo el primer párrafo de la descripción del elemento y un corto resumen que describa dicho elemento para ayudar a resolver la necesidad de información para realizar una tarea en la organización.



## 4. Utilización del conocimiento sobre el proceso software

### Objetivo

El objetivo de esta función es el uso efectivo del conocimiento almacenado en la PAL-Wiki durante la realización de proyectos de desarrollo de software que ejecuten e implementen los procesos definidos y desplegados. La utilización del conocimiento significa aplicar el conocimiento acerca del proceso para resolver tareas específicas durante el desarrollo y mantenimiento de productos software.

El conocimiento definido y almacenado sobre el proceso software no garantiza que sea utilizado. El equipo técnico del proceso de la organización debe estar previamente entrenado en el proceso para utilizar efectivamente los activos almacenados.

### Diagrama de Entrada/Salida para el Sub-proceso



### Entradas

- Activos de proceso encontrados durante las actividades de Distribución del conocimiento sobre el proceso software.

### Diagrama de Actividades del Sub-proceso



### Criterios de Validación

- Los activos de proceso software han sido aplicados efectivamente resolviendo alguna actividad de un proyecto de desarrollo.

### Salidas

- Activos de proceso utilizados y aplicados en proyectos específicos.



## 4.1 Instanciar activo de proceso

---

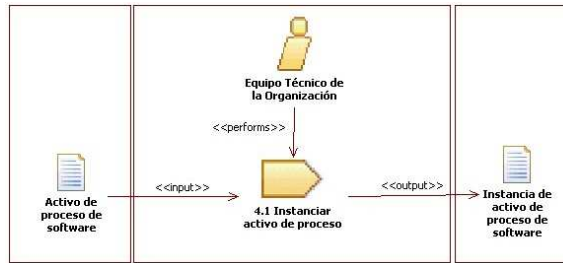
### Descripción

Los activos de proceso almacenados en la PAL-Wiki pueden ser plantillas con un formato estándar que deben ser llenadas según las características y necesidades particulares de un proyecto.

Los nuevos ficheros generados a partir de estas plantillas se denominan “instancias” del activo. Las instancias creadas son ficheros en diferentes formatos (documentos de texto, hojas de cálculo, tablas, figuras, etc.) y son generadas con herramientas externas a la PAL-Wiki.

---

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Activos de proceso encontrados durante las actividades de Distribución del conocimiento sobre el proceso software y que se consideran necesarios y suficientes para ejecutar alguna actividad en la realización de un proyecto.
- 

### Criterios de Validación

- Se han creado instancias particulares para los activos de proceso necesarios para realizar una actividad de un proyecto.
- 

### Salidas

- Instancias generadas de activos de proceso software.
-



## 4.2 Publicar instancia de activo de proceso

---

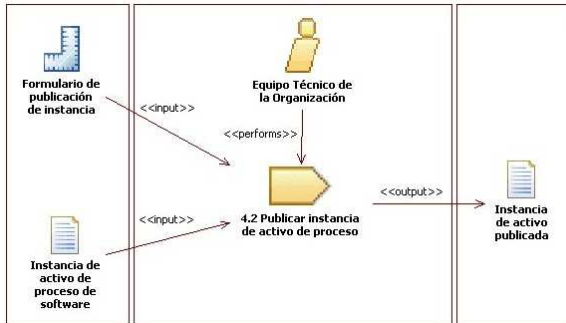
### Descripción

Las instancias de activos de proceso generadas pueden a su vez almacenarse en la PAL-Wiki. El propósito de su almacenamiento es que sirvan como material de soporte al Equipo Técnico de la Organización. Dichos usuarios pueden consultar las instancias como ejemplos de activos utilizados en proyectos previos de la organización.

En los formularios de los procesos y actividades incluidos en la PAL-Wiki se encuentran campos específicos para publicar dichas instancias como ejemplos.

---

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- El formulario de publicación de instancia para el activo de proceso específico a publicar.
  - El fichero con los contenidos concretos de la instancia específica del activo a publicar.
- 

### Criterios de Validación

- Las instancias específicas de los activos se han almacenado en la PAL-Wiki.
  - Los enlaces a dichos ejemplos aparecen en las páginas de los procesos y actividades correspondientes.
- 

### Salidas

- Las instancias de los activos de proceso utilizados en los proyectos están almacenadas como ejemplos en la PAL-Wiki.
-



### 4.3 Reusar activo de proceso

---

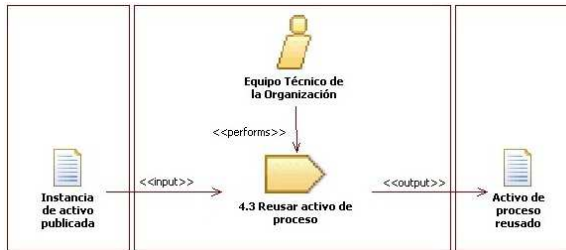
**Descripción**

Por medio de esta actividad, las instancias de activos de proceso publicadas y almacenadas en la PAL-Wiki pueden ser reutilizadas durante el desarrollo de un proyecto específico.

El Equipo Técnico de la Organización durante el desarrollo de proyectos puede encontrar dichos activos instanciados y utilizarlos como guías y ejemplos para realizar una determinada actividad eliminando el contexto de aplicación para una reutilización efectiva.

---

**Diagrama de Entrada/Salida de Actividad**



**Entradas**

- Instancias específicas de activos de proceso necesarias para la realización de alguna actividad están almacenadas y publicadas en la PAL-Wiki.
- 

**Criterios de Validación**

- Las instancias específicas de los activos de proceso han sido utilizadas durante el desarrollo de un proyecto.
- 

**Salidas**

- Reutilización de un activo de proceso en un proyecto específico de desarrollo.
-



## 4.4 Consultar ayuda de la PAL-Wiki

---

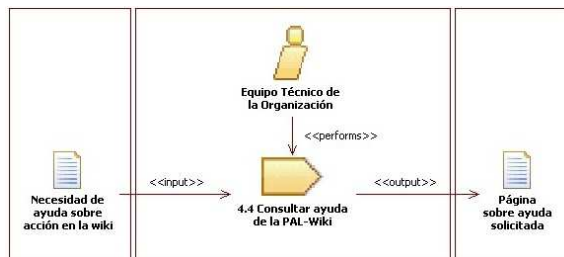
### Descripción

En cualquier momento durante la consulta de los contenidos de la PAL-Wiki, los usuarios del Equipo Técnico del Proceso de la Organización necesitan consultar la ayuda sobre cómo utilizar la PAL-Wiki.

La ayuda brinda información sobre cómo realizar acciones concretas sobre la PAL-Wiki, no sobre cómo realizar los procesos software. Entre las posibles acciones específicas que un usuario puede consultar se encuentran:

- Creación de páginas.
  - Edición de páginas incluyendo información sobre cómo dar formato a los contenidos.
  - Creación de enlaces.
  - Creación de instancias.
  - Participación en discusiones.
- 

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Necesidad de ayuda para que un usuario realice alguna acción concreta en la PAL-Wiki.
- 

### Criterios de Validación

- Se han consultado las páginas de ayuda sobre cómo utilizar y realizar acciones en la PAL-Wiki.
- 

### Salidas

- Consulta a las páginas del tutorial sobre la ayuda solicitada.
-

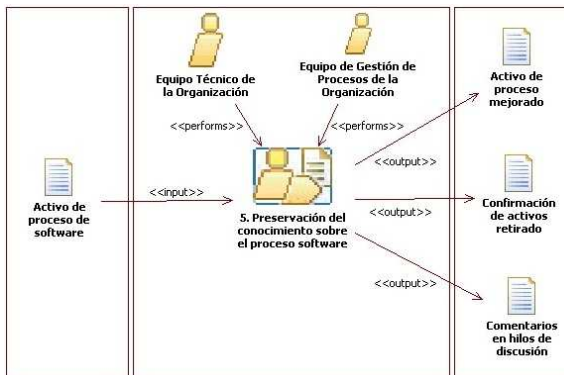


## 5. Preservación del conocimiento sobre el proceso software

### Objetivo

El objetivo de la PAL-Wiki es almacenar el conocimiento formal e informal acerca del proceso software. Este conocimiento no es perdurable y está en continuo cambio. Por tanto, se deben establecer mecanismos para preservar dicho conocimiento implementando un proceso de mejora continua que prevenga la pérdida no controlada de conocimiento, seleccionando nuevo conocimiento y adaptando el conocimiento existente mediante su actualización. Para ello, los activos de proceso deben estar en continua revisión por parte de los usuarios tanto del Equipo Técnico como de Gestión de Procesos de la Organización. Para que el conocimiento del proceso se preserve, debe ser comunicable (entendible por otros) y consensual (aceptado por otros debido a su validez y utilidad) y así garantizar la integridad del conocimiento retenido.

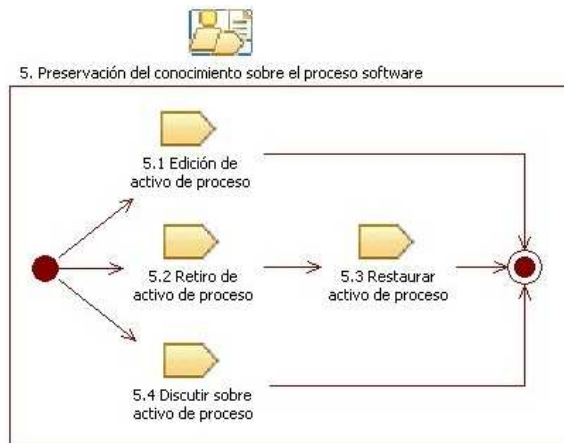
### Diagrama de Actividades del Sub-proceso



### Entradas

- Conjunto de activos de proceso almacenados en la PAL-Wiki.

### Diagrama de Actividades del Sub-proceso



### Criterios de Validación

- Se han establecido mecanismos de recuperación y edición de conocimiento en la PAL-Wiki.
- Los activos de procesos se encuentran permanentemente actualizados.

### Salidas

- Un conjunto de activos de proceso mejorados (a través de comentarios en discusiones), actualizados (los activos obsoletos serán eliminados), conocidos y utilizados en la organización durante el desarrollo de proyectos.





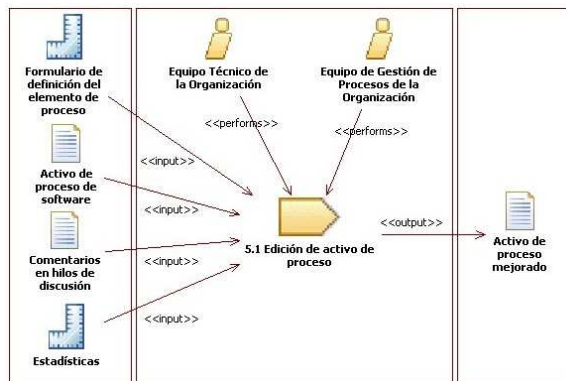
## 5.1 Edición de activo de proceso software

### Descripción

Los activos de procesos almacenados en la PAL-Wiki pueden ser editados por los usuarios del equipo técnico y de gestión de procesos de la organización. La edición de los activos se realiza libremente por estos usuarios pero el administrador del repositorio puede moderar los contenidos de los activos para que sean uniformes y consistentes con los contenidos almacenados.

La edición de los diferentes tipos de activos se realiza a través de los formularios respectivos de procesos, actividades y elementos de trabajo. La edición y mejora de los contenidos de los activos se logra a medida que los activos son utilizados durante el desarrollo de proyectos, donde el Equipo Técnico y de Gestión de Procesos proponen especificaciones de mejora basadas en los comentarios presentados en los hilos de discusión acerca de los activos y reportes estadísticos sobre el uso de los procesos definidos en la PAL-Wiki.

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Formulario de definición del elemento de proceso.
- Contenidos definidos para el activo de proceso a ser editados.
- Comentarios en discusiones sobre activos de proceso.
- Reportes estadísticos sobre el uso de activos.

### Criterios de Validación

- Se han actualizado los contenidos de los activos de proceso de acuerdo a las especificaciones de mejora y comentarios de realimentación obtenidos de los usuarios del proceso.

### Salidas

- Un conjunto de activos de proceso actualizado y mejorado.



## 5.2 Retiro de activo de proceso

---

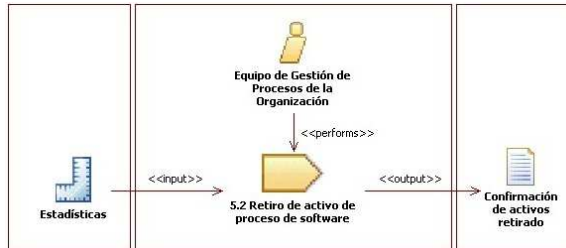
### Descripción

El conocimiento tiende a desactualizarse y usualmente conlleva a eliminar antiguos procedimientos y artefactos por otros. La PAL-Wiki debe garantizar la integridad del conocimiento en el tiempo.

Los activos de proceso desactualizados, obsoletos o nunca usados son identificados a partir de los informes y reportes obtenidos de estadísticas de uso de la PAL-Wiki. Con base en dichos informes, el Equipo de Gestión de Procesos de la Organización decide el retiro de los activos de proceso correspondientes. El retiro controlado de los activos permitirá la mejora continua del proceso basada en la realimentación de los usuarios sobre el uso de la PAL-Wiki.

---

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Reportes e informes estadísticos sobre el uso de los activos de proceso almacenados en la PAL-Wiki.

### Criterios de Validación

- Se han eliminado los activos de procesos correspondientes que no están en uso, con contenido obsoleto o desactualizados.

### Salidas

- Confirmación del retiro del activo de proceso especificado.
-



## 5.3 Restaurar activo de proceso

---

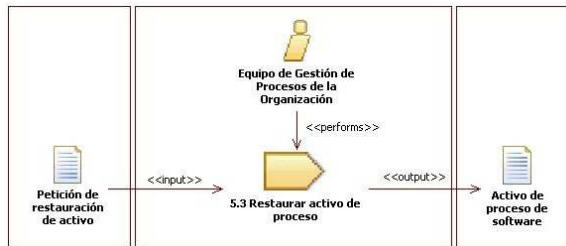
### Descripción

El mantenimiento y preservación del conocimiento almacenado en la PAL-Wiki sobre el proceso software debe permitir que el retiro efectuado a determinados activos sea temporal debido a políticas organizacionales, proyectos específicos, restricciones temporales de procesos o solicitudes de usuarios.

Para no repetir completamente el proceso de adquisición de activos de procesos, los activos previamente retirados pueden ser restaurados en cualquiera de sus versiones anteriormente generadas.

---

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Una petición de restauración de activo de los usuarios técnicos del proceso de la organización.
- 

### Criterios de Validación

- El activo de proceso a restaurar ha sido dado de alta nuevamente en la PAL-Wiki en la versión especificada en la petición de restauración.
- 

### Salidas

- Re-incorporación del activo de proceso especificado en la PAL-Wiki.
-



## 5.4 Discutir sobre activo de proceso

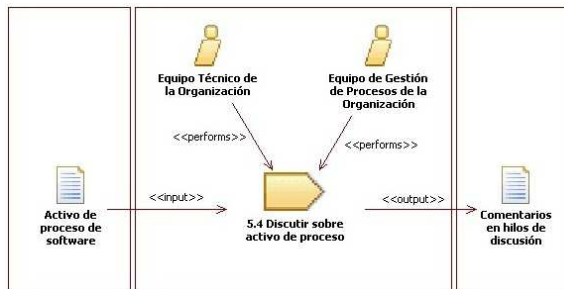
### Descripción

Las funciones anteriormente mencionadas de edición, retiro y restauración de activos de procesos además de estar basadas en la generación de reportes estadísticos sobre el uso de dichos activos, también pueden apoyarse en enfoques colaborativos donde se pueden discutir errores, mejoras y aclaraciones al conocimiento almacenado en la PAL-Wiki.

El Equipo Técnico de la Organización puede realizar contribuciones generando comentarios en hilos de discusión para cada activo y con base en ellas, el Equipo de Gestión de Procesos de la organización realizará las ediciones y mejoras de contenidos correspondientes.

Las discusiones trazadas por los usuarios generan conocimiento informal acerca del proceso que permitirá la generación de lecciones aprendidas. Estas lecciones aprendidas serán revisadas más adelante por el Equipo de Gestión del Proceso de la Organización, cuyo resultado será la modificación y mejora de los contenidos de los activos generando nuevas versiones de los mismos.

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Activos de proceso de la organización cuyos contenidos van a ser discutidos.

### Criterios de Validación

- La página de discusión del activo de proceso posee uno o varios hilos de discusión con aportaciones de los diferentes usuarios.

### Salidas

- Comentarios en hilos de discusión realizados por los usuarios.



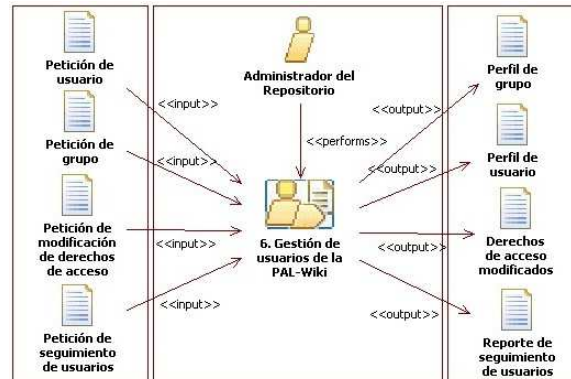
## 6. Gestión de usuarios de la PAL-Wiki

### Objetivo

El Administrador del Repositorio se encarga de la gestión de los usuarios de la PAL-Wiki. Para gestionar los usuarios, la PAL-Wiki ofrece capacidades especiales para:

- Crear grupos de usuarios de proceso.
- Crear usuarios de proceso para un determinado grupo.
- Modificar los derechos de acceso de los usuarios.
- Realizar seguimiento de las acciones realizadas por los usuarios.

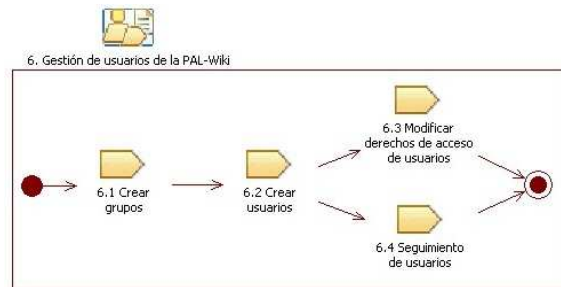
### Diagrama de Actividades del Sub-proceso



### Entradas

- Peticiones de creación de grupos de usuarios.
- Peticiones de creación de usuarios del proceso software.
- Peticiones de modificaciones de derechos de acceso de los usuarios.
- Peticiones de seguimiento de usuarios.

### Diagrama de Actividades del Sub-proceso



### Criterios de Validación

- Se han creado diferentes grupos que reúnan diferentes usuarios del proceso con sus correspondientes cuentas de acceso.
- Se ha generado un reporte de seguimiento de las acciones realizadas por los usuarios durante el acceso y uso de la PAL-Wiki.

### Salidas

- Creación y gestión de diferentes grupos y usuarios de la PAL-Wiki.



## 6.1 Crear grupos

---

### Descripción

Para la creación de los usuarios de la PAL-Wiki se deben crear previamente los grupos a los cuales van a pertenecer.

Los datos del grupo a crear se encuentran en su respectiva petición de creación. Los datos fundamentales son: el nombre del grupo perteneciente a alguno de los usuarios de la PAL-Wiki (equipo de gestión de procesos de la organización o equipo técnico del proceso de la organización) y una descripción general y opcional del grupo a crear.

---

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Los datos del grupo a crear se encuentran en una petición de creación de grupo.
- 

### Criterios de Validación

- Se ha generado un grupo de usuarios en la PAL-Wiki.
- 

### Salidas

- Creación de un grupo específico de usuarios.
-



## 6.2 Crear usuarios

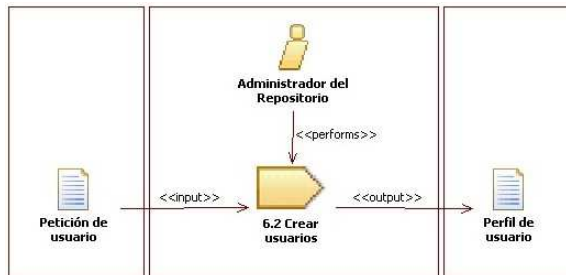
---

### Descripción

La PAL-Wiki debe permitir la creación de las cuentas de acceso de los usuarios. Los datos del usuario se encuentran en una petición de creación que incluye:

- Nombre del usuario del proceso.
  - Nombre de la cuenta del usuario del proceso.
  - Contraseña de acceso.
  - Grupo.
  - Lista de derechos de acceso.
- 

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Los datos del usuario se encuentran en su respectiva petición de creación.
- 

### Criterios de Validación

- Se ha generado un perfil del usuario creado en la PAL-Wiki con su respectiva cuenta de usuario, permisos de acceso y grupo al que pertenece.
- 

### Salidas

- Creación de una cuenta de acceso para un determinado usuario de la PAL-Wiki.
-



## 6.3 Modificar derechos de acceso de los usuarios

---

### Descripción

Los usuarios tienen asignado un conjunto de permisos de acceso de acuerdo al grupo o grupos al que pertenecen y a asignaciones otorgadas por el Administrador del Repositorio.

La lista de permisos incluye: creación de páginas, lectura de páginas, trasladar páginas, eliminación de páginas, proteger/desproteger páginas, creación de páginas de discusión, subir activos, bloquear usuarios, y ver historial de acceso y uso de la PAL-Wiki.

---

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Una petición de modificación de permisos de acceso a la PAL-Wiki.
- 

### Criterios de Validación

- Los permisos de acceso de un usuario específico han sido actualizados.
- 

### Salidas

- Modificación de los permisos de acceso de un usuario de acuerdo a la petición recibida.
-



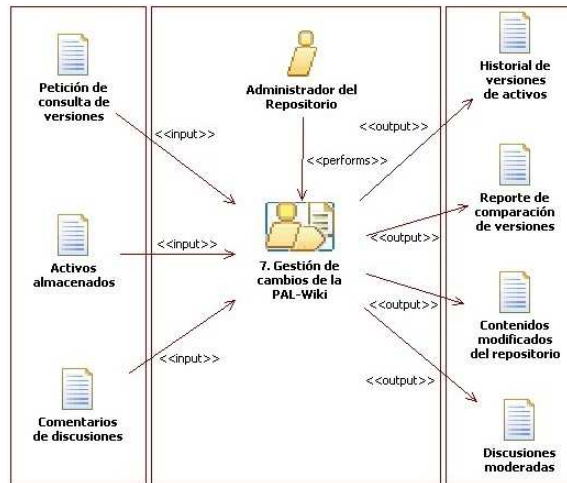


## 7. Gestión de cambios de la PAL-Wiki

### Objetivo

Los activos de proceso almacenados en la PAL-Wiki cambian sus contenidos con el tiempo. La PAL-Wiki ofrece facilidades para llevar un control de las diferentes versiones de los activos que se vayan generando a partir de su uso en proyectos.

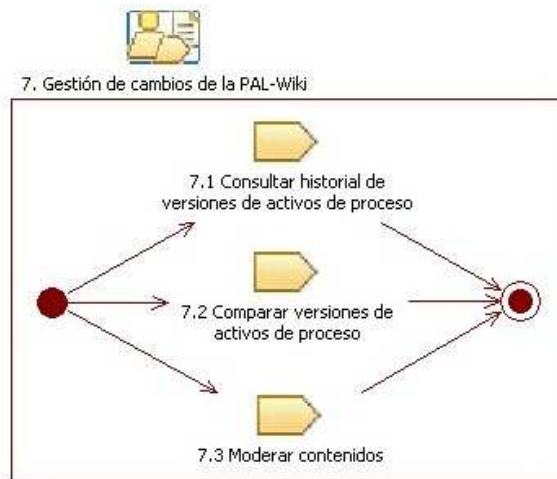
### Diagrama de Entrada/Salida para el Sub-proceso



### Entradas

- El conjunto de activos de proceso almacenados a partir del cual se gestionarán los cambios realizados.
- Peticiones de consulta de las diferentes versiones de los activos de proceso.
- Comentarios realizados por los usuarios del proceso en páginas de discusión.

### Diagrama de Actividades del Sub-proceso



### Criterios de Validación

- Se ha generado un control de las diferentes versiones de los activos de proceso.

### Salidas

- Historial de los cambios y modificaciones realizadas en los contenidos.
- Generación de reportes de comparaciones entre diferentes versiones de los activos.
- Moderación de las discusiones realizadas por los usuarios acerca de los contenidos.



## 7.1 Consultar historial de versiones de activos de proceso

---

### Descripción

Los activos de proceso pueden ser modificados por los usuarios por medio de las capacidades de edición presentadas en la actividad 5.1 Edición de activo de proceso. En la PAL-Wiki se deben registrar los diferentes cambios realizados en los contenidos de los activos y los usuarios pueden consultar el historial de versiones de los activos almacenados.

La PAL-Wiki debe generar un listado ordenado por fecha de las diferentes versiones realizadas para un activo específico mostrando un identificador de la versión del activo, nombre del usuario que realizó los cambios y un enlace para ver el contenido concreto del activo.

---

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Una petición de consulta de versiones para un determinado activo de proceso.
- 

### Criterios de Validación

- Se ha generado un historial de versiones para un activo de proceso específico.
- 

### Salidas

- Historial de versiones de un activo de proceso específico.
-



## 7.2 Comparar versiones de activos de proceso

---

### Descripción

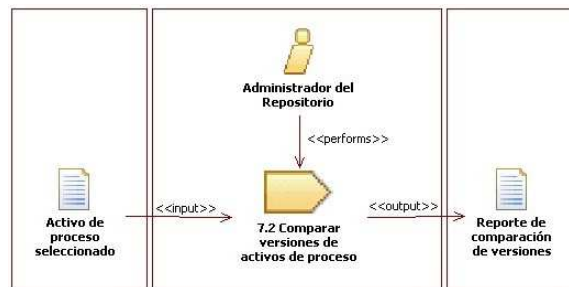
La PAL-Wiki debe poseer características que soporten la realización de comparaciones entre diferentes versiones de los activos de proceso almacenados.

Por medio de esta actividad, el Administrador del Repositorio puede identificar las diferencias entre dos versiones de un activo de proceso. La PAL-Wiki presentará los contenidos de las dos versiones junto con el nombre del usuario que generó el cambio, y la fecha y hora de generación de cada versión.

El Administrador del Repositorio tiene la opción de revertir los cambios realizados en las versiones que se están comparando.

---

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Activo de proceso seleccionado cuyas versiones se van a comparar.
- 

### Criterios de Validación

- Se ha generado un reporte de comparación de versiones.
- 

### Salidas

- Reporte de comparación de versiones para un activo de proceso determinado.
-



## 7.3 Moderar contenidos

---

### Descripción

Los contenidos de la PAL-Wiki al ser editados por los diferentes usuarios pueden contener errores (ortográficos, de lenguaje, formato, etc.). Estos errores también se presentan durante la realización de contribuciones en páginas de discusión. El Administrador del Repositorio debe revisar de forma periódica los contenidos y los cambios recientes para detectar y corregir dichos errores.

---

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Contenidos de la PAL-Wiki que tiene cambios recientes en sus contenidos.
  - Comentarios realizados por los usuarios en páginas de discusión de la PAL-Wiki.
- 

### Criterios de Validación

- Se han detectado y eliminado errores en los contenidos de la PAL-Wiki y en las contribuciones de los usuarios en páginas de discusión.
- 

### Salidas

- Contenidos y páginas de discusión revisados y ajustados en la PAL-Wiki.
-



## 8. Medición de la PAL-Wiki

### Objetivo

La medición se refiere a la evaluación y medida del conocimiento almacenado en la PAL-Wiki. Esta medición debe estar basada en los objetivos que la organización desea lograr con sus actividades de gestión del conocimiento dando soporte a los desarrolladores en la realización de sus tareas. Los datos de medición obtenidos permitirán lograr la mejora del proceso mediante la generación de reportes que informen sobre el acceso de los usuarios y el uso que hacen de los activos. Con base en estos reportes, el Equipo de Gestión de Procesos de la Organización genera peticiones de cambio para modificar y mejorar los contenidos de los activos almacenados. La monitorización de las acciones realizadas en la PAL-Wiki asegura la calidad del proceso y sus resultados comparándolos con los beneficios esperados.

### Diagrama de Entrada/Salida para el Sub-proceso



### Entradas

- Un conjunto de usuarios dados de alta en la PAL-Wiki. Los usuarios están conformados por el equipo de gestión del proceso y el equipo técnico de la organización.
- Un conjunto de activos de procesos definidos y desplegados en la PAL-Wiki y utilizados por los usuarios.

### Diagrama de Actividades del Sub-proceso



### Criterios de Validación

- Se ha generado un conjunto de informes que permite evaluar y medir la efectividad de la PAL-Wiki por parte de los usuarios del proceso.

### Salidas

- Generación de un conjunto de reportes y estadísticas sobre los usuarios de la PAL-Wiki y sobre el uso del conocimiento almacenado sobre el proceso software.



## 8.1 Consultar estadísticas de usuario

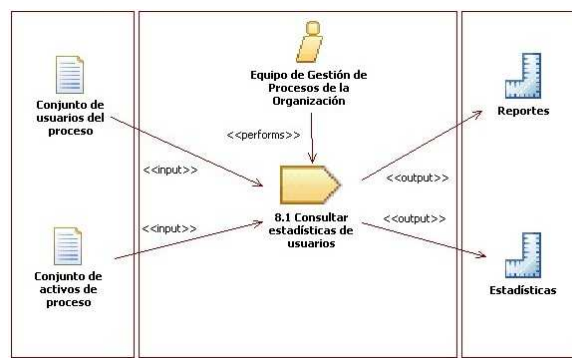
### Descripción

Para evaluar la PAL-Wiki se deben generar informes sobre las acciones realizadas por los usuarios durante su acceso y uso de los contenidos almacenados.

Entre las diferentes estadísticas que permiten evaluar el comportamiento de los usuarios se encuentran:

- Número de usuarios de la PAL-Wiki.
- Número de accesos de usuarios a la PAL-Wiki por unidad de tiempo.
- Contribuciones de usuarios como:
  - Creación y edición de contenidos de activos de proceso.
  - Participación en discusiones.
  - Generación de lecciones aprendidas.
  - Publicación de ejemplos de activos de procesos.

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Un conjunto de usuarios dados de alta en la PAL-Wiki.
- Un conjunto de activos de procesos definidos y desplegados en la PAL-Wiki y utilizados por los usuarios.

### Criterios de Validación

- Se ha generado un conjunto de informes que permiten evaluar y medir el acceso de los usuarios a la PAL-Wiki.

### Salidas

- Generación de un conjunto de reportes e historiales sobre los usuarios de la PAL-Wiki.



## 8.2 Consultar estadísticas de activos

---

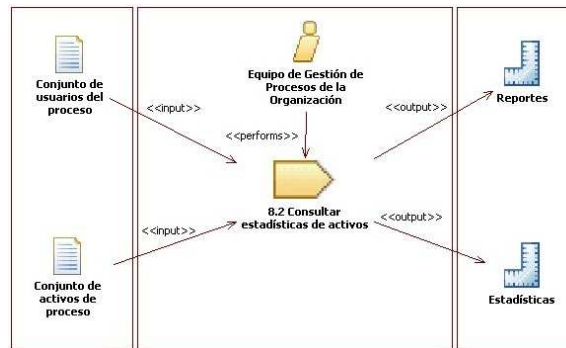
### Descripción

Para evaluar la PAL-Wiki se deben generar informes sobre el acceso y uso de los activos de proceso almacenados.

La PAL-Wiki debe generar reportes estadísticos con métricas como:

- Estadísticas de activos de proceso (incluyendo páginas, ficheros y discusiones).
  - Estadísticas de ediciones realizadas a los activos de proceso.
  - Estadísticas de visitas de los usuarios a la PAL-Wiki.
  - Páginas más vistas y consultadas de la PAL-Wiki.
- 

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Un conjunto de usuarios dados de alta en la PAL-Wiki.
  - Un conjunto de activos de procesos definidos y desplegados en la PAL-Wiki y utilizados por los usuarios.
- 

### Criterios de Validación

- Se ha generado un conjunto de informes que permiten evaluar y medir el acceso y uso de los activos de procesos almacenados en la PAL-Wiki por parte de los usuarios.
- 

### Salidas

- Generación de un conjunto de reportes e historiales sobre el uso de los activos de procesos de la PAL-Wiki.
-



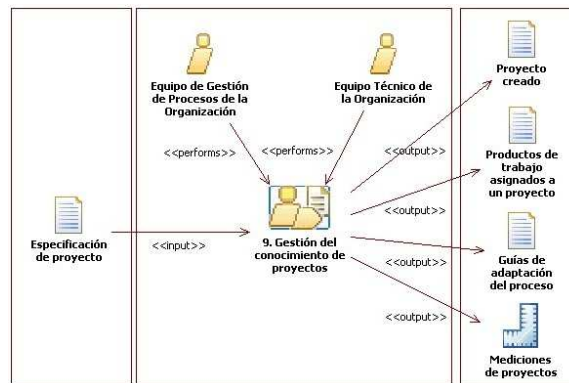
## 9. Gestión del conocimiento de proyectos

### Objetivo

El conocimiento acerca del proceso es desarrollado de acuerdo a un determinado contexto de aplicación. Este contexto está dado por el proyecto donde se aplicará el activo. Por lo tanto, la PAL-Wiki tiene la capacidad de almacenar conocimiento sobre los proyectos desarrollados por la organización, los usuarios pueden encontrar activos que han sido utilizados durante estos proyectos y transformarlos en productos de trabajo que deben también ser almacenados. Así, se realiza un reuso más efectivo, ya que la función de Organización del Conocimiento está basada en una de-contextualización (eliminación del contexto de aplicación), y esta función requiere de una re-contextualización cuando los activos son aplicados a una nueva situación.

Además, la PAL-Wiki ofrece capacidades de generación de métricas sobre los proyectos y los activos utilizados durante su desarrollo, para plantear estrategias futuras de mejora en la estructura de la PAL-Wiki.

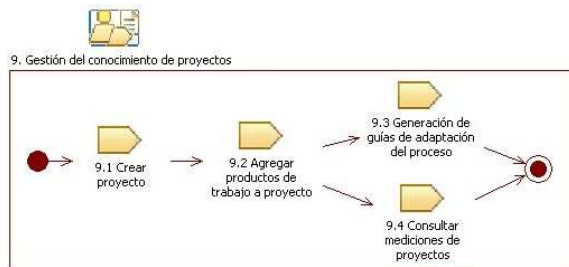
### Diagrama de Entrada/Salida para el Sub-proceso



### Entradas

- Especificaciones de los proyectos de desarrollo de software a ser realizados por el Equipo Técnico de la Organización.

### Diagrama de Actividades del Sub-proceso



### Criterios de Validación

- El conocimiento acerca de los proyectos y de los productos de trabajo elaborados a partir de la utilización de los activos son almacenados en la PAL-Wiki.

### Salidas

- Conocimiento sobre los proyectos elaborados.
- Los productos de trabajos creados durante los proyectos.
- Guías de adaptación del proceso a dichos proyectos
- Mediciones realizadas a los proyectos.





## 9.1 Crear proyecto

---

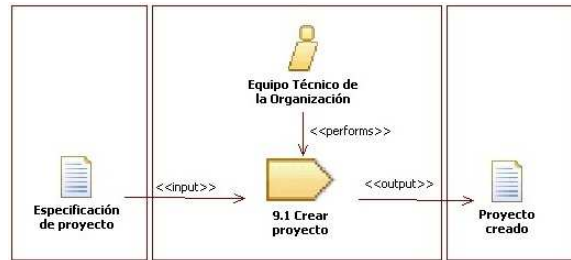
### Descripción

Esta actividad consiste en registrar en la PAL-Wiki el conocimiento acerca de los proyectos de desarrollo de software ejecutados por la organización.

El conocimiento sobre los proyectos incluye: un identificador del proyecto, nombre del proyecto, fecha de inicio, fecha de terminación, administrador del proyecto, cliente del proyecto, prioridad del proyecto, estado del proyecto (iniciado, en progreso, finalizado, o suspendido) y datos de los miembros del Equipo Técnico de la Organización que participa en el proyecto.

---

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Disposición de una especificación del proyecto de desarrollo de software a realizar.
- 

### Criterios de Validación

- Se han definidos los datos de los proyectos que está realizando la organización en un momento dado.
- 

### Salidas

- Almacenamiento del conocimiento sobre los proyectos actualmente en desarrollo en la organización.
-



## 9.2 Agregar productos de trabajo a proyecto

---

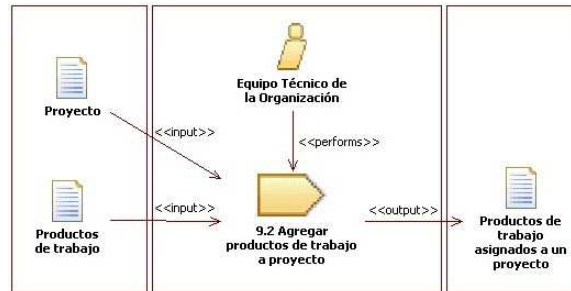
### Descripción

Los activos de proceso encontrados y utilizados durante las funciones de distribución y utilización del conocimiento del proceso software, permiten la creación de productos de trabajo asociados a un proyecto específico que se está ejecutando.

En lugar de asociarse a los activos de proceso como ejemplos, estos productos de trabajo son asociados a los proyectos donde fueron generados, para ayudar a ejecutar alguna actividad en proyectos futuros.

---

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Conocimiento acerca del proyecto de desarrollo de software a realizar por el Equipo Técnico de la Organización.
  - Conocimiento acerca de las actividades y de los productos de trabajo realizados durante el desarrollo de un proyecto.
- 

### Criterios de Validación

- Se han registrado en la PAL-Wiki los productos de trabajo elaborados durante la realización de una actividad dentro de un proyecto de desarrollo de software.
- 

### Salidas

- Los productos de trabajo realizados durante las actividades de un proyecto a partir del uso de los activos almacenados en la PAL-Wiki.
-



## 9.3 Generación de guías de adaptación del proceso

### Descripción

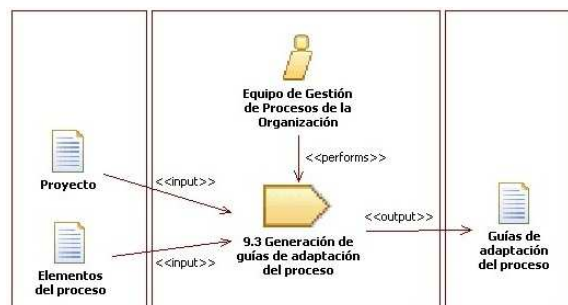
Las guías de adaptación permiten adaptar los procesos definidos en la PAL-Wiki apropiadamente para su uso. Estas guías de adaptación ayudan al Equipo de Gestión de Procesos de la Organización a establecer procesos definidos para los proyectos.

Las guías de adaptación cubren (SEI, 2006):

- La selección de un proceso estándar.
- La selección de un modelo de ciclo de vida aprobado.
- La adaptación del proceso estándar y el modelo de ciclo de vida seleccionado para ajustarse a las necesidades del proyecto.

Las guías de adaptación describen qué es lo que puede y no puede modificarse, e identifican los componentes de proceso que son candidatos a modificación.

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Conocimiento acerca del proyecto de desarrollo de software a realizar por el Equipo Técnico de la Organización.
- Conjunto total de elementos del proceso almacenados en la PAL-Wiki.

### Criterios de Validación

- Se ha generado una guía de adaptación del proceso para un determinado tipo de proyecto de desarrollo de software.

### Salidas

- Conjunto de guías para adaptar el proceso software definido en la PAL-Wiki para un tipo de proyecto específico.



## 9.4 Consultar mediciones de proyectos

---

### Descripción

La fase de gestión de conocimiento de proyectos de la PAL-Wiki almacena gran cantidad de conocimiento sobre la aplicación real y efectiva de los activos de proceso.

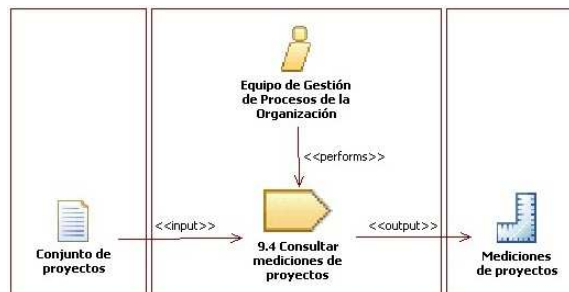
La PAL-Wiki debe generar mediciones sobre los proyectos y los productos de trabajo almacenados. Algunas métricas que pueden ayudar a evaluar el estado actual de la PAL-Wiki con respecto a los proyectos:

- Cantidad de proyectos ejecutados por la organización.
- Cantidad de productos de trabajo generados por cada proyecto.
- Cantidad de productos de trabajo generados por actividad para cada proyecto.
- Relación entre productos de trabajo y activos de proceso almacenados.
- Porcentaje de utilización efectiva de los activos de proceso por proyecto.

Estas medidas se pueden filtrar por fechas, por grupos de usuarios o por tipo de proyecto.

---

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Conjunto de proyectos de desarrollo de software realizados en la organización cuya información se encuentra almacenada en la PAL-Wiki.
- 

### Criterios de Validación

- Se ha generado un conjunto de medidas sobre la aplicación de los activos de proceso en los proyectos de la organización.
- 

### Salidas

- Generación de un conjunto de mediciones sobre los proyectos y los activos de proceso utilizados durante su desarrollo.
-



## 10. Visualización del conocimiento del proceso software

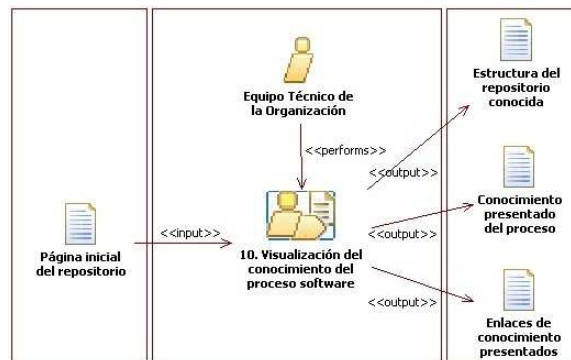
### Objetivo

La presentación global con interfaces que permiten la exploración de datos, facilita el reconocimiento de información relevante e interactuar con gran cantidad de información en espacios reducidos de presentación.

La visualización del conocimiento se refiere a su representación gráfica para facilitar su comprensión, evitando problemas comunes que presenta la guía de procesos de la PAL-Wiki al estar basada en el hipertexto, como por ejemplo, la sobrecarga cognitiva debida a la cantidad de información (Brundk, 1999).

Con el sub-proceso de visualización del conocimiento, el usuario de la PAL-Wiki obtendrá una visión global ayudando a la navegación en función de los datos que contiene las páginas, y presentándola en modo texto o gráfica.

### Diagrama de Entrada/Salida para el Sub-proceso



### Entradas

- La página inicial de la PAL-Wiki referenciando sus principales secciones y contenidos.

### Diagrama de Actividades del Sub-proceso



### Criterios de Validación

- Se ha visualizado el conocimiento almacenado en la PAL-Wiki.

### Salidas

- Visualización del conocimiento de la PAL-Wiki identificando su estructura, presentando el conocimiento de un elemento determinado y los enlaces asociados a otros elementos relacionados.



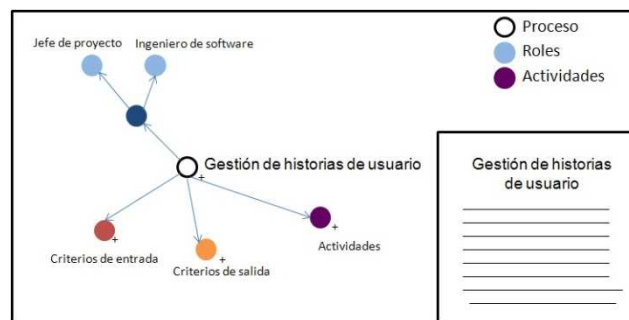
## 10.1 Navegar en mapa del conocimiento

### Descripción

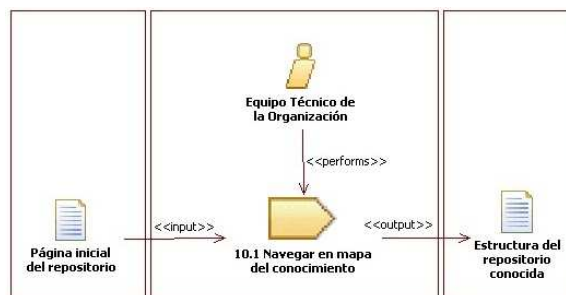
La navegación en la estructura de la PAL-Wiki es una actividad que se realiza por medio de un mapa de conocimiento, en lugar de la visualización basada en hipertexto presentada en el sub-proceso de Distribución del Conocimiento.

El mapa de conocimiento representa los elementos del proceso software como un conjunto de nodos interconectados con una representación *top-down*. Al usuario del proceso generalmente se le permite expandir y retraer los nodos y sus sub-árboles asociados para ajustar el grado de detalle del conocimiento a mostrar.

El mapa del conocimiento donde el usuario del proceso puede navegar es una representación en dos dimensiones donde se puede observar a nivel global la estructura de la PAL-Wiki. Los diferentes elementos del proceso software se presentan con diferentes colores, como se observa en la siguiente figura.



### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- La página inicial de la PAL-Wiki referenciando sus principales secciones y contenidos.

### Criterios de Validación

- Se ha generado un mapa de conocimiento con todos los elementos de procesos de la PAL-Wiki.

### Salidas

- Una estructura general de la PAL-Wiki identificada y reconocida a partir de la navegación utilizando el mapa de conocimiento.



## 10.2 Ver conocimiento de elementos

---

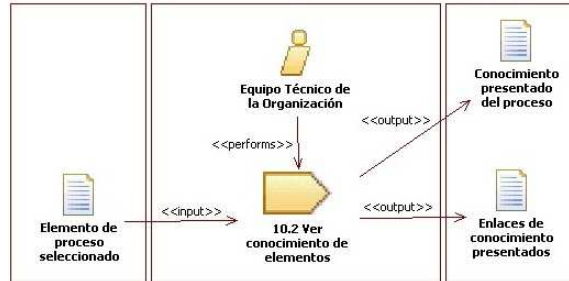
### Descripción

Las páginas de la PAL-Wiki se muestran como nodos que se conectan entre sí. Los nodos pueden ser seleccionados para mostrar directamente su contenido.

Cuando se seleccione un nodo del mapa de conocimiento, se desplegará sobre el nodo una pequeña ventana con un resumen del conocimiento de dicho nodo. En una ventana adyacente, se presentará una página con el conocimiento del elemento de proceso seleccionado en formato tipo texto.

---

### Diagrama de Entrada/Salida de Actividad



### Entradas

- Un elemento de proceso de la PAL-Wiki ha sido seleccionado por un usuario.
- 

### Criterios de Validación

- Se ha generado una ventana con un resumen de conocimiento del elemento seleccionado y una página con el texto completo asociado.
- 

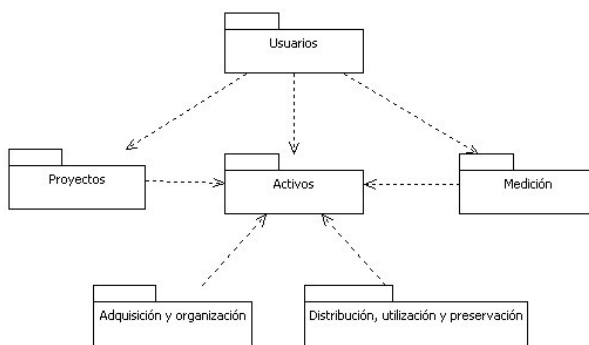
### Salidas

- Presentación del conocimiento asociado al elemento de proceso seleccionado en el mapa de conocimiento y de sus relaciones con otros elementos almacenados en la PAL-Wiki.
-

### 3.4 MODELO ESTRUCTURAL

Para describir el modelo estructural de la PAL-Wiki se han utilizado Diagramas UML<sup>2</sup>, para modelar la parte estática del sistema. En primer lugar, se presenta un Diagrama de Paquetes que muestra las agrupaciones lógicas de las clases definidas para la PAL-Wiki. Luego, se describe cada paquete por medio de un Diagrama de Clases. Las clases que conforman cada paquete se presentan junto con su descripción y atributos asociados.

#### Diagrama de Paquetes



**Usuarios** Contiene los diferentes grupos y usuarios que deben cumplir roles basados en funciones de gestión del conocimiento y de gestión de procesos software.

**Activos** Contiene el catálogo de elementos de proceso de la PAL-Wiki y sus activos de proceso asociados, incluyendo metadatos y las diferentes versiones de los activos.

**Adquisición y organización** Contiene elementos del proceso definidos para adquirir el conocimiento del proceso software y organizar dicho conocimiento en una estructura que constituye la guía de procesos de la PAL-Wiki.

**Distribución, utilización y preservación** Contiene clases relacionadas con la búsqueda de activos de proceso, su instanciación para el desarrollo de actividades y su mejora por medio de contribuciones y realimentación de usuarios.

**Proyectos** Contiene clases relacionadas con el conocimiento de los proyectos de la organización, permitiendo almacenar las instancias generadas para dichos proyectos específicos y generar guías para adaptar el proceso a dichos proyectos.

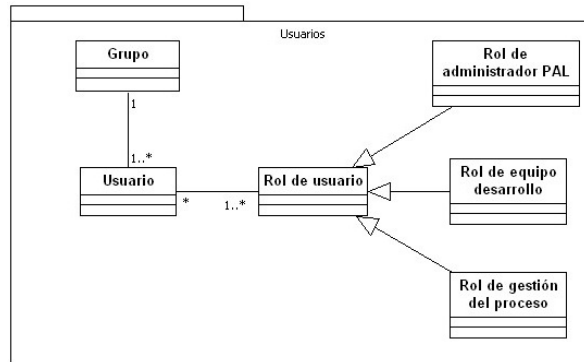
**Mediciones** Contiene clases relacionadas con los historiales de acceso y uso de la PAL-Wiki.

<sup>2</sup> UML significa *Unified Modeling Language* y es un lenguaje de modelado promovido por la OMG para visualizar, especificar, construir y documentar sistemas software.



Paquete **Usuarios**

Diagrama de Clases



**Descripción del Diagrama** Un grupo reúne varios usuarios, los cuales pueden desempeñar varios roles. Los roles pueden ser de tres tipos: administrador de la PAL, equipo de desarrollo y equipo de gestión del proceso.

Clase **Grupo**

**Descripción** Conjunto de personas con privilegios y derechos de acceso comunes en la PAL-Wiki.

- Atributos**
- Identificador: Código numérico que identifica un grupo de usuarios.
  - Nombre: Nombre del grupo de usuarios.
  - Descripción: Información detallada de las características del grupo.
  - Derechos de acceso: Permisos sobre edición, eliminación y creación de contenidos.

Clase **Usuario**

**Descripción** Persona que tiene derecho a acceder y utilizar el conocimiento de la PAL-Wiki.

- Atributos**
- Identificador: Código numérico que identifica al usuario.
  - Nombre: Nombre y apellidos del usuario.
  - Cuenta de acceso: Nombre de la cuenta de acceso a la PAL-Wiki.
  - Contraseña: Palabra clave para validar el acceso de la cuenta del usuario.

Clase **Rol de usuario**

**Descripción** Función que cumple un usuario mientras utiliza los contenidos de la PAL-Wiki.

- Atributos**
- Identificador: Código numérico que identifica al rol.
  - Nombre: Nombre del rol de usuario.
  - Descripción: Texto explicativo de las funciones que desempeña el rol.

Clase **Rol de administrador PAL**

**Descripción** Usuario que se encarga de la gestión de los usuarios y contenidos de la PAL-Wiki.

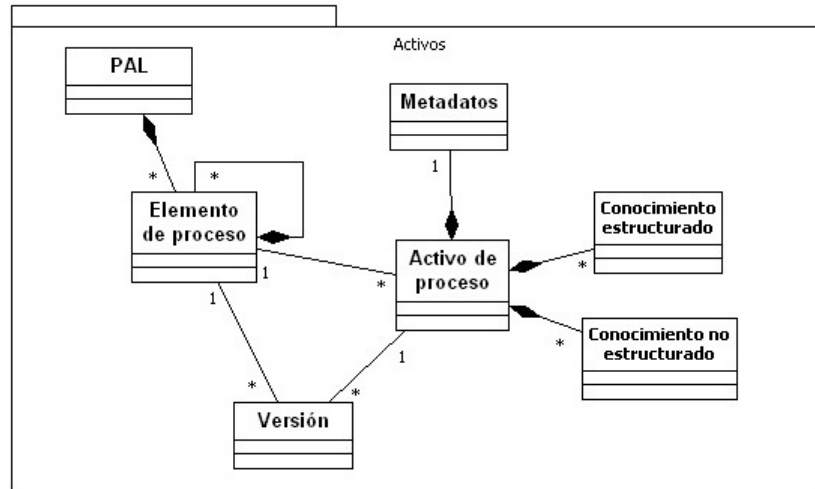
- Atributos**
- Funciones: Funciones que cumple el rol para el control de la PAL-Wiki.

<b>Clase</b>	<b>Rol de equipo de desarrollo</b>
<b>Descripción</b>	Usuario que aprende y utiliza el proceso software para la realización de actividades específicas durante el desarrollo de proyectos.
<b>Atributos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Funciones: Funciones que cumple el rol dentro de las actividades del desarrollo de software.</li></ul>

<b>Clase</b>	<b>Rol de gestión del proceso</b>
<b>Descripción</b>	Usuario que define y despliega el proceso software y establece mecanismos de medición de la PAL-Wiki para implementar estrategias de mejora del proceso.
<b>Atributos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Funciones: Funciones que cumple el rol dentro de las actividades de gestión del proceso.</li></ul>

Paquete **Activos**

Diagrama de Clases



**Descripción del Diagrama** La PAL-Wiki está formada por un conjunto de elementos de proceso, los cuales pueden contener a su vez otros elementos de proceso, de acuerdo a algún modelo de referencia (CMMI, ISO, etc.). Los elementos de proceso tienen asociados diferentes activos. Los activos están conformados por conocimiento estructurado y no estructurado, y tienen asociados un conjunto de metadatos que describen su conocimiento. Los elementos de proceso y los activos de proceso tienen asociados diferentes versiones.

Clase **PAL**

**Descripción** Representa una librería de activos de proceso de una organización.

- Atributos**
- Nombre: Nombre de la librería de activos de proceso.
  - Objetivos: Listado de objetivos de la librería de activos.
  - Fecha de creación: Fecha de instalación de la librería de activos.
  - Última actualización: Fecha de la última actualización de los contenidos de la PAL.

Clase **Elemento de proceso**

**Descripción** Parte fundamental de la guía de procesos de la PAL-Wiki. Los elementos de proceso están definidos de acuerdo a algún modelo de referencia. Por ejemplo, para CMMI pueden ser procesos estándares, modelos de ciclo de vida, guías de adaptación, etc.

- Atributos**
- Identificador: Código numérico que identifica el elemento de proceso.
  - Nombre: Nombre del elemento de proceso.
  - Tipo: Tipo de elemento de proceso de acuerdo a algún modelo de referencia.

Clase **Activo de proceso**

**Descripción** Elemento que la organización considera útil para realizar con éxito el proceso de desarrollo de un producto software.

- Atributos**
- Identificador: Código numérico que identifica el activo de proceso.
  - Nombre: Nombre del activo de proceso.
  - Categoría: Área de conocimiento del activo de proceso.
  - Fichero: Nombre del fichero con los contenidos del activo de proceso.
  - Activos relacionados: Listado de activos relacionados.

<b>Clase</b>	<b>Versión</b>
<b>Descripción</b>	Cada una de las formas que adopta el contenido de un elemento de proceso o activo de proceso.
<b>Atributos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificador: Código numérico que identifica la versión del elemento.</li><li>• Activo: Código del activo o elemento de proceso para el cual se ha generado esta versión.</li><li>• Descripción: Texto que describe los cambios realizados.</li><li>• Fecha: Fecha de generación de la versión.</li><li>• Usuario: Usuario que generó la versión.</li></ul>

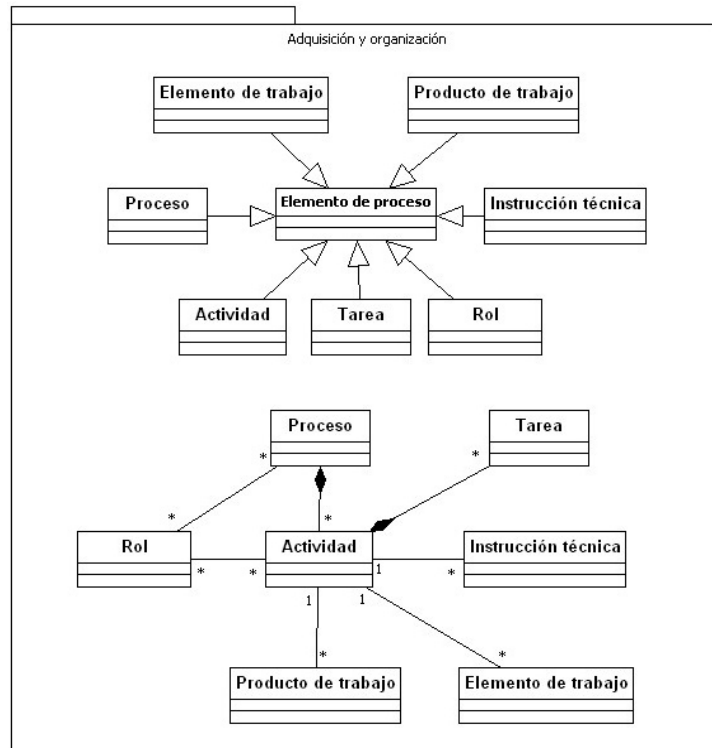
<b>Clase</b>	<b>Metadatos</b>
<b>Descripción</b>	Datos que describen los datos de un recurso de la PAL-Wiki. Sus atributos están basados en el modelo de metadatos <i>DublinCore</i> .
<b>Atributos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fecha: Fecha en la cual el recurso se puso a disposición del usuario en su forma actual.</li><li>• Descripción: Una descripción textual del recurso.</li><li>• Resumen: Exposición resumida de la descripción del recurso en el caso de un documento o de un documento visual.</li><li>• Idioma: Lenguaje/s del contenido intelectual del recurso.</li><li>• Audiencia: Usuarios a los cuales está orientado el recurso.</li><li>• Formato: Formato de los datos, usado para identificar el software que se necesitará para mostrar el recurso.</li><li>• Cobertura: Característica de cobertura espacial y/o temporal del contenido intelectual del recurso.</li><li>• Tipo: Categoría del recurso.</li><li>• Autor: Persona u organización responsable de la creación del contenido intelectual del recurso.</li></ul>

<b>Clase</b>	<b>Conocimiento estructurado</b>
<b>Descripción</b>	Conocimiento formal y sistemático que puede ser categorizado y organizado.
<b>Atributos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tipo: Categoría de conocimiento.</li></ul>

<b>Clase</b>	<b>Conocimiento no estructurado</b>
<b>Descripción</b>	Conocimiento que debe ser interpretado y adaptado por el usuario.
<b>Atributos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tipo: Mejores prácticas, lecciones aprendidas o experiencias.</li></ul>

Paquete **Adquisición y organización**

Diagrama de Clases



**Descripción del Diagrama** Los procesos están conformados por actividades y éstas en tareas. Los procesos y actividades son realizados por diferentes roles. Cada actividad tiene asociada instrucciones técnicas, productos de trabajo y elementos de trabajo que orientan al rol a realizar las tareas de la actividad. Todas estas clases son elementos del proceso.

Clase **Proceso**

**Descripción** Elemento de un proceso genérico software que agrupa actividades.

- Atributos**
- **Visión general:** Descripción general de los aspectos principales del proceso.
  - **Roles participantes:** Agentes responsables de realizar el proceso.
  - **Criterios de entrada:** Productos de trabajo que son requeridos para realizar el proceso.
  - **Cuándo:** Marco temporal en el cual se realiza el proceso.
  - **Actividades:** Etapas fundamentales para la realización del proceso.
  - **Criterios de salida:** Productos de trabajo producidos durante la realización del proceso.
  - **Elementos de trabajo:** Ítems de trabajo elementales que se tienen que crear, modificar y gestionar para una correcta gestión del proceso.
  - **Productos de trabajo:** Ficheros, documentos, especificaciones, binarios, partes y otros elementos tangibles que son necesarios para completar el proceso.
  - **Transparencias:** Ficheros con material formativo sobre el proceso.
  - **Vídeos:** Material visual con instrucciones y pasos específicos para realizar el proceso.
  - **Ejemplos:** Aplicaciones específicas de algún activo en un determinado proyecto.
  - **Discusiones - Lecciones aprendidas:** Aportaciones y resolución de dudas sobre algún aspecto del proceso.

<b>Clase</b>	<b>Actividad</b>
<b>Descripción</b>	Cada uno de los elementos en que se descompone un proceso. Representan las unidades generales de trabajo asignables dentro de un proceso.
<b>Atributos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Visión general: Descripción general de los objetivos principales de la actividad.</li><li>• Roles participantes: Agentes responsables de realizar la actividad.</li><li>• Criterios de entrada: Productos de trabajo requeridos para realizar la actividad.</li><li>• Cuándo: Marco temporal en el cual se realiza la actividad.</li><li>• Tareas: Pasos necesarios para la realización de la actividad.</li><li>• Criterios de salida: Productos de trabajo producidos durante la actividad.</li><li>• Elementos de trabajo: Ítems de trabajo elementales que se tienen que crear, modificar y gestionar para una correcta realización de la actividad.</li><li>• Productos de trabajo: Ficheros, documentos, especificaciones, binarios, partes y otros elementos tangibles que son necesarios para completar la actividad.</li><li>• Transparencias: Ficheros con material formativo sobre la actividad.</li><li>• Vídeos: Material visual con pasos específicos para realizar la actividad.</li><li>• Ejemplos: Aplicaciones específicas de un activo en un determinado proyecto relacionadas a la actividad.</li><li>• Discusiones - Lecciones aprendidas: Aportaciones y resolución de dudas sobre algún aspecto de la actividad.</li></ul>

<b>Clase</b>	<b>Tarea</b>
<b>Descripción</b>	Conjunto de acciones que deben realizarse para ejecutar con éxito una actividad. Las tareas son los elementos de más bajo nivel y no pueden descomponerse.
<b>Atributos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nombre: Texto que identifica la actividad.</li><li>• Descripción: Texto explicativo que describe las acciones realizadas en la actividad.</li></ul>

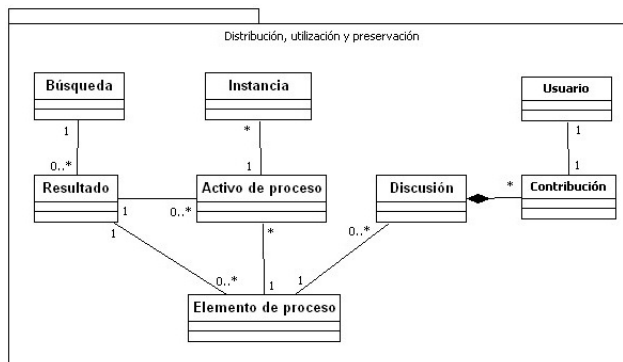
<b>Clase</b>	<b>Producto de trabajo</b>
<b>Descripción</b>	Producto resultante de la ejecución de una actividad durante el desarrollo de un proyecto.
<b>Atributos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nombre: Título del producto de trabajo.</li><li>• Fichero del producto de trabajo: Nombre del documento, hoja electrónica o cualquier otro tipo de documento que contiene el producto de trabajo.</li></ul>

<b>Clase</b>	<b>Instrucción técnica</b>
<b>Descripción</b>	Material que proporciona información sobre cómo ejecutar las actividades y tareas.
<b>Atributos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nombre: Título de la instrucción técnica.</li><li>• Fichero de la instrucción técnica: Nombre del fichero que contiene el material constituyente de la instrucción técnica.</li></ul>

<b>Clase</b>	<b>Elemento de trabajo</b>
<b>Descripción</b>	Registro utilizado para realizar el seguimiento y determinar el estado de progreso de una determinada actividad o tarea.
<b>Atributos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Visión general: Descripción general de los objetivos del elemento de trabajo.</li><li>• Estados: Lista de estados en que puede estar el elemento de trabajo.</li><li>• Campos: Listado de campos de conocimiento relacionado con el elemento de trabajo.</li><li>• Actividades: Un listado de actividades relacionadas con el elemento de trabajo.</li><li>• Procesos: Un listado de procesos relacionados con el elemento de trabajo.</li></ul>

Paquete **Distribución, utilización y preservación**

Diagrama de Clases



Descripción del Diagrama

En la PAL-Wiki se realizan búsquedas que obtienen resultados relacionados con elementos de proceso y activos de proceso. Los usuarios utilizarán dichos activos para generar instancias que permitan realizar sus actividades. Los elementos de proceso tienen asociados discusiones donde los usuarios pueden realizar contribuciones para mejorar los contenidos de la PAL-Wiki.

Clase **Búsqueda**

Descripción: Acción realizada para encontrar conocimiento específico para la realización de alguna tarea durante el desarrollo de un proyecto.

- Atributos
- Tipo de búsqueda: Criterios de búsqueda que incluyen palabras claves por procesos, contenidos o metadatos del activo a buscar.
  - Fecha y hora de búsqueda: Fecha y hora de realización de la búsqueda en los contenidos de la PAL-Wiki.
  - Valores de la búsqueda: Valores de búsqueda ingresados.

Clase **Resultado**

Descripción: Efecto de realizar una búsqueda de conocimiento en la PAL-Wiki.

- Atributos
- Activos encontrados: Enlace a los activo de proceso encontrados que cumplen los criterios de búsqueda introducidos.
  - Relevancia: Importancia de los resultados basada en algún criterio como fecha, área, etc.

Clase **Instancia**

Descripción: Activo de proceso cuyos contenidos han sido adaptados por un usuario para ejecutar una actividad durante el proceso de desarrollo de software.

- Atributos
- Identificador: Código numérico que identifica la instancia del activo de proceso.
  - Fecha de creación: Fecha de creación de la instancia del activo de proceso.
  - Usuario: Usuario que ha creado la instancia del activo de proceso.
  - Fecha de publicación: Fecha en que la instancia ha sido publicada como un ejemplo en la PAL-Wiki.

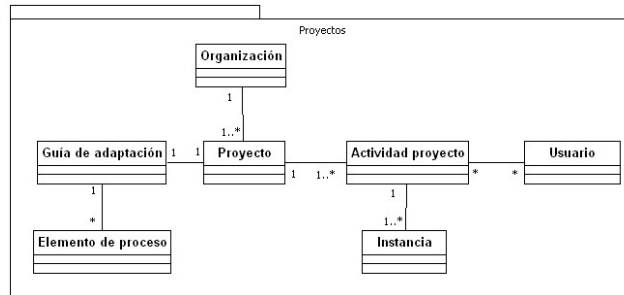
<b>Clase</b>	<b>Discusión</b>
<b>Descripción</b>	Página asociada a los elementos de proceso de la PAL-Wiki donde los usuarios pueden discutir, dar opiniones o compartir información relevante a la temática del elemento.
<b>Atributos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificador de discusión: Código numérico que identifica la instancia del activo de proceso.</li><li>• Elemento de proceso: Elemento de proceso discutido.</li><li>• Fecha: Fecha de creación de la discusión del elemento de proceso.</li></ul>

<b>Clase</b>	<b>Contribución</b>
<b>Descripción</b>	Opiniones realizadas por los usuarios sobre algún aspecto en particular de un elemento de proceso o activo almacenado.
<b>Atributos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Usuario: Nombre del usuario que realiza la contribución a la discusión.</li><li>• Texto: Enunciado escrito que contiene la opinión o contribución del usuario.</li></ul>



**Paquete**      **Proyectos**

**Diagrama de Clases**



**Descripción del Diagrama** La organización desarrolla proyectos que se descomponen en actividades que generan productos de trabajo basados en las instancias de los activos de proceso. Para producir estas instancias, los usuarios utilizan los activos. Las instancias permitirán crear guías de adaptación de los elementos del proceso de la PAL-Wiki.

**Clase**      **Organización**

**Descripción** Empresa que realiza proyectos de desarrollo de software.

- Atributos**
- Nombre: Razón social de la organización.
  - Descripción: Texto que describe la misión y objetivos de la organización.
  - Productos desarrollados: Listado de tipos de productos software desarrollados por la organización.

**Clase**      **Proyecto**

**Descripción** Conjunto de actividades interrelacionadas y coordinadas para construir un producto software dentro de uno límites de tiempo, calidad y presupuesto definidos.

- Atributos**
- Identificador: Código numérico que identifica el proyecto.
  - Nombre del proyecto: Título del proyecto de desarrollo de software.
  - Administrador del proyecto: Nombre de la persona encargada de la gestión del proyecto.
  - Cliente del proyecto: Nombre de la persona u organización con la cual se realizó el compromiso de desarrollar el proyecto.
  - Fecha de inicio: Fecha de inicio del proyecto.
  - Fecha de terminación: Fecha de finalización del proyecto.
  - Estado: Situación en que se encuentra el proyecto en un momento dado.
  - Prioridad: Relevancia que tiene el proyecto dentro de un conjunto de proyectos que actualmente esté desarrollando la organización.

**Clase**      **Actividad proyecto**

**Descripción** Conjunto de tareas que se realizan para ejecutar un proyecto.

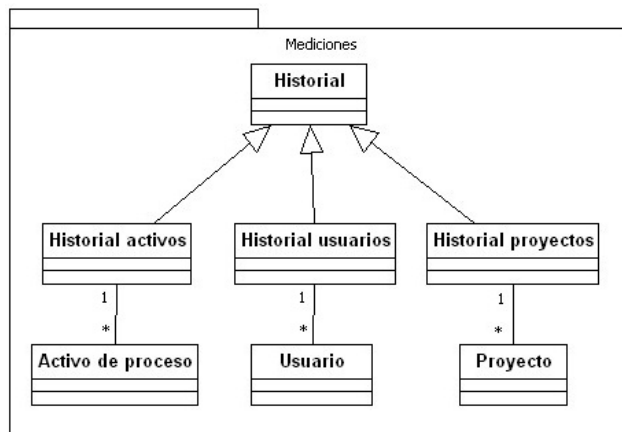
- Atributos**
- Identificador: Código numérico que identifica la actividad dentro de un proyecto.
  - Nombre: Nombre de la actividad.
  - Fecha de inicio: Fecha en que se comienza a realizar la actividad.
  - Duración: Tiempo planificado para realizar la actividad.

<b>Clase</b>	<b>Guía de adaptación</b>
<b>Descripción</b>	Guías que ayudan al Equipo de Gestión de Procesos de la Organización a establecer procesos definidos para los proyectos.
<b>Atributos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nombre: Nombre de la guía de adaptación del proceso.</li><li>• Proceso: Proceso estándar donde se aplica la guía de adaptación.</li><li>• Modelo de ciclo de vida: Modelo de ciclo de vida donde se aplica la guía de adaptación.</li><li>• Tipo de proyecto: Tipo de proyecto donde se aplica la guía de adaptación.</li><li>• Nombre del fichero: Fichero que contiene la adaptación del proceso estándar y el modelo de ciclo de vida para ajustarse a las necesidades del proyecto.</li></ul>

Paquete

## Mediciones

Diagrama de Clases



Descripción del Diagrama

La PAL-Wiki genera mediciones sobre sus contenidos a partir de un conjunto de historiales acerca del uso de los elementos almacenados. Los historiales reportan información sobre activos, usuarios y proyectos.

Clase

### Historial

Descripción

Clase genérica que reseña los elementos de la PAL-Wiki.

Atributos

- Identificador: Código numérico que identifica un historial en la PAL-Wiki.
- Intervalo de tiempo: Intervalo de tiempo entre fechas donde se generará el historial.
- Intervalo de hora: Opcionalmente, se pueden agregar horas específicas al intervalo de tiempo definido del reporte.

Clase

### Historial activos

Descripción

Reporte sobre el uso de los activos de proceso almacenados en la PAL-Wiki.

Atributos

- Cantidad de elementos de proceso: Cantidad total de elementos de proceso almacenados.
- Cantidad de activos: Cantidad total de activos de proceso almacenados.
- Ediciones realizadas: Cantidad de ediciones realizadas por usuarios a los activos de proceso.
- Activos populares: Activos más consultados y descargados.
- Activos dados de baja: Cantidad de activos dados de baja.

Clase

### Historial usuarios

Descripción

Reporte sobre el acceso y acciones realizadas por los usuarios en la PAL-Wiki.

Atributos

- Número de usuarios: Número de usuarios de la PAL-Wiki en un intervalo de tiempo.
- Número de accesos: Número de accesos a la PAL-Wiki en un intervalo de tiempo.
- Contribuciones de usuarios: Cantidad de contribuciones de usuarios en un intervalo de tiempo.
- Ediciones realizadas: Cantidad de ediciones realizadas por usuarios a los activos de proceso.

<b>Clase</b>	<b>Historial proyectos</b>
<b>Descripción</b>	Reporte sobre los proyectos donde se han aplicado los activos de proceso almacenados en la PAL-Wiki.
<b>Atributos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cantidad de proyectos: Cantidad de proyectos ejecutados hasta la fecha por la organización.</li><li>• Cantidad de productos de trabajo: Cantidad de productos de trabajo generados por cada proyecto.</li><li>• Cantidad de productos de trabajo generados por actividad: Cantidad de productos de trabajo generados por actividad para cada proyecto.</li><li>• Porcentaje de utilización efectiva: Porcentaje de utilización efectiva de los activos de proceso por proyecto.</li></ul>

---

## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PAL-WIKI**

La PAL-Wiki es un repositorio de conocimiento sobre procesos genéricos de software. El proceso de gestión del conocimiento definido para la PAL-Wiki se pueden aplicar a procesos utilizados tanto en la academia como la industria.

Este capítulo se enfoca en implementar la PAL-Wiki para procesos ágiles de desarrollo de software, específicamente utilizando la programación extrema. Inicialmente se presentan conceptos teóricos sobre métodos de desarrollo ágil y sobre programación extrema. Luego, se describen los procesos de gestión de conocimiento y elementos estructurales que han sido implementados para aplicar la PAL-Wiki en procesos ágiles. Después, se describen las tecnologías seleccionadas para la implementación de la PAL-Wiki. Continúa con la descripción de la interacción de los usuarios con la PAL-Wiki y finalmente, se presenta la arquitectura de despliegue de la PAL-Wiki implementada.

### **4.1 MÉTODOS ÁGILES**

En años recientes, los métodos de desarrollo ágil han atraído la atención de la comunidad de desarrollo de software haciendo énfasis en la satisfacción del cliente y en la entrega rápida de software incremental.

Los procesos ágiles consisten en un conjunto mínimo de tareas que lleva al equipo del proyecto hacia la construcción y entrega del producto. Los procesos ágiles requieren también de repositorios de conocimiento que permitan a los equipos de proyecto adaptar las tareas y encontrar productos de trabajo ligeros pero esenciales para poder realizar dichas tareas. Aunque el número de repositorios de conocimiento acerca de procesos software es

muy limitado, son aún más limitados en procesos de desarrollo ágil donde generalmente se aplican repositorios de ficheros aislados sin integración con el proceso (Chau et al., 2005). Por medio de la implementación de una PAL-Wiki en procesos ágiles se desea aplicar tecnologías Web 2.0 para ayudar a los ingenieros de software a acceder, consultar y reusar activos de proceso, y en consecuencia apoyar el aprendizaje y uso de mejores prácticas de ingeniería de software.

En este apartado se presentarán los principios de agilidad y luego se describirán los conceptos sobre programación extrema utilizados en la implementación de los procesos definidos en la PAL-Wiki.

#### **4.1.1 PRINCIPIOS DE AGILIDAD**

Existen muchos métodos ágiles de desarrollo pero todos ellos comparten los principios de agilidad especificados en el Manifiesto Ágil (Agile, 2010) (Fowler et al., 2001):

1. La prioridad más alta es satisfacer al cliente a través de la entrega pronta y continua de software valioso.
2. Son bienvenidos los requisitos cambiantes, aún en una etapa avanzada de desarrollo. Los procesos ágiles dominan el cambio para provecho de la ventaja competitiva del cliente.
3. Entregar con frecuencia software que funcione, de dos semanas a un par de meses, de preferencia lo más pronto que se pueda.
4. El personal de negocios y los desarrolladores deben trabajar juntos, a diario y durante todo el proyecto.
5. Hay que desarrollar los proyectos con individuos motivados. Debe darse a éstos el ambiente y el apoyo que necesiten, y confiar en que harán el trabajo.
6. El método más eficiente y eficaz para transmitir información a los integrantes de un equipo de desarrollo, y entre éstos, es la conversación cara a cara.
7. La medida principal de avance es el software que funciona.
8. Los procesos ágiles promueven el desarrollo sostenible. Los patrocinadores, desarrolladores y usuarios deben poder mantener un ritmo constante en forma indefinida.
9. La atención continua a la excelencia técnica y el buen diseño mejora la agilidad.

10. Es esencial la simplicidad: el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado.
11. Las mejores arquitecturas, requerimientos y diseños surgen de los equipos con organización propia.
12. El equipo reflexiona a intervalos regulares sobre cómo ser más eficaz, para después afinar y ajustar su comportamiento en consecuencia.

La variedad actual de métodos ágiles incluye varias técnicas y prácticas de desarrollo de software. Entre los métodos ágiles más conocidos se encuentran: la programación extrema (Beck et al., 2004), Scrum (Schwaber et al., 2001) y el método de desarrollo de sistemas dinámicos – MDDS (Highsmith, 2000).

La PAL-Wiki fue implementada utilizando la programación extrema como método ágil por ser uno de los enfoques más utilizados del desarrollo de software ágil y por contener técnicas y prácticas que permiten definir un conjunto de activos de proceso que puede ser almacenado y reutilizado en la PAL-Wiki propuesta.

#### 4.1.2 PROGRAMACIÓN EXTREMA

El trabajo sobre Programación Extrema (XP) fue desarrollado por Kent Beck (Beck et al., 2004). Beck define un conjunto de cinco valores que establecen el fundamento para todo trabajo realizado como parte de XP:

- **Simplicidad:** Se diseñan las necesidades inmediatas mediante pasos pequeños y simples para cumplir los objetivos. Así se podrán mitigar las fallas que puedan ocurrir y se realizará mantenimiento a largo plazo con costes razonables.
- **Comunicación:** Existe una colaboración estrecha pero informal entre los desarrolladores y el cliente, trabajando juntos desde los requisitos hasta el código.
- **Retroalimentación:** Cada iteración será un compromiso para entregar software que funcione al cliente, implementando estrategias de pruebas eficaces que den retroalimentación al equipo de desarrollo.
- **Respeto:** Cada miembro del equipo da y siente el respeto que se merece. Conforme se logra la entrega exitosa de incrementos de software, el equipo desarrolla respeto hacia el proceso XP.

- **Valentía:** Se reportarán progresos y estimaciones fiables. No se debe sentir temor a los cambios ya que se cuenta con una disciplina para trabajar y adaptar los cambios cuando sucedan.

XP propone un conjunto de 12 prácticas agrupadas en tres áreas derivadas de las mejores prácticas de ingeniería de software (ver Figura 4-1). A continuación, se describen estas prácticas XP.

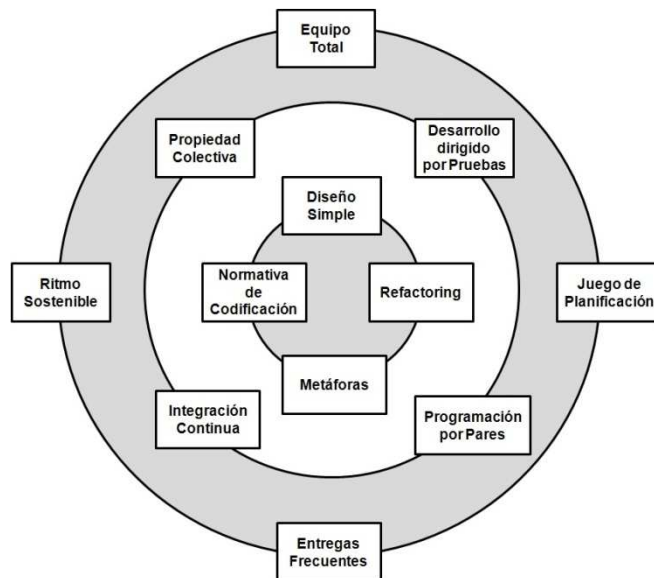


Figura 4-1. Prácticas XP.

- Prácticas de codificación: El código es uno de los artefactos más importantes de un proyecto. Estas prácticas XP producen código que es más fácil de mantener y extender, y que siempre estará listo para ser entregado al cliente.
  - **Diseño simple:** Para producir software que sea fácil de cambiar. La simplicidad del diseño hace que éste sea más fácil de entender y explicar. Tres reglas gobiernan dicha simplicidad:
    1. *Hacer las cosas más simples que posiblemente puedan funcionar:* Considerar la forma más simple de implementar los requisitos y obtener una solución.
    2. *No añadir lo que no se necesita:* No añadir ninguna infraestructura hasta que sea estrictamente necesario.
    3. *Una vez y sólo una vez:* No se tolera la duplicación de código.



- **Refactoring:** Para encontrar un diseño óptimo del código. Consiste en realizar una serie de transformaciones pequeñas que mejoren la estructura del sistema sin afectar su comportamiento. Se realiza continuamente, al finalizar cada día, finalizando una entrega o iteración, y al finalizar el proyecto.
- **Normativa de codificación:** Para comunicar las ideas claramente a través del código. Es un conjunto de guías y convenciones que permiten que todo el equipo modifique el código existente de la misma forma ahorrando tiempo y facilitando la comunicación.
- **Metáforas:** Para comunicar ideas claramente. Consiste en desarrollar un vocabulario común para describir los principales componentes del proyecto. Este vocabulario facilita la comunicación entre los miembros del equipo y con el cliente.
- **Prácticas del desarrollador:** Los desarrolladores deben trabajar en equipo y todos contribuyen con su esfuerzo al proyecto. Por lo tanto, XP dedica algunas prácticas a la mejora del trabajo en equipo, reforzando los buenos hábitos de programación, guiando a los miembros con menos experiencia y realizando un seguimiento de todo el trabajo.
  - **Desarrollo dirigido por pruebas:** Para proporcionar código que funcione. Consiste en escribir pruebas que fallen, escribir código que pase las pruebas y verificar que el código pasa las pruebas. La automatización de estas pruebas hará el proceso más rápido. Existen dos tipos de pruebas:
    1. Pruebas unitarias: que exploran el comportamiento de piezas individuales de código y verifican las implementaciones.
    2. Pruebas de aceptación: verifican que las características solicitadas concuerdan con los requisitos de negocio y expectativas del cliente.
  - **Programación por pares:** Para propagar el conocimiento, experiencias e ideas. La producción de código se realiza en parejas que trabajan juntas en la misma estación de trabajo. Un miembro de la pareja escribe el código. El otro revisa el código que está siendo desarrollado, buscando errores y mejoras. Estos dos roles cambian frecuentemente. En el curso de una iteración, cada miembro del equipo debe haber trabajado con los demás miembros.

- **Propiedad colectiva:** Para propagar la responsabilidad del código al equipo completo. Cualquier pareja puede verificar cualquier módulo y mejorarlo. No existen responsabilidades individuales sobre los componentes del sistema desarrollado.
- **Integración continua:** Para reducir el impacto al añadir nuevas funcionalidades al sistema. Consiste en que los desarrolladores fusionan nuevas tareas y pruebas en el repositorio principal del código fuente tan pronto las terminen. Se ejecutan pruebas para verificar que el nuevo código se ajusta al sistema, y se corrige cualquier error. Por último, se integra el último código frecuentemente.
- **Prácticas de negocio:** El proyecto debe cumplir con las necesidades reales del cliente. Estas prácticas XP minimizan los riesgos incluyendo al cliente en el equipo y obteniendo retroalimentaciones frecuentes para responder rápidamente a los cambios.
  - **Equipo total:** Para añadir requisitos de negocio exacta y directamente. Se llama equipo total debido a que los desarrolladores y el cliente trabajan juntos para resolver los problemas. El cliente proporciona una perspectiva de negocio como un usuario real del software. Una comunicación regular, confiable y rápida entre el personal técnico y de negocios reduce las conjeturas y malentendidos produciendo los resultados deseados más rápidamente.
  - **Juego de la planificación:** Para planificar el trabajo más importante. La esencia de la planificación es la división de responsabilidades entre el cliente y los desarrolladores. El cliente decide qué tan importante es una característica (denominada historia de usuario) y los desarrolladores deciden cuánto costará desarrollarla produciendo estimaciones y asignando tareas para implementarla.
  - **Entregas frecuentes:** Para retornar frecuentemente la inversión del cliente. Al finalizar una iteración, después que el software cumpla todas las pruebas de aceptación, se libera el software al cliente. Se debe mantener una duración corta de las iteraciones para que el cliente observe el progreso del proyecto y los desarrolladores respondan rápidamente a la retroalimentación obtenida, planificando e implementando cambios en la siguiente iteración.
  - **Ritmo sostenible:** Para no realizar tiempos extras y tener un nivel natural de productividad. La carga de trabajo debe coincidir con el plan de la siguiente

iteración manteniendo el número de horas de trabajo y la longitud de la iteración constante.

## 4.2 APLICACIÓN DE LA PAL-WIKI PARA MÉTODOS ÁGILES

En esta sección se presenta la descripción de una aplicación del repositorio de conocimiento PAL-Wiki propuesto para el proceso software específico de Programación Extrema.

La PAL-Wiki implementada ofrece un enfoque integrado de estrategias de gestión del conocimiento basadas en la codificación y personalización del conocimiento para almacenar artefactos y permitir a los usuarios compartir conocimiento. También incorpora actividades de gestión del conocimiento para adquirir, organizar, distribuir, utilizar, gestionar y medir los activos almacenados.

A continuación se indican los procesos de conocimiento y la estructura implementados, y el conjunto de procesos ágiles definidos para la PAL-Wiki desarrollada.

### 4.2.1 PROCESOS IMPLEMENTADOS

El metamodelo de la PAL-Wiki basada en gestión del conocimiento fue instanciado utilizando elementos del proceso de desarrollo ágil. La PAL-Wiki implementada incluyó todos los procesos básicos y de soporte. Los sub-procesos implementados de la PAL-Wiki se muestran en la Figura 4-2.

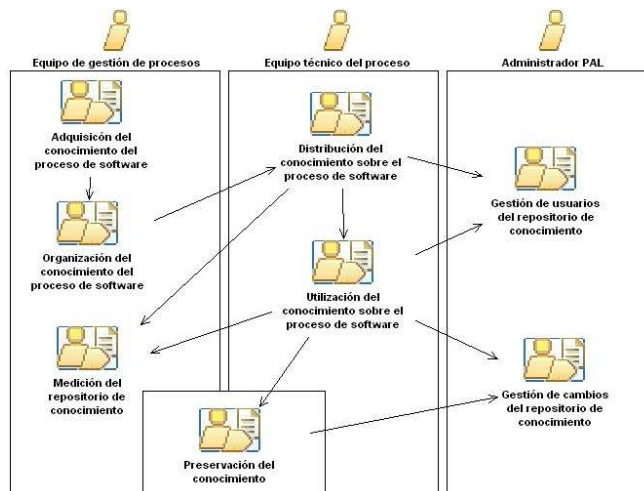


Figura 4-2. Sub-procesos implementados.

En cuanto a los sub-procesos avanzados, la gestión del conocimiento de proyectos y visualización del conocimiento fueron implementados parcialmente dentro de la PAL-Wiki para el proceso ágil.

El conocimiento acerca de los proyectos desarrollados se almacena en un repositorio independiente de la PAL-Wiki. Los usuarios de la PAL-Wiki almacenan sus productos de trabajo en dicho repositorio independiente y en la PAL-Wiki se establece solamente un enlace a la dirección URL de este repositorio de proyectos.

En cuanto al sub-proceso de visualización del conocimiento, se considera un mapa de conocimiento basado en procesos (Plumley, 2003). Se requiere de un esfuerzo considerable para su implementación basada en una representación gráfica que está fuera del alcance de esta tesis.

#### **4.2.2 ESTRUCTURA IMPLEMENTADA DE LA PAL-WIKI**

La estructura de la PAL-Wiki implementada contiene la mayoría de las clases definidas en los paquetes presentados en el diseño de la misma. En la Tabla 4-1 se presenta un listado de los elementos del diseño estructural indicando cuáles han sido implementados.

La mayoría de las clases han sido implementadas en la PAL-Wiki para desarrollo ágil excepto las clases relacionadas con la gestión del conocimiento de proyectos debido a que los sub-procesos avanzados no fueron implementados.

**Tabla 4.1.** Elementos estructurales implementados en la PAL-Wiki.

<b>Paquete: Activos</b>	<b>Implementado</b>	<b>Paquete: Usuario</b>	<b>Implementado</b>
PAL	✓	Grupo	✓
Elemento del proceso	✓	Usuario	✓
Versión	✓	Rol de usuario	✓
Activo de proceso	✓	Rol de administrador PAL	✓
Metadatos	✗	Rol de equipo de desarrollo	✓
Conocimiento estructurado	✓	Rol de gestión del proceso	✓
Conocimiento no estructurado	✓		

Paquete: Adquisición y organización	Implementado	Paquete: Distribución, utilización y preservación	Implementado
Proceso	✓	Búsqueda	✓
Actividad	✓	Resultado	✓
Rol	✓	Instancia	✓
Tarea	✓	Discusión	✓
Producto de trabajo	✓	Contribución	✓
Elemento de trabajo	✓		
Instrucción técnica	✓		
Paquete: Mediciones	Implementado	Paquete: Proyectos	Implementado
Historial	✓	Organización	✗
Historial activos	✓	Proyecto	✗
Historial usuarios	✓	Actividad de proyecto	✗
Historial proyectos	✗	Guía de adaptación	✗

### 4.2.3 ESTRUCTURA DE LOS PROCESOS ÁGILES

En total, la PAL-Wiki consta de 7 procesos, 31 actividades, 9 elementos de trabajo, 6 productos de trabajo, 3 roles, 22 conjuntos de transparencias, 38 vídeos y 24 ejemplos. En la Tabla 4-2 se presentan cada uno de estos elementos definidos en la PAL-Wiki.

**Tabla 4-2.** Elementos de proceso de la PAL-Wiki.

Elementos de proceso	Elementos implementados en la PAL-Wiki
Procesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de historias de usuario</li> <li>• Planificación</li> <li>• Desarrollo</li> <li>• Refactoring</li> <li>• Integración automática</li> <li>• Seguimiento periódico</li> <li>• Gestión de defectos</li> </ul>
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abrir un defecto</li> <li>• Ajustes al plan de iteración</li> <li>• Aplicar la refactorización</li> <li>• Celebrar reunión de planificación</li> <li>• Celebrar reunión de seguimiento periódico</li> <li>• Cerrar el defecto</li> <li>• Clasificar defectos</li> <li>• Codificación</li> <li>• Comprobar una corrección</li> <li>• Creación de pruebas de aceptación</li> <li>• Definición de pruebas unitarias</li> <li>• Determinación de alcance de iteración</li> </ul>

Elementos de proceso	Elementos implementados en la PAL-Wiki
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación del esfuerzo de las tareas</li> <li>• Diseño</li> <li>• Editar el fichero de configuración de integración continua</li> <li>• Editar fichero de construcción del ejecutable</li> <li>• Ejecución de pruebas de aceptación</li> <li>• Encontrar la causa de un defecto</li> <li>• Especificación de historias</li> <li>• Estimación de historias</li> <li>• Identificar áreas susceptibles de reorganización</li> <li>• Identificación de requisitos de calidad del servicio</li> <li>• Identificación de necesidades</li> <li>• Identificación de tareas</li> <li>• Identificación de responsabilidades</li> <li>• Priorización de historias</li> <li>• Publicar el informe de seguimiento</li> <li>• Realizar pruebas unitarias</li> <li>• Reasignar un defecto</li> <li>• Recopilar la información de seguimiento</li> <li>• Reproducir el defecto</li> </ul>
Elementos de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Defecto</li> <li>• Historia de Usuario</li> <li>• Requisito de Calidad de Servicio</li> <li>• Recurso</li> <li>• Prueba de Aceptación</li> <li>• Prueba Unitaria</li> <li>• Clase</li> <li>• Tarea</li> <li>• Elemento de Integración Automática</li> </ul>
Productos de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de Historias de Usuario</li> <li>• Lista de Tareas</li> <li>• Plantillas de Seguimiento</li> <li>• Tarjetas CRC</li> <li>• Normativa de Código</li> <li>• Fichero Nant.build</li> </ul>
Roles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinador del Equipo</li> <li>• Ingeniero de Software</li> <li>• Cliente/Usuario</li> </ul>
Conjuntos de transparencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño simple (1)</li> <li>• Historias de usuario (4)</li> <li>• Integración continua (4)</li> <li>• Normativa de código (1)</li> <li>• Planificación (1)</li> <li>• Programación en parejas (1)</li> <li>• Pruebas de aceptación (4)</li> <li>• Pruebas unitarias (4)</li> <li>• Refactoring (1)</li> <li>• Seguimiento (1)</li> </ul>
Vídeos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración continua (13)</li> <li>• Seguimiento (7)</li> <li>• Refactoring (8)</li> </ul>

Elementos de proceso	Elementos implementados en la PAL-Wiki
Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas unitarias (10)</li> <li>• Gestión de historias de usuario (8)</li> <li>• Planificación (4)</li> <li>• Desarrollo (5)</li> <li>• Diseño (3)</li> <li>• Integración continua (1)</li> <li>• Seguimiento (3)</li> </ul>

El elemento de proceso fundamental en la PAL-Wiki es un “Proceso”. La estructura general de los procesos implementados se muestra en la Figura 4-3, donde cada proceso tiene asociado un conjunto de roles, criterios de entrada y de salida. Para la realización del proceso se tiene un conjunto de activos de proceso; como vídeos, presentaciones, ejemplos, discusiones, productos de trabajo y elementos de trabajo.

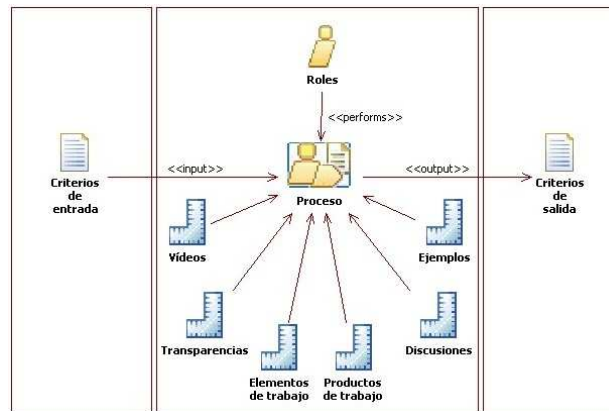


Figura 4-3. Estructura de los procesos de la PAL-Wiki.

Los procesos de desarrollo ágil implementados fueron (Alshayeb et al., 2006) (Layman et al., 2006): Gestión de historias de usuario, Planificación, Desarrollo, Refactoring, Integración automática, Seguimiento periódico y Gestión de defectos. Las relaciones entre dichos procesos definidos se presentan en la Figura 4-4.

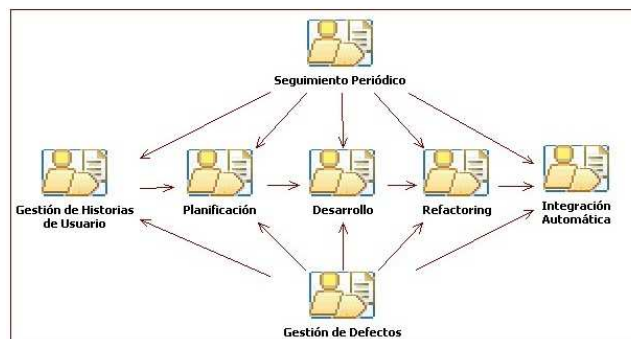


Figura 4-4. Procesos ágiles definidos en la PAL-Wiki.

A continuación se describen cada uno de estos procesos ágiles a nivel general. En el **Anexo B**, se presenta una descripción más completa con las actividades, roles, y elementos de trabajo que conforman cada uno de los procesos definidos.



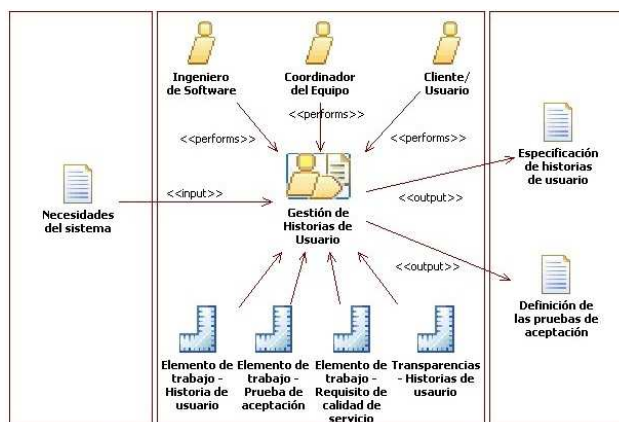


## 1. Gestión de Historias de Usuario

### Visión general

El propósito es extraer, organizar y gestionar las necesidades de los usuarios, así como establecer un lenguaje común para la comunicación entre el usuario y el equipo de desarrollo. Una Historia de Usuario es una representación de un requisito de software escrito en una o dos frases utilizando el lenguaje común del usuario. Las historias de usuario son utilizadas en las metodologías de desarrollo ágiles para la especificación de requisitos (acompañadas de pruebas de aceptación). Cada historia de usuario debe ser limitada y debería poderse escribir sobre una nota adhesiva pequeña. Las historias de usuario son una forma rápida de administrar los requisitos de los usuarios sin tener que elaborar gran cantidad de documentos formales y sin requerir de mucho tiempo para administrarlos. Las historias de usuario permiten responder rápidamente a los requisitos cambiantes.

### Diagrama de E/S



### Roles participantes

- **Responsables**
  - Coordinador del Equipo
  - Cliente/Usuario
  - Ingeniero de Software

### Criterios de entrada

- **Necesidades del sistema:** Documento que contiene las necesidades del sistema a desarrollar.

### Cuándo

Debe realizarse al principio del proyecto.

### Actividades a realizar

- **Identificación de necesidades:** Al comienzo del proyecto se han de identificar todos los requisitos que se deben satisfacer en el ámbito del desarrollo. Por lo general, el cliente y los desarrolladores determinan conjuntamente cada una de las posibles interacciones que se pueden dar entre un usuario y el sistema. Esta definición de las historias de usuario se puede realizar mediante entrevistas, reuniones informales o jornadas de trabajo específicas.
- **Priorización de historias:** La prioridad se determinará conjuntamente mediante todos los miembros del grupo puntuando, para cada historia de usuario identificada, cada uno de tres factores y obteniendo un valor único de prioridad de la historia. El equipo deberá determinar el grado relativo de importancia de cada uno de los criterios de priorización para calcular el valor final de prioridad.
- **Estimación de historias:** Se debe estimar el esfuerzo requerido para desarrollar satisfactoriamente cada una de las historias de usuario identificadas.
- **Determinación de alcance de iteración:** Se determina el alcance de la iteración decidiendo la duración de la iteración, estimando la capacidad de entrega de cada trabajador por unidad de tiempo y seleccionando las historias de usuario que se desarrollarán en el ámbito de la primera iteración.

- 
- **Especificación de historias:** Se trata de completar la especificación de las historias de usuario consideradas en el alcance de la primera iteración. Para ello se deberá especificar la secuencia de pasos que el usuario debe desempeñar en cada una de las historias de usuario identificadas.
  - **Identificación de requisitos de calidad del servicio:** Analizar cada historia de usuario y establecer la lista de requisitos de calidad de servicio que identifica y recopila los requisitos no funcionales de la aplicación.
  - **Creación de pruebas de aceptación:** Se crea una serie de pruebas de aceptación para permitir que el cliente valide y verifique el funcionamiento correcto de las historias de usuario definidas.
  - **Ejecución de pruebas de aceptación:** Se deben utilizar herramientas para la construcción de pruebas automatizadas regresivas de aceptación. Las pruebas regresivas se toman más veloces y los analistas de pruebas se pueden concentrar en mejorar y aumentar el conjunto de pruebas en lugar de rehacer las pruebas existentes en referencia a las pruebas anteriores.
- 

### Salidas

- Especificación de historias de usuarios.
  - Definición de las pruebas de aceptación.
- 

### Activos asociados

- **Elementos de trabajo**
    - Historia de Usuario
    - Prueba de Aceptación
    - Requisito de Calidad de Servicio
  - **Transparencias**
    - Historias de Usuario
    - Historias de Usuario - Enunciado Ejercicio
    - Historias de Usuario - Solución Ejercicio
-

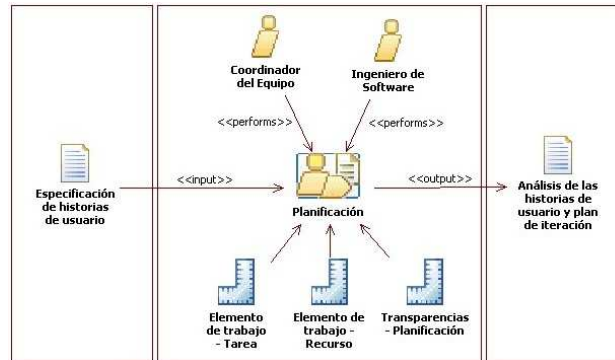


## 2. Planificación

### Visión general

La planificación pretende eliminar las posibles divergencias entre los resultados y los objetivos relacionados con ellos. Es muy importante tener en cuenta los aspectos imprevisibles del futuro. Se basa en la creencia de que el valor principal de la planificación no descansa en los planes que se producen, sino en el proceso de producirlos.

### Diagrama de E/S



### Roles participantes

- **Responsables**
  - Coordinador del Equipo
  - Ingeniero de Software

### Criterios de entrada

- **Especificación de Historias de Usuario:** Es necesario tener especificado la secuencia de pasos que el usuario debe desempeñar en cada una de las historias de usuario, para poder analizarlas en este proceso.

### Cuándo

Se haya realizado la especificación de historias de usuarios o se hayan detectado errores en las pruebas.

### Actividades a realizar

- **Identificación de tareas:** Crear una nueva tarea de desarrollo para cada una de las áreas principales del sistema afectadas por la historia de usuario.
- **Identificación de responsabilidades:** Se asignan responsabilidades a las tareas identificadas.
- **Determinación del esfuerzo de las tareas:** Después de que se han aceptado las tareas, los desarrolladores estiman individualmente las tareas para cerciorarse de que no están sobre-estimadas.
- **Ajustes al plan de iteración:** Se realiza una re-estimación de las historias de usuario donde se necesita evaluar de manera realista si hay capacidad para completar todo el trabajo que se tiene asignado para la iteración.
- **Celebrar reunión de planificación:** Finalizar el plan de iteración con la celebración de una reunión sobre la planificación de iteraciones con el fin de presentar el contenido de la próxima iteración.

### Salidas

- Análisis de las historias de usuario y plan de iteración.

### Activos asociados

- **Elementos de trabajo**
  - Tarea
  - Recurso
- **Transparencias**
  - Planificación Adaptativa



### 3. Desarrollo

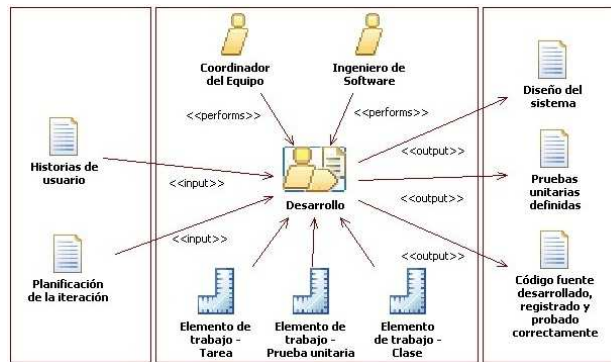
**Visión general**

El proceso de desarrollo admite el diseño iterativo rápido. La definición, el desarrollo y la comprobación del producto tienen lugar en iteraciones que se solapan y dan como resultado la finalización incremental del proyecto. Las distintas iteraciones tienen un foco diferente conforme se acerca el lanzamiento del proyecto. Las iteraciones pequeñas permiten reducir el margen de error de las estimaciones y proporcionan comentarios rápidos sobre la precisión de los planes de proyecto. Cada iteración debe tener como resultado una parte estable del sistema global.

**Diagrama de E/S**

- **Responsables**
  - Coordinador del Equipo
  - Ingeniero de Software

**Roles participantes**



**Criterios de entrada**

- **Historias de usuario:** Se tiene una especificación de las historias de usuario.
- **Planificación de la iteración:** Las tareas de desarrollo del sistema se han identificado para el proyecto.

**Cuándo**

Según las fechas determinadas en el plan de iteración. Se debe tener una especificación de las historias de usuario.

**Actividades a realizar**

- **Diseño:** Se identifican las principales clases del sistema, cuáles son sus responsabilidades y cómo implementarlas.
- **Definición de pruebas unitarias:** Los programadores extremos deben probar todo lo que puede llegar a fallar, utilizando pruebas automatizadas que deben ejecutarse perfectamente en todo momento. Se escribe un conjunto de casos de prueba antes de la codificación.
- **Codificación:** Se desarrolla el código fuente en un determinado lenguaje de programación. Luego, el código se prueba y si se ejecuta exitosamente el código se registra.

**Salidas**

- Diseño del sistema realizado.
- Pruebas unitarias definidas.
- Código fuente desarrollado, registrado y probado correctamente.

**Activos asociados**

- **Elementos de trabajo**
  - Tarea
  - Prueba Unitaria
  - Clase



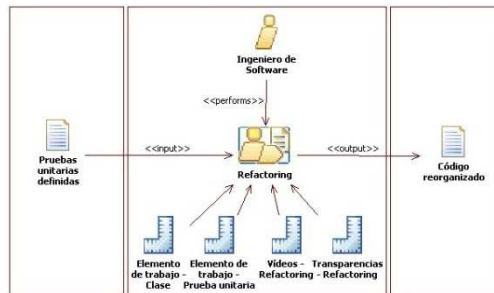
## 4. Refactoring

### Visión general

Es una técnica para cambiar la apariencia interna y la organización del código sin alterar el comportamiento externo del mismo. Puede suponer la reorganización del diseño realizado. La reorganización persigue:

- Mantener el código modular y fácil de modificar, haciéndolo legible.
- Eliminar bloques de código duplicados.
- Optimizar el rendimiento del código.
- Mantener el código organizado en regiones.
- Mantener actualizados los comentarios del código.

### Diagrama de E/S



### Roles participantes

- **Responsables:**
  - Ingeniero de Software

### Criterios de entrada

- **Pruebas unitarias:** Las pruebas unitarias para el área están actualizadas y se ejecutan correctamente.

### Cuándo

Existe código duplicado, aparecen métodos o clases muy extensas, las listas de parámetros de los métodos son grandes, se necesita cambiar el nombre de una variable, se quiere transformar un campo público en uno privado mediante una propiedad, etc.

### Actividades a realizar

- **Identificar áreas susceptibles de reorganización:** Se buscan las áreas susceptibles de reorganización. En dichas áreas se ejecutan pruebas antes que se reorganicen las áreas identificadas.
- **Aplicar la refactorización:** Se aplican técnicas de refactorización para mejorar la organización del sistema pero sin modificar el comportamiento del mismo.
- **Realizar pruebas unitarias:** Se realizan nuevamente pruebas unitarias para garantizar que nuevos defectos no se hayan introducido durante la reorganización.

### Salidas

- Se reorganiza el código sin modificar el comportamiento del sistema.
- Las pruebas unitarias se ejecutan correctamente.

### Activos asociados

- **Elementos de trabajo**
  - Clase
  - Prueba Unitaria
- **Transparencias**
  - Refactoring
- **Videos**
  - Crear Región
  - Extraer Método
  - Renombrar Método
  - Encapsular Atributos
  - Extraer y Poner Variable
  - Borrar Parámetro y Reordenar Parámetro



## 5. Seguimiento periódico

### Visión general

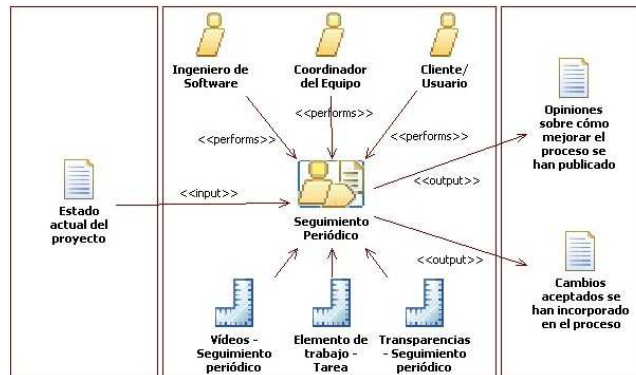
Durante una iteración, el Coordinador del Equipo NO guiará al equipo sobre cómo conseguir los objetivos de la iteración y resolver sus problemas. El equipo es potenciado con la autoridad y los recursos para encontrar su camino y resolver sus propios problemas. Cada día, en el mismo sitio, a la misma hora y formando un círculo, con pizarra si es posible se realiza la reunión de seguimiento. Lista de preguntas predefinidas:

- ¿Qué se ha realizado desde la última reunión?
- ¿Qué se hará entre este momento y la próxima reunión?
- ¿Qué se está consiguiendo de la manera de resolver las metas de la iteración?
- ¿Alguna nueva tarea a incluir en la planificación de la iteración?
- ¿Se ha aprendido o decidido algo nuevo o de relevancia para el equipo del proyecto?

El valor de la reunión diaria:

- Crear un mecanismo de información periódico del estado del proyecto.
- Cuando alguien indica lo que va a hacer durante un periodo, se crea una especie de promesa social al resto del equipo.
- Potencia los procesos de trabajo empíricos sobre los predictivos.
- Es un vehículo de comunicación entre el personal del proyecto, facilitando la transmisión de tecnología y soluciones.
- La utilización de un lenguaje, práctica y valores comunes ayuda al equipo de desarrollo.

### Diagrama de E/S



### Roles participantes

- **Responsables**
  - Coordinador del Equipo
  - Cliente/Usuario
  - Ingeniero de Software

### Criterios de entrada

- **Estado actual del proyecto:** Información sobre el estado de la iteración actual.

### Cuándo

Periódicamente.

### Actividades a realizar

- **Recopilar la información de seguimiento:** Se recopila información sobre el estado actual de las tareas y del estado actual de las pruebas de aceptación.
- **Celebrar reunión de seguimiento periódico:** Se celebra la reunión evaluando el estado actual del desarrollo y proponiendo soluciones para mejorar el proceso.
- **Publicar el informe de seguimiento:** El informe de seguimiento del proyecto de desarrollo y las conclusiones obtenidas de la celebración de la reunión de seguimiento son publicados.

<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Todas las opiniones sobre cómo mejorar el proceso se han escuchado, reconocido y publicado.</li><li>• Todos los cambios aceptados se han incorporado en el proceso para la próxima reunión.</li></ul>
<b>Activos asociados</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Elementos de trabajo</b><ul style="list-style-type: none"><li>○ Tarea</li></ul></li><li>• <b>Transparencias</b><ul style="list-style-type: none"><li>○ Seguimiento</li></ul></li><li>• <b>Videos</b><ul style="list-style-type: none"><li>○ Seguimiento - Paso1</li><li>○ Seguimiento - Paso2</li><li>○ Seguimiento - Paso3</li><li>○ Seguimiento - Paso4</li><li>○ Seguimiento - Paso5</li><li>○ Seguimiento - Paso6</li><li>○ Seguimiento - Paso7</li></ul></li></ul>

---



## 6. Integración automática

### Visión general

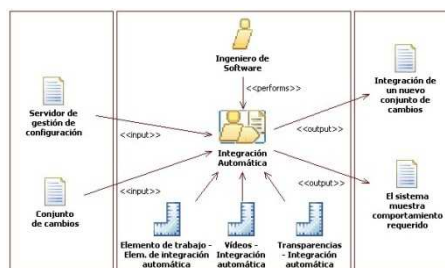
El código se debe integrar como mínimo una vez al día y se deben realizar las pruebas sobre la totalidad del sistema. Una pareja de programadores se encargará de integrar todo el código en una máquina y realizar todas las pruebas hasta que funcionen al 100%. No se podrá integrar después de unas pocas horas, a menos que:

- Se puedan ejecutar pruebas rápidamente.
- Se codifique en parejas, así hay la mitad de cambios a integrar.
- Se recodifica, así hay piezas más pequeñas, reduciendo la posibilidad de conflictos.

La integración automática también se caracteriza por:

- Localización centralizada del código fuente
- Utilización de un único comando para compilar y enlazar los ejecutables.
- Soporte a la automatización de las pruebas.
- Todos pueden acceder a un ejecutable confiable del sistema.

### Diagrama de E/S



### Roles participantes

- **Responsables**
  - Ingeniero de Software

### Criterios de entrada

- **Servidor de gestión de configuración:** Todo el código reside en una fuente única.
- **Conjunto de cambios:** El conjunto de cambios para una tarea de desarrollo ha pasado las pruebas unitarias, el análisis de código y se ha revisado.

### Cuándo

Cuántas más integraciones, mejor. Por lo menos, una vez al día.

### Actividades a realizar

- **Editar fichero de construcción del ejecutable:** Se identifica el código fuente a integrar, las pruebas unitarias y de integración a realizar y se codifican las secuencias de registro de resultados y reporte.
- **Editar el fichero de configuración de integración continua:** Se edita el fichero de configuración de integración continua.

### Salidas

- Se ha realizado la integración de un nuevo conjunto de cambios.
- El sistema muestra el comportamiento requerido.
- Se resuelve la historia de usuario, el requisito de calidad de servicio o el error asociados a este trabajo.

### Activos asociados

- Elementos de trabajo
  - Elem. de Integración Automática
    - Integración Automática 1 - Paso4
    - Integración Automática 1 - Paso5
    - Integración Automática 1 - Paso6
- Transparencias
  - Integración Continua
    - Integración Automática 2 - Paso1
    - Integración Automática 2 - Paso2
    - Integración Automática 2 - Paso3
  - Enunciado y Solución Ejercicio 1
    - Integración Automática 2 - Paso4
  - Enunciado Ejercicio2
    - Integración Automática 2 - Paso5
    - Integración Automática 2 - Paso6
- Vídeos
  - Integración Automática 1 - Paso1
    - Integración Automática 2 - Paso7
  - Integración Automática 1 - Paso2
  - Integración Automática 1 - Paso3



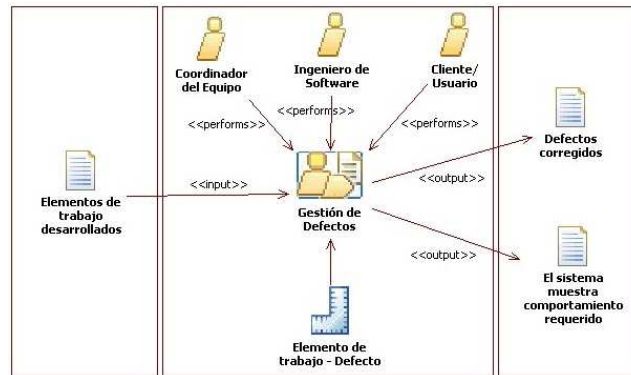


## 7. Gestión de defectos

### Visión general

Un defecto de software es el resultado de un fallo o deficiencia durante el proceso de desarrollo. Dicho fallo puede presentarse en cualquiera de las etapas del ciclo de vida aunque los más evidentes se dan en la etapa de codificación. El proceso de gestión de incidencias tiene como objetivo identificar y corregir los defectos encontrados.

### Diagrama de E/S



### Roles participantes

- **Responsables**
  - Coordinador del Equipo
  - Ingeniero de Software
  - Cliente/Usuario

### Criterios de entrada

- **Elementos de trabajo:** Cualquier elemento de trabajo que contenga un defecto.

### Cuándo

Durante todo el tiempo de realización del proyecto de desarrollo.

### Actividades a realizar

- **Abrir un defecto:** Para abrir un defecto, se registran los detalles en el formulario de sistema de seguimiento de defectos y se asigna un propietario a cada defecto abierto.
- **Reproducir el defecto:** El primer paso para resolver un defecto es intentar reproducirlo. Cuando se reproduce un defecto, puede que se vea claramente que la descripción no incluye información suficiente o correcta, o que el defecto es intermitente. Es necesario establecer una forma confiable de desencadenar el defecto para localizarlo fácilmente e implementar una corrección.
- **Clasificar defectos:** Se clasifican defectos nuevos o que se han vuelto a abrir y se les asigna una prioridad e iteración para trabajar en ellos. El Coordinador del Equipo se encarga de clasificar los defectos basándose en la información que aportan los demás miembros del equipo de desarrollo.
- **Encontrar la causa de un defecto:** Cuando se informa de un defecto, es tarea del desarrollador encontrar su causa. El desarrollador puede emplear una serie de tácticas y herramientas para encontrar la causa principal del defecto. La estrategia para corregir el defecto a menudo se hace más evidente cuando se busca la causa. Utilice herramientas de desarrollo como registros, un depurador, análisis de código o instrucciones “*print*” para determinar con exactitud la causa y registrar la evaluación de la ubicación.
- **Reasignar un defecto:** Es necesario volver a asignar los defectos por falta de información, falta de conocimiento por parte del desarrollador en el área definida en la descripción del defecto o por un nuevo reparto de carga de trabajo. Cuando se reasigna un defecto, agregar descripciones explicando el motivo de la reasignación.
- **Comprobar una corrección:** Al comprobar una corrección se ve si el defecto se ha corregido correctamente y si es compatible con la funcionalidad existente. Cuando un desarrollador corrige un defecto, se debe comprobar que el caso de prueba ahora

	<hr/> <p>funciona correctamente. Si el caso de prueba se ejecuta correctamente se puede cerrar el defecto. En caso contrario, el defecto se vuelve a asignar al desarrollador.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Cerrar el defecto:</b> Un defecto se cierra por muchos motivos. A menudo los defectos los corrige el desarrollador, los marca como resueltos y finalmente es el Coordinador del Equipo el que los cierra. Los defectos se cierran por varias razones: se aplazan hasta otra versión, se consideran no válidos, no se pueden reproducir o están duplicados.</li></ul> <hr/>
<b>Salidas</b>	Los defectos se han corregido y se ha comprobado el correcto funcionamiento del producto desarrollado.
<b>Activos asociados</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Elementos de trabajo</b><ul style="list-style-type: none"><li>○ Defecto</li></ul></li></ul> <hr/>

### 4.3 IMPLEMENTACIÓN DE LA PAL-WIKI

Para describir la implementación técnica de la PAL-Wiki orientada a procesos ágiles se describirán las tecnologías seleccionadas para su desarrollo. Luego, se explican los conceptos y el funcionamiento de la tecnología wiki seleccionada. Este apartado finaliza con la descripción de las configuraciones básicas y avanzadas que se deben realizar para adaptar la wiki seleccionada como una PAL que implemente el proceso de gestión del conocimiento especificado.

#### 4.3.1 TECNOLOGÍAS SELECCIONADAS

Para el desarrollo de la PAL-Wiki se seleccionó una serie de tecnologías para su desarrollo e implementación. A continuación, se presenta la herramienta seleccionada para el desarrollo de la wiki y otras tecnologías adicionales utilizadas.

##### 4.3.1.1. Herramienta wiki

En el mercado actual se encuentra una gran cantidad de herramientas libres y comerciales para el desarrollo e implementación de sistemas wikis. Los criterios de selección del sistema wiki para la realización de la tesis se detallan en la Tabla 4-3. Se utilizó el sitio web *WikiMatrix* (WikiMatrix, 2009) para conocer con detalle el funcionamiento de cada sistema wiki y así comparar las diferentes funcionalidades de las mismas.

**Tabla 4-3.** Criterios de selección del sistema wiki.

Criterios	Justificación
Free y Open Source.	Para tener un control completo sobre el software y su código.
Tipo de wiki.	En lugar de utilizar un servicio de <i>hosting</i> , la wiki se instala como “software” en una máquina propia obteniendo un mayor control sobre el sistema.
Edición WYSIWYG.	En lugar de lenguajes de marcación se utilizan editores WYSIWYG.
Exportar datos.	Capacidad de exportar datos para ser utilizados por otras herramientas.
Sistema Operativo.	Independencia de navegador y sistema operativo.
Sistema de almacenamiento.	Se puede trabajar tanto con bases de datos o un sistema de ficheros.
Búsqueda.	Capacidades de búsqueda de texto completo en los contenidos del sitio.
<i>Plugins</i> /Extensiones.	Capacidades para extender la funcionalidad del sitio wiki.
Historia de las páginas.	Cada vez que una página es editada la antigua versión del documento se mantiene. Se puede volver a la versión anterior y restaurarla si es necesario.

Criterios	Justificación
Instalación.	Facilidad de instalación.
Documentación.	Documentación completa sobre instalación, uso y personalización de herramienta.

De las herramientas analizadas, el sistema *Mediawiki* fue la que cumplió principalmente con los criterios exigidos. Aunque herramientas como *PmWiki* y *TWiki* ofrecen gran parte de la funcionalidad requerida, la herramienta *MediaWiki* posee:

- Una documentación más completa.
- Una gran cantidad de extensiones o módulos programados en lenguaje PHP que han sido desarrolladas por miles de usuarios y que son fáciles de instalar.
- La instalación es bastante sencilla pudiéndose ejecutar en cualquier servidor que se seleccione y tener un control completo sobre su instalación.
- Tiene el soporte de una gran cantidad de usuarios.
- Facilidades para ver el log histórico.
- Capacidades para la creación de plantillas y formularios.
- Su aplicación en el proyecto wiki más conocido y utilizado a nivel mundial: la *Wikipedia*.

La herramienta *MediaWiki* seleccionada es un paquete software desarrollado por la Fundación *MediaWiki* para su uso en sus diversos proyectos como: *Wikipedia*, *Wictionary*, *Wikibooks*, etc. *MediaWiki* tiene código abierto y ha sido desarrollado en lenguaje PHP utilizando como base de datos *MySQL*. Es gratuito y licenciado bajo licencia *GNU General Public License (GPL)*.

*MediaWiki* posee las siguientes características, entre otras:

- **Utiliza *WikiText* como lenguaje de marcación:** ofreciendo una alternativa simplificada al HTML. Las *wikis* actuales no tienen un estándar que definan su sintaxis, sus características y su estructura. *MediaWiki* soporta también el uso de algunas marcaciones de HTML.
- **Espacios de nombres:** que permiten separar páginas de distintos tipos. Así, se puede tener un espacio de nombres para artículos, otro para plantillas, otro para debates, etc. que el software trata de distinta forma.

- **Páginas de discusión:** cada página de la wiki tiene una página de discusión propia, dedicada a hablar de su mejora u otros fines.
- **Listas de seguimiento:** para que cada usuario pueda realizar un seguimiento de los cambios en los artículos de su interés.
- **Sistema de *plugins* o extensiones:** que permite extender fácilmente el software.
- **Capacidades de bloqueo:** Para bloquear temporalmente usuarios o páginas.
- **Plantillas:** Soporte de plantillas personalizadas con parámetros.
- **Sistema de categorías jerárquico:** que permite crear listados de artículos o de imágenes.
- **Niveles de usuario:** Admite varios niveles de usuario, así como la posibilidad de que sólo los usuarios registrados puedan editar, o de impedir el registro de más usuarios.

#### 4.3.1.2 Otras tecnologías utilizadas

La herramienta *MediaWiki* fue instalada en un servidor **Ubuntu**. En la Tabla 4-4 se presenta un listado de las tecnologías utilizadas para la implementación de la PAL-Wiki.

**Tabla 4-4.** Tecnologías utilizadas.

Parte	Tecnología
Sistema Operativo	Ubuntu 8.04
Servidor Web	Apache 2
Lenguaje de programación	PHP 5
Base de datos	MySQL 5.0.51
Herramienta de modelado	StarUML
Generación de imágenes	Paint.Net

#### 4.3.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA MEDIAWIKI

Para describir el funcionamiento del sistema *MediaWiki* utilizado se presenta el modelo de capas del sistema junto con un esquema general del funcionamiento y una descripción de los conceptos que constituyen los principales elementos de la herramienta.

##### 4.3.2.1 Modelo de capas

La estructura del software *MediaWiki* se presenta en la Figura 4-5. Las capas que representan la estructura del sistema son:

- **Capa de datos:** Está conformada por una base de datos MySQL con la información sobre los usuarios, páginas, revisiones, formularios y plantillas; un sistema de ficheros donde se almacena la configuración de la wiki, las extensiones utilizadas, las imágenes y los ficheros; y un sistema de caché para acelerar el acceso a las páginas consultadas.
- **Capa de lógica:** Se encuentran diferentes scripts de programación PHP. El código de las páginas se encuentra en formato *WikiTexto* y esta capa se encarga de traducir este código y presentarlo al usuario en el navegador.
- **Capa de red:** Se reciben las peticiones de usuario en un servidor http, los scripts PHP de *MediaWiki* son ejecutados y las páginas creadas por el motor de *MediaWiki* son enviadas al usuario a través de la red.
- **Capa de usuario:** Se realizan peticiones al servidor por medio de un navegador web.

Capa de Usuario	Navegador Web		
Capa de Lógica	Servidor Http		
Capa de Red	Scripts PHP MediaWiki		
Capa de Datos	Sistema de ficheros	Sistema de caché	Base de datos MySQL

Figura 4-5. Estructura de un servidor *MediaWiki*.

En la Figura 4-6 se presenta el esquema de funcionamiento del sistema *MediaWiki*. Desde un navegador Web, los usuarios del proceso solicitan una determinada página del sistema (1) que se encuentra en un servidor Web Apache. El servidor HTTP realiza una invocación al motor PHP (2), el cual se conecta a la base de datos MySQL para realizar la consulta SQL correspondiente (3). Los resultados son retornados al motor PHP (4), el cual entrega los resultados en formato XHTML al servidor http (5) y finalmente, la página es almacenada en el sistema caché (6) y presentada en el navegador Web del usuario.

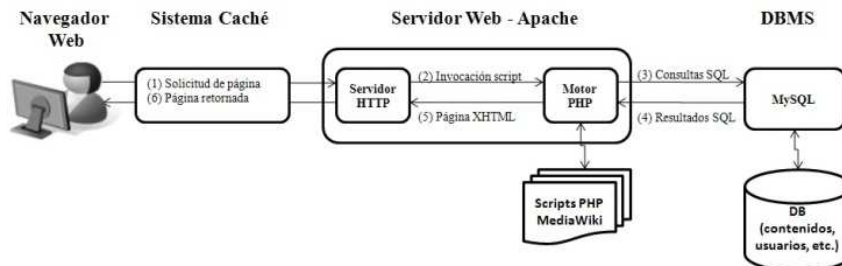
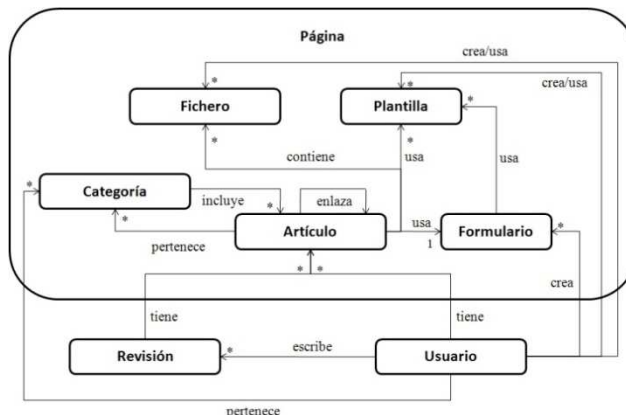


Figura 4-6. Funcionamiento del sistema *MediaWiki*.

### 4.3.2.2 Conceptos de Mediawiki

El esquema general de los principales conceptos del sistema *MediaWiki* se presentan en la Figura 4-7.



**Figura 4-7.** Conceptos de *MediaWiki*.

El sistema wiki es una colección de artículos relacionados entre sí, que pertenecen a varias categorías, utilizan plantillas y formularios para su definición y pueden contener ficheros con diferentes formatos. Los artículos son modificados por los usuarios a través de revisiones. A continuación, se describen estos conceptos del sistema *MediaWiki*:

- **Artículos:** Son páginas en el espacio de nombres principal del sistema.
- **Plantillas:** Son páginas estándar de la wiki cuyo contenido está diseñado para ser incorporado dentro de otras páginas.
- **Categorías:** Son un tipo de páginas que sirven para clasificar los contenidos de la wiki y organizarlos temáticamente.
- **Ficheros:** Cualquier tipo de fichero que el sistema wiki contiene en su sistema de ficheros y que ha sido subido previamente por un usuario. Pueden ser ficheros de texto, vídeo, presentaciones, hojas de cálculo, etc.
- **Formularios:** Para crear y editar páginas que utilizan plantillas para almacenar datos semánticos. Son definidos usando ficheros de texto editables, escritos en un lenguaje de marcación que luego es transformado cuando el formulario es necesitado.
- **Revisiones:** Cualquier modificación realizada por un usuario al contenido de un artículo de la wiki. Las revisiones son almacenadas para realizar un control de versiones de los contenidos.

- **Usuarios:** Diferentes tipos de usuarios que posee el sistema wiki.

Los contenidos de los artículos pueden contener un código especial para dar formato al texto. Este código se denomina *WikiTexto* y es mucho más sencillo que HTML. Para obviar el uso de estos códigos se trabajó con formularios que permiten una edición y creación de páginas más simples y por medio de plantillas se da un formato homogéneo a la información de los artículos.

### 4.3.3 ADAPTACIÓN DE LA WIKI COMO PAL

Se deben realizar configuraciones adicionales a la instalación por defecto del sistema *MediaWiki* ya que la instalación inicial implementa las funcionalidades básicas de creación y edición de páginas solamente, y se requiere adaptarla como un repositorio de conocimiento sobre activos de procesos de software para obtener un buen desempeño. En el **Anexo C**, se presenta el manual de instalación del sistema wiki que detalla la realización de estas configuraciones.

#### 4.3.3.1 Configuraciones básicas

Las configuraciones básicas se refieren a las funcionalidades más empleadas en las wikis y que requieren poco esfuerzo de implementación. Las configuraciones básicas incluyeron las siguientes acciones para adaptar el sistema Wiki a las capacidades solicitadas:

- **Acceso restringido sólo a usuarios registrados:** Por defecto, el sistema *Wiki* es de libre acceso. Se configuró para la consulta y edición de contenidos solamente para usuarios autorizados.
- **Prohibición de creación de nuevas cuentas:** Al ser de libre acceso, por defecto cualquier usuario podría crear nuevas cuentas. Se configuró la librería de activos para que sólo el administrador del repositorio puedan realizar esta acción.
- **Personalización de la barra de navegación:** Modificación de la barra de navegación de acuerdo a los contenidos del repositorio de conocimiento.
- **Subida de archivos:** Por defecto, el sistema wiki no soporta esta característica, se habilitó para subir imágenes y cualquier tipo de fichero, que representan activos de procesos de software y ejemplos o instancias de dichos activos.



- **Páginas protegidas para evitar su edición:** Algunas páginas (como la portada o página principal del repositorio de conocimiento) no pueden ser modificadas ya que son la interfaz principal del repositorio de conocimiento.

#### 4.4.3.2 Configuraciones avanzadas

Las configuraciones avanzadas se refieren a funcionalidades mucho más elaboradas y que generalmente no son muy empleadas en las wikis tradicionales. Las configuraciones avanzadas incluyeron:

- **Uso de plantillas:** Se crearon plantillas para generar texto por defecto para las páginas según su contenido.
- **Uso de formularios:** Para estructurar los contenidos de los procesos de software y sus elementos se implementaron formularios para la creación y edición de contenidos del repositorio. Por medio de su uso, no es necesario conocer la sintaxis del lenguaje de marcación *WikiText* para crear y editar los contenidos.
- **Uso de pestañas:** Para organizar y distribuir mejor algunos elementos del repositorio de conocimientos cuyos contenidos son bastante extensos.
- **Mapa jerárquico de categorías:** Generación de la estructura general de las páginas de la Wiki.
- **Instalación de extensiones:** Las extensiones son herramientas con funcionalidades adicionales que se pueden añadir al sistema y que son proporcionadas por terceros. La página de *MediaWiki* ofrece un catálogo bastante amplio de dichas extensiones, pero se instalaron aquellas cuyo código se encuentra en estado estable y su funcionamiento fue aceptable.
  - *Semantic MediaWiki:* Para buscar, organizar, etiquetar, examinar, evaluar y compartir el contenido de la wiki, añadiendo anotaciones semánticas que permiten a la wiki funcionar como una base de datos colaborativa.
  - *Semantic Forms:* Permite a los usuarios del repositorio de conocimiento añadir, editar y hacer peticiones de datos usando formularios. Requiere *Semantic MediaWiki*.
  - *Header Tabs:* Permite reemplazar los encabezados de primer nivel de las páginas de la wiki por pestañas.

- *Flash*: Permite la inserción de vídeos dentro de una página de la wiki. En el repositorio de conocimiento se utiliza además para agregar transparencias de aprendizaje acerca de los procesos ágiles.
- **Estadísticas**: Para realizar una medición y seguimiento completo de los usuarios que acceden al repositorio de conocimiento y de los activos de proceso consultados, se instalaron las siguientes extensiones adicionales para generar dichas estadísticas:
  - **Usage Statistics**: Permite averiguar cómo el sistema *wiki* crece con el tiempo proporcionando la capacidad de ver esta información en formato gráfico.
  - **Gchart4mw**: Para visualizar datos en las páginas del sistema wiki.
  - **Google Analytics**: Para añadir códigos rastreadores a todas las páginas de la wiki y así obtener estadísticas utilizando la herramienta de *Google*.
  - **FireStats**: Extensión que se integra a la wiki para generar estadísticas sobre acceso.

### 4.4 INTERACCIÓN DEL USUARIO

La interacción del usuario en la PAL-Wiki se muestra a continuación mediante la presentación de algunas ventanas de la aplicación que identifican las principales acciones que los usuarios pueden realizar. Una explicación más detallada de estas acciones se presenta en el **Anexo D - Manual del usuario**.

Para acceder a la PAL-Wiki, un usuario debe ingresar su nombre y contraseña como se indica en la Figura 4-8.



**Figura 4-8.** Ingreso en la PAL-Wiki.

Una vez los datos del usuarios hayan sido validados, se ingresará a la página principal de la PAL-Wiki que se muestra en la Figura 4-9.



**Figura 4-9.** Página principal de la PAL-Wiki.

En la parte izquierda de la página se presenta la barra de navegación de la PAL-Wiki, que permite acceder a las secciones principales de la librería de activos: la visión general de la librería, los roles de los procesos ágiles, los elementos de trabajo y el índice de procesos. En la parte central se presentan los contenidos de las páginas. En la parte superior, se presentan las acciones que los usuarios pueden realizar sobre la página actual de la PAL-Wiki: editar, consultar y participar en discusiones, ver el historial de la página, etc.

A continuación, se presentan las principales acciones que los usuarios pueden realizar de acuerdo al proceso de gestión de conocimiento de la PAL-Wiki.

### 4.4.1 ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO

La adquisición del conocimiento acerca del proceso software se realiza a través de formularios. En la Figura 4-10 se presenta el formulario para la definición de un proceso. El formulario consiste en un conjunto de campos con sus etiquetas y áreas de entrada de texto. En este ejemplo, se ha ingresado el conocimiento de los campos Visión general, Roles participantes, Criterios de entrada y Actividades del proceso Gestión de Historias de Usuario.

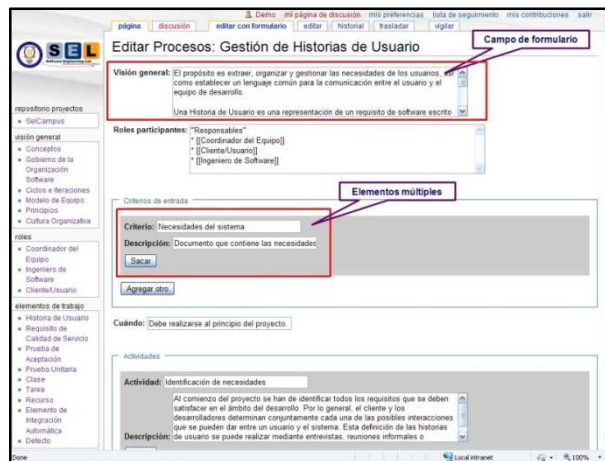


Figura 4-10. Definición de un proceso.

Una vez se hayan ingresados correctamente el conocimiento en los campos del formulario, se creará una página con los contenidos ingresados, como se observa en la Figura 4-11. En parte superior se muestra una tabla de contenido con enlaces a las secciones de la página.



Figura 4-11. Contenidos del proceso definido.

Para el caso de un proceso se muestran sus componentes: visión general, roles participantes, criterios de entrada, actividades, criterios de salida y conjuntos de activos asociados. Por ejemplo, en la Figura 4-12 se presentan un conjunto de transparencias relacionadas con el proceso de Gestión de Historias de Usuario. Las transparencias tienen un cuadro de navegación en la parte inferior para controlar su presentación.

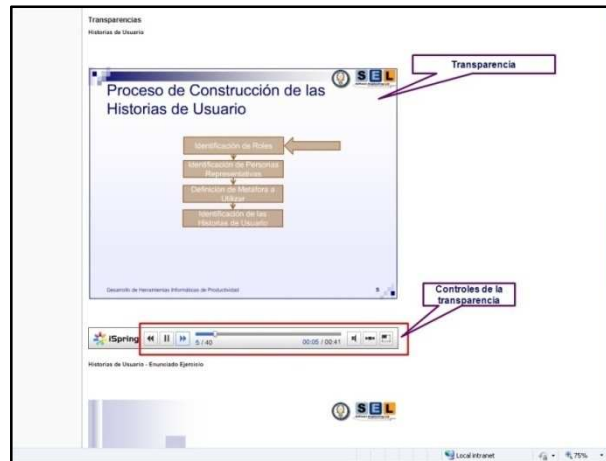


Figura 4-12. Transparencias asociadas a un proceso.

#### 4.4.2 ORGANIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO

La organización del conocimiento acerca del proceso software, se logra asignando los elementos del proceso definidos en la PAL-Wiki en una jerarquía establecida. En la Figura 4-13, se asignan diferentes actividades al elemento de trabajo Historia de Usuario.



Figura 4-13. Asignación de elementos de trabajo a un proceso.

De igual manera, se asignarán actividades a procesos, y productos de trabajo a actividades y procesos.

#### 4.4.3 DISTRIBUCIÓN DEL CONOCIMIENTO

La distribución del conocimiento en la PAL-Wiki se logra navegando en los contenidos almacenados. La navegación se puede realizar a través de la barra de navegación principal

ubicada en la parte izquierda de la ventana. En la Figura 4-14 se presenta el índice de procesos ágiles definidos en la PAL-Wiki.

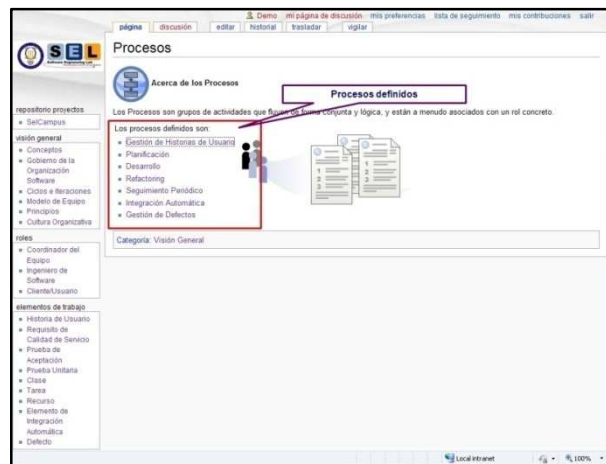


Figura 4-14. Índice de procesos ágiles definidos en la PAL-Wiki.

La búsqueda de conocimiento se realiza por medio de un motor de búsqueda ubicado en la parte inferior de la barra de navegación de la PAL-Wiki. El usuario debe ingresar el texto de búsqueda y hacer clic en el botón “Buscar”, como se observa en la Figura 4-15.



Figura 4-15. Búsqueda de conocimiento.

Luego, se mostrará en una nueva página los resultados encontrados por el motor de búsqueda. El motor mostrará resultados que coincidan con el título de las páginas almacenadas o por el texto de dichas páginas, como se observa en la Figura 4-16.



Figura 4-16. Resultados de una búsqueda en la PAL-Wiki.

#### 4.4.4 UTILIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO

El conocimiento almacenado en la PAL-Wiki puede ser consultado y utilizado para realizar tareas durante el desarrollo de proyectos de desarrollo de software. Un ejemplo de activo de proceso como la lista de historias de usuario puede ser descargado para realizar la actividad de “Estimación de Historias de Usuario”, como se observa en la Figura 4-17.



Figura 4-17. Utilización de un activo de proceso software.

Una vez descargado el activo de proceso, se abre utilizando alguna aplicación informática y se crean sus contenidos para realizar una tarea específica. En la Figura 4-18, se abre el producto de trabajo “Lista de Historias de Usuario” y se realizan las estimaciones de esfuerzo correspondientes.

ID	Iteración	Estado	Prioridad	Tamaño	Esfuerzo
HU-01			5	30	5.76 e 1.74
HU-02			15	75	8.55 e 2.6
HU-03			13	175	20.17 e 6.08
HU-04			9	250	28.82 e 8.68
HU-05			10	375	48.23 e 13.65
HU-06			9	300	37.64 e 11.86
HU-07			7	300	34.58 e 10.43
HU-08			8	400	46.11 e 13.89
HU-09			11	250	28.82 e 8.68
HU-10			9	350	40.33 e 12.13

Figura 4-18. Estimación de esfuerzo utilizando un producto de trabajo.

#### 4.4.5 PRESERVACIÓN DEL CONOCIMIENTO

La preservación del conocimiento almacenado en la PAL-Wiki se logra mediante la edición colaborativa de sus contenidos por parte de sus usuarios. En la Figura 4-19, se presenta los contenidos de una página, los cuales van a ser editados por medio de la pestaña “Editar” localizada en la parte superior de la ventana. Cuando se seleccione esta opción los contenidos pueden ser modificados y al hacer clic en el botón “Guardar cambios” se completará la edición de los contenidos.



Figura 4-19. Edición de contenidos.

Además, los contenidos de la PAL-Wiki pueden ser mejorados por medio de discusiones acerca del conocimiento almacenado. Para que un usuario de la PAL-Wiki realice una contribución en una discusión, debe seleccionar la pestaña “Discusión” localizada en la



parte superior de la ventana y escribir su comentario correspondiente, como se observa en la Figura 4-20.



Figura 4-20. Participación en discusiones.

Los contenidos de la PAL-Wiki pueden ser eliminados, haciendo clic en la pestaña “borrar” ubicada en la parte superior de la ventana de la PAL-Wiki, como se observa en la Figura 4-21. Esta acción sólo podrá ser realizada por los administradores de la PAL-Wiki. Luego, se genera una página confirmando la eliminación de la página.



Figura 4-21. Eliminación de contenidos de la PAL-Wiki.

### 4.4.6 GESTIÓN DE USUARIOS

Las cuentas de los usuarios de la PAL-Wiki pueden ser creadas por administradores del repositorio. Para ello, deben ingresar en un formulario los datos del usuario a crear, como se observa en la Figura 4-22. Los datos a ingresar son: nombre del usuario, contraseña, correo electrónico y el nombre real del usuario.

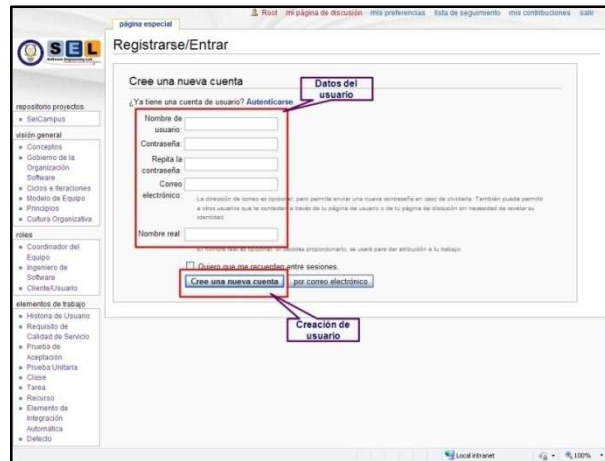


Figura 4-22. Creación de usuarios de la PAL-Wiki.

El seguimiento de los usuarios de la PAL-Wiki se realiza ingresando en una página el nombre de la cuenta del usuario y opcionalmente la fecha desde la cual se realizará el seguimiento, como se observa en la Figura 4-23. Luego, se genera un listado con las contribuciones y acciones realizadas por el usuario consultado en dicho tiempo. Se pueden consultar dichas acciones y en caso de encontrar errores se pueden revertir.

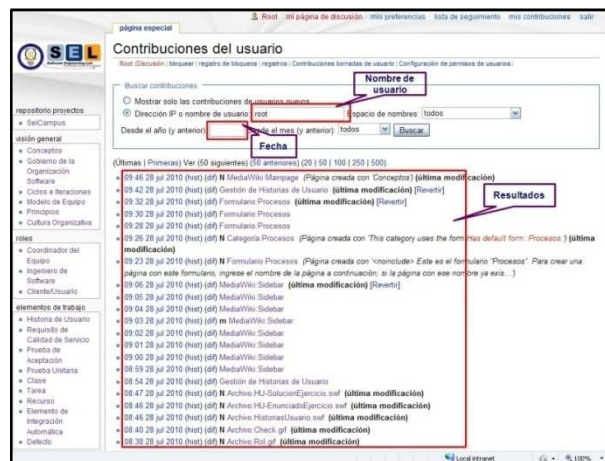


Figura 4-23. Seguimiento de usuarios.

#### 4.4.7 GESTIÓN DE CAMBIOS

Para gestionar los cambios en los contenidos de la PAL-Wiki, en las páginas se debe hacer clic en la pestaña “historial”. Luego, se genera una página con un listado de las diferentes versiones generadas junto con la fecha y hora de creación de la versión y el nombre del usuario que generó dicha versión. Opcionalmente, los cambios realizados se

pueden revertir o se pueden realizar comparaciones entre dos versiones seleccionadas, como se observa en la Figura 4-24.

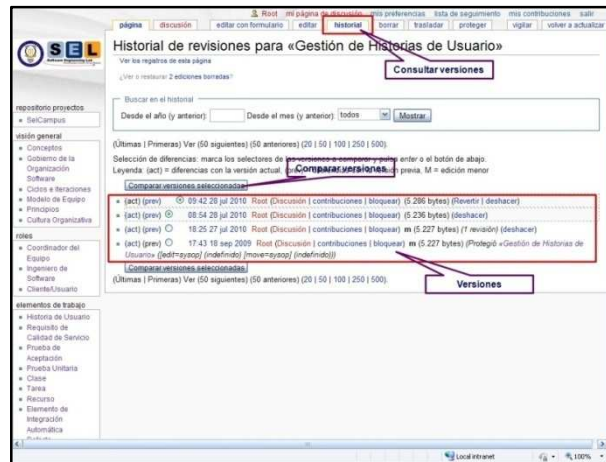


Figura 4-24. Historial de versiones de contenidos.

#### 4.4.8 MEDICIÓN DEL CONOCIMIENTO

Para realizar la medición del conocimiento almacenado en la PAL-Wiki, se pueden generar reportes estadísticos como se observa en la Figura 4-25.



Figura 4-25. Medición del conocimiento.



# 5. VALIDACIÓN

La validación de la PAL-Wiki se ha realizado a través de un experimento controlado y se ha documentado por medio de las guías realizadas por (Jedlitschka et al, 2008) y (Wohlin et al., 2000).

Inicialmente, se realiza una introducción donde se describen los objetivos, hipótesis y variables objeto de estudio de la investigación. Luego, se presenta la planificación de la validación con sus diferentes fases y etapas, y procedimientos de análisis y evaluación. Después, se describe la ejecución de dichas fases y etapas de validación. Posteriormente, se realiza un análisis de los datos y resultados obtenidos. Por último, se presentan las conclusiones de la validación realizada.

## 5.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de la validación experimental es comprobar que la PAL-Wiki contribuye a implementar una librería de activos sobre el proceso de software utilizando tecnología wiki de la Web 2.0 que ayude a aprender y utilizar procesos software. Los objetivos e hipótesis y variables objeto de estudio se describen a continuación.

### 5.1.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Para poder evaluar la aplicación de la gestión del conocimiento para el aprendizaje y puesta en práctica de un nuevo proceso de desarrollo de software por medio de una librería de activos de proceso de software basada en un sistema wiki, se han definido los siguientes objetivos específicos de investigación:

1. **Objetivo 1:** Evaluar el grado de independencia de los ingenieros de software para realizar los procesos de desarrollo utilizando un repositorio de conocimiento implementando por medio de un sistema wiki.
2. **Objetivo 2:** Determinar si el uso de un repositorio de conocimiento acerca del proceso software implementado por medio de un sistema wiki ayuda a los usuarios a aprender nuevos procesos de desarrollo.
3. **Objetivo 3:** Determinar si el uso de un repositorio de conocimiento acerca del proceso software implementado por medio de un sistema wiki influye en la calidad de los productos de trabajo de la ejecución de nuevos procesos de desarrollo.

### 5.1.2 HIPÓTESIS

**SI** se desarrolla una librería de activos de proceso software basada en la gestión del conocimiento e implementada por medio de una wiki **ENTONCES** es posible:

1. Utilizar con un mayor grado de independencia los procesos aprendidos por los ingenieros de software durante el desarrollo de proyectos.
2. Mejorar el aprendizaje de procesos por medio del almacenamiento y reuso de activos de proceso.
3. Mejorar la calidad de los productos de trabajo de la ejecución de nuevos procesos de desarrollo.

### 5.1.3 VARIABLES OBJETO DE ESTUDIO

Para poder comprobar las hipótesis y objetivos de investigación definidos se han identificado en la Tabla 5-1 para cada objetivo de investigación, sus objetivos de medición y las variables a medir para cumplir dichos objetivos.

**Tabla 5-1.** Variables objeto de estudio.

Objetivo de la investigación	Objetivo de medición	VARIABLES
Evaluar el grado de independencia de los ingenieros de software para realizar los procesos de desarrollo utilizando un repositorio de conocimiento implementando por medio de un sistema wiki.	Evaluar los productos de trabajo obtenidos durante la realización de proyectos con y sin utilización de la PAL-Wiki.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grados de corrección de los productos de trabajo desarrollados con y sin la PAL-Wiki.</li></ul>

Objetivo de la investigación	Objetivo de medición	Variables
Determinar si el uso de un repositorio de conocimiento acerca del proceso software implementado por medio de un sistema wiki ayuda a los usuarios a aprender nuevos procesos de desarrollo.	Realizar análisis de regresión y correlación entre facilidad de uso y utilidad de los contenidos valorada por los usuarios de la PAL-Wiki e indicadores de acceso a la PAL-Wiki.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Facilidad de uso.</li><li>• Utilidad de los contenidos.</li><li>• Indicadores de acceso.</li></ul>
Determinar si el uso de un repositorio de conocimiento acerca del proceso software implementado por medio de un sistema wiki influye en la calidad de los productos de trabajo de la ejecución de nuevos procesos de desarrollo.	Realizar análisis de regresión entre los grados de corrección de los productos de trabajo desarrollador utilizando la PAL-Wiki y los indicadores de acceso a la PAL-Wiki.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grados de corrección de los productos de trabajo desarrollados.</li><li>• Indicadores de accesos.</li></ul>

## 5.2 PLANIFICACIÓN DE LA VALIDACIÓN

El método de investigación utilizado durante la validación fue el método empírico (Jedlitschka et al, 2008) (Juristo et al., 2001) (Wohlin et al., 2000) donde un modelo de PAL aplicado a procesos ágiles de desarrollo utilizando tecnologías Web 2.0 para implementar técnicas de gestión del conocimiento fue propuesto y evaluado por medio de la definición, planificación y validación de un experimento.

Para la descripción de la planificación de la validación realizada se identifica el contexto de validación, las diferentes fases en que se dividirá el proceso de validación, el procedimiento de análisis de datos y cómo se realizará la evaluación de la validez. Para cada fase, se describirá la población participante del experimento, los instrumentos a utilizar y cómo se realizará la recolección de datos.

### 5.2.1 CONTEXTO

Con el objetivo de evaluar el aprendizaje y uso de los procesos ágiles definidos en la PAL-Wiki, el experimento se divide en **dos fases** de aprendizaje independientes: La primera fase **sin utilizar la PAL-Wiki**; y la segunda **utilizando la PAL-Wiki** durante el aprendizaje de procesos ágiles de desarrollo. Cada fase incluirá **dos etapas: Etapa de Formación y Etapa de Proyecto**. El marco temporal de las fases y las etapas se presenta en la Figura 5-1.

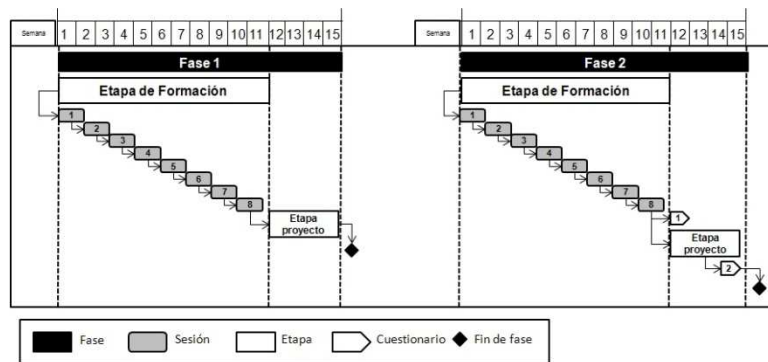


Figura 5-1. Marco temporal de las fases y etapas de validación.

Los sujetos de este estudio fueron dos grupos de estudiantes de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad Carlos III de Madrid, quienes cursarán la asignatura “Desarrollo de Herramientas Informáticas de Productividad - DHIP” durante periodos independientes.

Los objetivos del curso impartido en ambas fases son:

- Adquirir conocimiento de nuevas tendencias en desarrollo ágil de software.
- Aplicar técnicas y conceptos de desarrollo software ágil e iterativo.
- Aplicar prácticas y técnicas para gestionar equipos de trabajo para el desarrollo de software.
- Aprender y usar herramientas necesarias para gestionar equipos para el desarrollo de software.

Las características de los dos grupos de estudiantes serán muy similares. Ambos grupos estarán conformados por estudiantes de último curso de la carrera. Por lo tanto, los participantes del experimento tendrán experiencia previa en procesos definidos de desarrollo de software adquirida en asignaturas anteriores. Sin embargo, los participantes no poseerán conocimiento sobre procesos ágiles y tendrán la necesidad de aprender, conocer y usar nuevos procesos software. En ambos grupos participarán dos instructores, una para la parte teórica y otro para la parte práctica. La duración de ambos cursos será de 15 semanas.

Los elementos variables en los dos grupos serán la utilización de la PAL-Wiki y las tutorías presenciales. En el grupo de la Fase 1 no se utilizará la PAL-Wiki y habrá más tutorías y ayudas presenciales entre los instructores y estudiantes. En el grupo de la Fase 2



se utilizará la PAL-Wiki y habrá ausencia de tutorías presenciales para realizar las prácticas y proyectos de la asignatura. A continuación, se describen con más detalle las dos fases de validación.

### 5.2.2 FASE 1: CURSO SIN PAL-WIKI

El objetivo de la Fase 1 es el aprendizaje de conceptos sobre procesos de desarrollo ágil a través de la realización de prácticas y proyectos pero sin la utilización de la PAL-Wiki. Los instructores en el transcurso del curso realizarán un conjunto de tutorías para orientar y realizar seguimiento del trabajo realizado por los estudiantes. A continuación, se describen las etapas de aprendizaje y de proyecto para esta fase.

#### 5.2.2.1 Etapa de Formación

La etapa de formación tendrá una duración de 11 semanas. El objetivo de esta fase es el aprendizaje de conceptos acerca de los procesos de desarrollo ágiles por medio de la ejecución de un conjunto de prácticas. Los contenidos teóricos impartidos en esta etapa consistirán en tres secciones:

- a) Principios generales para la gestión de equipos de trabajo altamente productivos en el desarrollo de software y metodologías para la gestión del trabajo en equipos para el desarrollo de software.
- b) Técnicas y herramientas específicas sobre planificación adaptativa, configuración y gestión de equipos de trabajo, diseño simple de software y refactoring, desarrollo de código con alta calidad y productividad, realización de pruebas unitarias y de aceptación, e integración semiautomática de componentes software.
- c) Análisis comparativo entre metodologías ágiles de desarrollo de software con respecto a las metodologías tradicionales.

Durante la etapa de formación, se desarrollarán prácticas de laboratorio en equipos de dos sujetos. Los sujetos involucrados en el desarrollo de las prácticas no tendrán conocimiento previo de las prácticas a desarrollar.

La entrega de la solución de cada práctica se realizará con una duración aproximada de una y/o dos semanas. A medida que se entregue cada práctica, los instructores recolectarán los grados de corrección de cada una de ellas.

### 5.2.2.2 Etapa de Proyecto

Luego de la última práctica de la etapa de formación, se iniciará la etapa de proyecto. Esta etapa tendrá una duración de cuatro semanas y consistirá en el desarrollo de un proyecto final donde se reforzarán y se pondrán en práctica los conocimientos adquiridos en la etapa anterior. El proyecto se realizará en equipos de 4 personas.

El proyecto final consistirá en la mejora y ampliación de una pequeña aplicación software adaptando los conceptos de metodologías ágiles de desarrollo. El proyecto será una construcción muy similar a una especificación del mundo real debido a que posee un conjunto de tareas, trabajo en equipo, ambiente, presión de tiempo, y métodos y técnicas realistas.

Para el proyecto final se exigirá la entrega de los siguientes productos de trabajo: definición de requisitos, planificación de la iteración, diseño de la solución, desarrollo, prueba, refactoring e integración. Al finalizar esta etapa, se recolectarán los grados de corrección de cada uno de los proyectos realizados por los equipos de trabajo.

### 5.2.3 FASE 2: CURSO CON PAL-WIKI

El objetivo de la Fase 2 es el aprendizaje de conceptos sobre procesos de desarrollo ágil a través de la realización de prácticas y proyectos utilizando la PAL-Wiki.

Los instructores no realizarán tutorías para orientar el trabajo realizado por los estudiantes, y a los equipos de trabajo, además de las clases teóricas, únicamente se les proporcionará la información almacenada en la PAL-Wiki para desarrollar esta fase. La Fase 2 tendrá una duración total de 15 semanas. Durante este tiempo y en forma periódica (semanalmente), se recolectarán estadísticas para evaluar el impacto del uso de las funcionalidades y conocimiento almacenado en la PAL-Wiki, y analizar los comportamientos de los usuarios.

Las medidas que serán recolectadas son: usuarios dados de alta, número de accesos por semana, número de usuarios que accede a la PAL-Wiki, cantidad de páginas totales vistas, páginas más consultadas, promedio de tiempo en la PAL-Wiki, promedio de páginas por visita, y cantidad de activos descargados. Las estadísticas se recolectarán en forma

automática a través de las extensiones instaladas en la PAL-Wiki para tal fin. A continuación, se describen las etapas de formación y de proyecto para esta fase.

### 5.2.3.1 Etapa de Formación

La etapa de formación de la Fase 2 tendrá una duración total de 11 semanas. El objetivo de esta fase, los contenidos impartidos y las prácticas desarrolladas serán los mismos de la Fase 1.

En la PAL-Wiki se crearán cuentas de usuario para cada estudiante del curso. Los estudiantes deberán consultar los activos de proceso almacenados en el repositorio para realizar las prácticas asignadas. De igual manera, a medida que se entregue cada práctica, los instructores recolectarán los grados de corrección de cada una de ellas.

Una vez finalizadas las sesiones de prácticas, se realizará un primer cuestionario de evaluación sobre las actitudes y percepciones de los estudiantes de la Fase 2 al utilizar la PAL-Wiki. Este cuestionario se realizará de forma manual y anónima, y permitirá que los estudiantes valoren las capacidades y funcionalidades del repositorio para entregar conocimiento relacionado con el proceso software durante el desarrollo de las prácticas. Las preguntas del cuestionario se presentan en la Tabla 5-2. El cuestionario se basa en el modelo de aceptación tecnológica (Park, 2009) (Roca et al., 2006) evaluando la facilidad de uso y utilidad de la PAL-Wiki. El cuestionario está compuesto de 21 ítems con graduación de 1 a 5 utilizando la escala de Likert [Completamente de acuerdo, De acuerdo, Poco de acuerdo, Completamente en desacuerdo, No sabe/No responde] (Melnik et al., 2005) evaluando aspectos de facilidad de uso (preguntas EF1-EF11) y beneficios del repositorio (preguntas EF12-EF21), 24 ítems de diferencial semántico con 5 graduaciones (preguntas EF22-EF25) y 4 ítems de preguntas abiertas (preguntas EF26-EF29).

**Tabla 5-2.** Cuestionario de la Etapa de Formación.

Ítems con Escala Likert	
EF1. La wiki de DHIP ofrece una presentación visual sencilla y agradable de los elementos del proceso de desarrollo.	EF12. La utilización de la wiki de DHIP mejora la calidad de los productos finales a entregar de las prácticas.
EF2. La wiki de DHIP es fácil de navegar permitiendo llegar efectivamente a los contenidos, materiales y artefactos necesarios para la realización de las prácticas.	EF13. La wiki de DHIP permite realizar en menos tiempo las prácticas.

<b>Ítems con Escala Likert</b>	
EF3. La estructura y organización de los contenidos sobre el proceso de desarrollo en la wiki de DHIP es clara y ayuda en el desarrollo de las prácticas.	EF14. Es más fácil realizar las prácticas utilizando la wiki de DHIP.
EF4. En la wiki de DHIP es fácil buscar y encontrar información necesaria para realizar una determinada actividad.	EF15. La wiki de DHIP facilita el aprendizaje de conceptos del proceso de desarrollo ágil.
EF5. La redacción de los contenidos de la wiki de DHIP es clara, siendo fácil de leer y entender.	EF16. La información proporcionada por la wiki de DHIP es relevante y suficiente para realizar las prácticas.
EF6. La wiki de DHIP es fácil de aprender a utilizar y operar.	EF17. La wiki de DHIP ofrece artefactos útiles y reutilizables para desarrollar las prácticas (productos de trabajo, vídeos, transparencias, ejemplos).
EF7. En la wiki de DHIP es fácil utilizar los artefactos almacenados (elementos de trabajo, productos de trabajo, vídeos, transparencias, ejemplos) para desarrollar las prácticas.	EF18. He notado que mis compañeros utilizan la wiki de DHIP para realizar las prácticas de la asignatura.
EF8. Es necesario consultar frecuentemente la ayuda disponible en la wiki de DHIP para realizar alguna acción.	EF19. Es fácil explicar a otras personas las ventajas de utilizar la wiki de DHIP.
EF9. Es fácil recordar la estructura de contenidos de la wiki de DHIP.	EFD20. Son compatibles los contenidos de la wiki de DHIP con los enunciados de las prácticas.
EF10. He accedido a la wiki de forma voluntaria, sin necesidad de realizar una práctica.	EF21. La wiki de DHIP es útil para almacenar y publicar conocimiento acerca del proceso de desarrollo.
EF11. En general, la wiki de DHIP es fácil de utilizar.	
<b>Ítems de diferencial semántico</b>	
EF22. Evaluar la presentación visual de los elementos de la wiki de DHIP (visión general, roles, procesos, actividades, elementos de trabajo).	EF24. Evaluar la facilidad para aprender los conceptos del proceso de desarrollo ágil (gestión de historias de usuarios, planificación, desarrollo, refactoring, seguimiento periódico, integración automática, gestión de defectos).
EF23. Evaluar la facilidad de acceder y entender los artefactos de la wiki de DHIP para realizar las prácticas (elementos de trabajo, productos de trabajo, vídeos, transparencias, ejemplos, discusiones).	EF25. Evaluar la utilidad de los artefactos de la wiki de DHIP para desarrollar las prácticas (elementos de trabajo, productos de trabajo, vídeos, transparencias, ejemplos, discusiones).
<b>Preguntas abiertas</b>	
EF26. ¿Qué apartados de la wiki de DHIP consultó con más frecuencia?	EF28. ¿Qué beneficios ha obtenido con la utilización de la wiki de DHIP?
EF27. ¿Qué problemas tuvo durante la utilización de la wiki de DHIP?	EF29. ¿Qué mejoras propone para la wiki de DHIP?

### 5.2.3.2 Etapa de Proyecto

Luego de la última práctica de la etapa de formación, se iniciará la etapa de proyecto. Esta etapa tendrá una duración de cuatro semanas y será realizado en equipos de 4 personas. El proyecto a desarrollar tendrá los mismos requisitos funcionales del proyecto de la Fase 1 y se recolectarán los mismos productos de trabajo junto con los grados de corrección de cada uno ellos. En esta etapa, los estudiantes deberán acceder, usar y reutilizar los activos almacenados en la PAL-Wiki para desarrollar el proyecto especificado.

Al finalizar la etapa de proyecto, se realizará un segundo cuestionario de evaluación sobre las capacidades de la PAL-Wiki para ofrecer información que ayude a realizar actividades concretas durante el desarrollo ágil de proyectos de software. Las preguntas del cuestionario se presentan en la Tabla 5-3. Este segundo cuestionario se realizará de forma manual y anónima, y estará compuesto de 18 ítems con graduación de 1 a 5 utilizando la escala de Likert (preguntas EP1-EP18), 10 preguntas dicotómicas en formato Si/No (preguntas EP19-EP28) y 13 ítems de diferencial semántico con 5 graduaciones (preguntas EP29-EP30).

**Tabla 5-3.** Cuestionario de la Etapa de Proyecto.

Ítems con Escala Likert	
EP1. Los intentos de búsqueda de información en la wiki de DHIP para la realización del proyecto final frecuentemente obtuvieron resultados satisfactorios.	EP10. La wiki de DHIP promovió la construcción de una comunidad de usuarios acerca del proceso de desarrollo.
EP2. La estructura de la wiki de DHIP basada en procesos, actividades, tareas, elementos de trabajo, y productos de trabajo fue apropiada para la realización del proyecto final.	EP11. La wiki de DHIP incentivó a los usuarios a publicar los productos desarrollados en las prácticas para compartirlas con la comunidad.
EP3. La interfaz gráfica de la wiki de DHIP fue apropiada para entender los conceptos sobre procesos de software.	EP12. El repositorio de documentos de SelCampus asociado a la wiki de DHIP fue adecuado para enviar los productos de la realización de las prácticas y del proyecto final.
EP4. La interacción con la wiki de DHIP fue clara e intuitiva.	EP13. Las discusiones realizadas por medio de la wiki de DHIP fueron útiles para el entendimiento del proceso de desarrollo.
EP5. La wiki de DHIP permitió controlar las actividades desarrolladas para la realización del proyecto final.	EP14. Las contribuciones de los usuarios a la wiki de DHIP (por medio de ediciones de páginas y ejemplos subidos) ayudaron a entender el proceso de desarrollo.

Ítems con Escala Likert	
EP6. Los artefactos almacenados en la wiki de DHIP fueron suficientes para conocer y aplicar el proceso de desarrollo en el proyecto final.	EP15. La wiki de DHIP fue apropiada para dar a conocer los procesos de desarrollo.
EP7. La utilización de la wiki de DHIP incrementó la productividad durante el desarrollo del proyecto final.	EP16. La wiki de DHIP proporcionó mecanismos para compartir conocimiento sobre procesos de desarrollo de software.
EP8. Los contenidos de la wiki de DHIP fueron consistentes y exactos para la realización del proyecto final.	EP17. La wiki de DHIP proporcionó un entorno adecuado de aprendizaje sobre procesos de desarrollo de software.
EP9. Los ficheros almacenados en la wiki de DHIP pudieron ser reutilizados fácilmente para realizar el proyecto final.	EP18. Recomiendo utilizar la tecnología wiki en futuros cursos sobre procesos de software.
Preguntas dicotómicas	
EP19. Ver transparencias.	EP24. Leer comentarios en discusiones.
EP20. Ver vídeos.	EP25. Participar en discusiones.
EP21. Descargar ejemplos.	EP26. Subir ejemplos.
EP22. Descargar productos de trabajo.	EP27. Añadir contenido a alguna página existente.
EP23. Utilizar el motor de búsqueda.	EP28. Realizar pequeñas correcciones de alguna página.
Ítems de diferencial semántico	
EP29. Evaluar la calidad de la información de los siguientes apartados de la wiki de DHIP para la realización del proyecto final (gestión de historias de usuarios, planificación, desarrollo, refactoring, seguimiento periódico, integración automática, gestión de defectos).	EP30. Evaluar la calidad de la información de los siguientes artefactos de la wiki de DHIP para la realización del proyecto final (elementos de trabajo, productos de trabajo, vídeos, transparencias, ejemplos, discusiones).

### 5.2.4 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

El procedimiento de análisis de datos se presenta en la Figura 5-2. Para cada uno de los objetivos de investigación se identifican los conjuntos de datos recolectados y los modelos de análisis matemáticos aplicados.

Para realizar el análisis e interpretación de los datos recolectados a partir de los instrumentos de investigación, los métodos a utilizar serán estadísticas descriptivas, pruebas de hipótesis y análisis de regresión y correlación. El análisis e interpretación de los datos será realizado utilizando la herramienta *Minitab* (Minitab, 2010).

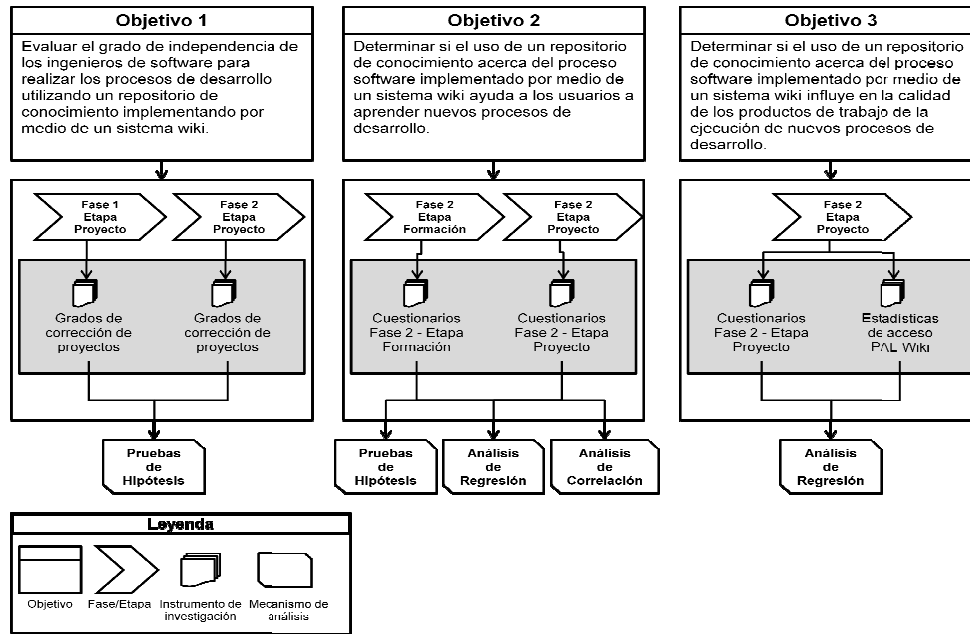


Figura 5-2. Procedimiento de análisis.

Para el primer objetivo, se realizará una prueba de hipótesis sobre el grado de similitud de los productos de trabajo del proyecto final realizados en las Fases 1 y 2, para determinar si existen diferencias entre ellos que permitan concluir que un trabajo autónomo e independiente con poca tutoría utilizando la PAL-Wiki ayuda al aprendizaje y uso de nuevos procesos. Además, se aplicarán estadísticas descriptivas para evaluar las tendencias y comportamientos de los usuarios utilizando la PAL-Wiki que indiquen la evidencia empírica sobre el grado de aprendizaje y uso eficiente del proceso definido de software en las etapas de formación y de proyecto.

Para el segundo objetivo de investigación, se aplicarán pruebas de hipótesis y análisis de regresión y correlación para determinar relaciones entre el uso del repositorio y las percepciones de los usuarios sobre los beneficios de la PAL-Wiki para realizar tareas en prácticas y proyectos.

Para la etapa de formación, el análisis de los datos se realizará aplicando pruebas de hipótesis entre los ítems de diferencial semántico del cuestionario para determinar si es favorable el grado de aceptación de la PAL-Wiki por parte de los usuarios. Además, se realizará un análisis de regresión entre las estadísticas de acceso a la PAL-Wiki y los ítems de Facilidad de aprendizaje de los cuestionarios de esta etapa (pregunta EF24), para determinar cómo el uso de la PAL-Wiki influye en el aprendizaje de nuevos procesos.

Para la etapa de proyecto, se realizarán diferentes análisis de correlación:

- Para determinar si hay relaciones entre el uso del repositorio y la percepción de los usuarios sobre la calidad de los artefactos del sistema, se realizará un análisis de correlación entre la cantidad de accesos y los ítems de calidad de los artefactos almacenados en el sistema (pregunta EP30).
- Para determinar si hay relaciones entre las percepciones que los usuarios tienen de los procesos y artefactos del sistema en las etapas de formación y de proyecto, se realizará un análisis de correlación entre los ítems de calidad de los artefactos en la etapa de proyecto (pregunta EP30) y los ítems de acceso y entendimiento de artefactos en la etapa de formación (pregunta EF23).
- Para determinar si hay relaciones entre los artefactos almacenados y la facilidad de aprendizaje, se realizará un análisis de correlación entre los ítems de calidad de la información de los procesos en la etapa de proyecto (pregunta EP29) y la facilidad de aprendizaje en la etapa de formación (pregunta EF42).

Para el tercer objetivo de investigación, en la Fase 2 se realizará un análisis de regresión para determinar que el grado de corrección de los productos desarrollados por los sujetos durante la realización del proyecto final de la asignatura depende del grado de dificultad de dichos procesos y la cantidad de accesos por parte de los usuarios a los procesos respectivos.

### **5.2.5 EVALUACIÓN DE LA VALIDEZ**

Esta actividad se realizará para evaluar la confiabilidad de las mediciones, de tal manera que los datos recolectados sean razonables y que la recolección de datos haya sido completa y apropiada. La evaluación de la validez se realizará a partir de varias categorías: validez de la conclusión, validez interna y validez del constructo (Wohlin et al., 2000).

- La validez de la conclusión vendrá apoyada en los propios análisis estadísticos, donde se revisará que las relaciones entre las variables son acordes con lo que la teoría anticipa.
- La validez interna indica una relación causa-efecto entre las variables seleccionadas que no es resultado de un factor para el cual no se tiene control o no se ha medido.



- Para evaluar la validez del constructo, se determinará un indicador denominado el alfa de Cronbach. Niveles altos de fiabilidad del alfa de Cronbach (mayores a 0.7) permiten que en el análisis de datos puedan obtenerse variables resumen como buenos indicadores de los constructos que recogen la variabilidad de los datos de los cuestionarios.

### 5.3. EJECUCIÓN DE LA VALIDACIÓN

En este apartado se describe cómo el plan de validación fue realizado. A continuación se presenta la ejecución de cada una de las fases de validación.

#### 5.3.1 FASE 1: CURSO SIN PAL-WIKI

En la Fase 1 participaron 38 estudiantes quienes no utilizaron la PAL-Wiki para aprender los conceptos de los procesos ágiles de software. Los tiempos de realización de la Fase 1 junto con sus etapas constituyentes se presentan en la Figura 5-3.



Figura 5-3. Ejecución de la Fase 1.

Durante la etapa de formación, las prácticas fueron divididas en 8 sesiones que se realizaron en grupos de dos personas. Las prácticas realizadas fueron las siguientes:

1. **Práctica 1:** Historias de usuario.
2. **Práctica 2:** Pruebas de aceptación y planificación adaptativa.
3. **Práctica 3:** Normativas de código.
4. **Práctica 4:** Diseño simple.
5. **Práctica 5:** Refactoring.
6. **Práctica 6:** Pruebas Unitarias.
7. **Práctica 7:** Propiedad colectiva de código e integración continua.
8. **Práctica 8:** Seguimiento periódico del proyecto.

Durante la etapa de proyecto, se modificó una aplicación software cuyo objetivo era implementar un sistema de gestión de ficheros multimedia. Los tipos de ficheros que el sistema puede gestionar son música, vídeos, fotos y documentos. La información mantenida en el sistema es almacenada en ficheros XML. Entre las características a implementar en el sistema están: añadir ficheros al sistema, añadir carpetas que contendrán ficheros multimedia, acceder al catálogo de ficheros y buscar ficheros por nombre o mediante atributos. La etapa de proyecto se realizó en grupos de 4 personas.

### 5.3.2 FASE 2: CURSO CON PAL-WIKI

En la Fase 2 participaron 28 estudiantes quienes utilizaron la PAL-Wiki para aprender y utilizar los procesos ágiles de software. Previamente a la iniciación de la Fase 2, se instaló la PAL-Wiki desarrollada en la siguiente dirección de Internet: <http://wikisel.sel.inf.uc3.es/dhip>.

Las fechas de realización de la Fase 2 junto con sus etapas constituyentes se presentan en la Figura 5-4.



**Figura 5-4.** Ejecución de la Fase 2.

Al inicio de la etapa de formación, se realizó una presentación introductoria acerca del acceso y uso del sistema wiki. En esta sesión, se realizaron las siguientes actividades: a) Presentación de la jerarquía general de contenidos basada en procesos, actividades, roles, elementos de trabajo, productos de trabajo e instrucciones técnicas. b) Consulta de activos de proceso para la realización de actividades concretas durante el proceso de desarrollo. c) Contribuciones de usuarios por medio de subida de ejemplos al repositorio, y d) Generación de discusiones y lecciones aprendidas acerca de los elementos de proceso por medio de procesos colaborativos.

Durante la etapa de formación, las prácticas fueron divididas en 8 sesiones que se realizaron en grupos de dos personas. Los contenidos de las prácticas fueron las mismas

que se definieron en la Fase 1 del curso anterior. El calendario de entrega de prácticas se presenta en la Tabla 5-4.

**Tabla 5-4.** Calendario de prácticas de la Fase 2.

Práctica	Fecha de entrega	Semana
<b>Práctica 1:</b> Historias de Usuario	30/09/2009	2
<b>Práctica 2:</b> Pruebas de Aceptación y Planificación Adaptativa	07/10/2009	3
<b>Práctica 3:</b> Normativas de Código	20/10/2009	5
<b>Práctica 4:</b> Diseño Simple	27/10/2009	6
<b>Práctica 5:</b> Refactoring	03/11/2009	7
<b>Práctica 6:</b> Pruebas Unitarias	18/11/2009	9
<b>Práctica 7:</b> Propiedad Colectiva de Código e Integración Continua	25/11/2009	10
<b>Práctica 8:</b> Seguimiento de Proyectos	03/11/2009	11

Para la etapa de formación, el cuestionario realizado se aplicó en forma voluntaria y anónima obteniendo un porcentaje de respuesta de 53,57% (15 sujetos). El cuestionario obtuvo una fiabilidad evaluada por medio del alfa de Cronbach, con un valor para la escala global de 0.70, el cual es considerado aceptable.

Durante la etapa de proyecto, se modificó la aplicación software definida en la Fase 1 del curso anterior. De igual manera, la etapa de proyecto se realizó en grupos de 4 personas. La etapa de proyecto inició el 04/11/2009 y finalizó el día 15/01/2010. Para la etapa de proyecto, el cuestionario correspondiente se aplicó en forma voluntaria y anónima obteniendo un porcentaje de respuesta de 92,85% (26 sujetos). El cuestionario realizado obtuvo un índice fiabilidad basado en el alfa de Cronbach de 0.786, el cual es considerado aceptable.

Mientras se desarrollaba la Fase 2, se recolectaron estadísticas sobre el acceso y uso de la PAL-Wiki según se había definido en la planificación de la validación.

## 5.4 ANÁLISIS LA VALIDACIÓN

En esta sección se realiza un resumen de los datos recolectados y se presenta un análisis de los datos de acuerdo a la planificación definida. El análisis incluye la presentación de estadísticas descriptivas del experimento y los análisis realizados para cada uno de los objetivos de investigación definidos.

### 5.4.1 ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Las estadísticas descriptivas se refieren a los datos recolectados en la Fase 2 donde los estudiantes utilizaron la PAL-Wiki. Las estadísticas principales recolectadas son las estadísticas de acceso de los usuarios a los contenidos de la PAL-Wiki, las respuestas a los cuestionarios de las etapas de formación y de proyecto, y los grados de corrección de los productos de trabajo.

#### 5.4.1.1 Estadísticas de acceso a la PAL-Wiki

Los usuarios dados de alta en la PAL-Wiki fueron los 28 estudiantes que cursaron el curso sobre procesos ágiles en la Fase 2. A continuación, se presenta un conjunto de gráficas que muestran los valores de los indicadores recolectados durante esa fase.

##### Número de accesos

El número de accesos por semana se presenta en la Figura 5-5. El número de accesos fue alto en las primeras semanas debido a que los usuarios ingresaron al repositorio para familiarizarse con la estructura de la PAL-Wiki y conocer los tipos de contenidos. Luego, el acceso varía de acuerdo a las fechas de entrega de las prácticas. La frecuencia de acceso en la etapa de formación fue 1.68 accesos por semana/usuario. Los mayores accesos se presentan para las prácticas “Historias de Usuario” y “Propiedad Colectiva e Integración Continua”. A partir de la semana 12, los usuarios comienzan a trabajar en la etapa de proyecto donde se presentan pocos accesos en las primeras semanas de esa etapa (semanas 12, 13 y 14). Sin embargo, se presenta un incremento bastante significativo en la parte final por ser la última semana para entregar el proyecto. La frecuencia de acceso en la etapa de proyecto fue 1.89 accesos por semana/usuario.

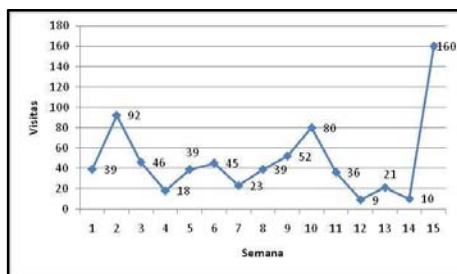


Figura 5-5. Número de accesos.

### Número de usuarios

El número de usuarios que ingresaron por semana a la PAL-Wiki se presenta en la Figura 5-6. El contorno de la gráfica sigue una tendencia similar a la de los accesos. El promedio de usuarios en la etapa de formación fue 25.36 por semana y en la etapa de proyecto fue 19.5. El número de usuarios disminuye durante la etapa de proyecto debido a que los equipos de trabajo están conformados por 4 personas y no todos acceden a la PAL-Wiki.

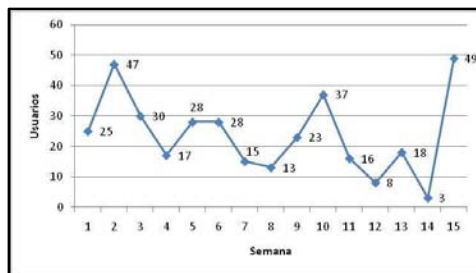


Figura 5-6. Número de usuarios.

### Cantidad de páginas totales vistas

La cantidad de páginas totales vistas por semana por los usuarios en la PAL-Wiki se presenta Figura 5-7. La cantidad total de páginas vistas fue de 8,822. Durante la etapa de formación, la cantidad total de páginas vistas fue alta, y todas las páginas de contenidos de la PAL-Wiki fueron consultadas. La tendencia de páginas vistas sigue un patrón similar a los indicadores anteriores de accesos y usuarios. Se presenta un incremento bastante alto en la última semana de la etapa de proyecto debido al esfuerzo para su realización y al uso continuo del motor de búsqueda de la PAL-Wiki para encontrar activos de proceso.

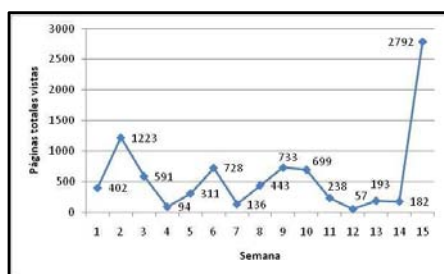


Figura 5-7. Páginas totales vistas.

Las páginas más consultadas en las etapas de formación y de proyecto se presentan en la Figura 5-8. La página más consultada en el sistema fue: “Procesos” (415 visitas), por ser el punto de entrada a los diferentes procesos definidos en el sistema. A continuación siguen en

número de visitas, las páginas relacionadas con historias de usuario: el elemento de trabajo “Historia de Usuario” (309 visitas) junto con el proceso “Gestión de Historias de Usuario” (288 visitas), por ser el núcleo principal del desarrollo y su conocimiento es necesario para la realización de procesos posteriores.

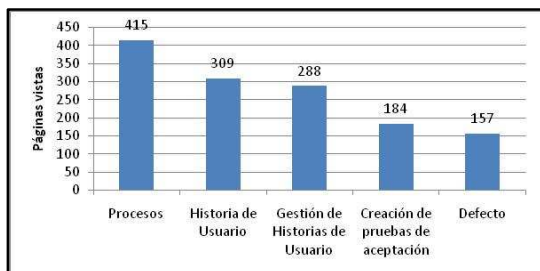


Figura 5-8. Páginas más consultadas.

### Promedio de tiempo en la PAL-Wiki

El promedio de tiempo por semana de los usuarios utilizando la PAL-Wiki se presenta en la Figura 5-9. El tiempo promedio en la etapa de formación fue de 8:43 minutos por usuario y de 22:12 minutos por usuario en la etapa de proyecto. Los tiempos promedio de permanencia en la PAL-Wiki oscilan de acuerdo a la práctica realizada pero en general son breves, sin superar los 13 minutos de acceso por usuario, lo cual refleja un acceso, búsqueda y consulta rápida del conocimiento para realizar las prácticas. La primera semana presenta un tiempo alto como acceso inicial para conocer la PAL-Wiki, pero a medida que se realizan las prácticas y se conoce su organización, el tiempo de permanencia disminuye, luego en algunas prácticas puede subir el tiempo de acuerdo a su complejidad o la búsqueda de los contenidos como en el caso de las prácticas de “Diseño simple” (semana 6) y Pruebas unitarias (semana 9). Las últimas prácticas presentan unos tiempos bajos (semanas 10 y 11). Durante la etapa de proyecto, los usuarios permanecieron muy poco tiempo en la PAL-Wiki en las primeras semanas, pero se incrementa para finalizar los proyectos.

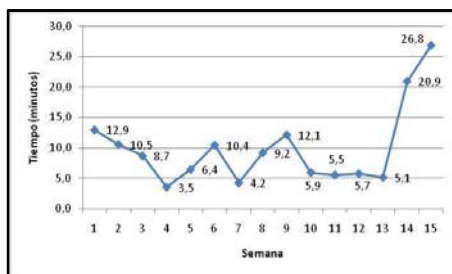


Figura 5-9. Promedio de tiempo en la PAL-Wiki.

### Promedio de páginas por visita

El promedio de páginas vistas por visita se muestra en la Figura 5-10. Los valores mostrados están en el rango de 5,22 a 18,2 páginas en promedio. En la fase de formación el promedio de páginas por visita fue de 12,45 y en la fase de proyecto fue 12,79. Se destacan las prácticas de “Refactoring” (semana 7) y “Seguimiento de Proyectos” (semana 11) con bajos promedios y “Diseño simple” (semana 6) y “Pruebas unitarias” (semana 9) con altos promedios. En la etapa de proyecto, el promedio de páginas por visita aumenta pero no demasiado, a pesar que se debe consultar la mayoría de las páginas de la PAL-Wiki para realizar el proyecto, lo cual refleja la familiarización de los usuarios con la estructura de los contenidos.

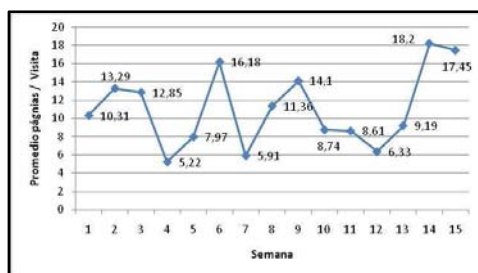


Figura 5-10. Promedio de páginas por visita.

### Cantidad de activos de proceso descargados

La cantidad de activos de proceso descargados por semana se muestra en la Figura 5-11. La mayor cantidad de activos almacenados en la PAL-Wiki se encuentra en las prácticas de “Gestión de Historia de Usuario” y “Planificación”, por ello la cantidad de descargas es alta las primeras semanas. Se destaca en la gráfica que la cantidad de activos descargados es baja en la etapa de proyecto, debido principalmente a que los activos deben haber sido descargados en la etapa de formación y no es necesario descargarlos nuevamente. A pesar de esta disminución, la cantidad de páginas vistas en las últimas semanas de la etapa de proyecto reflejan que aunque los activos no se descargan, se consultan las páginas sobre cómo utilizarlos.

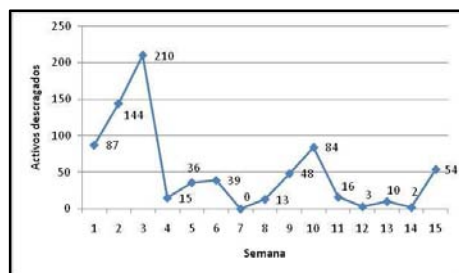


Figura 5-11. Cantidad de activos descargados.

Por último, las estadísticas descriptivas recolectadas señalan que aunque se consultaron las páginas de discusión definidas en la PAL-Wiki, no se realizaron contribuciones de usuarios en dichas páginas y los sujetos no realizaron publicaciones de los activos de proyectos generados en las prácticas (ejemplos), limitándose a consultar los ejemplos subidos por defecto en el curso.

#### 5.4.1.2 Resultados del cuestionario de la etapa de formación

El cuestionario para la etapa de formación se aplicó en forma voluntaria y anónima obteniendo un porcentaje de respuesta de 53,57% (15 sujetos). El cuestionario obtuvo una fiabilidad evaluada por medio del alfa de Cronbach, con un valor para la escala global de 0.877, el cual garantiza la validez del instrumento.

El cuestionario de la etapa de formación valoró aspectos sobre la usabilidad y utilidad de la PAL-Wiki durante el desarrollo de la Fase 2. Los resultados de los ítems de la escala de Likert son presentados en la Tabla 5-5.

Tabla 5-5. Respuestas del cuestionario de la etapa de formación.

Ítem	De acuerdo (%)	En desacuerdo (%)	No sabe / No responde
EF1. La wiki de DHIP ofrece una presentación visual sencilla y agradable de los elementos del proceso de desarrollo.	100	0	0
EF2. La wiki de DHIP es fácil de navegar permitiendo llegar efectivamente a los contenidos, materiales y artefactos necesarios para la realización de las prácticas.	60	40	0
EF3. La estructura y organización de los contenidos sobre el proceso de desarrollo en la wiki de DHIP es clara y ayuda en el desarrollo de las prácticas.	86.7	13.3	0
EF4. En la wiki de DHIP es fácil buscar y encontrar información necesaria para realizar	53.3	40	6.7



## Capítulo 5. Validación

Ítem	De acuerdo (%)	En desacuerdo (%)	No sabe / No responde
una determinada actividad.			
EF5. La redacción de los contenidos de la wiki de DHIP es clara, siendo fácil de leer y entender.	86.7	13.3	0
EF6. La wiki de DHIP es fácil de aprender a utilizar y operar.	93.3	6.7	0
EF7. En la wiki de DHIP es fácil utilizar los artefactos almacenados (elementos de trabajo, productos de trabajo, vídeos, transparencias, ejemplos) para desarrollar las prácticas.	86.7	13.3	0
EF8. Es necesario consultar frecuentemente la ayuda disponible en la wiki de DHIP para realizar alguna acción.	40	46.7	13.3
EF9. Es fácil recordar la estructura de contenidos de la wiki de DHIP.	40	60	0
EF10. He accedido a la wiki de forma voluntaria, sin necesidad de realizar una práctica.	13.3	80	6.7
EF11. En general, la wiki de DHIP es fácil de utilizar.	86.7	13.3	0
EF12. La utilización de la wiki de DHIP mejora la calidad de los productos finales a entregar de las prácticas.	100	0	0
EF13. La wiki de DHIP permite realizar en menos tiempo las prácticas.	73.3	20	6.7
EF14. Es más fácil realizar las prácticas utilizando la wiki de DHIP.	80	20	0
EF15. La wiki de DHIP facilita el aprendizaje de conceptos del proceso de desarrollo ágil.	100	0	0
EF16. La información proporcionada por la wiki de DHIP es relevante y suficiente para realizar las prácticas.	66.7	33.3	0
EF17. La wiki de DHIP ofrece artefactos útiles y reutilizables para desarrollar las prácticas (productos de trabajo, vídeos, transparencias, ejemplos).	100	0	0
EF18. He notado que mis compañeros utilizan la wiki de DHIP para realizar las prácticas de la asignatura.	60	13.3	26.7
EF19. Es fácil explicar a otras personas las ventajas de utilizar la wiki de DHIP.	80	13.3	6.7
EFD20. Son compatibles los contenidos de la wiki de DHIP con los enunciados de las prácticas.	100	0	0
EF21. La wiki de DHIP es útil para almacenar y publicar conocimiento acerca del proceso de desarrollo.	80	6.7	13.3

A nivel de usabilidad, todos los estudiantes reportaron una presentación visual simple y atractiva de la PAL-Wiki. La mayoría de los sujetos encuestados evaluaron favorablemente la usabilidad en aspectos como la estructura y organización, idioma, facilidad de aprendizaje, y facilidad de uso de artefactos. En general, la PAL-Wiki es fácil de utilizar. Sin embargo, los estudiantes tuvieron problemas para encontrar contenidos y para recordar la estructura de la PAL-Wiki.

A nivel de utilidad, todos los estudiantes reportaron que la PAL-Wiki mejora la calidad de los productos desarrollados, facilita el aprendizaje de procesos, ofrece artefactos útiles, y sus contenidos son compatibles con las prácticas. La mayoría de los sujetos opinaron muy favorablemente sobre las ventajas de la PAL-Wiki para realizar las prácticas incluso en menor tiempo y para explicar sus ventajas a otras personas. En aspectos a mejorar, se encuentran la visibilidad de la PAL-Wiki (pregunta EF18) que no es tan notoria ya que los grupos trabajan independientemente, y añadir aún más información (pregunta EF16). Por último, la mayoría de los sujetos reporta que la PAL-Wiki es un mecanismo útil para almacenar y publicar conocimiento.

En la Figura 5-12 se presentan las mediciones descriptivas realizadas a los 21 ítems con escala de Likert del cuestionario de la etapa de formación. Las medianas de los datos obtuvieron valoraciones positivas exceptuando los ítems EF8, EF9 y EF10, los cuales indican que no es necesario consultar la ayuda disponible ya que el uso de la PAL-Wiki es muy simple (EF8), no es fácil recordar la estructura de contenidos de la wiki (EF9) por la cantidad de elementos de proceso que posee y no se ha accedido a la wiki de forma voluntaria (EF10) ya que forma parte de un proceso obligatorio de aprendizaje.

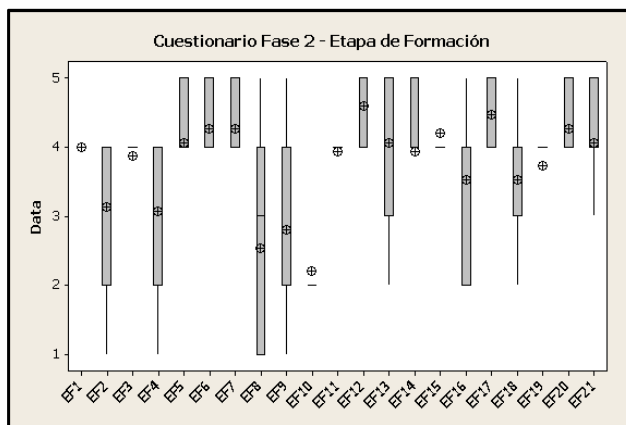


Figura 5-12. Mediciones descriptivas del cuestionario de formación.

La Figura 5-13a presenta la puntuación total de la escala del cuestionario, reflejando una valoración positiva del repositorio de conocimiento (con un 76.6%). La Figura 5-13b muestra la puntuación positiva/negativa de los ítems relacionados con la utilidad del sistema con una valoración positiva de 84,0% y la Figura 5-13c la puntuación positiva/negativa de los ítems relacionados con la usabilidad del sistema con una valoración positiva de 71,11%.

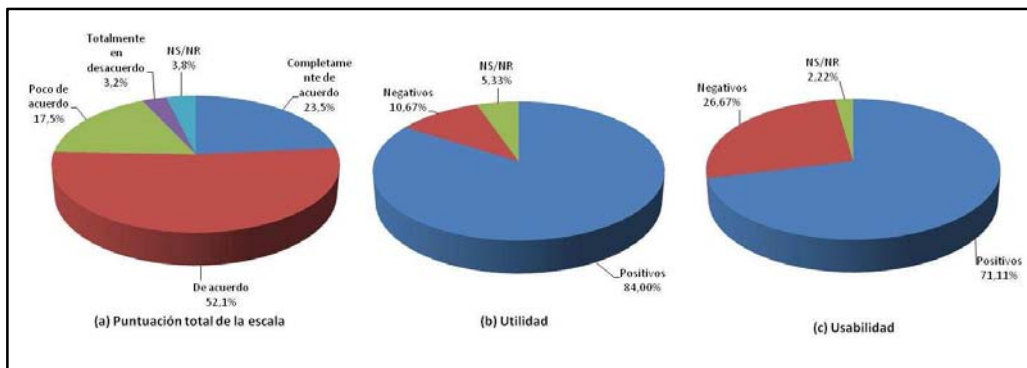


Figura 5-13. Puntuación total de las escalas del cuestionario de la etapa de formación.

Además, se evaluaron 24 ítems de diferencial semántico con 5 graduaciones obteniendo los resultados mostrados en la Figura 5-14. La presentación visual del sistema (Figura 5-14a) fue valorada favorablemente con un promedio de 3.84 y el apartado de “Procesos”, el núcleo principal del repositorio obtuvo la valoración promedio más alta con 4.0. El acceso y entendimiento de artefactos (Figura 5-14b) obtuvo un promedio de 3.53, los “Ejemplos” fueron los mejores evaluados y las “Discusiones” obtuvieron una valoración baja de 2.86. La facilidad de aprendizaje (Figura 5-14c) fue bastante uniforme obteniendo un promedio de 3.78, con el ítem de “Refactoring” con la mejor valoración. La utilidad de los artefactos (Figura 5-14d) presenta una valoración alta, muy similar al acceso y entendimiento, con un promedio de 3.80 y el ítem de “Discusiones” presenta una valoración baja con 2.86.

#### 5.4.1.3 Resultados del cuestionario de la etapa de proyecto

Para la etapa de proyecto, el cuestionario correspondiente se aplicó en forma voluntaria y anónima obteniendo un porcentaje de respuesta de 92,85% (26 sujetos). El cuestionario realizado obtuvo un índice fiabilidad basado en el alfa de Cronbach de 0.786, el cual es considerado aceptable.

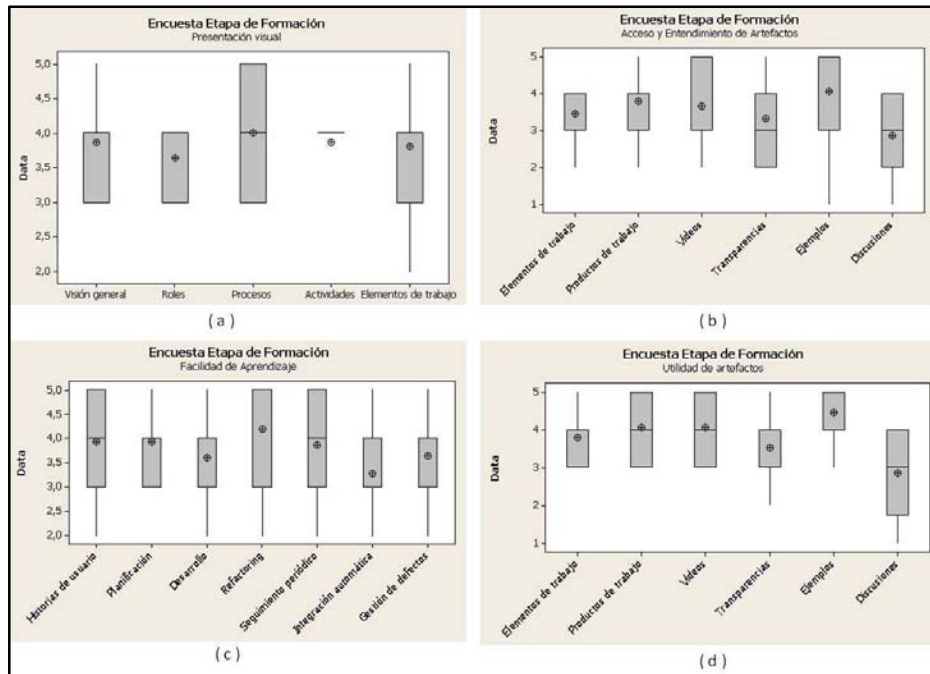


Figura 5-14. Distribución de ítems de diferencial semántico en etapa de formación.

El cuestionario de la etapa de proyecto valoró la actitud hacia el uso continuo de la PAL-Wiki en el desarrollo de proyectos, una vez obtenido un aprendizaje básico por medio del cumplimiento de la etapa de formación. Los resultados de los ítems de la escala de Likert son presentados en la Tabla 5-6.

Tabla 5-6. Respuestas del cuestionario de la etapa de proyecto.

Ítem	De acuerdo (%)	En desacuerdo (%)	No sabe / No responde
EP1. Los intentos de búsqueda de información en la wiki de DHIP para la realización del proyecto final frecuentemente obtuvieron resultados satisfactorios.	65,4	26,9	7,7
EP2. La estructura de la wiki de DHIP basada en procesos, actividades, tareas, elementos de trabajo, y productos de trabajo fue apropiada para la realización del proyecto final.	53,8	42,3	3,8
EP3. La interfaz gráfica de la wiki de DHIP fue apropiada para entender los conceptos sobre procesos de software.	84,6	15,4	0,0
EP4. La interacción con la wiki de DHIP fue clara e intuitiva.	69,2	30,8	0,0
EP5. La wiki de DHIP permitió controlar las actividades desarrolladas para la realización del proyecto final.	61,5	38,5	0,0
EP6. Los artefactos almacenados en la wiki de	65,4	34,6	0,0

## Capítulo 5. Validación

---

Ítem	De acuerdo (%)	En desacuerdo (%)	No sabe / No responde
DHIP fueron suficientes para conocer y aplicar el proceso de desarrollo en el proyecto final.			
EP7. La utilización de la wiki de DHIP incrementó la productividad durante el desarrollo del proyecto final.	53,8	38,5	7,7
EP8. Los contenidos de la wiki de DHIP fueron consistentes y exactos para la realización del proyecto final.	76,9	19,2	3,8
EP9. Los ficheros almacenados en la wiki de DHIP pudieron ser reutilizados fácilmente para realizar el proyecto final.	84,6	11,5	3,8
EP10. La wiki de DHIP promovió la construcción de una comunidad de usuarios acerca del proceso de desarrollo.	15,4	69,2	15,4
EP11. La wiki de DHIP incentivó a los usuarios a publicar los productos desarrollados en las prácticas para compartirlas con la comunidad.	7,7	69,2	23,1
EP12. El repositorio de documentos de SelCampus asociado a la wiki de DHIP fue adecuado para enviar los productos de la realización de las prácticas y del proyecto final.	80,8	11,5	7,7
EP13. Las discusiones realizadas por medio de la wiki de DHIP fueron útiles para el entendimiento del proceso desarrollo.	7,7	26,9	65,4
EP14. Las contribuciones de los usuarios a la wiki de DHIP (por medio de ediciones de páginas y ejemplos subidos) ayudaron a entender el proceso de desarrollo.	11,5	30,8	57,7
EP15. La wiki de DHIP fue apropiada para dar a conocer los procesos de desarrollo.	84,6	7,7	7,7
EP16. La wiki de DHIP proporcionó mecanismos para compartir conocimiento sobre procesos de desarrollo de software.	53,8	34,6	11,5
EP17. La wiki de DHIP proporcionó un entorno adecuado de aprendizaje sobre procesos de desarrollo de software.	80,8	19,2	0,0
EP18. Recomiendo utilizar la tecnología wiki en futuros cursos sobre procesos de software.	84,6	15,4	0,0

Los sujetos evaluaron muy positivamente aspectos como la interfaz gráfica, los artefactos almacenados que pueden ser reutilizados, consistencia de los artefactos y el repositorio asociado para enviar los productos de trabajo. En cuanto a utilidades y beneficios percibidos por los sujetos, la PAL-Wiki se consideró un entorno apropiado de

aprendizaje, para dar a conocer nuevos procesos y se recomienda su utilización en otros procesos.

Aspectos como la interacción, el control del proceso de desarrollo, y ayudas para incrementar la productividad requieren algunas revisiones ya que son evaluadas positivamente pero presentan porcentajes de evaluaciones negativas durante la realización del proyecto, ya que los sujetos al conocer la estructura de la PAL-Wiki requieren de un acceso más rápido y mecanismos de búsqueda más efectivos. La construcción de una comunidad de usuarios y la publicación de los productos de trabajo fueron aspectos con valoraciones muy bajas.

En la Figura 5-15 se muestran las mediciones descriptivas realizadas a los 18 ítems de la escala de Likert de este cuestionario. Las medianas de los datos obtuvieron valoraciones positivas aunque no tan altas como en la etapa de formación. Las valoraciones se concentran en el intervalo 2-4, se obtuvieron valoraciones altas para la reutilización de ficheros (EP9) y el repositorio de proyectos (EP12) y valoraciones bajas para los ítems construcción de comunidades de usuarios (EP10) y publicación de los productos de las prácticas (EP12).

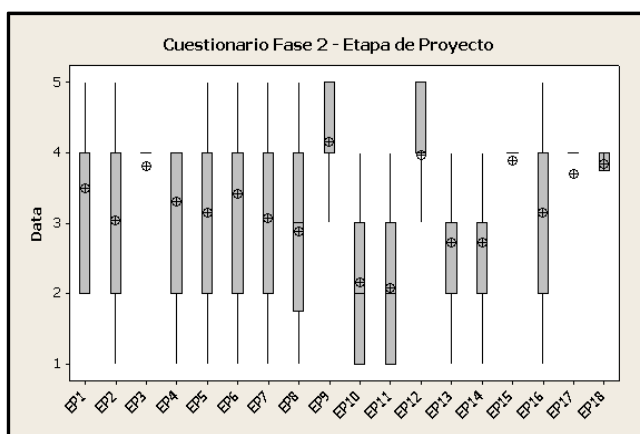


Figura 5-15. Mediciones descriptivas del cuestionario de proyecto.

La Figura 5-16a presenta la puntuación total de la escala de la evaluación positiva-negativa y la Figura 5-16b la puntuación total de la escala del cuestionario. En la etapa de proyecto, la puntuación disminuyó con respecto a la etapa de formación de 76.6% a 57.9%, e incrementándose las valoraciones imparciales (NS/NR) de 3.8% a 12.0%.

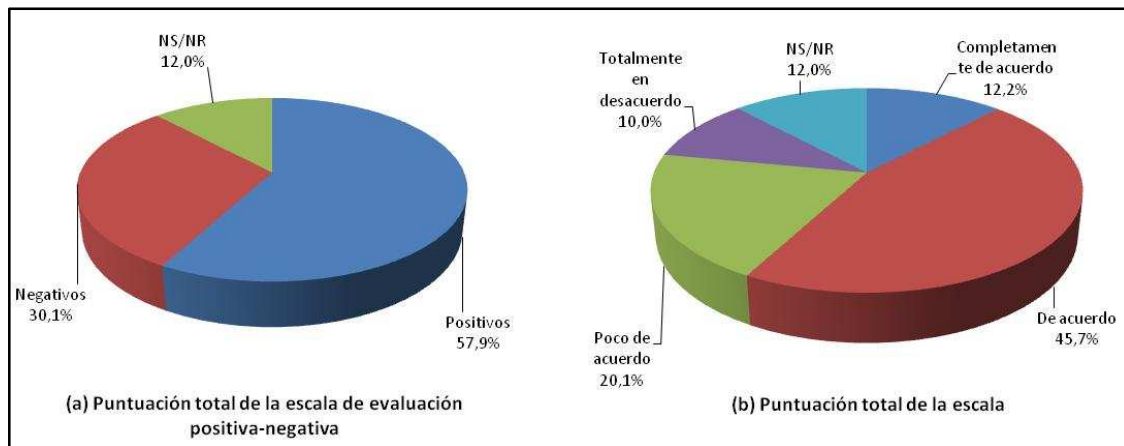


Figura 5-16. Puntuación total de las escalas del cuestionario de la etapa de proyecto.

En la Figura 5-17 se presentan las acciones realizadas en la PAL-Wiki. Ver transparencias y vídeos, descargar ejemplos y productos de trabajo, y la utilización del motor de búsqueda fueron acciones habituales de los usuarios. Se destaca la nula participación de los usuarios en la modificación de contenidos del sistema, la participación en discusiones y la publicación de ejemplos.

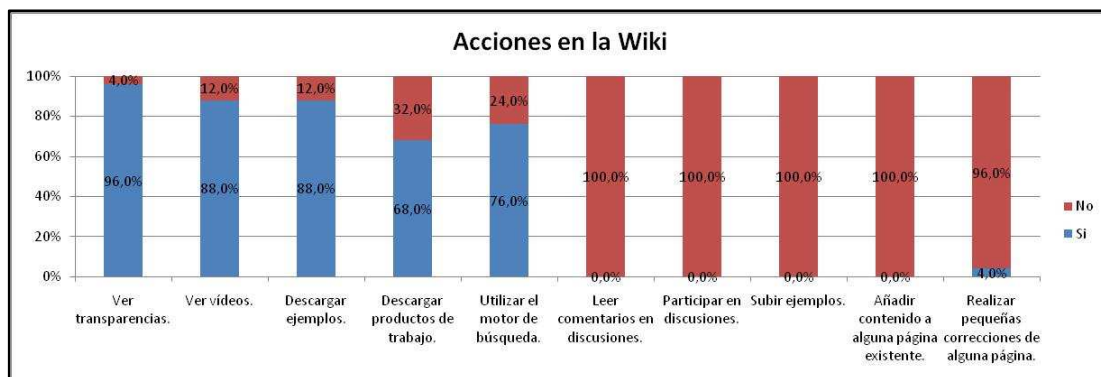
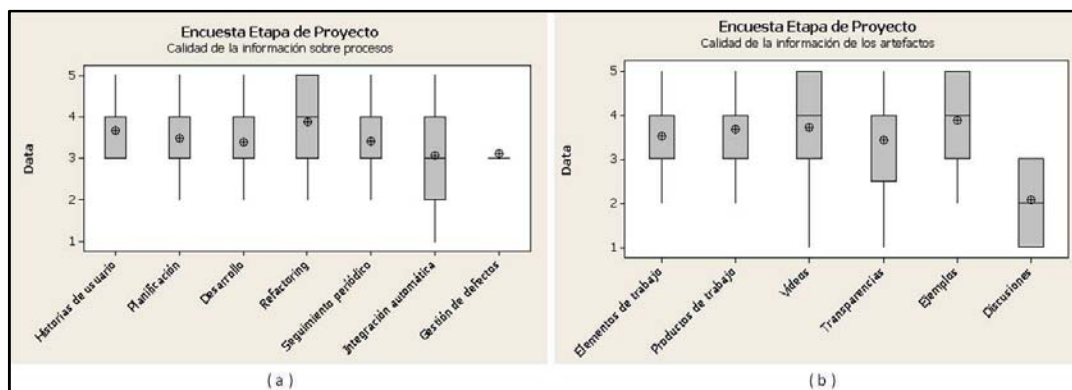


Figura 5-17. Acciones realizadas por los usuarios.

Además, se evaluaron los 13 ítems de diferencial semántico con 5 graduaciones, cuyos resultados se presentan en la Figura 5-18. La calidad de información sobre procesos del sistema (Figura 5-18a) fue valorada con un promedio de 3.44, las valoraciones se concentran en la escala 3-4, exceptuando “Refactoring”, “Integración automática” que tienen una distribución mayor y “Gestión de defectos” que se agrupa en torno a la puntuación 3. La calidad de la información de los artefactos (Figura 5-18b) presenta valoraciones con un promedio de 3.39, las valoraciones se concentran en la escala 3-4, los

ítems de “Vídeos” y “Ejemplos” presentan distribuciones con los valores más altos y el ítem “Discusiones” muestra una valoración muy baja.



**Figura 5-18.** Distribución de ítems de diferencial semántico en etapa de proyecto.

Las transparencias proporcionadas tuvieron una valoración media principalmente a que su acceso se realizó a través de un visor instalado en el repositorio que permitía su presentación pero no se podían descargar para un estudio posterior fuera de línea.

Las valoraciones de las discusiones se deben a que fueron muy poco utilizadas, aunque se registraron accesos a dichas páginas, no hubo creación de hilos de discusión que permitieran un intercambio de conocimiento entre los participantes. La razón para la ausencia de dichos intercambios pudo radicar en la resolución de dudas entre los miembros de los equipos de trabajo en forma directa y presencial en lugar de utilizar la PAL-Wiki. Una posible solución es la implantación de un sistema de recompensas o incentivos que facilite la participación en dichas discusiones (Alavi et al., 2001).

Comparando los resultados obtenidos en las etapas de formación y proyecto, el sistema wiki obtuvo una mejor evaluación positiva en la etapa de formación (75.9% vs 57.9%). Entre algunas razones para explicar esta última valoración están: la estructura de la wiki que está basada en procesos, actividades, tareas, elementos de trabajo y productos de trabajo difiere de la estructura de los productos de trabajo solicitados en el proyecto final, y el motor de búsqueda del sistema wiki no realiza búsquedas dentro de las transparencias y los artefactos almacenados. Además, los sujetos accedieron al repositorio muy poco en las semanas finales de acuerdo a las estadísticas de acceso. Al llegar a la última semana, los sujetos trabajan con el mismo conocimiento almacenado en la wiki, pero al tener una mayor



experiencia en su uso requieren de una mejor información. Por esto, las percepciones del cuestionario de la etapa de proyecto difieren de las de formación.

#### 5.4.1.4 Grados de corrección de productos de trabajo

En la Figura 5-19 se presentan los grados de corrección resultados de la evaluación de los productos de trabajo obtenidos a partir de la etapa de proyecto en la Fase 2. La gráfica presenta grados de corrección muy altos para los productos de trabajo de “Historias de usuario”, grados de corrección altos para “Pruebas de aceptación”, “Diseño”, “Refactoring”, “Propiedad colectiva de código”, “Integración continua”, “Seguimiento” y “Reunión final de la iteración”. Los productos de trabajo de “Planificación de la iteración” y “Normativa de código” presentan grados de corrección medios y las “Pruebas unitarias” presentan los grados de corrección más bajos.

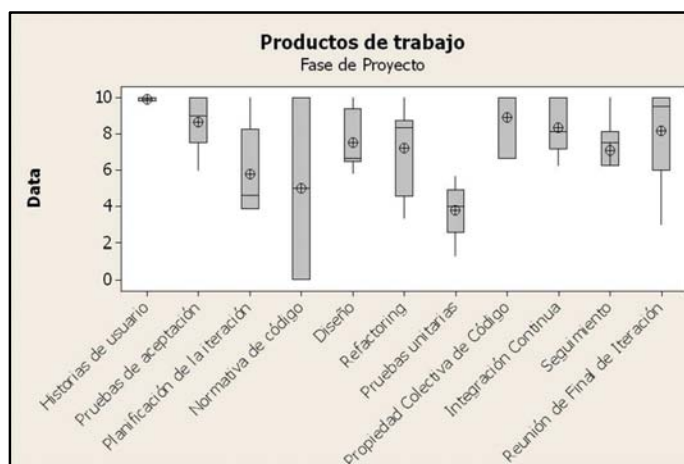


Figura 5-19. Distribución de productos de trabajo en etapa de proyecto.

#### 5.4.2 OBJETIVO 1: EVALUAR EL GRADO DE INDEPENDENCIA DE LOS INGENIEROS DE SOFTWARE PARA REALIZAR LOS PROCESOS

Durante la Fase 2, los estudiantes trabajaron en forma más independiente debido a que ellos aprendieron los procesos por medio de la búsqueda de conocimiento y de artefactos almacenados en la PAL-Wiki, sin la realización de tutorías por parte de los instructores.

Para determinar que un trabajo independiente utilizando la PAL-Wiki ayuda en el aprendizaje de los procesos software, se recolectaron datos sobre los grados de corrección de los productos desarrollados en la etapa de proyecto en las Fases 1 y 2. Los grados de corrección de cada producto de trabajo desarrollado fueron evaluados a partir de la

completitud de sus partes constituyentes. Cada parte tiene asignado un valor que representa la importancia relativa de terminar dicha parte. Una lista de los criterios de evaluación de los productos de trabajo se presenta en la Tabla 5-7.

**Tabla 5-7.** Criterios de evaluación de los productos de trabajo.

<b>Criterios</b>	<b>Valor</b>
<b>Historias de usuario (15 puntos)</b>	
1. Se proporciona una lista incluyendo todos los objetivos (historias de usuario, incidentes y aspectos arquitectónicos) de la iteración.	1
2. Para cada objetivo identificado, se ha establecido su prioridad de acuerdo el procedimiento descrito en el curso.	3
3. Para cada objetivo identificado, se ha establecido su tamaño de acuerdo con el procedimiento descrito en la asignatura.	3
4. Para cada objetivo identificado, se ha establecido el esfuerzo en horas requerido para su consecución de acuerdo con el procedimiento descrito en el curso.	3
5. Para cada objetivo identificado del tipo historia de usuario, se ha establecido una información detallada (en términos de pasos) del funcionamiento requerido de la historia de usuario	5
<b>Pruebas de aceptación (10 puntos)</b>	
6. Para cada objetivo de la iteración del tipo incidencia o historia de usuario, se han identificado una o varias pruebas de aceptación.	2
7. Las pruebas de aceptación identificadas permiten la detección de todos los posibles errores que pueden ser identificados por el usuario.	2
8. Se han especificado a propósito de cada prueba de aceptación, siendo distintos todos los propósitos de las pruebas de aceptación identificadas para un mismo objetivo (historia de usuario o incidencia).	2
9. Para cada prueba de aceptación identificada, se han especificado los pasos que debe ejecutar en la interfaz de usuario para su correcta realización.	4
<b>Planificación adaptativa de la iteración (13 puntos)</b>	
10. Se ha determinado la capacidad de trabajo del equipo de prácticas de acuerdo con el procedimiento descrito en la asignatura.	3
11. Se ha determinado el alcance de la iteración (lista de objetivos a ser conseguidos en esta iteración) de acuerdo con el procedimiento descrito en la asignatura.	1
12. Se han identificado las tareas necesarias para la consecución de los objetivos de la iteración.	1
13. Cada una de las tarea especificadas están relacionadas con un único objetivo de la iteración	1
14. Las tareas especificadas identifican los artefactos específicos (clases de código fuente, ítems de diseño, clases de pruebas, scripts de integración o realización satisfactoria e prueba de aceptación) que se deben conseguir para certificar la finalización de la misma.	3
15. Cada tarea tiene un identificador único y tiene un responsable que se ha asignado de acuerdo con el procedimiento escrito en la asignatura.	1
16. Cada tarea tiene asignado un esfuerzo en horas para su realización y la suma de los esfuerzos de las tareas para conseguir un objetivo es igual al esfuerzo estimado para	3

## Capítulo 5. Validación

---

dicho objetivo.	
<b>Diseño Simple (12 puntos)</b>	
17. Se ha realizado un diagrama de secuencia que define el diseño dinámico del funcionamiento interno del sistema para cada historia de usuario identificada.	3
18. Se ha especificado cada una de las clases identificadas en los diagramas de secuencia elaborados mediante una ficha CRC completa mediante las instrucciones indicadas en el enunciado de la práctica 1.	5
19. Todas las clases existentes en el código fuente están incluidas en, al menos, un diagrama de secuencia y tienen que tener una ficha CRC asociada.	1
20. Las propiedades y métodos públicos de cada una de las clases especificadas en las fichas CRC son exactamente los mismos que los que se encuentran en el código fuente de cada una de las clases.	3
<b>Refactoring (14 puntos)</b>	
21. Todo el código fuente desarrollado por el grupo de prácticas satisface la normativa de código especificada para la práctica (excluyendo los patrones de diseño indicados para su aplicación).	2
22. Existen evidencias de la aplicación de técnicas de refactoring en el código fuente proporcionado, como por ejemplo, que el código esté organizado en regiones, los comentarios actualizados, el código sea modular y legible, no existen bloques de código duplicados, etc.	2
23. El código fuente proporcionado implementa el sistema de gestión de excepciones propuesto en el enunciado de la práctica.	4
24. El código fuente proporcionado ha sido modificado para eliminar el lanzamiento de eventos para comunicar el Controlador con la Vista de la aplicación.	2
25. El código fuente proporcionado implementa el patrón “ <i>Singleton</i> ” para la gestión de una única rejilla en la aplicación.	2
26. El código fuente proporcionado implementa el patrón “ <i>Singleton</i> ” para la gestión de un único catálogo en la aplicación.	2
<b>Pruebas unitarias (30 puntos)</b>	
27. Existe una prueba de integración para comprobar el funcionamiento del Controlador de la aplicación.	4
28. Las clases de pruebas unitarias referidas a las distintas clases del modelo que contienen pruebas que validan la correcta implementación de del sistema de lanzamiento de excepciones.	2
29. Las clases de pruebas unitarias referidas a la clase “ <i>Grid</i> ” contiene pruebas para a la correcta implementación del patrón “ <i>Singleton</i> ” sobre la rejilla.	1
30. La clase de pruebas unitarias referidas a la clase “ <i>Catalog</i> ” contiene pruebas para la correcta implementación del patrón “ <i>Singleton</i> ” sobre el catálogo.	1
31. Existe una clase que contiene todas las pruebas unitarias de los métodos públicos de las clases implementadas para el objetivo “Añadir un archivo de música a la aplicación.”	2
32. Existe una clase que contiene todas las pruebas unitarias de los métodos públicos de las clases implementadas para el objetivo “Añadir todos los archivos de música contenidos en una carpeta a la aplicación”	2
33. Existe una clase que contiene todas las pruebas unitarias de los métodos públicos de las clases implementadas para el objetivo “Eliminar un archivo de música de la aplicación”.	2
34. Existe una clase que contiene todas las pruebas unitarias de los métodos públicos de	2

## Capítulo 5. Validación

---

las clases implementadas para el objetivo “Mostrar canciones de una categoría en la rejilla de archivos de música”.	
35. Existe una clase que contiene todas las pruebas unitarias de los métodos públicos de las clases implementadas para el objetivo “Abrir la carpeta contenedora del archivo seleccionado en la rejilla”.	1
36. Existe una clase que contiene todas las pruebas unitarias de los métodos públicos de las clases implementadas para el objetivo “Añadir a la lista de favoritos el archivo seleccionado en la rejilla”.	1
37. Existe una clase que contiene todas las pruebas unitarias de los métodos públicos de las clases implementadas para el objetivo “Quitar de la lista de favoritos el archivo seleccionado en la rejilla”.	1
38. Existe una clase que contiene todas las pruebas unitarias de los métodos públicos de las clases implementadas para el objetivo “Gestión de la lista de reproducción de archivos de música”.	3
39. Existe una clase que contiene todas las pruebas unitarias de los métodos públicos de las clases implementadas para el objetivo “Mostrar las etiquetas de la canción seleccionada en la rejilla”.	1
40. Existe una clase que contiene todas las pruebas unitarias de los métodos públicos de las clases implementadas para el objetivo “Editar las etiquetas de la canción seleccionada en la rejilla”.	1
41. Existe una clase que contiene todas las pruebas unitarias de los métodos públicos de las clases implementadas para el objetivo “Mostrar información del fichero que contiene la canción seleccionada en la rejilla”.	1
42. Existe una clase que contiene todas las pruebas unitarias de los métodos públicos de las clases implementadas para el objetivo “Gestionar las imágenes asociadas al video seleccionado en la rejilla”.	1
43. Existe una clase que contiene todas las pruebas unitarias de los métodos públicos de las clases implementadas para el objetivo “Gestionar los subtítulos del video seleccionado en la rejilla”.	4
<b>Propiedad colectiva de código (8 puntos)</b>	
44. La última versión del código fuente y de las pruebas unitarias correspondientes está almacenada en el repositorio de control de versiones del equipo de prácticas.	1
45. La última versión de los artefactos auxiliares del proyecto (historias de usuario, planificación adaptativa, diseño e información de seguimiento) está almacenada en el repositorio de control de versiones del equipo de prácticas.	1
46. La última versión de todos ficheros incluidos en el proyecto (código fuente, pruebas y artefactos auxiliares) se encuentra protegida en el servidor, es decir, cualquier miembro del equipo de prácticas (incluidos los instructores) puede hacer un <i>check-out</i> para modificar dichos ficheros.	1
<b>Integración continua (8 puntos)</b>	
47. Existe un fichero que permite la automatización de las tareas de integración que se encuentra localizado en el servidor de control de versiones.	1
48. El fichero de configuración de la integración automática contiene un objetivo que permite la generación de la DLL con la lógica del negocio implementada.	1
49. El fichero de configuración de la integración automática contiene un objetivo que permite la generación del ejecutable de la aplicación mediante el enlace de la DLL de la lógica de negocio y la compilación correcta de todos los elementos gráficos de la interfaz de usuario y que está subordinada a la ejecución satisfactoria de las pruebas unitarias de la lógica del negocio.	1

## Capítulo 5. Validación

---

50. El fichero de configuración de la integración automática contiene un objetivo que permite la generación de la DLL para la ejecución de las pruebas unitarias de la lógica del negocio.	1
51. El fichero de configuración de la integración automática contiene un objetivo que permite la ejecución de las pruebas unitarias de la lógica del negocio.	1
52. Existe un registro que mantiene información del resultado de todos los intentos de integración automática.	1
53. Los ficheros obtenidos a partir de una integración satisfactoria se almacenan en una carpeta accesible vía web para todos los miembros de del equipo de trabajo (incluidos los instructores del curso).	1
54. Existe un registro histórico de las ejecuciones de pruebas unitarias realizadas en el ámbito del proyecto.	1
<b>Seguimiento (16 puntos)</b>	
55. Se proporcionan todos los informes de seguimiento pedidos acerca de la evolución de los trabajos y tareas incluidas en el alcance de la iteración, generados en las fechas establecidos como hitos.	4
56. Cada informe de seguimiento proporcionado contiene información actualizadas del estado de ejecución de cada una de las pruebas de aceptación identificadas, siguiendo la plantilla proporcionada en la práctica 1.	4
57. Cada informe de seguimiento proporcionado contiene información actualizada del estado de ejecución de cada una de las tareas necesarias para la consecución de los objetivos del proyecto, indicando, además de la estimación de esfuerzo inicial, el número de horas consumido en la realización de la tarea y el número de horas restantes estimadas para la finalización de la misma.	4
58. Cada informe de seguimiento contiene información de seguimiento preventivo de la iteración considerada en el método de seguimiento de valor acumulado, esto es: esfuerzo acumulado, valor actual del trabajo realizado, índice de eficiencia de esfuerzo, estimación de esfuerzo para finalización de cada una de las tareas, estimación de esfuerzo para la finalización de la iteración y estimación de la fecha de finalización de la iteración.	4
<b>Reunión Final de Iteración (10 puntos)</b>	
59. Se ha preparado y enviado la agenda de reunión	3
60. Se ha identificado e informado del propósito de la reunión.	2
61. En la reunión se han presentado los resultados de la iteración.	3
62. En la reunión no se han discutido aspectos técnicos irrelevantes para una reunión de demostración.	1
63. En la reunión se ha pedido opinión y futuras acciones de mejora a los clientes.	1

La Tabla 5-8 presenta algunas estadísticas descriptivas tales como el número de productos de trabajo (N), la media (en escala de 0 a 10) y la desviación estándar (DE) de los grados de corrección de los productos de trabajo. No se presentaron diferencias en los productos desarrollados con una prueba *t-student* utilizando un intervalo de confianza de 95%.

**Tabla 5-8.** Estadísticas descriptivas de grados de corrección de productos de trabajo.

Producto de trabajo	Fase	N	Media	DE	Producto de trabajo	Fase	N	Media	DE
Historias de usuario	1	8	10	0	Pruebas unitarias	1	8	4.1	1.4
	2	6	9.9	0.3		2	6	3.8	1.5
Pruebas de aceptación	1	8	9.7	0.7	Refactoring	1	8	9.4	1.8
	2	6	8.7	1.6		2	6	7.2	2.5
Planificación	1	8	8.4	1.9	Seguimiento periódico	1	8	8.4	2.6
	2	6	5.8	2.5		2	6	7.1	2.5
Normativas de código	1	8	5	5.4	Reunión final de iteración	1	8	7.7	2.4
	2	6	5	5.5		2	6	8.2	2.8
Diseño simple	1	8	8	3.1	Integración continua	1	8	7.8	1.1
	2	6	7.5	1.7		2	6	8.3	1.5
Propiedad colectiva	1	8	8.4	1.3					
	2	6	8.9	1.7					

Estos resultados sugieren que la calidad de los productos desarrollados con o sin PAL-Wiki es muy similar pero el grado de autonomía de los estudiantes se incrementa debido a que los instructores no necesitaron proporcionar tutorías en la Fase 2 y los estudiantes utilizan la PAL-Wiki para desarrollar autónomamente los productos software.

El grado de independencia de los desarrolladores en encontrar soluciones a sus problemas mejora en las etapas de formación y de proyecto. Este grado de autonomía es una consecuencia de la mejora en el proceso de aprendizaje como un resultado de utilizar los activos de la PAL-Wiki. Estos resultados muestran que la PAL-Wiki mejora el uso de los procesos ágiles.

Además, las estadísticas de acceso recolectadas presentan un uso constante del proceso definido en la PAL-Wiki con más de un acceso por usuario a la semana en las etapas de formación y de proyecto. Los accesos al sistema demuestran la categorización de procesos por aprendizaje. Durante la etapa de formación, los picos de accesos corresponden con las sesiones de formación, confirmando que la PAL facilita el autoestudio y aprendizaje de manera autónoma. Durante la etapa de proyecto, el alto acceso en la semana final concuerda con los informes de seguimiento que indican que las semanas en que no se ingresó a la wiki, los sujetos no trabajaron en los proyectos. Los resultados muestran que la PAL-Wiki promueve un mayor grado de independencia de los desarrolladores de software durante el aprendizaje de procesos ágiles y la resolución de dudas acerca de la descripción

de los productos software a desarrollar por medio del almacenamiento y reuso de los activos de procesos.

### 5.4.3 OBJETIVO 2: DETERMINAR SI EL USO DE LA PAL-WIKI AYUDA A LOS USUARIOS A APRENDER NUEVOS PROCESOS DE DESARROLLO

Para este objetivo, se realizaron cuestionarios para valorar el aprendizaje obtenido al finalizar las etapas de formación y de proyecto en la Fase 2. Se aplicaron pruebas de hipótesis y análisis de regresión y correlación para determinar las relaciones entre el uso de la PAL-Wiki y sus beneficios para realizar tareas de desarrollo en la Fase 2.

Los datos del cuestionario indican una respuesta favorable con respecto a los beneficios y facilidad de uso de la PAL-Wiki. Las respuestas fueron muy positivas para la utilidad de los artefactos almacenados, especialmente vídeos y productos de trabajo debido a que estos activos proporcionaron un enfoque práctico para ejecutar tareas. Procesos tales como “Refactoring”, “Gestión de historias de usuario”, “Planificación” y “Seguimiento periódico”, los cuales incluyeron muchos artefactos fueron evaluados muy positivamente. El material teórico proporcionado a través de las transparencias tuvo una evaluación media porque no podía ser descargado e impreso para ser consultado off-line. En general, la facilidad de uso fue considerada buena (3.93 sobre 5). Los resultados del cuestionario de la Etapa de Formación indican que la PAL-Wiki es fácil de aprender y utilizar.

La Tabla 5-9 presenta algunas estadísticas sobre el acceso a los procesos ágiles definidos en la PAL-Wiki en la etapa de formación de la Fase 2, junto con la facilidad de aprendizaje de cada proceso obtenida del cuestionario.

**Tabla 5-9.** Estadísticas de acceso a los procesos en la etapa de formación.

Procesos	Usuarios	Accesos	Tiempo medio / usuario (minutos)	Activos descargados	Facilidad de aprendizaje (escala 1-5)
Historias de usuario	53	1,075	11.23	149	3.933
Planificación	63	1,688	10.68	209	3.933
Desarrollo	117	2,298	7.43	163	3.600
Refactoring	34	725	7.78	33	4.200
Integración continua	48	1,281	8.77	175	3.867
Seguimiento periódico	45	811	5.33	153	3.267

Una regresión múltiple fue hallada ( $R^2 = 0.997$ ) entre las variables: usuarios ( $U$ ), accesos ( $A$ ), tiempo ( $T$ ) y activos descargados ( $D$ ) que actúan como predictoras de la Facilidad de aprendizaje ( $F$ ). La ecuación de regresión (E1) obtenida fue:

$$F = 3.58 - 0.0157 U + 0.000884 A + 0.0887 T - 0.00513 D \text{ (E1)}$$

La ecuación E1 muestra que los accesos, duración, y consulta y reuso de los activos almacenados en la PAL-Wiki influyen en el aprendizaje del proceso software. El repositorio de conocimiento es útil para el personal en empresas desarrolladoras de software que necesitan actualizar el entrenamiento de sus empleados.

La mejora del aprendizaje del proceso software también es demostrada a partir de un conjunto de correlaciones halladas en los datos de los cuestionarios de las etapas de formación y de proyecto. La Tabla 5-10 presenta las variables consideradas en las correlaciones encontradas y sus correspondientes coeficientes de correlación.

**Tabla 5-10.** Variables correlacionadas en las etapas de formación y de proyecto.

Correlación	Variable 1	Variable 2	R <sup>2</sup>
1	Acceso y entendimiento de los artefactos almacenados por procesos del cuestionario de la etapa de formación de Fase 2 (pregunta EF23).	Utilidad de los artefactos almacenados por procesos del cuestionario de la etapa de formación de la Fase 2 (pregunta EF25).	0.99
2	Acceso y entendimiento de los artefactos almacenados por procesos del cuestionario de la etapa de formación de la Fase 2 (pregunta EF23).	Calidad de los artefactos por procesos del cuestionario de la etapa de proyecto de la Fase 2 (pregunta EP30).	0.842
3	Facilidad de aprendizaje por procesos del cuestionario de la etapa de formación de la Fase 2 (pregunta EF24).	Calidad de información de los procesos del cuestionario de la etapa de proyecto de la Fase 2 (pregunta EP29).	0.895
4	Número de accesos por procesos en la PAL-Wiki.	Calidad de los artefactos por procesos del cuestionario de la etapa de proyecto de la Fase 2 (pregunta EP30).	0.842

La Correlación 1 muestra que los ingenieros de software al evaluar la facilidad para el acceso y entendimiento de los artefactos almacenados concuerdan también con la utilidad de dichos artefactos. La utilidad de artefactos tales como elementos de trabajo, productos de trabajo, vídeos, transparencias y ejemplos fue evaluada positivamente de acuerdo a su acceso y entendimiento por parte de los estudiantes en la etapa de formación. Este resultado



indica que los artefactos almacenados que se consideran útiles durante el aprendizaje de procesos están fuertemente asociados con su facilidad para ser accedidos y entendidos. Los ejemplos fueron los artefactos mejor evaluados por su facilidad de acceso y entendimiento (promedio 4.06 en escala 1-5) y obtuvieron una evaluación de su calidad también alta (promedio de 4.46 en escala 1-5) por contribuir con información práctica en la realización de las tareas. Otros artefactos como las discusiones al ser poco utilizadas obtuvieron una valoración baja de su calidad (promedio 2.85 en escala de 1-5).

Las Correlaciones 2 y 3 muestran relaciones positivas entre las etapas de formación y de proyecto. La Correlación 2 muestra que el acceso y entendimiento de los artefactos evaluados durante en la etapa de formación están relacionados con la calidad evaluada de los artefactos durante la etapa de proyecto. La Correlación 3 muestra que la facilidad de aprendizaje de los procesos en la etapa de formación está relacionada con la calidad de la información de los procesos en la etapa de proyecto. Ambas correlaciones indican la asociación entre la etapa de formación como una actividad de acceso, entendimiento y aprendizaje de procesos y la etapa de proyecto con respecto a la información y artefactos almacenados. Los ejemplos, vídeos y productos de trabajo son los artefactos con las mayores valoraciones (promedio de 3.80, 3.69 y 3.65 respectivamente), facilitando así el desarrollo de las prácticas durante la etapa de formación y mostrando que la calidad de su información para realizar los procesos sigue aún siendo relevante en el etapa de proyecto.

La Correlación 4 indica que la asociación que existe entre la cantidad de accesos a los procesos de la PAL-Wiki y la calidad de los artefactos de estos procesos evaluada por los estudiantes para realizar sus tareas en la etapa de formación. Estos resultados indican que entre mayores sean los accesos que realicen los usuarios y el uso del conocimiento almacenado en la PAL-Wiki, la calidad percibida de los artefactos también aumenta. Esta asociación muestra que un uso continuo de la wiki se relaciona con la capacidad de los artefactos almacenados para proporcionar ayuda en la ejecución de procesos.

Además, los 24 ítems de diferencial semántico de la etapa de formación de la Fase 2 relacionados con la presentación visual (pregunta EF22), la facilidad de acceso y comprensión de los artefactos (pregunta EF23), la facilidad de aprendizaje (pregunta EF24)

y la utilidad de los artefactos (pregunta EF25) tienen iguales distribuciones, utilizando pruebas *t-student* con intervalos de confianza de 95%.

Por lo tanto, el cuestionario de la etapa de proyecto muestra una valoración positiva de la calidad de los procesos y artefactos en el aprendizaje de procesos software.

#### **5.4.4 OBJETIVO 3: DETERMINAR SI EL USO DE LA PAL-WIKI MEJORA LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS DE TRABAJO DE LA EJECUCIÓN DE NUEVOS PROCESOS DE DESARROLLO**

El análisis realizado indica que los grados de corrección de los productos de trabajo generados por los usuarios están determinados por el acceso y uso de los activos de procesos almacenados en la PAL-Wiki.

Para el tercer objetivo de investigación, se recolectaron los grados de corrección de los productos de trabajo desarrollados por los sujetos de estudio durante la realización del proyecto final de la asignatura. Esta información se contrastó con el nivel de dificultad de cada proceso junto con la cantidad de accesos al sistema en la etapa de proyecto como se presenta en la Tabla 5-11.

Una regresión múltiple fue hallada ( $R^2 = 0.810$ ) entre las variables: accesos (*A*) y grado de dificultad de cada proceso (*D*) que actúan como predictoras del grado de corrección de los productos de trabajo (*G*). La ecuación de regresión (E2) obtenida fue:

$$G = 9,46 + 0,00684 A - 0,210 D \text{ (E2)}$$

**Tabla 5-11.** Accesos, grado de dificultad y grados de corrección de procesos.

Procesos	Accesos	Nivel de Dificultad	Grados de corrección
Gestión de Historias de usuario	458	15	9,89
Pruebas de Aceptación	136	10	8,67
Planificación de la iteración	144	13	5,77
Refactoring	87	14	7,22
Normativa de código	25	3	5,00
Diseño	36	12	7,50
Pruebas unitarias	86	30	3,78
Integración Continua	142	8	8,49
Seguimiento	105	16	7,08
Reunión Final	18	10	8,17

Los resultados del análisis de la Tabla 5-11 presentan una regresión múltiple entre los accesos de los usuarios en la etapa de proyecto, los puntajes de los procesos respectivos y los grados de corrección obtenidos en cada uno de ellos ( $R^2 = 0.810$ ) si se elimina el dato atípico del proceso de “Normativa de Código”. Esta ecuación indica que hay unos procesos con una mayor complejidad que requieren para su entendimiento y realización muchos más accesos que otros y que influyen en el resultado de la calidad de los productos de trabajo obtenidos. La componente de “Normativa de código” ha sido eliminada porque ha tenido muchos accesos, era de obligatorio cumplimiento y no se refería a etapas específicas de aprendizaje de un proceso, si no a su verificación. La calidad de los productos de trabajo desarrollados aumenta con la cantidad de accesos al sistema pero son regulados de acuerdo al nivel de complejidad de cada uno de dichos productos dentro del proyecto final.

Estos resultados expresan que los usuarios, una vez hayan aprendido el proceso de software, necesitan una mayor y mejor información, que por ser más difícil de recordar requerirá utilizar el repositorio de conocimiento de una forma más intensiva y continua.

### 5.5 CONCLUSIONES DE LA VALIDACIÓN

A partir de las estadísticas descriptivas realizadas durante la validación se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La PAL-Wiki fue utilizada durante todo el curso de aprendizaje de procesos ágiles y presenta una adopción constante de los procesos definidos con más de un acceso por usuario a la semana en las etapas de formación y de proyecto.
- Los cortos periodos de tiempo de acceso en la PAL-Wiki indican que los usuarios tardan poco tiempo buscando activos en la librería, encontrando la información necesaria y así dedicar más tiempo a realizar el proceso.

A partir de las de las respuestas al cuestionario de la etapa de formación se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Los datos del cuestionario de la etapa de formación indican una respuesta favorable de los usuarios con respecto a la utilidad y usabilidad percibida de la PAL-Wiki.

- La utilidad de los artefactos almacenados tuvo una evaluación muy positiva a nivel de ejemplos, vídeos y productos de trabajo proporcionados. Los procesos como “Refactoring”, “Gestión de historias de usuario”, “Planificación” y “Seguimiento” que incluían bastantes de estos artefactos tuvieron a su vez una valoración bastante positiva.
- Las discusiones fueron elementos del sistema con valoraciones muy bajas; estas valoraciones se deben a que fueron muy poco utilizadas, aunque se registraron accesos a dichas páginas, no hubo creación de hilos de discusión que permitieran un intercambio de conocimiento entre los participantes.
- La facilidad de uso de la PAL-Wiki indica una buena presentación y redacción de los contenidos, señalando que el sistema es fácil de aprender y utilizar, y que no es necesario consultar la ayuda ya que su uso es bastante intuitivo. La estructura de los contenidos se consideró compleja y no muy fácil de recordar debido a que la página principal contiene una gran cantidad de enlaces a diferentes aspectos del proceso definido. En general, la usabilidad se consideró buena (3.93, en escala de 1-5).
- La PAL-Wiki fue considerada útil por los estudiantes en aspectos tales como contribuir a mejorar la calidad de los productos desarrollados, en facilitar el aprendizaje de procesos, en ofrecer un conjunto de artefactos útiles y en almacenar y publicar conocimiento acerca del proceso.

A partir de las respuestas al cuestionario de la etapa de proyecto se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Los artefactos almacenados pudieron ser fácilmente reutilizados durante el desarrollo del proyecto y la PAL-Wiki se considera un repositorio de conocimiento adecuado para dar a conocer procesos de desarrollo, recomendándose su utilización en otros cursos sobre procesos software.
- Se considera la PAL-Wiki como un medio para aprender y entender el proceso a través de la consulta de sus contenidos, y la descarga y reutilización de ejemplos y productos de trabajo. Sin embargo, se presenta una escasa participación de los sujetos en discusiones y edición de contenidos. A pesar de no realizar algún tipo de intercambio de conocimiento entre los grupos de usuario, los sujetos evaluaron

positivamente la calidad de la información de procesos y de los artefactos almacenados en el sistema.

A partir de las pruebas de hipótesis y análisis de regresión y correlación realizados se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- No existen muchas diferencias entre los grados de corrección de los proyectos utilizando o no la PAL-Wiki. Los grados de corrección de la Fase 1 sin la utilización de la PAL-Wiki son en promedio mayores (7.91 vs 7.30), pero hay que resaltar que el *coaching* en esta fase fue mucho menor, y los sujetos aprendieron y resolvieron sus dudas acerca del proceso accediendo y consultando la información y artefactos almacenados para la realización de las prácticas y el proyecto final. Esto conlleva a una disminución de la carga de trabajo de los instructores, un aumento del trabajo autónomo de los sujetos y unos productos de trabajo desarrollados con una calidad aceptable a partir de la realización del proceso definido en la PAL-Wiki.
- Se determinaron un conjunto de correlaciones altas y positivas entre los resultados de las valoraciones de los estudiantes sobre el conocimiento de los procesos de desarrollo en las etapas de formación y de proyecto.
- Para demostrar la relación entre el proceso de desarrollo utilizado y la calidad de los productos de trabajo del proyecto final se obtuvo una ecuación de regresión múltiple. La ecuación indica que el uso de la PAL-Wiki reflejado a través de los accesos de los usuarios y dependientes de los criterios de evaluación asignados predice la calidad de los productos de trabajo desarrollados. La calidad de los productos de trabajo desarrollados aumenta con la cantidad de accesos al sistema pero son regulados de acuerdo al peso asignado a los criterios de cada uno de dichos productos dentro del proyecto final.

Comparando los resultados obtenidos en las etapas de formación y proyecto, la PAL-Wiki obtuvo una mejor evaluación en la etapa de formación (75.9% vs 57.9%). Entre algunas razones para explicar esta última valoración están: la estructura de la wiki que está basada en procesos, actividades, tareas, elementos de trabajo y productos de trabajo difiere de la estructura de los productos de trabajo solicitados en el proyecto final, y el motor de búsqueda de la PAL-Wiki no realiza búsquedas dentro de las transparencias y los artefactos

almacenados. Además, los sujetos accedieron muy poco al repositorio en las semanas finales de acuerdo a las estadísticas de acceso ya que tenían un periodo de vacaciones. Al llegar a la última semana, los estudiantes trabajan con el mismo conocimiento almacenado en la PAL-Wiki, pero al tener una mayor experiencia en su uso requieren de una mejor información. Por esto, las percepciones del cuestionario de la etapa de proyecto son menores que las de formación.

En resumen, se puede concluir que los estudiantes han valorado positivamente la PAL-Wiki como medio de aprendizaje y uso de los procesos, siendo los campos mejor valorados la presentación visual, su facilidad de uso y de aprendizaje, y su contribución para mejorar la calidad de los productos desarrollados por medio de un conjunto de activos útiles y reutilizables. Estas valoraciones concuerdan con los indicadores de acceso que indican un acceso y uso permanente de la PAL-Wiki durante el curso que influye en la obtención de conocimiento sobre el proceso software, el desarrollo de su capacidad de comprenderlo por medio del desarrollo de las prácticas y aprender a utilizarlo mediante su aplicación en proyectos.

## **6. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

Esta tesis doctoral ha proporcionado una PAL basada en un sistema Web 2.0 que permite facilitar un ambiente de aprendizaje efectivo para ayudar a los ingenieros de software a conocer y aprender un proceso software definido en una organización con un mayor grado de independencia, dar soporte a los usuarios del proceso en la definición y despliegue de activos de procesos, proporcionar mecanismos para compartir conocimiento sobre procesos software y ofrecer un repositorio de conocimiento con artefactos útiles y de fácil acceso para su reutilización en proyectos software.

A continuación se presentan las conclusiones y futuras líneas de investigación de esta tesis doctoral.

### **6.1 CONCLUSIONES**

Los resultados de la tesis doctoral concuerdan con la evidencia existente que señalan a los sistemas wikis como formas escalables para la documentación acerca de procesos y proyectos (Riechert & Berger, 2009) (Louridas, 2006). Además, los resultados coinciden en la utilización de wikis como tecnologías clave para implementar las mejores prácticas de la ingeniería del software y como canales efectivos de aprendizaje y uso del proceso software en términos de costo, eficiencia y economía (Jones, 2009).

A continuación se presentan las principales aportaciones de la investigación realizada:

1. Se ha realizado una propuesta para resolver el problema de implementar mecanismos que apoyen el aprendizaje y uso de procesos de software mediante el desarrollo de

una PAL que utiliza técnicas de gestión del conocimiento utilizando sistemas wiki para definir y desplegar el proceso software.

2. Se han definido un modelo del proceso de gestión del conocimiento sobre los activos de proceso gestionados en una PAL. El proceso se implementa de forma gradual y está orientado a la adquisición, organización, distribución, utilización, preservación y medición del conocimiento de procesos genéricos de software.
3. Se ha propuesto un modelo estructural del conocimiento que debe poseer una PAL que utiliza técnicas de gestión del conocimiento por medio de una guía de procesos que articula los usuarios, los procesos de gestión del conocimiento y los activos de proceso asociados.
4. Se han implementado los sub-procesos básicos y de soporte definidos para la PAL-Wiki en un curso de aprendizaje de procesos de desarrollo ágil. Esta implementación comprueba que la PAL-Wiki proporciona soporte para el aprendizaje y uso del proceso software. Los elementos de proceso y activos de proceso incluidos en la PAL-Wiki son fácilmente creados, organizados, actualizados y medidos por el equipo de gestión de procesos (instructores) y los equipos de desarrollo (ingenieros de software) pueden buscar, consultar y reutilizar los activos de procesos para crear los productos de trabajo durante las etapas de formación y de proyecto.
5. Se ha propuesto dos etapas para la utilización de la PAL-Wiki por parte de los ingenieros de software interesados en el aprendizaje de nuevos procesos software: I) Etapa de formación, para aprender los fundamentos básicos de los procesos y II) Etapa de proyecto, para aplicar los conceptos aprendidos en situaciones más complejas y reales.

Los beneficios aportados por la tesis doctoral son:

1. Los resultados implican que aplicar un sistema wiki como repositorio de conocimiento para implementar una librería de activos de proceso tiene ventajas para el aprendizaje del proceso software. Los resultados demuestran que los aprendices acceden, consultan y reutilizan los diferentes artefactos almacenados para aprender el proceso. La interfaz sencilla e intuitiva de la PAL-Wiki permite una rápida consulta de sus principales secciones.



2. La PAL-Wiki ofrece una infraestructura fácil de usar para almacenar, actualizar y acceder al conocimiento del proceso mejorando así el uso de los procesos y motiva a los ingenieros a explorar e investigar conceptos autónomamente para interiorizar e institucionalizar el conocimiento del proceso software en la organización.
3. A partir de los análisis de datos realizados, la PAL-Wiki es un medio útil para publicar conocimiento sobre el proceso software y la reutilización de los activos de proceso almacenados mejora la calidad de los productos de trabajo desarrollados.
4. La funcionalidad y estructura definidas sirven como guías para implementar futuras PAL-Wiki ya que los modelos de referencia sobre procesos software indican lo que la PAL debe incluir pero no cómo implementarlas.
5. A partir de los cuestionarios realizados, se puede concluir que la PAL-Wiki es un ambiente efectivo de aprendizaje para el entrenamiento en nuevos procesos software debido a que tuvo un impacto positivo sobre el aprendizaje y uso de procesos ágiles, proporcionado material de soporte útil y fácilmente accesible que contribuyó a realizar las tareas durante las prácticas y proyectos.
6. Las etapas de aprendizaje del proceso software a través de la PAL-Wiki permiten que los ingenieros de software puedan pensar tanto inductivamente, a partir de las prácticas a elaborar donde se consultan ejemplos específicos para la comprensión de conceptos; como deductivamente, utilizando esas ideas aprendidas para aplicarlas en situaciones nuevas o proyectos. Los ingenieros de software obtienen conocimiento, desarrollan su capacidad de comprenderlo y aprenden a utilizarlo.

## **6.2 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

Las futuras líneas de investigación que han surgido a partir del desarrollo de la tesis son:

- Automatizar el proceso de adquisición del conocimiento del proceso software de la PAL-Wiki.
- Integración del conocimiento tácito surgido a partir de los cambios realizados a partir de la edición colaborativa de los contenidos y de la participación de los usuarios en las discusiones.
- Implementar y validar los sub-procesos avanzados de la PAL-Wiki relacionados con:

- La visualización del conocimiento utilizando mapas de conocimiento debido a que la visualización implementada se fundamenta en guías de proceso basadas en texto.
- La gestión del conocimiento de proyectos debido a que el repositorio de proyectos implementado en esta tesis era independiente de la PAL-Wiki y se requiere su integración.
- Implementar técnicas que permitan el uso de la PAL-Wiki para usuarios avanzados y así diferenciar las etapas de formación y de proyecto, debido a que durante la etapa de proyecto, los sujetos del experimento apreciaron la calidad de la información acerca de los procesos pero reportaron que requieren de un acceso aún más rápido y directo a los contenidos.
- Incluir posibles mejoras desde el aspecto organizativo en lugar del técnico para promover la construcción de una comunidad general de usuarios, ya que durante el experimento las comunidades formadas se limitaron a los equipos de trabajo constituidos. Para lograr este tipo de comunidad, las directivas de la organización deben incentivar a los usuarios a publicar los activos de procesos generados y adaptados.

## REFERENCIAS

(Abeti et al., 2009) Abeti, L., Ciancarini, P. y Moretti, R. Wiki-based Requirements Management for Business Process Reengineering, Wikis for Software Engineering, Wikis4SE ICSE, 2009.

(Adler, 2008) Adler, R. Knowledge engines for critical decision support, Knowledge Management Strategies: A Handbook of Applied Technologies. Chapter V, Information Science Reference, pp. 143-169, 2008.

(Agile, 2010) The Agile Alliance Home Page. <http://agilemanifesto.org/home>.

(Aguiar et al., 2005) Aguiar, A. y David G. WikiWiki Weaving Heterogeneous Software Artifacts, WikiSym '05, Octubre, 2005.

(Alavi et al., 2001) Alavi, M. y Leidner, D. Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. MIS Quarterly, 25(1), pp. 107-136. 2001.

(Allison et al., 2007) Allison, I. y Merali, Y. Software Process Improvement as Emergent Change: A Structural Analysis, Information and Software Technology, 49, pp. 668-681, 2007.

(Alshayeb et al., 2006) Alshayeb, M. y Li, W. An empirical study of relationships among extreme programming engineering activities, Information and Software Technology, 48 (11), pp. 1068-1072, 2006.

(Al-Yahya, 2008) Al-Yahya, M. Using Wikis for Software Engineering Group Projects: Experiences of Students and Instructors, Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2008, pp. 4935-4940.

(Andersen, 2005) Andersen, E. Using Wikis in a Corporate Context, Handbuch e-Learning, Enero 2005.

(Armitage et al., 1994) Armitage, J. y Kellner, M. A Conceptual Schema for Process Definitions and Models, Proceedings of the Third International Conference on the Software Process, IEEE Computer Society Press, Octubre 1994.

(Aurum et al., 2008) Aurum, A., Daneshgar, F. y Ward, J. Investigating knowledge management practices in software development organisations – An Australian experience, *Information and Software Technology*, 50(6), pp. 511-533, 2008.

(Barreto et al., 2008) Barreto, A., Barros, M. y Werner, M. Staffing a Software Project: A Constraint Satisfaction and Optimization Based Approach, *Computers and Operations Research*, Special Issue on Search-Based Software Engineering, Vol. 35, No. 10, pp. 3073-3089, 2008.

(Basili et al., 1994) Basili, V., Caldiera, G. y Rombach, D. Experience Factory, *Encyclopedia of Software Engineering*, Volume 1, pp. 476-496, John Wiley & Sons, 1994.

(Baskerville et al., 2006) Baskerville, R. y Dulipovici, A. The theoretical foundations of knowledge management, *Knowledge Management Research & Practice*, 4 (2), pp. 83-105, 2006.

(Bayona et al., 2008) Bayona S., Calvo, J.A., Cuevas G., San Feliu T. y Sánchez, A. Process Deployment in a Multi-site CMMI Level 3 Organization: A Case Study, *Computer and Information Science*, pp. 147-156, 2008.

(Beck et al., 2004) Beck, K. y Andres, C. *Extreme Programming Explained: Embrace Change*, Addison Wesley, Boston, 2004.

(Beck et al., 2009) Beck J., Almstrum, V., Ellis, H. y Towhidnejad, M. Best practices in Software Engineering Project Class Management, *SIGCSE 2009*, pp. 201-202.

(Beecham et al., 2003) Beecham, S., Hall, T. y Rainer, A. Software Process Improvement Problems in Twelve Software Companies: An Empirical Analysis, *Empirical Software Engineering*, 8(1):7-42, 2003.

(Ben-Chaim et al., 2009) Ben-Chaim, Y., Farchi, E. y Raz, O. An Effective Method for Keeping Design Artifacts Up-To-Date, *Wikis for Software Engineering*, Wikis4SE ICSE, 2009.

(Binney, 2001) Binney, D. The Knowledge Management Spectrum - Understanding the KM Landscape, *Journal of Knowledge Management* (5)1, pp. 32-42, 2001.

(Bjornson et al., 2008) Bjornson, F. y Dingsoyr, T. Knowledge management in software engineering: A systematic review of studied concepts, findings and research methods used, *Information and Software Technology*, 50(11), pp. 1055-1068, 2008.

(Bodner et al., 1999) Bodner, R. y Chignell, M. Dynamic Hypertext: Querying and Linking, *ACM Computing Surveys*, 31(4):15, 1999.

(Borges et al., 2002) Borges, L. y Falbo, R. Managing Software Process Knowledge. Proceedings of the International Conference on Computer Science, Software Engineering, Information Technology, e-Business, and Applications (CSITeA'2002), pp. 227 - 232, Foz do Iguazu, Brazil, 2002.

(Brunk, 1999) Brunk, B. Overview and Preview Tools for Navigating the World-Wide Web, SILS Technical Report TR-1999-03, Julio 1999.

(Burke et al., 2005) Burke, D. y Howard, W. Knowledge Management and Process Improvement: A Union of Two Disciplines, the Journal of Defense Software Engineering, 2005.

(Burnstein, 2003) Burnstein, I. Practical software testing: A process-oriented approach, Springer Professional Computing, USA, pp. 503-536, 2003.

(Caldwell, 2002) Caldwell, F. Knowledge Management Scenario: What's Next?, Gartner U.S. Symposium ITXPO, 2002.

(Calvo-Manzano et al., 2008a) Calvo-Manzano, J.A., Cuevas, G., San Feliu, T. y Serrano, A. A Process Asset Library to Support Software Process Improvement in Small Settings, EuroSPI 2008: 25-35, 2008.

(Calvo-Manzano et al., 2008b) Calvo-Manzano, J., García, I., y Arcilla, M. Hacia la Gestión Cuantitativa en la Gestión de Proyectos en el Ámbito de las Pymes, Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software, 4(2), pp. 7-19, 2008.

(Canfora et al., 2006) Canfora, G., García, F., Ruiz, F. y Visaggio, C. A. Applying a framework for the improvement of software process maturity, Software: Practice & Experience, vol. 36, pp. 283-304, 2006.

(Chau et al., 2005) Chau, T. y Maurer, F. A case study of wiki-based experience repository at a medium-sized software company, Proc. of the 3rd international conference on knowledge capture, pp. 185-186, 2005.

(Clyde, 2005) Clyde, L. A. Wikis. Teacher Librarian, 32(4), pp. 54-56, 2005.

(Cuevas, 2002) Cuevas, G. Gestión del Proceso Software, Centro de Estudios Ramón Areces, 2002.

(Chau et al., 2005) Chau, T. y Maurer, F. A Case Study of Wiki-based Experience Repository at a Medium-sized Software Company, Proceedings of Knowledge Capture 2005, October 2-5, 2005, Banff, Canada.

(Derniame et al., 2004) Derniame, J.C. y Oquendo, F. Key issues and new challenges in software process technology, SPT, Software Process Technology, Novatica, Spain, 5(5), pp. 15-20, 2004.

(Dieng et al., 1999) Dieng, R., Corby, O., Giboin, A. y Ribière, M. Methods and Tools for Corporate Knowledge Management, Proceedings of the 11th Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management (KAW'98), Banff, Alberta, Canada, International Journal of Human-Computer Studies, Special Issue on Organizational Memory and Knowledge Management, 1999.

(Driessen et al., 2007) Driessen, S., Huijsen, W. O. y Grootveld, M. A framework for evaluating knowledge-mapping tools, Journal of Knowledge Management, 11(2), 109-117, 2007.

(Ebersbach, 2008) Ebersbach, A. Wiki: Web Collaboration, Springer Science Business Media.

(Edwards et al., 2005) Edwards, J.S., Shaw, D. y Collier, P.M. Knowledge management systems: finding a way with technology, Journal of Knowledge Management, Emerald Group Publishing Limited, 9(1), pp. 113-125, 2005.

(Elia et al., 2008) Elia, G., Margherita, A., Taurino, C. y Damiani, E. A Web 2.0 Platform Supporting Collaborative Development of Personal Skills, Database and Expert Systems Application, DEXA '08, 19th International Conference, pp. 633-638. 2008.

(EPF, 2009) EPF Composer, <http://www.eclipse.org/epf/general/description.php>

(Estay, 2007) Estay, C. Rigor y Relevancia, Perspectivas Filosóficas y Gestión de Proyectos de Investigación - Acción en Sistemas de Información, Tesis Doctoral, Universitat Internacional de Catalunya. Barcelona, 2007.

(EyzLib, 2009) EyzLib, <http://www.processworksgroup.com>

(Dangle et al., 2005) Dangle, K.C., Larsen, P., Shaw, M. y Zelkowitz, M. Software process improvement in small organizations: A case study, IEEE Software, 22(6), pp. 68-75, 2005.

(Davenport, 1993) Davenport, T. Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology, Harvard Business School Press, 1993.

(Davenport et al., 2000) Davenport, T. H. y Prusak, L. Working knowledge: How organizations manage what they know, Boston, Harvard Business School Press, 2000.

(Figueiredo, 2009) Figueiredo F. Extending and Integrating Wikis to Improve Software Documentation, Wikis for Software Engineering, Wikis4SE ICSE, 2009.

(Florac et al., 1997) Florac, W., Park, R. y Carleton, A. Practical Software Measurement: Measuring for Process Management and Improvement, SEI Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, CMU/SEI-97-HB-003, Pittsburgh. 1997.

(Fogle et al., 2001) Fogle, S., Loulis, C. y Neuendorf, B. The Benchmarking Process: One Team's Experience, Software Productivity Consortium, IEEE Software, 2001.

(Fokaefs et al., 2009) Fokaefs M., Bauer, K. y Stroulia E. WikiDev 2.0: Web-based Software Team Collaboration, Wikis for Software Engineering, Wikis4SE ICSE, 2009.

(Forrester, 2006) Forrester, E. A Process Research Framework, the International Process Research Consortium (IPRC), 2006.

(Fowler et al., 1990) Fowler, P. y Rifkin, S. Software Engineering Process Group Guide, CMU/SEI-90-TR-024, Carnegie Mellon University, 1990.

(Fowler et al., 2001) Fowler, M. y Highsmith, J. The Agile Manifesto, Software Development, pp. 28-32, Agosto 2001.

(Fuggetta, 2000) Fuggetta, A. Software Process: A Roadmap, 22nd International Conference on Software Engineering (ICSE'2000), Future of Software Engineering Track, Junio 4-11, Limerick (Irlanda), ACM, 2000.

(Fuggetta et al., 2005) Fuggetta, A. y Sfardini, L. Software Engineering Methods and Technologies, R.H. Thayer and M. Dorfman Editors, Software Engineering. Vol. 2: The Supporting Process, Third edition, IEEE Computer Society, 2005.

(García, 2004a) García, S. Improving Process Improvement with Process Asset Libraries, Draft CMU/SEI-2004-TN-XXX, Carnegie Mellon University / Software Engineering Institute, Marzo 2004.

(García, 2004b) García, S. What is a Process Asset Library? Why Should You Care, Aimware Professional Services, Inc, Boston, MA, USA, 2004.

(García et al., 2007) García, S. y Turner, R. CMMI Survival Guide, Just Enough Process Improvement, Pearson Education, 2007.

(Gladney et al., 1994) Gladney, H., Belkin, M., Ahmed, Z., Fox, E., Ashany, R. y Zemankova, M. Digital Library: Gross Structure and Requirements, Proceedings of the First Annual Conference on the Theory and Practice of Digital Libraries, San Antonio, Texas, EEUU, 1994.

(Goddard, 2009) Goddard Space Flight Center Process, URL <http://software.gsfc.nasa.gov/process.cfm>

(Handzic, 2004) Handzic, M. Knowledge Management: through the Technology Glass, World Scientific Publishing, 2004.

(Hasan et al., 2006) Hasan, H. y Pfaff, C. The Wiki: an Environment to Revolutionise Employees' Interaction with Corporate Knowledge, OZCHI '06: Proceedings of the 20th conference of the computer-human interaction special interest group (CHISIG) of Australia on Computer-Human Interaction: Design: Activities, Artefacts and Environments, pp. 377-380, 2006.

(Hasan et al., 2007) Hasan, H., Meloche, J.A., Pfaff, C.C. y Willis, D. Beyond Ubiquity: Co-creating Corporate Knowledge with a Wiki, International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies, 2007, UBICOMM '07, pp. 35-40, 2007.

(Highsmith, 2000) Highsmith, J. Adaptive Software Development: An Evolutionary Approach to Managing Complex Systems, Dorset House Publishing, 2000.

(Hollenbach et al., 1996) Hollenbach, C. y Frakes, W. Software Process Reuse in an Industrial Setting, Proceedings 4th International Conference on Software Reuse (ICSR '96), pp. 22-30, 1996.

(Humphrey, 2001) Humphrey, W. A Discipline for Software Engineering, Pearson Education, 2001.

(Hyung et al., 2004) Hyung Lee, D. y Garbajosa-Sopeña, J. A. Taxonomy of Software Engineering Environment Services: The Upcoming ISO/IEC Standard 15940 SPT, Software Process Technology, UPGRADE Vol. V, No. 5, 2004.

(Jacobson et al., 2007) Jacobson, I., Wei, P. y Spence, I. Enough Process - Let's Do Practices, Journal of Object Technology, 6(6):41-66, July-August, 2007.

(Jalote, 2002) Jalote, P. Software Project Management in Practice, Addison Wesley, 2002.

(Jennex et al., 2003) Jennex, M. y Olfman, L. Organizational Memory, Handbook on Knowledge Management, Chapter 11, Vol. 1, Springer, Berlin, pp. 207-234, 2003.

(Jedlitschka et al., 2005) Andreas Jedlitschka, Dietmar Pfahl: Reporting guidelines for controlled experiments in software engineering, ISESE, pp. 95-104, 2005.

(Jiranida, 2009) Jiranida A. Interdisciplinary Collaboration through Wikis in Software Development, Wikis for Software Engineering, Wikis4SE ICSE, 2009.

(Jones, 2004) Jones, L.G. Software process improvement and product line practice: Building on your process improvement infrastructure (CMU/SEI-2004-TN-044, ADA431119), Software Engineering Institute/Carnegie Mellon University, 2004.



(Jones, 2009) Jones, C. Software Engineering Best Practices: Lessons from Successful Projects in the Top Companies, McGraw-Hill, pp. 255-256, 2009.

(Juristo et al., 2001) Juristo N. y Moreno A. M. Basics of Software Engineering Experimentation, Kluwer Academic Publishers, 2001.

(Kaltio, 2001) Kaltio, T. Software Process Asset Management and Deployment in a Multi-Site Organization, Nokia Mobile Phones, Helsinki, Finlandia, 2001.

(Kellner et al., 1993) Kellner, M. I. y Phillips, R. W. Practical Technology for Process Assets, Proceedings of the 8th International Software Process Workshop: State of the Practice in Process Technology, Wadern, Germany, IEEE Computer Society Press, pp. 107–112, 1993.

(Kellner et al., 1996) Kellner, M. I., Briand, L. y Over, J.W. A Method for Designing, Defining, and Evolving Software Processes, Proceedings of the 4th International Conference on the Software Process: Improvement and Practice, Brighton, England, UK, December 2–6, 1996, IEEE Computer Society Press, pp. 37-48, 1996.

(Kille, 2006) Kille, A. Wikis in the Workplace: How Wikis Can Help Manage Knowledge in Library Reference Services, LIBRES, 15, 2, 2006.

(Knauss et al., 2009) Knauss E, Brill O., Kitzmann I. y Flohr T. SmartWiki: Support for High-Quality Requirements Engineering in a Collaborative Setting Leveraging Semantic Data Wikis for Distributed Requirements Elicitation, Wikis for Software Engineering, Wikis4SE ICSE, 2009.

(Kneuper, 2002) Kneuper, R. Supporting Software Processes Using Knowledge Management, Handbook of Software Engineering and Knowledge Engineering, Vol. II. 2002.

(Kubleck et al., 2010) Klubeck, M., Langthorne, M., y Padgett, D. Why Organizations Struggle So Hard To Improve So Little: Overcoming Organizational Immaturity, Chapter 15: Getting Organized with a Process Asset Library, Praeger Publishers, 2010.

(Kühn et al., 1997) Kühn, O. y Abecker, A. Corporate Memories for Knowledge Management in Industrial Practice: Prospects and Challenges, Journal of Universal Computer Science, Vol. 3, No.8, pp.929-954, 1997.

(Kulpa et al., 2003) Kulpa, M. K. y Kent, J. Interpreting the CMMI, A Process Improvement Approach, Auerbach Publications, 2003.

(Layman et al., 2006) Layman, L., Williams, L., Damian, D. y Bures, H. Essential communication practices for extreme programming in a global software development team, Information and Software Technology, 48(9), pp. 781–794, 2006.

(Layman, 2005) Layman, B. Implementing an Organizational Software Process Improvement Program, Software Engineering 3rd Edition, Volume 2/Chapter 8, IEEE Computer Society Press, 2005.

(Lehner, 2004) Lehner, F. Organizational memory, J.H.E. Andriessen and B. Fahlbruch, Editors, How to Manage Experience Sharing? From Organisational Surprises to Organisational Knowledge, Elsevier, Amsterdam, 2004.

(Leuf et al., 2001) Leuf, B., y Cunningham, W. The Wiki Way: Quick Collaboration on the Web, Addison-Wesley, 2001.

(Li et al., 2009) Li, J., Ayala, C. y Conradi R. Role-Based Wiki for Reuse of Off-the-Shelf Components, Wikis for Software Engineering, Wikis4SE ICSE, 2009.

(Louridas, 2006) Louridas, P. Using Wikis in Software Development. IEEE Software, Vol. 23 no. 2, pp. 88-91, 2006.

(Lytras et al., 2008) Lytras, M., Russ, M., Maier, R. y Naeve, A. Knowledge Management Strategy for Web 2.0 Integration, Knowledge Management Strategies: A Handbook Of Applied Technologies, IGI Publishing, Hershey, New York, 2008.

(Lytras et al., 2009) Lytras, M., Damiani, E y Ordóñez de Pablos, P. Web 2.0: The Business Model, Springer, 2009.

(Maier, 2002) Maier, R. State-of-Practice of Knowledge Management Systems: Results of an Empirical Study, Upgrade, 3(1):15-23, 2002.

(Maier, 2007) Maier, R. Knowledge Management Systems: Information and Communication Technologies for Knowledge Management, Berlin, Springer, 2007.

(Majchrzak et al., 2006) Majchrzak, A., Wagner, C. y Yates, D. Corporate Wiki Users: Results of a Survey, WikiSym'06, 2006, Odense, Denmark.

(Maurer et al., 2002) Maurer F. y Holz, H. Integrating Process Support and Knowledge Management for Virtual Software Development Teams, Annals of Software Engineering, Vol. 14, Issue 1-4, pp. 145-168, 2002.

(McAfee, 2006) McAfee, A. Mastering the Three Worlds of Information Technology, Harvard Business Review, November, 141-149, 2006.

(McFeeley, 1996) McFeeley, B. Software Engineering Institute, IDEAL: A Users Guide for Software Process Improvement, Handbook CMU/SEI-96-HB-001, Febrero 2006.

(Melnik et al., 2005) Melnik, G. y Maurer, F. A cross-program investigation of students' perceptions of agile methods, Proceedings of the 27th international conference on Software engineering (ICSE), ACM Press, pp. 481–488, 2005.

(Mentzas et al., 2001) Mentzas, G., Apostolou, D., Young, R. y Abecker, A. Knowledge Networking: a Holistic Solution for Leveraging Corporate Knowledge, Journal of Knowledge Management, Volume 5, Number 1, pp. 94-107(14), 2001.

(Microsoft, 2010) Microsoft Corporation, Team Foundation Server. <http://msdn.microsoft.com/es-es/vstudio/default.aspx>

(Müller et al., 2006) Müller, C. y Dibbern, P. Selbstorganisiertes Wissensmanagement in Unternehmen auf Basis der Wiki-Technologie – ein Anwendungsfall, HMD –Praxis der Wirtschaft, 252, pp. 45-54, 2006.

(Murugesan, 2007) Murugesan, S. Understanding Web 2.0, IEEE Computer Society, IT Professional, Vol. 9, No. 4, pp. 34-41, Julio-Agosto 2007.

(Myllylä, 2000) Myllylä, S. SWEP User Study 1999 - Summary of Findings, Project report and presentation material, 12+19p, Mayo 2000.

(Niazi et al., 2005) Niazi, M., Wilson, D., Zowghi, D. A maturity model for the implementation of software process improvement: an empirical study, The Journal of Systems and Software, Vol. 74 No.2, pp.155, 2005.

(Nielsen, 2006) Participation Inequality: Lurkers vs Contributors in Internet Communities, Jakob Nielsen's Alertbox, [http://www.useit.com/alertbox/participation\\_inequality.html](http://www.useit.com/alertbox/participation_inequality.html).

(Nolan Norton, 1998) Nolan Norton Institute, Putting the Knowing Organization to Value, White Paper, Agosto 1998.

(Nonaka, 1994) Nonaka, I. A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation, Organization Science, Vol. 5, pp. 14-37, 1994.

(Nonaka et al., 1995) Nonaka, I. y Takeuchi, H. The Knowledge Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation, Oxford University Press, New York, 1995.

(Nonaka, 1998) Nonaka, I. The Knowledge Creating Company, Harvard Business Review on Knowledge Management, Harvard Business School Press, Boston, 1998.

(OMG, 2008) OMG, Software & Systems Process Engineering Meta-Model Specification (SPEM) 2.0, 2008.

(Oren et al., 2006) Oren, E., Völkel, M., Breslin, J.G., Decker, S. Semantic wikis for personal knowledge management, Bressan, S., Küng, J., Wagner, R., eds.: DEXA, Volume 4080 of Lecture Notes in Computer Science, Springer, pp. 509-518, 2006.

(Osellus, 2010) Osellus. IRIS Process Author. <http://www.osellus.com/IRIS-PA>

(Paulk et al, 1993) Paulk M., Weber C. y Chrissis M. B. Key Practices of the Capability Maturity Model for Software, Version 1.1, Technical Report CMU/SEI-93-TR-25, SEI, 1993.

(Park, 2009) Park, S. Y. An Analysis of the Technology Acceptance Model in Understanding University Students' Behavioral Intention to Use e-Learning. Educational Technology & Society, 12 (3), 150–162, 2009.

(Plumley, 2003) Plumley, D. Process-based Knowledge Mapping: A Practical Approach to Prioritising Knowledge in Terms of its Relevance to a Business or KM Objective, Knowledge Management Magazine, Marzo, 2003.

(PHPWiki, 2010) PHPWiki. <http://phpwiki.sourceforge.net/>

(Radziwill et al., 2004) Radziwill, N.M. y Shelton, A.L. TWiki as a Platform for Collaborative Software Development Management, Advanced Software, Control, and Communication Systems for Astronomy, Edited by Lewis, Hilton; Raffi, Gianni, Proceedings of the SPIE, Volume 5496 Glasgow, UK, pp. 609-617, 2004.

(Raffo et al., 2008) Raffo, D. y Wakeland, W. Moving Up the CMMI Capability and Maturity Levels Using Simulation, Technical Report CMU/SEI-2008-TR-002, Software Engineering Institute, 2008.

(Ras et al., 2009) Ras, E. y Weber, S. Software Organization Platform: Integrating Organizational and Individual Learning, Wikis for Software Engineering, Wikis4SE ICSE, 2009.

(Rech et al., 2007a) Rech J., Bogner C. y Haas V., Using Wikis to Tackle Reuse in Software Projects, IEEE Software, 2007.

(Rech et al., 2007b) Rech, J., Ras, E. y Decker, B. Riki: A System for Knowledge Transfer and Reuse in Software Engineering Projects, Open Source for Knowledge and Learning Management: Strategies beyond Tools, M. Lytras and A. Naeve, Eds.: Idea Group, Inc., 2007.

(Riechert et al., 2009) Riechert T. y Berger T., Leveraging Semantic Data Wikis for Distributed Requirements Elicitation, Wikis for Software Engineering, Wikis4SE ICSE, 2009.

(Roca, J.C., et al., 2006) Roca, J.C., Chiu C.M. y Martinez F. J. Understanding e-learning continuance intention: An extension of the technology acceptance model, *International Journal of human-computer studies*, 64(8), pp. 683-696. 2006.

(Romberg, 2008) Romberg, T. Wiquila – a Wiki Rich Client that Mixes Well with Other Sources of Software Project Information, *Third Workshop on Wikis for Software Engineering*, Porto, Portugal, September 8, 2008.

(Ruiz-González et al., 2004) Ruiz-González, F. y Canfora, G. Software Process Technology: Improving Software Project Management and Product Software Process Technology, *the European Journal for the Informatics Professional*, Vol. V, No 5, Octubre 2004.

(Rus et al., 2001) Rus, I., Lindvall, M. y Sinha, S. Knowledge Management in Software Engineering, *the Data & Analysis Center for Software (DACS) State-of-the-Art-Report*, 2001.

(Schwaber et al., 2001) Schwaber, K. y Beedle, M. *Agile Software Development with SCRUM*, Prentice-Hall, 2001.

(Scott et al., 2002a) Scott, L., Carvalho, L. y Ross, J. A Process-Centred Experience Repository for a Small Software Organisation, *Proceedings of the 2002 Asia-Pacific Software Engineering Conference*, pp. 603-609, 2002.

(Scott et al., 2002b) Scott, L., Carvalho, L., Ross, J., D'Ambra, J. y Becker-Kornstaedt, U. Understanding the Use of an Electronic Process Guide, *Information and Software Technology*, Vol. 4, No. 10, 1, pp. 601-616(16), 2002.

(SEI, 2006) Software Engineering Institute, *CMMI for Development, Version 1.2*, Software Engineering Institute, Universidad Carnegie Mellon, Agosto 2006.

(Select, 2009) Select Process Director. Página Web en <http://www.selectbs.com/adt/process-improvement/select-process-director>.

(Sheard, 2003) Sheard, S. A. Process Implementation, *Proceeding of the 13th Annual Symposium of the International Council on Systems Engineering*, Arlington, VA.

(Soles et al., 2009) Soles C., Ali, N. y Babar, M.A. A Spatial Hypertext Wiki for Architectural Knowledge Management, *Wikis for Software Engineering, Wikis4SE ICSE*, 2009.

(SSC, 2009) Space and Naval Warfare (SPAWAR) Systems Center San Diego (SSC San Diego), <http://sepo.spawar.navy.mil/>

(Stoyko et al., 2007) Stoyko, P. y Fang, Y. Lost & Found: A Smart-practice Guide to Managing Organizational Memory, Library and Archives Canada Cataloguing in Publication, pp 19, 2007.

(TikiWiki, 2010) TikiWiki. <http://tikiwiki.org/>

(Tiwana, 2002) Tiwana, A. The Knowledge Management Toolkit, Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, pp. 125-289, 2002.

(Tramullas, 2002) Tramullas, J. Propuestas de Concepto y Definición de la Biblioteca Digital, III Jornadas de Bibliotecas Digitales (JBIDI'02), El Escorial, Madrid, pp. 11-20, Noviembre, 2002.

(Turner, 2007) Turner, R. Toward Agile systems engineering processes, Crosstalk, The Journal of Defense Software Engineering, pp. 11-15, 2007.

(TWiki, 2010) TWiki. <http://twiki.org>

(UseModeWiki, 2010) UseModeWiki. <http://www.usemod.com/cgi-bin/wiki.pl>

(Vermaa et al., 2008) Vermaa, A. y Tiwari, M.K. Role of Corporate Memory in the Global Supply Chain Environment, International Journal of Production Research, Taylor & Francis, pp. 1-32, 2008.

(Wagner, 2005) Wagner, C. Supporting Knowledge Management in Organizations with Conversational Technologies: Discussion Forums, Weblogs, and Wikis, Journal of Database Management, 16(2), i-viii, Business & Company Resource Center Database. 2005.

(Wang et al., 2006) Wang, F. y Ren, A. Knowledge Management and Process Management, IAMOT 2006, Tsinghua University, China, 2006.

(Ward et al., 2004) Ward, J. y Aurum, A. Knowledge management in software engineering - Describing the process, Proc. of Australian Software Engineering Conference, ASWEC'04, Melbourne, Australia, 2004.

(Weber et al., 2001) Weber, R., Aha, D. W. y Becerra-Fernandez, I. Intelligent Lessons Learned Systems, International Journal of Expert Systems Research and Applications 20, No. 1, Enero 2001.

(Weinberger et al., 2003) Weinberger, H., Te`eni, D. y Frank, A.J. Ontologies of Organizational Memory as a Basis for Evaluation, European Conference on Information Systems, Nápoles, Italia, 2003.

(Wikipedia, 2010) Wikipedia. Artículo sobre wikis. <http://en.wikipedia.org/wiki/Wiki>

- (WikiMatrix, 2010) Wikimatrix, Sitio web, URL: <http://www.wikimatrix.org>
- (Wohlin et al., 2000) Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M., Regnell, B. y Wesslén, A. Experimentation in Software Engineering, An Introduction, Kluwer Academic Publishers, 2000.
- (Wongboonsin et al., 2008) Wongboonsin, J. y Limpiyakorn, Y. Wikipedia Customization for Organization's Process Asset Management, International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering, pp. 467–471, 2008.
- (Wood, 2005) Wood, L. Blogs & Wikis: Technologies for Enterprise Applications? The Gilbane Report: Content Management Technologies & Trends, 12(10), 11/4/2005.
- (Xiao et al., 2007) Xiao W., Chi, C., y Yang M., On-line Collaborative Software Development via Wiki, Proceedings of the 2007 International Symposium on Wikis (Montreal, Quebec, Canada, October 21 - 25, 2007). WikiSym '07. ACM, New York, NY, 2007, pp. 177-183.
- (Xu, 2007) Xu, P. Software process tailoring: An empirical investigation, Journal of Management Information Systems, 24(2), pp. 293-328, 2007.
- (Yang et al., 2008) Yang D., Wu, D., Koolmanojwong, S., Winsor Brown, A. y Boehm, B.W. WikiWinWin: A Wiki Based System for Collaborative Requirements Negotiation, Hawaii International Conference on System Sciences, Proceedings of the 41st Annual, pp.24-33, 2008.
- (Zack, 1998) Zack, M. H. What Knowledge-Problems Can Information Technology Help to Solve, Proceedings of the Fourth Americas Conference on Information Systems, E. Hoadley and I. Benbasat (eds.), Baltimore, MD, pp. 644-646, 1998.
- (Zack, 1999) Zack, M. H. Managing Codified Knowledge, Sloan Management Review, Vol. 40, No. 4, pp. 45-58, 1999.
- (Zahran, 1998) Zahran, S. Software Process Improvement - Practical Guidelines for Business Success, Addison-Wesley, 1998.