

# Aplicabilidad de la Gestión de Calidad de Software: un Caso de Estudio en el Ambiente *Lotus Notes*

**Paula Núñez**

Departamento de Informática  
Universidad Técnica Federico Santa María  
Valparaíso, Chile  
pnunez@inf.utfsm.cl

y

**Marcello Visconti**

Departamento de Informática  
Universidad Técnica Federico Santa María  
Valparaíso, Chile  
visconti@inf.utfsm.cl

## Resumen

Durante los últimos años, se ha introducido la premisa de que la calidad del producto final de software está fuertemente ligada a la calidad del proceso de desarrollo. Es decir, si se logra controlar la calidad durante el desarrollo del producto, se podrá esperar, con mayor seguridad, que el producto satisfaga los requerimientos de calidad que el cliente/usuario y el desarrollador esperan de él. En este contexto se destaca la necesidad de definir cuantitativa y objetivamente los requerimientos de calidad solicitados por el cliente para guiar al desarrollador, ya que muchas veces se incurre en gastos adicionales debido a su falta de entendimiento, y el cliente al tener que discernir entre una opción u otra, se deja guiar por factores erróneos como pudieran ser el precio o el tamaño del producto. Hoy día existe a nivel internacional una metodología y herramienta, SQUID (Software Quality In the Development process), que apoya fuertemente el control, planificación y evaluación de la calidad del producto de software. Este artículo presenta los resultados de una evaluación de la aplicabilidad de SQUID en proyectos de desarrollo de software en un ámbito específico (*Lotus Notes*), para lo cual utiliza el enfoque DESMET.

**Palabras clave:** Calidad de software, métricas de software, evaluación de aplicabilidad

## Abstract

During the latest years, the following premise has been introduced: the quality of the software product strongly depends on the quality of development process in use. In other words, if the quality can be managed during the software development process, it will be reasonable to expect, with higher confidence, that the end product will satisfy the quality requirements that the customer/user and developer hope for. So, there is the need to objectively and quantitatively define quality requirements that the customer/user needs in order to guide the developer, since additional expenses are often incurred due to their lack of understanding, and the customer/user is led to erroneous decisions when having to decide between one option or another, and usually follows misleading factors such as product price or size. Today, there exists a methodology and tool, SQUID (Software Quality In the Development Process), that helps with software quality planning, control and evaluation. This article presents the results after performing an applicability evaluation of SQUID in software development projects in a specific domain (*Lotus Notes*), using DESMET approach.

**Keywords:** Software quality, software metrics, applicability assessment

## 1 Introducción

En los últimos años, Chile ha experimentado un creciente consumo de las tecnologías de información y software en particular, lo cual ha derivado en una alta demanda por servicios profesionales relacionados, principalmente de desarrollo de software, lo que ha sido el principal puntapié para el crecimiento de la industria de software nacional, la cual en consideración al escaso tamaño del mercado local, ha debido abrirse a la exportación. Sin embargo, el entrar a un mercado internacional, altamente competitivo, ha impuesto mayores exigencias sobre la calidad del producto a los desarrolladores, quienes se han visto forzados de una manera u otra a emprender esfuerzos por mejorar sus procesos. Dentro de este ámbito, han nacido diversas iniciativas dirigidas al mejoramiento del proceso de software, que buscan guiar dicho mejoramiento. Es así como desde 1994, diversas empresas nacionales han formado parte de proyectos orientados al mejoramiento de procesos [1].

En Chile, más del 60% de las empresas de desarrollo de software tienen menos de 25 empleados, por lo que ni esfuerzos ni recursos, como lo que estas iniciativas requieren, son fácilmente asumibles. Una iniciativa importante fue comenzada el año 1995, utilizando como modelo de diagnóstico S:PRIME (adaptación del modelo CMM, para empresas de menos de 100 empleados). Ese mismo año se forma el grupo SPIN-CHILE, primero de esta naturaleza en Latinoamérica. El grupo cuenta actualmente con más de 40 miembros. Además se han utilizado otras metodologías de diagnóstico basadas en CMM [2]. De estas iniciativas se ha podido concluir que el proceso de desarrollo de software de la industria nacional se encuentra en un muy bajo estado de madurez. Principalmente, se encuentra caracterizado por la falta de rigurosidad de los procesos, las actividades se llevan a cabo informalmente y por un desconocimiento de dónde se encuentran las falencias y los problemas del proceso, dado que se carece de metodologías que permitan recolectar datos cuantitativos sobre el proceso de desarrollo y el producto final. Además, se ha observado que esta situación se ve agravada porque los clientes, quienes desconocen la forma correcta de solicitar soluciones, generan requerimientos ambiguos, no saben cómo definir lo que exigen y ni lo que entienden por calidad, imponen plazos irreales y privilegian el precio por sobre la calidad del producto al seleccionar un proveedor. Esto da origen a una alta competencia entre las organizaciones desarrolladoras, presión que no sólo impide destinar recursos a la implantación de los planes de mejoramiento, sino que repercute directamente en la calidad del producto final.

En consideración a esta situación es importante destacar que las iniciativas de mejoramiento de procesos deben apuntar también a proveer al desarrollador de metodologías y herramientas que le permitan gestionar cuantitativamente la calidad de sus productos y apoyarlo en una clara y explícita definición de lo que el cliente y el desarrollador entienden por calidad.

La definición de mediciones en un contexto específico de una organización implica utilizar reglas de recopilación de datos y conjuntos de métricas. La comparación de estas mediciones puede limitarse a proyectos con características similares, lo que sugiere la necesidad de tener un método para controlar, dirigir y predecir la calidad del producto y del proceso, que pueda focalizarse a las necesidades de una organización en particular, basándose en sus propias bases de datos.

Este artículo apunta a evaluar la utilidad potencial de una metodología de gestión de calidad cuando se aplica en un ambiente como el chileno. Describe los fundamentos conceptuales de la metodologías utilizadas para hacer esta evaluación: SQUID y DESMET, y la potencial utilidad en el contexto escogido. Finalmente, se presenta la experiencia y resultados en el desarrollo de un caso de estudio, las conclusiones y trabajos futuros.

## 2 Fundamentos Conceptuales

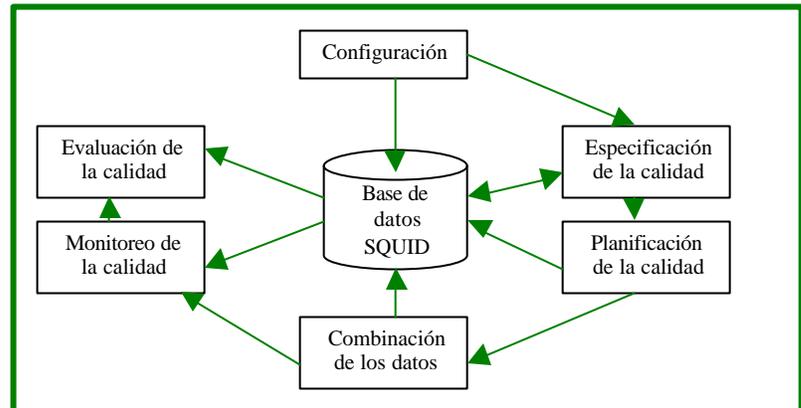
### SQUID

SQUID [4,5] es un método que ayuda a una organización desarrolladora de software a asegurar y controlar la calidad del producto final, mediante la planificación y el control de la calidad del producto durante el desarrollo, e incluye un conjunto de herramientas para apoyar la aplicación del método. Asume que existen cuatro actividades que son necesarias para poder entregar un producto de calidad:

1. Especificar los requerimientos de calidad en términos de valores objetivo de propiedades medibles del software (características externas) y la estimación de la viabilidad de estos requerimientos antes de comenzar el proyecto.
2. Planificación de la calidad a través de la selección de un modelo de desarrollo y de la asignación de valores objetivo para las características internas del producto.

3. Monitorear el progreso para poder ir cuantificando los requerimientos durante el desarrollo del producto, midiendo propiedades internas del software, comparando valores actuales de calidad con los objetivos de calidad para mantener el proyecto en la dirección correcta.
4. Evaluar la calidad del producto final mediante comparaciones entre los valores finales de calidad obtenidos con los valores objetivo especificados para las características externas del producto.

La figura 1 muestra la secuencia de las actividades del proceso de calidad SQUID, y sus principales relaciones con la base de datos del método.



**Figura 1:** Actividades del proceso de calidad SQUID.

Las principales ventajas de la metodología y herramienta SQUID son las siguientes:

- Permite definir los modelos de calidad y desarrollo más apropiados para cada organización. No obliga a utilizar ninguno en particular.
- Integra el modelo de desarrollo y calidad, que permite modelar los aspectos internos y externos de calidad. SQUID explicita la relación entre las actividades del desarrollo y la calidad del producto.
- Se enfoca en la calidad del producto, que relaciona los requerimientos con el modelo de calidad. SQUID permite hacer notar que las características de calidad son una forma de entender los requerimientos operacionales del producto. Estos requerimientos operacionales son especificados como valores objetivo de los atributos externos de calidad, relacionados con las características de calidad definidas en el modelo de calidad.
- Permite asegurar que todos los datos sean confiables y comparables, pues es muy riguroso con las mediciones, requiere de definiciones completas, e integra valores actuales, estimaciones y valores objetivos.
- Provee facilidades para controlar y monitorear la calidad, lo que se complementa con las actividades estándar de monitoreo de proyectos.

SQUID define *calidad* como el comportamiento operacional de un producto requerido por sus usuarios. Propone definir requerimientos de calidad del producto, estableciendo objetivos para las características externas de calidad (propiedades relacionadas con las características del producto final). Este enfoque propone alcanzar estos objetivos mediante la definición de valores objetivo para las características de calidad internas (propiedades relacionadas con cómo el producto fue desarrollado), durante el proceso de desarrollo, y su posterior monitoreo para poder corregir cualquier desviación desfavorable, que haga peligrar el logro de dichos objetivos.

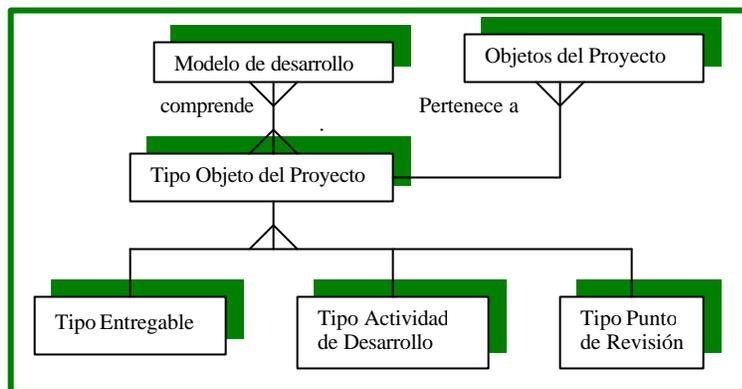
SQUID ayuda a establecer relaciones entre características internas y externas de calidad, usando la experiencia de proyectos de desarrollo de software pasados que debe ser almacenada en una forma consistente para permitir la comparación a través de diferentes proyectos. Esta experiencia es útil también para saber de antemano la factibilidad de los requerimientos de calidad antes de comenzar un proyecto, y para identificar y fijar objetivos de las características internas de calidad, lo que hace plausible pensar que se aumentará la posibilidad de alcanzar los objetivos de calidad propuestos en el producto final, monitoreando y controlando las mediciones.

El Modelo de Datos y el Proceso de Calidad SQUID proveen de un método riguroso y organizado para identificar, definir, relacionar y comparar medidas de calidad propias para cada organización. Presenta 3 grandes componentes:

- i) *una estructura del proceso de desarrollo usado para especificar modelos de desarrollo.*

Modelar el proceso de desarrollo en el modelo de datos es caracterizar las mediciones que deben tomarse. Esto garantiza la consistencia de las mediciones y permite usar la información de proyectos pasados para proyectar la

viabilidad de los actuales y futuros proyectos. La visión de SQUID del modelo de desarrollo se puede ver en la figura 2.



**Figura 2:** Modelo del proceso de desarrollo

SQUID modela objetos del proyecto, que son clasificados en tres tipos de objetos distintos: **Entregables**: (tales como especificaciones y código) son producidos durante el desarrollo de un proyecto, **Actividades**: producen entregables, y **Puntos de revisión**: son intervalos de control usados en un modelo de desarrollo en particular. Las mediciones de calidad de los entregables son tomadas en sus puntos de revisión. Al configurar la herramienta SQUID, es necesario especificar el modelo de desarrollo a utilizar en la organización, en términos de estos tipos de objetos del proyecto.

*ii) una estructura del modelo de calidad usada para especificar modelos de calidad.*

SQUID especifica un modelo de calidad en términos de:

- **Características de calidad**, que son propiedades del software requeridas por el usuario, y que pueden ser refinadas en una o más **subcaracterísticas de calidad**, pudiendo tener cuantos niveles sean necesarios.
- **Atributos**, que son propiedades del software directamente medibles, y cuantifican subcaracterísticas de calidad. Atributos internos cuantifican subcaracterísticas internas, y atributos externos, a las subcaracterísticas externas.

El usuario identifica cómo las características internas influyen en las externas, haciendo el vínculo en el modelo de datos.

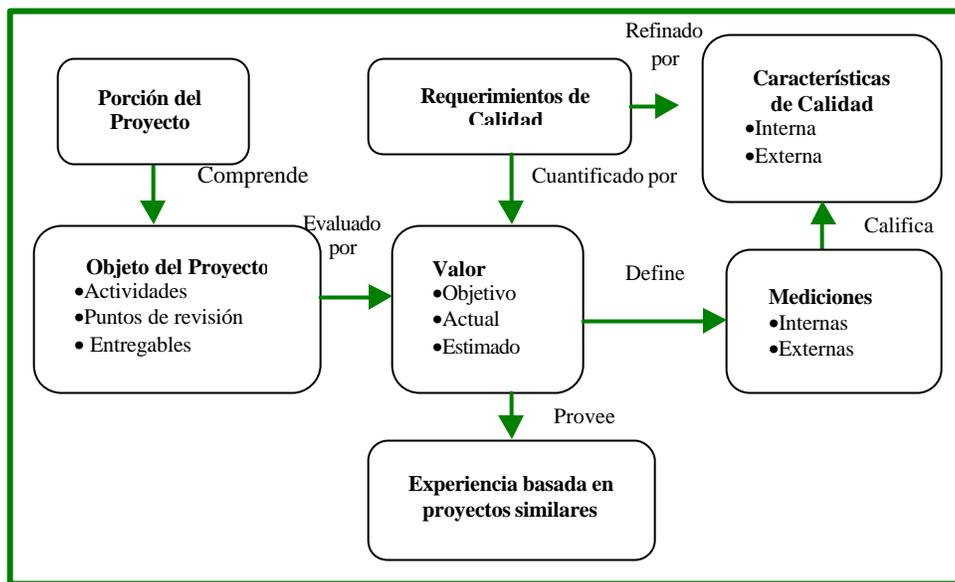
*iii) un modelo de mediciones usado para permitir la recolección de los datos.*

Las mediciones recogidas a través de SQUID pueden ser **actuales** (valor actual medido para un atributo de calidad específico), **estimadas** (valor que puede ser obtenido de datos pasados, o a través de las facilidades del conjunto de estimaciones de SQUID), u **objetivos** (especificados durante la fase de especificación de calidad). Pueden ser expresadas en diferentes unidades; por ejemplo, líneas de código es una medida de tamaño del código del producto.

### **Integrando componentes del modelo de datos SQUID**

Todos los atributos internos y externos que pertenecen a un modelo de calidad específico deben ser relacionados con los tipos de objeto del proyecto pertenecientes a un proceso de desarrollo específico, y asociados a unidades y reglas de conteo (mediciones del proyecto) en el modelo de datos de SQUID.

En la figura 3 se puede apreciar un esquema simplificado del Modelo de Datos SQUID.



**Figura 3.** Representación simplificada del modelo de datos SQUID.

### DESMET

El enfoque DESMET ha sido creado con el fin de desarrollar y validar métodos y herramientas de la ingeniería de software en una organización en particular [3].

El enfoque identifica nueve métodos de evaluación muy útiles y un conjunto de criterios para ayudar a evaluadores a seleccionar un método apropiado, considerando que no existe un método único, sino más bien debe seleccionarse el mejor de acuerdo a las circunstancias.

El problema surge al momento de determinar cuál de los nueve métodos de evaluación existentes conviene usar. DESMET identifica criterios que ayudan al evaluador a seleccionar el método más apropiado según las circunstancias específicas de cada caso en particular. Estos criterios son:

1. El contexto de evaluación
2. La naturaleza del impacto esperado con el uso del método/herramienta.
3. La naturaleza del objeto (método/herramienta) a ser evaluado.
4. El espectro del impacto del método/herramienta.
5. La madurez del método/herramienta.
6. La curva de aprendizaje asociada con el método/herramienta.
7. La capacidad de medición de la organización sometida a la evaluación.

Estos criterios influyen directamente sobre la elección del método de evaluación. Ellos permiten identificar un conjunto de condiciones que favorecen cada método de evaluación.

## 3 SQUID y su Aplicabilidad en la Industria Chilena

SQUID permite planificar, controlar y evaluar la calidad del producto, de una manera cuantitativa, en una terminología común para todos, donde no existan ambigüedades ni para el cliente ni para el desarrollador. Para ello se basa en la premisa que la calidad de un producto de software está fundamentalmente determinada por los procesos utilizados en su desarrollo y mantención, por lo tanto, la calidad de un producto está fuertemente ligada a la calidad del proceso de desarrollo, lo que ayuda a conocer y definir el proceso de desarrollo de la organización, para así poder lograr los objetivos de calidad propuestos con anterioridad, en el producto final, establecidos por el cliente o usuario.

SQUID sirve de ayuda a múltiples tareas del proceso de desarrollo de software, como: la definición de un modelo de calidad propio para la organización, y también del modelamiento de un proceso de desarrollo particular; definición de niveles alcanzables para los objetivos de calidad del producto final; definición de objetivos medibles en las distintas etapas del desarrollo, con el fin de monitorearlas; y fijación de valores objetivo para las mediciones internas que serán controladas. Almacena valores de las mediciones actuales en la base de datos SQUID durante el desarrollo

del software y analiza posteriormente los datos recogidos para determinar los avances del proyecto con respecto a los objetivos de calidad propuestos; y al control de la calidad ayudando a fijar objetivos para las mediciones internas durante el desarrollo, y monitorear el progreso, comparándolo con los objetivos propuestos.

Este trabajo apunta a evaluar la aplicabilidad de SQUID en la industria chilena desarrolladora de software. Para ello se decidió utilizar como base al enfoque DESMET, y la metodología de evaluación a utilizar será *Casos de Estudio Cuantitativos*<sup>1</sup>, pues cumple con las condiciones necesarias para su utilización, como son: beneficios cuantificables en un solo proyecto y antes de la liberación del producto, procedimientos de desarrollo estables, personal con experiencia en mediciones, y tiempo para la evaluación razonable en comparación con el tiempo disponible para proyectos de tamaño normal. Su utilización implica realizar un conjunto de actividades que serán desarrolladas para poder concluir de una manera estructurada cuál es la real efectividad y aporte de SQUID a la gestión de calidad en el contexto especificado.

## 4 Caso de Estudio

Para poder desarrollar el caso de estudio tal como lo propone DESMET es necesario aplicar los siguientes pasos.

### Identificar el contexto del caso de estudio

El Caso de Estudio se realizará en proyectos del área Lotus Notes de la Empresa TUXPAN<sup>2</sup>. Cabe destacar, que la tecnología base de esta área y de ahí su nombre, es *Lotus Notes*, herramienta orientada principalmente al desarrollo de *Workflows*. La unidad consta de siete personas.

### Definir y validar la hipótesis

Para especificar la hipótesis del caso de estudio correctamente es necesario considerar los siguientes cuatro puntos:

#### **1) Los objetivos del caso de estudio**

El principal objetivo del caso de estudio es *utilizar la metodología y herramienta SQUID en un contexto específico de desarrollo de Software: Lotus Notes en TUXPAN Ingeniería*, pues es necesario evaluar la utilidad de SQUID en la realidad chilena, ya que ha sido probada en otras realidades diferentes. Para cumplir este objetivo, se definirán los modelos de desarrollo, de calidad y de mediciones, y posteriormente se realizará la combinación de ellos. Luego se aplicará en dos proyectos específicos donde se recopilarán datos reales de cada proyecto y se controlará y evaluará para cada proyecto. Por último se evaluará la utilidad de aplicar SQUID en el contexto definido.

#### **2) El método / herramienta que se quiere evaluar**

El método que se quiere evaluar es SQUID.

#### **3) Qué aspectos de la metodología son los que se van a evaluar**

Se evaluarán los aspectos prácticos de la metodología SQUID, es decir, si realmente entrega un aporte en cuanto a mejoramiento o eficiencia del proceso de desarrollo. También, se espera que sirva para facilitar el entendimiento entre el cliente y el desarrollador en cuanto a la definición de calidad del producto final se refiere, y por ello, que sea más fácil especificar los requerimientos, ahorrando tiempo y por ende, costos. además, se evaluará la mayor o menor facilidad de probar el producto final en relación con la calidad esperada, dado una especificación de requerimientos más rigurosa.

#### **4) Qué efectos en la respuesta son los esperados**

Los efectos esperados en la respuesta son los siguientes: mayor eficiencia y productividad del proceso de desarrollo, mayor calidad en el producto final, especificación de requerimientos más completa, correcta y rigurosa, mejor predicción de los tiempos involucrados en las distintas actividades, disminución del costo de desarrollo, detección de problemas o falencias en el proceso de desarrollo, detección temprana de defectos introducidos durante el desarrollo, y mayor facilidad para definir la calidad esperada del producto final, de una manera cuantificable, sin ambigüedades.

---

<sup>1</sup> Detalles completos del enfoque DESMET, metodología de evaluación, Casos de Estudio Cuantitativos están disponibles en [6]

<sup>2</sup> **EMPRESAS TUXPAN**, es un conjunto de entidades dedicadas a la provisión de productos y servicios en el área de las Tecnologías de Información, radicada en Viña del Mar desde 1993, entregando soluciones a un sinnúmero de empresas e instituciones nacionales e internacionales. Trabajan en la actualidad más de 50 ingenieros especialistas en distintas áreas de las Tecnologías de Información.

### Seleccionar los Proyectos Piloto

Los proyectos piloto escogidos son representativos del tipo de proyectos que la organización generalmente desarrolla. A partir de un grupo de proyectos, se escogieron dos por su similitud en complejidad, tiempo de duración aproximado y tamaño, a cargo de Jefes de Proyecto distintos para poder realizar una comparación productiva y así asegurar que los resultados de la evaluación sean aplicables a otros proyectos.

- A. **Proyecto 1:** El Proyecto consiste en administrar y controlar el registro de usuarios, perfiles y permisos sobre aplicaciones de forma remota y descentralizada en una empresa naviera.
- B. **Proyecto 2:** Este proyecto consiste en realizar un sistema de “Envío de Draft of Bill of Ladings (BL) mediante e-mail” para una empresa naviera.

### Identificar el método de comparación

Como en este caso no existen datos, se evaluará la utilidad de SQUID para mejorar el proceso de desarrollo. Además, hay que resaltar el hecho de que se escogen dos proyectos de similares características, precisamente para su posterior comparación. Además se evaluará si se perciben mejoras en el equipo desarrollador.

### Minimizar el efecto de factores que pudieran confundir

Para ello se eligieron proyectos de similares características en cuanto a complejidad, tamaño y tiempo; el grupo de trabajo es el mismo para ambos proyectos, para así disminuir la influencia de factores humanos. Además, se utiliza este caso de estudio para evaluar una sola herramienta y metodología, para evitar la interferencia de otro estudio sobre el mismo caso, pues el confundir efectos afecta la validez interna del estudio.

### Planificar el caso de estudio

Se realizará un *miniplan*<sup>3</sup> para evaluar la metodología y ver su efecto sobre el proceso de desarrollo.

## **Desarrollo del caso de estudio**

### **(I) Configuración de SQUID para TUXPAN área Lotus Notes**

En primera instancia es necesario configurar la herramienta en el ambiente donde será utilizada a través de los siguientes puntos:

- (i) Modelamiento del proceso de desarrollo. Para ello se debe describir: las actividades, los productos (entregables), y los puntos de revisión.
- (ii) Definición del modelo de calidad.
- (iii) Definición del modelo de mediciones.
- (iv) Realización del proceso de integración del modelo de desarrollo con el de calidad.

#### **(i) Modelamiento del Proceso de Desarrollo**

El modelo de desarrollo estaba implícito en la organización, siendo una variante particular del Modelo en Cascada. Se hizo necesario simplificar este modelo, dejando uno que contiene sólo aquellos tipos de objeto cuyo control de calidad es realmente de utilidad. A éste modelo se le llamó Modelo de Desarrollo (adaptado). Este se puede apreciar en la tabla 1.

#### **(ii) Definición del modelo de calidad**

Uno de los requerimientos, para la aplicación de la metodología SQUID, además del modelo(s) de desarrollo, es el (los) modelo (s) de calidad. Por lo general, estos modelos no existen en la organización o bien no están siendo utilizados. Es por ello, que es necesario definir un modelo propio de calidad o bien adaptar un modelo ya existente a la realidad de TUXPAN, Área Lotus Notes. Se eligió como base el modelo de calidad ISO 9126, dado que es un modelo de calidad universal, y luego fue acondicionado a la realidad de la empresa.

La metodología SQUID exige describir explícitamente las características y atributos de calidad, clasificando según sea el caso en atributo (o característica) interno o externo. La tabla 2 muestra las características, subcaracterísticas y

---

<sup>3</sup> Detalles completos acerca del miniplan en [6]

atributos **externos** del modelo de calidad (aquellos referidos al producto final) modelado para TUXPAN, Área Lotus Notes.

**Tabla 1:** Modelo de desarrollo (adaptado)

Actividad	Descripción	Entregables	Puntos de Revisión
Negociación	En esta actividad se hace una propuesta y se deja el Contrato aceptado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propuesta</li> </ul>	Aprobación del Contrato
Análisis Rápido y Diseño Preliminar	En esta actividad se analizan los requerimientos esenciales del software.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo de Procesos</li> <li>Documento de Análisis</li> <li>Minuta de Reunión</li> </ul>	Aprobación del Desarrollador
Prototipo Versión Preliminar	Actividad en la cual se crea un prototipo inicial con el objetivo de validar los requerimientos del usuario.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prototipo inicial</li> </ul>	
Diseño Detallado y Construcción	Actividad relacionada con la aprobación de los encargados del desarrollo en base a la presentación del proto-tipo preliminar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manual del usuario</li> <li>Minuta de Reunión</li> </ul>	Aprobación del Usuario
Testing	Actividad que busca encontrar errores o fallas en la aplicación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicación corregida</li> </ul>	
Implantación	Actividad de implantación del producto en su ambiente operacional. Esta actividad se descompone en varias subactividades que son: Instalación, Capacitación, Marcha Blanca.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Producto Instalado</li> </ul>	Liberación del Producto

**Tabla 2:** Modelo de Calidad: Vista Externa

Características de Calidad	SubCaracterísticas Externas	Atributos Externos
Funcionalidad	Fitness	Índice de fitness
Confiabilidad	Madurez	Tasa de madurez
	Tolerancia a fallas	Tasa de fallas
Facilidad de uso	Facilidad de comprensión	Tasa de consulta
		Tasa de modificaciones
Eficiencia	Comportamiento c/r al tiempo	Índice de respuesta
Facilidad de mantención	Facilidad de modificación	Tasa de modificación
	Estabilidad	Esfuerzo
Portabilidad	Adaptabilidad	Tasa de defectos
		Tasa de acciones
	Facilidad de instalación	Esfuerzo

La tabla 3 muestra las características, subcaracterísticas y atributos internos del modelo de calidad (aquellos referidos al proceso de desarrollo) modelado para TUXPAN área Lotus Notes.

La configuración de la herramienta se completa definiendo las unidades para medir los atributos de calidad (modelo de mediciones) y finalmente haciendo el “*modelo de desarrollo combinado*” entre el modelo de calidad y el de desarrollo.

**(iii) Definición del modelo de mediciones**

El modelo de mediciones describe la relación existente entre un atributo, la unidad, y la regla de conteo que define una medición externa. La regla de conteo detalla la información necesaria para asegurar que las mediciones sean recopiladas de una forma repetible y comparable.

Se debe decidir en la organización, cuáles serán las mediciones apropiadas para los atributos externos.

**Tabla 3:** Modelo de Calidad: Vista Interna

Características de Calidad	SubCaracterísticas Internas	Atributos Internos
Eficiencia		Esfuerzo
		Tiempo
	Comportamiento c/r al tiempo	Índice de respuesta
Trazabilidad		Índice de correspondencia con los requerimientos
Complejidad		Índice de Madurez Índice de cumplimiento
Funcionalidad	Fitness	Tasa de fitness
Facilidad de mantención	Facilidad de modificación	Tasa de modificación
		Esfuerzo
	Estabilidad	Tasa de defectos
Confiabilidad	Madurez	Tasa de madurez
	Tolerancia a fallas	Tasa de fallas
Facilidad de uso	Facilidad de comprensión	Tasa de consulta
		Tasa de modificaciones
Portabilidad	Adaptabilidad	Tasa de acciones
		Esfuerzo
	Facilidad de instalación	Tasa de acciones Esfuerzo

**(iv) Realización del proceso de combinación del modelo de desarrollo con el de calidad**

Los tres componentes del modelo conceptual de SQUID son integrados por el concepto de mediciones. Se debe “unir” el modelo de calidad, con el de desarrollo y formar así un modelo de desarrollo combinado.

El proceso de “combinar” los modelos involucra asignar cada atributo interno perteneciente a un modelo de calidad específico a un tipo objeto apropiado perteneciente a un modelo de desarrollo específico y asociando una unidad y regla de conteo a cada atributo.

**(II) Aplicación en Proyectos Específicos**

La aplicación en un proyecto específico consiste en:

- i) Definir cuantitativamente los atributos de calidad esperados para el producto final, es decir la calidad del producto que se quiere alcanzar (valor objetivo). Su determinación está basada en la experticia de los respectivos Jefes de Proyecto en desarrollar proyectos para su cliente específico. Este tipo de definición facilita la comunicación con el cliente, pues ella se hace más objetiva, al poder cuantificar los requerimientos de calidad esperados.
- ii) Monitorear y recopilar los datos durante el proceso de desarrollo del proyecto obteniendo el valor actual para cada atributo de calidad para finalmente poder obtener conclusiones a partir de estos datos.

**5 Reporte y Análisis de Resultados**

Detalles de todos los datos recolectados en los proyectos específicos están disponibles en [6]. Para completar el análisis, se entregó un cuestionario a cada Jefe de Proyecto, para lograr captar su percepción sobre SQUID. Resulta de suma utilidad recolectar la información percibida por el equipo de desarrollo, pues en definitiva, las fortalezas y debilidades de la metodología serán directamente percibidas por ellos.

El objetivo del cuestionario estuvo abocado a capturar información genérica de los proyectos y del equipo de desarrollo, las ventajas, desventajas, fortalezas y debilidades de la metodología SQUID, así como también posibles oportunidades de uso de dicha metodología.

También, se debe hacer notar el nivel de profesionalismo de la empresa escogida y la experiencia y conocimientos de los grupos de desarrollo de ambos proyectos, lo que otorga mayor validez y seriedad a los resultados obtenidos y facilita la recolección de datos.

Como se ha dicho anteriormente, los proyectos son equivalentes en cuanto a complejidad del problema y a nivel de recursos, pudiendo así realizar comparaciones válidas entre ellos.

## **Análisis por proyecto**

### Análisis Proyecto 1

- Se recolectaron casi la totalidad de los datos. Aquellos no recopilados en su mayoría obedecen al hecho de no ser aplicables a la realidad del proyecto.
- La estimación de los valores objetivo a pesar de basarse sólo en la experiencia resultó ser bastante apropiada, lo que se justifica en gran medida por un buen conocimiento del cliente, su negocio y la experiencia del Jefe de Proyecto.
- En general, los valores reales lograron alcanzar y mejorar los valores objetivos planificados. La excepción recayó fuertemente en el esfuerzo y tiempo dedicado a las actividades.
- Lo anterior ayudó a detectar falencias importantes en la planificación. Específicamente en una mala distribución de tiempo y recursos a las diferentes actividades del proceso.
- La recopilación de los datos hizo más visible aspectos importantes del proyecto, como son los defectos y modificaciones necesarias en el producto.
- Además, el uso de la metodología aporta considerablemente, según el criterio de los desarrolladores a identificar con mayor facilidad y exactitud los requerimientos del cliente.
- También es importante resaltar que los desarrolladores ven un gran potencial en el uso de la metodología sobretudo en la anticipación de problemas durante un proyecto.
- Por último, debe mencionarse que no todos los datos recolectados fueron de utilidad, lo que es natural al considerar que ésta es sólo una primera aproximación del modelo de calidad. Su utilización en una mayor cantidad de proyectos permitirá tomar decisiones sobre posibles modificaciones al modelo de calidad.
- El modelo de calidad fue considerado completo. En otras palabras no quedaron exentos de medición aspectos relevantes de los tipos de objeto del proyecto.

### Análisis Proyecto 2

- Se recolectaron la totalidad de los datos.
- La estimación de valores objetivos al igual que en el proyecto anterior resultó bastante apropiada, lo que se basa fuertemente en la experiencia de los desarrolladores.
- Los valores reales lograron alcanzar e incluso mejorar los valores objetivos planificados por los desarrolladores.
- Nuevamente se aprecia una notoria diferencia entre el esfuerzo y tiempo planificado y el real, lo que refleja problemas en la planificación.
- Salvo lo anterior, no se detectaron mayores problemas en el desarrollo. No obstante a ello, los desarrolladores piensan que los datos recolectados son importantes, pues permiten obtener una mayor visibilidad del proyecto y anticipar posibles problemas.
- Cabe resaltar que los desarrolladores de este proyecto hicieron hincapié en que la mayor utilidad de SQUID se lograría al contar con una base de datos con información sobre proyectos similares, pues esto les permitiría proyectar de mejor manera. En otras palabras, el mayor potencial de SQUID se encuentra para ellos, en la capacidad de predecir la calidad del producto.
- Nuevamente el uso de la metodología SQUID aportó a una mejor identificación de los requerimientos del cliente.
- El modelo de calidad fue considerado completo para el presente proyecto.

## **Análisis Global**

Este análisis se realizó en base a los datos recolectados para los proyectos monitoreados, y a las respuestas entregadas mediante el cuestionario por los Jefes de Proyecto respectivos.

Como primer punto, se rescata que la recolección de los datos no presentó problemas. Esto se debe en gran medida al *know how* de los desarrolladores, al conocimiento que se tiene del cliente y su negocio y a una adecuada configuración de SQUID, al privilegiar sólo la obtención de datos importantes y dejar de lado aquellos que realmente no era necesario controlar, o cuyo aporte no se percibió como significativo.

También se deduce que la estimación de valores objetivo fue apropiada, lo cual se debe en gran medida al conocimiento que se tiene del cliente, ya que gracias a ello, es más fácil interpretar sus necesidades, y a que hay gran experiencia en el desarrollo de sistemas en el ambiente Lotus Notes.

Los valores objetivo, en general, fueron alcanzados y en algunos casos, mejorados por los valores actuales. Las mejoras fueron posibles en gran medida por el *feedback* que iba proveyendo la recolección de datos.

El uso de la metodología SQUID a través del control de los valores reales en los proyectos permitió detectar falencias principalmente en la planificación de esfuerzo y tiempo, apoyó una clara, completa y estructurada definición de los requerimientos del cliente, y, aportó mayor visibilidad sobre el proceso de desarrollo.

Ahora bien, más genéricamente, la configuración de SQUID apoyó la definición del proceso de desarrollo y su normalización. Dado que no existía una definición escrita y formal, esto fue considerado por los desarrolladores como un aporte positivo de la experiencia realizada.

En general, la percepción de los desarrolladores en cuanto al uso de SQUID fue positiva. Ellos ven una buena oportunidad en utilizar esta metodología para:

- definir objetivamente los requerimientos de calidad,
- anticipar problemas,
- adquirir la capacidad de predecir la calidad del producto final.

Finalmente a partir de lo anterior, se elabora un análisis de los efectos esperados como respuesta a la utilización de SQUID, planteados en las hipótesis definidas en este estudio:

- **Hipótesis: Mayor eficiencia y productividad del proceso de desarrollo.**  
Resultado: Dado que se visualizan con anticipación los problemas, la eficiencia es mayor, pero en cuanto a la productividad, no es aplicable.
- **Hipótesis: Mayor calidad en el producto final.**  
Resultado: Esto sí se justifica, dado que permite visualizar mejor las etapas conflictivas durante el desarrollo.
- **Hipótesis: Especificación de requerimientos más completa, correcta y rigurosa.**  
Resultado: Resultó ser la hipótesis más clara, pues en cada uno de los proyectos la planificación de SQUID facilitó y mejoró la definición de requerimientos.
- **Hipótesis: Mejor predicción de los tiempos involucrados en las distintas actividades, en forma oportuna.**  
Resultado: SQUID permitió detectar falencias en relación a ello por lo que se visualiza que con estudios en más proyectos similares, se podrá generar una base de datos que permitirá mejorar la predicción.
- **Hipótesis: Disminución del costo de desarrollo.**  
Resultado: No se aprecia. Sólo podrá ser evaluado cuando SQUID sea utilizado mas ampliamente.
- **Hipótesis: Detección de problemas o falencias en el proceso de desarrollo.**  
Resultado: Se corroboró, pues como se señaló anteriormente, SQUID permitió detectar, por ejemplo, problemas en relación con la planificación.
- **Hipótesis: Detección temprana de defectos introducidos durante el desarrollo con el objetivo de disminuir el número de defectos durante las etapas posteriores del desarrollo y los costos asociados a ellos.**  
Resultado: Sí, durante el avance del proyecto se observa que la recopilación de los datos contribuye a disminuir el número de defectos
- **Hipótesis: Mayor facilidad para definir la calidad del producto final esperada, y esto realizado de una manera cuantificable, sin ambigüedades.**  
Resultado: Sí, ambos Jefes de Proyecto enfatizaron esta ventaja de SQUID.

A pesar de que no fue posible validar la totalidad de las hipótesis, preliminarmente se puede concluir que SQUID utilizado adecuadamente es aplicable a la industria chilena, siempre y cuando se cuente con un proceso de desarrollo relativamente maduro y definido como en el caso de este estudio.

## 6 Conclusiones y Trabajo Futuro

Con este trabajo se logró incorporar parcialmente SQUID como metodología de apoyo al proceso de desarrollo de software del área Lotus Notes de la empresa TUXPAN, lo que significó los siguientes beneficios: se logró definir formalmente el modelo de desarrollo (normalización y estandarización del modelo de proceso) y definir el modelo

de calidad y el de mediciones, lo que posteriormente hizo visible los aspectos del proyecto que deben ser controlados para lograr el objetivo de calidad requerido. Esto permitió contrastar objetiva y cuantitativamente, por primera vez, la percepción que los desarrolladores tienen sobre la calidad esperada de un producto con la finalmente obtenida.

En general se aprecia que SQUID es aplicable a la industria chilena. Sin embargo, cualquier utilización de la metodología será fuertemente afectada por los siguientes aspectos considerados clave en su adopción:

- definición realista del proceso de desarrollo, incorporando al modelo de procesos requerido por SQUID, sólo aquellos tipos de objetos que es relevante medir desde el punto de vista de la calidad. Esto permite concentrar esfuerzos apropiadamente;
- definición de un modelo de calidad adecuado. Esto implica establecer un conjunto limitado y acotado de atributos de real aporte en relación al control de calidad. Además, se debe tener en consideración que estos atributos deben ser factibles de ser medidos dentro del contexto de desarrollo, jamás debe perderse de vista el objetivo principal de SQUID, de apoyar al desarrollador y no entorpecer su labor, por lo que la recolección de los datos debe ser clara y fácil y demandar una cantidad razonable de tiempo;
- definición clara, específica y detallada de las reglas de conteo para cada atributo. Si se desea poder realizar un buen análisis de resultados y comparar proyectos, es indispensable contar con un lenguaje común que permita recopilar adecuadamente los atributos.

Todo lo anterior debe estar apoyado por una gran comprensión acerca del uso de SQUID por parte de los desarrolladores, como también de un alto compromiso con su uso. De hecho, se requiere de la experiencia del desarrollador no tan sólo para interpretar las mediciones obtenidas, sino que también para definir los modelos, establecer los atributos y las métricas a utilizar.

SQUID debe ser aplicado a una mayor cantidad de proyectos, idealmente de mayor duración y complejidad, esto permitiría evaluar la capacidad de predicción de la calidad del producto, que presenta esta metodología. Es importante también su utilización dentro de diferentes contextos para lograr definir más claramente las claves y restricciones para la incorporación de esta metodología dentro de la industria chilena.

Finalmente, resulta relevante generar una base de datos con información sobre los proyectos de manera de lograr evaluar con mayor completitud las capacidades de planificar, controlar, predecir y evaluar la calidad del producto final mediante el empleo de SQUID.

## References

- [1] Sonia Zavando y Marcello Visconti. *Experiencias in Software Process Improvement in the Emerging World: the Case of Chile*. Proceedings of X Software Engineering Process Group Conference, SEPG'98, USA, Marzo 1998.
- [2] <http://www.spin-chile.cl>
- [3] Richard Messnarz, Colin Tully. *Better Software Practice for Business Benefit, Principles and Experience*. 1ª Edición, 1999.
- [4] Barbara Kitchenham, Stephen Linkman, Jørgen Bøegh, Alberto Pasquini, Stefano De Panfilis, Uwe Anders. *SQUID Conceptual Handbook*. Technical Report D3.7/1, Esprit Project N° P8436, February 1996.
- [5] Jørgen Bøegh, Stefano De Panfilis, Barbara Kitchenham and Alberto Pasquini. *A Method for Software Quality Planning, Control, and Evaluation*. IEEE Software, pp. 69-77, March/April 1999.
- [6] Paula Núñez. *Gestión de Calidad de Software para Ambiente Lotus Notes utilizando SQUID*. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil en Informática, Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile, Enero 2002.