

# Título de la Tesis: Estimación del Tamaño Funcional del Software en la Elicitación de Requerimientos

Autor: Mabel A. Bertolami

Director: Dr. Gustavo Rossi - Asesor Científico: Lic. Alejandro Oliveros

Carrera: Doctorado en Ciencias Informáticas

Unidad académica: Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata

Fecha exposición: 28/04/2010

**Resumen.** Las técnicas de medición de Puntos Función permiten determinar el tamaño funcional del software a partir de diversos documentos del desarrollo. Para las etapas más tempranas del ciclo de vida existen múltiples enfoques de estimación de tamaño funcional, aunque algunos de ellos requieren documentos con un nivel de detalle que puede no estar disponible en las fases iniciales de un proyecto de software. En esta tesis se presenta el procedimiento Scenario Function Points (SFP) que permite estimar el tamaño funcional de un sistema de software a partir de los escenarios generados en la Elicitación de Requerimientos. SFP está basado en el método IFPUG, cuenta con un proceso formalmente especificado y una herramienta de soporte. La evaluación de SFP fue realizada mediante un Caso de Estudio múltiple basado en tres sistemas implementados. Los resultados obtenidos son alentadores pues la exactitud de las estimaciones está en el orden de  $\pm 30\%$  (considerando a la medición con el método estándar IFPUG como el valor de referencia), que está dentro del rango aceptable para una estimación temprana. Con respecto al esfuerzo de la estimación, los resultados demuestran que es significativamente menor que el reportado en la literatura para una medición estándar.

## 1. Introducción

Para la gestión eficiente y efectiva de los proyectos de desarrollo o mantenimiento de software es necesario disponer de una medida confiable del tamaño de los artefactos de software en cada fase y especialmente de los producidos en las primeras etapas del desarrollo [32], [35]. El tamaño es un factor clave para estimar el esfuerzo, personal, cronograma y costo de un proyecto; la deficiente estimación de tamaño es una de las causas de los desfases en el costo y el cronograma de un proyecto [16].

El Análisis de Puntos Función (FPA) es un método estándar para medir el desarrollo de software desde el punto de vista del usuario, es independiente del lenguaje de programación, metodología de desarrollo y tecnología usados para desarrollar la aplicación [21]. Esta técnica, ampliamente usada en la industria, puede ser aplicada desde la fase de especificación de requerimientos y durante las siguientes fases del desarrollo. Sin embargo, en las fases más tempranas o cuando la documentación, el tiempo o los recursos requeridos no están disponibles, no es posible el conteo de Puntos Función (FP). En estos casos se debe usar un método de estimación de los FP [33]. Ahora bien, ¿cuál es el mínimo de información necesaria para hacer una estimación de tamaño? La experiencia demuestra que las estimaciones muy tempranas son propensas a errores debido al escaso conocimiento disponible sobre el software a construir, pero, ¿cuál es el error aceptable para una estimación temprana? ¿es suficiente con esa estimación inicial? Las buenas prácticas indican que, aún cuando el error de una estimación estuviera dentro del rango admisible, es esencial comunicar el nivel de incertidumbre de la estimación y repetir la estimación del proyecto en cuanto se disponga de más información. Existen múltiples propuestas para estimar los FP, sin embargo, se han observado los siguientes problemas: las técnicas basadas en la Especificación de

Requerimientos del Software (SRS) requieren un nivel de detalle en la documentación que frecuentemente no está disponible en las fases más tempranas de un proyecto de software; algunas técnicas basadas en modelos estadísticos requieren, como mínimo, el modelo de datos del sistema; algunas propuestas no especifican la exactitud de la estimación, o en otros casos, el error de la estimación es significativo; por último, hay escasos enfoques aplicables a los artefactos producidos en la Elicitación de Requerimientos.

El Léxico Extendido del Lenguaje y escenarios (L&E) [19] es una técnica de Elicitación de Requerimientos que utiliza descripciones en lenguaje natural. Como los escenarios se usan para entender la aplicación y su funcionalidad [29], se investigó la factibilidad de aplicar el FPA sobre estos escenarios. Concretamente, se intenta responder las siguientes preguntas:

1. ¿es posible estimar el tamaño funcional de un sistema de software en base a los escenarios generados en la etapa de Elicitación de Requerimientos?
2. ¿es consistente la estimación del tamaño funcional basada en escenarios con las que se obtienen en las etapas posteriores del proceso de desarrollo?
3. ¿es comparable la exactitud de la estimación de tamaño funcional basada en escenarios con la de otras propuestas?
4. ¿es posible resolver el problema mediante un proceso eficiente y con un mínimo esfuerzo?

El objetivo principal de esta tesis es presentar un procedimiento para estimar el tamaño funcional de un sistema de software a partir de los escenarios generados en el marco del enfoque de Leite [29]. El procedimiento Scenario Function Points (SFP) está basado en el método IFPUG [21] y fue desarrollado siguiendo los lineamientos del estándar ISO/IEC 14143-1 [24] para la Medición del Tamaño Funcional. Para alcanzar dicho objetivo se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Diseñar el procedimiento de estimación: el diseño de SFP fue realizado siguiendo el Modelo de Proceso para los Métodos de Medición del software de Jacquet y Abran [26].
- Proveer un proceso bien definido para ejecutar la estimación: para la especificación del proceso fue utilizada una plantilla diseñada de acuerdo al Software Process Framework propuesto por Olson *et al.* [39].
- Evaluar el procedimiento de estimación: la evaluación fue ejecutada mediante un Caso de Estudio múltiple [45] formado por tres casos sobre los que se aplicaron SFP e IFPUG y luego fue determinada la exactitud de la estimación basada en los escenarios frente a la medición de los sistemas implementados.

El resto del documento está organizado del siguiente modo: en la sección 2 se presenta un resumen de los conceptos en que se basa el procedimiento SFP y una síntesis del procedimiento SFP. En la sección 3 se presenta la evaluación del procedimiento SFP y en la sección 4 se presentan las conclusiones y contribuciones de la propuesta presentada y los trabajos futuros.

## 2. El Procedimiento SFP

### 2.1. Marco Conceptual

En esta sección se presenta un resumen del marco teórico que sirvió de soporte para el desarrollo de la propuesta y los conceptos básicos relativos al procedimiento SFP.

**Léxico Extendido de Lenguaje y Escenarios.** El LEL es un metamodelo diseñado para facilitar la elicitación y representación del lenguaje usado en la aplicación. Su principal propósito es capturar el vocabulario y la semántica de la aplicación, posponiendo la comprensión de la funcionalidad de la aplicación [29].

El LEL es una representación hipertextual de los símbolos del lenguaje del cliente en el contexto de la aplicación. Cada símbolo representa una palabra o frase, frecuentemente las más repetidas por el cliente o de importancia relevante para el sistema, excluyendo aquellas palabras o frases que son

de conocimiento general, las que son demasiado específicas y las que tienen un significado muy amplio [18]. A partir del conocimiento obtenido, se genera una lista de símbolos candidatos, los que se describen en términos de *nombre*, *noción* e *impacto*. Esta lista es validada con el cliente con el fin de rectificar o ratificar las descripciones. Este proceso iterativo de interacción con el cliente permite refinar la lista hasta obtener la lista definitiva. Forma parte de esta etapa de validación el desarrollo de escenarios.

Los escenarios son descripciones parciales del comportamiento del sistema y su entorno en situaciones particulares. En el contexto de esta tesis se considerará la definición de Leite. Los escenarios son usados para entender la aplicación y su funcionalidad: cada escenario describe una situación específica de la aplicación centrando la atención en su comportamiento. Los escenarios se representan en lenguaje natural, son derivados desde el LEL mediante heurísticas específicas, evolucionan durante el proceso de construcción del software y se representan de manera estructurada [29]. Un escenario se compone de: *nombre*, *objetivo*, *contexto*, *recursos*, *actores* y *episodios*. En el contexto de este trabajo constituyen los documentos fuente para estimar el tamaño funcional de un sistema de software.

**Diseño del Procedimiento SFP.** Para su diseño fueron considerados varios aspectos: 1) la normativa vigente para la Medición del Tamaño Funcional (FSM), representada por el estándar ISO 14143-1 [24], que especifica los conceptos esenciales de la FSM; 2) la filosofía del FPA estándar, que visualiza la funcionalidad de un sistema en términos de transacciones y datos; 3) el modelo genérico provisto por el Modelo de Referencia para la FSM [37], que puede ser instanciado para diferentes métodos y tipos de especificaciones; 4) el modelo para los Métodos de FSM de Fetzke *et al.* [13], que identifica los pasos claves del proceso de FSM; 5) el Modelo de Proceso para los Métodos de Medición del Software [26], que guía la construcción y aplicación de un método de medición.

**Especificación del Proceso SFP.** La aplicabilidad de un método de medición, la repetibilidad de los resultados de las mediciones, el costo de ejecutar el proceso en términos de tiempo, esfuerzo y capacitación son afectados por la calidad de la documentación del proceso. El Software Process Framework [39] provee las herramientas para seleccionar la información que debe ser documentada y organizarla de modo que facilite la comunicación, la capacitación, el mejoramiento del proceso y el reuso de la documentación.

## 2.2. Una Visión General del Procedimiento SFP

El procedimiento SFP permite estimar el tamaño en FP de un sistema software a partir de los escenarios. SFP fue diseñado siguiendo los pasos establecidos en el Modelo de Proceso para los Métodos de Medición de Jacquet y Abran [26] y orientado a lograr la mayor adhesión posible a las definiciones, conceptos y lineamientos del estándar ISO 14143-1 [24].

La definición de SFP está basada en las asociaciones conceptuales establecidas entre los componentes lógicos de los escenarios y los propuestos por IFPUG [21]. El modelo de SFP consta de tres tipos de Componentes Funcionales Básicos (BFCs): *recurso*, *Entrada Externa* (EI) y *Salida Externa* (EO). Un recurso representa una entidad de soporte de información (sin distinguir entre datos “internos” y “externos” a la aplicación). Una EI tiene semántica similar pero no es equivalente a la EI de IFPUG, pues estas últimas mantienen un ILF mientras que las EIs en SFP mantienen un recurso. La EO tiene el propósito de presentar datos independientemente de la naturaleza de los mismos (éstos pueden ser recuperados desde un recurso o generados por el proceso) y es la combinación de EO y EQ de IFPUG. SFP incluye *reglas de identificación* y *clasificación* de los tipos de entidades del modelo, *reglas de asignación numérica* para valorar las entidades y una función para derivar el tamaño funcional desde los componentes individuales. La complejidad y

contribución en FP de EIs, EOs y recursos es determinada de modo similar a IFPUG usando las tablas para EI, EQ e ILF respectivamente.

La aplicación de SFP es guiada por un proceso que consta de siete pasos [5] a través del cual se aplica un conjunto de reglas y una función para derivar el tamaño funcional. La especificación del proceso, basada en el Software Process Framework [39], provee un documento estructurado, conciso y preciso cuya utilidad fue comprobada en la práctica, tanto en la fase de capacitación del usuario como durante la ejecución de una estimación.

Una cuestión clave para la validación del enfoque es disponer de datos de mediciones de proyectos. La factibilidad de esa práctica se relaciona estrechamente con las facilidades provistas a los usuarios para almacenar los resultados de la estimación de FPs. Para ello se diseñó un conjunto de formularios que facilitan la recolección de los resultados intermedios y finales de la estimación y del esfuerzo insumido por el proceso. De este modo, se facilita la revisión y seguimiento de una estimación desde el principio hasta el final. Por otro lado, se desarrolló el software SFP Tool [41] que soporta el proceso SFP y permite agilizar la estimación.

### 3. Evaluación del Procedimiento SFP

En primer lugar fue evaluada la factibilidad de su uso en la práctica. En segundo lugar se realizó una evaluación basada en múltiples casos de estudio enmarcados en un Caso de Estudio global siguiendo la propuesta de Yin [45]. El Caso de Estudio fue usado como una “prueba de conceptos”, lo que significa que los resultados y las conclusiones no pretenden demostrar la validez definitiva de SFP, pues para esto se requiere ampliar la experimentación sobre un número mayor de casos y sobre sistemas de mayor envergadura.

#### 3.1. Evaluación de la aplicabilidad del procedimiento SFP

La evaluación fue realizada utilizando un grupo de sistemas no implementados de los que sólo se disponía del L&E con los siguientes objetivos:

- comprobar la comprensibilidad y pertinencia de las reglas definidas y la coherencia de la secuencia de los pasos del proceso SFP.
- determinar la magnitud del esfuerzo requerido para ejecutar la estimación.

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la estimación realizada manualmente.

Tabla 1. Resumen de los resultados de la estimación con SFP

Caso <sup>1</sup>	FP	Esfuerzo / FP
Plan de Ahorro [31] <sup>(3)</sup>	66	0,03
Recepción del Hotel [3] <sup>(1)</sup>	103	0,03
Pasaporte [30] <sup>(5)</sup>	103	0,02
Crédito hipotecario [42] <sup>(11)</sup>	103	0,02
Agenda de Reuniones [17] <sup>(2)</sup>	123	0,03
Biblioteca [34] <sup>(8)</sup>	128	0,04
Sistema de Alumnos [2] <sup>(7)</sup>	143	0,03
Banco de Sangre [15] <sup>(6)</sup>	160	0,02
Estación de Servicio [11] <sup>(4)</sup>	216	0,03
Notificaciones [40] <sup>(9)</sup>	279	0,02
L&E del L&E [14] <sup>(10)</sup>	330	0,03

<sup>1</sup>entre paréntesis se indica el orden de realización.

Mediante esta experiencia se pudo comprobar que las reglas propuestas junto con el proceso definido permiten la cuantificación del tamaño funcional de los escenarios y como beneficio adicional, se adquirió destreza en la aplicación de la técnica.

El valor de la relación Esfuerzo/FP (Tabla 1) varía entre 0,02 y 0,04 hora-persona por FP estimado. En las cuatro primeras aplicaciones (ver el orden de realización en la columna 1 de la Tabla 1) el esfuerzo se mantuvo constante en 0,03 hora-persona/FP y luego se redujo a medida que se adquirió experiencia. El software SFP Tool permitirá agilizar el proceso de estimación de los FPs, aunque actualmente no se dispone de datos.

### 3.2. Evaluación de la Exactitud de la Estimación de Tamaño Funcional

El objetivo de esta evaluación es determinar la capacidad de SFP para estimar los FP<sup>1</sup> de los escenarios a los fines de dar respuesta a las preguntas referidas a la exactitud que fueron formuladas en la sección 1.

Para llevar a cabo la evaluación fue elegido un Caso de Estudio múltiple [45] y se adoptó la siguiente estrategia: por un lado, se seleccionaron sistemas implementados que no contaban con el L&E y por el otro, se elaboró el L&E de un sistema que posteriormente fue implementado. Los sistemas son los siguientes:

1. Sistemas implementados:

*Sistema de Gestión de Programas de asignaturas (A)*<sup>2</sup>.

*Sistema de Gestión de un Comercio de indumentaria (B)*.

2. Nuevo sistema implementado partiendo del L&E:

*Sistema SFP Tool (C)*.

El proceso aplicado para la evaluación de SFP fue definido a partir de una adaptación (Figura 1) del Proceso de evaluación de un Método de Medición del Tamaño Funcional [25].

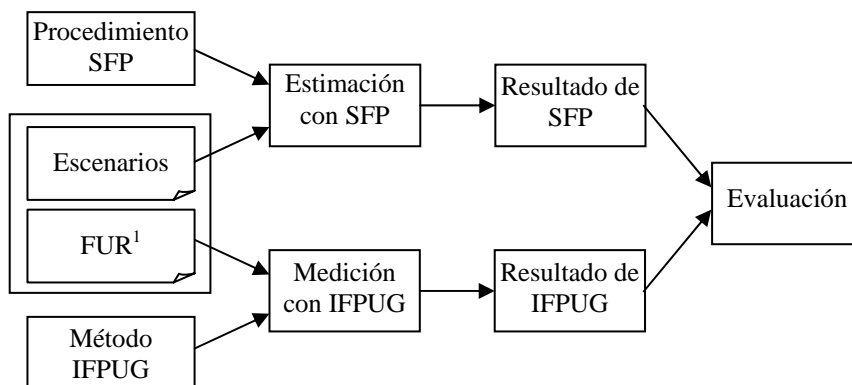


Figura 1. Proceso de evaluación de SFP (adaptado de [25])

<sup>1</sup> FUR: Requerimientos Funcionales del Usuario

En líneas generales el proceso consiste de los siguientes pasos:

- Estimar el tamaño funcional de los escenarios aplicando SFP. El resultado de la estimación representa el *valor estimado* para usar en el cálculo del error relativo de la estimación.
- Medir el tamaño funcional de la aplicación con el método IFPUG. El resultado de la medición es el *valor de referencia* para el usar en el cálculo del error relativo de la estimación.
- Calcular el error relativo de la estimación, el que es usado como indicador de la exactitud de la estimación.

Para realizar el Caso de Estudio se debieron resolver dos cuestiones preliminares. En primer lugar, como los escenarios son el artefacto de entrada para el proceso SFP y no estaban disponibles para los sistemas A y B, fue necesario elaborar un proceso [4] para construirlos a partir de la aplicación. En segundo lugar, la relevancia de la medición basada en el método IFPUG (por ser el valor de referencia) determinó la necesidad de investigar la validez de esta medición; esto fue

<sup>1</sup> Todas las referencias a FP corresponden a FP no Ajustados (UFP).

<sup>2</sup> De aquí en adelante los sistemas son referidos como A, B y C:

realizado aplicando el proceso de validación de Morris y Desharnais [36]. En la Tabla 2 se presenta el resumen con los resultados para los tres casos evaluados en el marco del Caso de Estudio.

Tabla 2. Resumen de los resultados del Caso de estudio

Caso	Estimación SFP	Medición IFPUG	Error relativo
Sistema de Presentación de Programas	227	174	±30%
Sistema Gestión Comercio	612	537	±14%
SFP Tool	226	180	±26%

Una vez determinada la exactitud de la estimación se debe comprobar si ese valor es aceptable. Ahora bien, ¿qué se entiende por valor aceptable?, ¿cuánto es? En general hay acuerdo que las mediciones con el método IFPUG sobre especificaciones de requerimientos (fase más temprana en que puede ser aplicado) pueden tener una desviación de  $\pm 10\%$  (algunos autores afirman que puede ser de  $\pm 5\%$  [27]) respecto a la medición sobre el producto terminado, sin embargo, no se encontró una opinión generalizada acerca del valor admisible para las estimaciones más tempranas. A partir del análisis de un conjunto de técnicas de estimación ([1], [8], [9], [10], [12], [20], [22], [23], [38], [43], [44]) se observó que las orientadas a la fase de factibilidad reportan una exactitud que varía entre  $\pm 10\%$  y  $\pm 50\%$  y otras propuestas basadas en el modelo de datos entre  $\pm 10\%$  y  $\pm 30\%$ . Considerando el Cono de incertidumbre propuesto por Boehm [7], la estimación más optimista podría tener un error mayor que  $+50\%$  ( $1.5x$ ) ó  $-33\%$  ( $0.67x$ ), que son errores posibles cuando está completa la SRS.

Los resultados obtenidos para los tres casos están dentro del margen aceptable para una estimación tan temprana, de acuerdo a las consideraciones expuestas en el párrafo anterior. Como fue mencionado, esta evaluación tuvo por objetivo aplicar SFP como una prueba de conceptos. Los resultados no son generalizables, porque es sabido que un caso de estudio puede mostrar los efectos de una tecnología en una situación típica, pero no puede ser generalizado a cada situación posible [28]; por otro lado, se requiere extender la experimentación sobre un número mayor de casos y con aplicaciones de variado tamaño. En este contexto, los resultados son satisfactorios pues se demostró que la estimación del tamaño funcional basada en escenarios es consistente con la medición del producto terminado. Sin embargo, por las características del estudio llevado a cabo, no se pueden hacer inferencias acerca del grado de incertidumbre de la estimación, que *a priori* se podría suponer que es elevado, aunque no hay argumentos para sostener o rechazar tal afirmación.

Otra cuestión que vale destacar, es que en este Caso de Estudio se ratificaron los valores de esfuerzo (0,02 hora-persona/FP) mencionados en la sección 3.1.

### 3.3. Comparación con otras propuestas de estimación

En los siguientes párrafos se presentan las principales conclusiones que surgen de la comparación con otros enfoques de estimación, la que fue realizada considerando un conjunto de criterios, por ejemplo, fase más temprana en que puede ser aplicado, artefacto de software que se usa como entrada para la estimación, herramienta de soporte, validación del enfoque, exactitud de la estimación.

- De modo similar a otras propuestas es aplicable en las etapas iniciales de un proyecto de software, específicamente a partir de la Elicitación de Requerimientos. Puesto que los escenarios evolucionan a través del ciclo de desarrollo, también puede ser aplicado en las siguientes fases, representando una alternativa para determinar el tamaño de un sistema cuando es analizado su mantenimiento o reemplazo.
- A diferencia de otros enfoques, SFP sólo necesita los escenarios para producir una estimación, lo que significa que se puede obtener la estimación más temprano y con menos esfuerzo. Otras propuestas requieren un mayor grado de conocimiento del sistema, de modo que puedan ser identificadas algunas (por ejemplo, los archivos lógicos) o todas las funciones de IFPUG.

- La mayoría de los enfoques de estimación no incluye reglas propias para asistir el proceso. SFP cuenta con conjunto de reglas para identificar, clasificar y cuantificar los componentes funcionales definidos por el modelo.
- A diferencia de otras propuestas de estimación, que en general no incluyen una herramienta de soporte, el proceso SFP es facilitado por el software SFP Tool.
- De modo similar a otras propuestas de estimación, la evaluación fue realizada sobre un caso de estudio que incluye tres sistemas reales.
- En lo referido a la exactitud de la estimación, los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango observado en otras propuestas, más aún considerando que los resultados que están en el orden de  $\pm 10\%$  se corresponden con estimaciones basadas en la SRS.

#### **4. Conclusiones, Contribuciones y Trabajos Futuros**

A continuación se enumeran las principales conclusiones a las que se arribó como resultado de la investigación, se destacan las contribuciones aportadas por este trabajo y las futuras líneas de investigación.

1. La revisión del estado del arte sobre las técnicas de estimación del tamaño funcional demostró que, en general, no se han dedicado esfuerzos orientados al desarrollo de enfoques aplicables a los artefactos generados en la Elicitación de Requerimientos. En particular, no se encontró ninguno que utilice los escenarios basados en el enfoque de Leite, con excepción del propuesto por el autor de esta tesis [6].
2. El procedimiento SFP fue desarrollado a partir de la asociación entre los componentes de los escenarios y los del Método IFPUG FPA, la cual fue establecida a través de un análisis exhaustivo de los conceptos subyacentes a ambos modelos y descripta mediante un conjunto de reglas que conducen a la cuantificación del tamaño funcional de los escenarios. La aplicación de SFP sobre un grupo de casos de estudio permitió comprobar la pertinencia de las reglas y la secuencia especificada para el proceso definido. Por lo tanto, se puede concluir que es posible estimar el tamaño funcional de un sistema de software a partir de los escenarios.
3. La especificación del proceso SFP facilita la capacitación del usuario y la aplicación de la técnica. Los formularios facilitan la recolección y mantenimiento de los datos de la estimación y su seguimiento desde su inicio hasta el final. La herramienta CASE agiliza este proceso.
4. El esfuerzo del proceso de estimación es irrelevante frente al requerido por una medición estándar y puede ser reducido aún más usando el software SFP Tool.
5. La exactitud de la estimación de tamaño funcional se encuentra dentro del rango aceptable para una estimación temprana.
6. En comparación con otras propuestas de estimación temprana, se puede concluir que: SFP puede ser usado más temprano y con menos esfuerzo, incluye reglas para identificar, clasificar y cuantificar los componentes funcionales de los escenarios, provee una herramienta de soporte y su exactitud está comprendida dentro del rango observado en dichas propuestas y en algunos casos es mejor.

Las principales contribuciones aportadas por este trabajo son las siguientes:

1. En un contexto en que poca atención han recibido los artefactos de la Elicitación de Requerimientos como fuente de información para la estimación del tamaño funcional de un proyecto de software, se ha suministrado una propuesta concebida específicamente para tal fin.
2. Esta nueva propuesta permite estimar el tamaño funcional más temprano en el ciclo de vida del software y con una exactitud comparable a otras propuestas.
3. La estimación de tamaño funcional basada en escenarios puede representar una alternativa para el conteo de los FP de una aplicación instalada, los que podrían ser usados cuando se estudia la factibilidad de un proyecto de mejoras o se evalúa el reemplazo de un sistema carente de documentación.

Otras contribuciones que merecen ser mencionadas son las siguientes:

4. Se elaboró una estrategia para construir los escenarios a partir de un sistema implementado.
5. Se provee un conjunto de formularios para facilitar el proceso de estimación y mantener la información relativa a la estimación y el esfuerzo durante todas las fases del proceso.
6. Se desarrolló una herramienta de soporte para SFP que agiliza la ejecución del proceso de estimación.
7. Se desarrolló la especificación del proceso SFP.

Este trabajo deja abiertas algunas cuestiones que merecerían ser atendidas en el futuro trabajo de investigación. Entre ellas pueden mencionarse:

- Ampliar la experimentación sobre un mayor número de casos, incluyendo sistemas de tamaños variados, con vistas a realizar una validación empírica de los resultados. Si este proceso resultara exitoso, pueden ser investigadas dos alternativas para agilizar el proceso SFP, ambas basadas en el análisis estadístico de los datos recolectados en la fase experimental:
  - o simplificar el proceso SFP usando valores promedio de complejidad para las EIs, EOs y los recursos.
  - o describir un modelo de predicción basado en regresión y evaluar la confiabilidad del modelo mediante pruebas estadísticas.
- Extender la propuesta para aplicarla sobre otras especificaciones, específicamente sobre Casos de Uso.

## Referencias

- [1] Asensio Monge, R., Sanchis Marco, F., Torre Cervigón, F., García García, V., Uría Paino, G., “A Preliminary Study for the development of an Early Method for the Measurement in Function Points of a Software Product”, 2004, <http://arxiv.org/pdf/cs.SE/0402015>, consultado en junio de 2005.
- [2] Ballesteros, C., Minetti, G., Salto, C., “LEL y Escenarios de un Sistema de Alumnos Centro Regional de Educación Tecnológica (C.E.R.E.T.)”, caso de estudio desarrollado para el curso Tópicos I del Magister en Ingeniería de Software en la Universidad Nacional de La Plata, 1997.
- [3] Bertolami, M., Centeno, E., “LEL y Escenarios de la Recepción del Hotel”, Caso de estudio desarrollado en el marco del Magister en Ingeniería de Software, Universidad Nacional de La Plata, 2001.
- [4] Bertolami, M., Oliveros, A., “Evaluación Empírica de la Estimación de Tamaño Funcional de Escenarios”, *11th Workshop of Requirements Engineering*, Barcelona, España, pp. 25-33, sep. 2008.
- [5] Bertolami, M., Oliveros, A., “SFP: Un Procedimiento de Estimación de Puntos Función de Escenarios”, *Proceedings 9th Workshop on Requirements Engineering*, Rio de Janeiro, Brasil, pp. 101-108, 2006.
- [6] Bertolami, M., Una propuesta de Análisis de Puntos Función aplicado a LEL y Escenarios, Tesis del Magister en Ingeniería de Software, Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina, 2003.
- [7] Boehm, B., Abts, C., Clark, B., Deuhani-Chulani S., *COCOMO II Model Definition Manual*, University of Southern California, Los Angeles, California, 1998.
- [8] Bundschuh, M., “Function Point Prognosis”, *Proceedings FESMA 98*, May 1998.
- [9] Cândido, E., Sanches, R., “Estimating the size of web applications by using a simplified function point method”, *Proceedings WebMedia and LA-Web*, pp. 98-105, 2004.
- [10] Desharnais, J., Abran, A., “Approximation techniques for measuring function points”, *Proceedings 13th International Workshop on Software Measurement (IWSM 2003)*, Montréal (Canada), pp. 270-286, 2003.



- [11] Esteban, N., Heidanowski, A., "LEL y Escenarios de una Estación de Servicio", caso desarrollado en el curso de Tópicos I en el Magíster de Ingeniería de Software, Universidad Nacional de La Plata, Argentina, 1998.
- [12] Estimating Functional Size, [http://www.isbsg.org/isbsg.nsf/weben/Estimating Functional Size.htm](http://www.isbsg.org/isbsg.nsf/weben/Estimating_Functional_Size.htm), consultado en noviembre de 2006.
- [13] Fetcke, T., Abran, A., Dumke, R., "A Generalized Representation for Selected Functional Size Measurement Methods", 11th International Workshop on Software Measurement, Montréal, Canada, 2001.
- [14] García, O., Gentile, C., LEL y Escenarios de LEL y Escenarios, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil, Argentina, 2000, disponible en: <http://usuarios.arnet.com.ar/ogarcia/bibliogr.htm>.
- [15] Gil, G., Arias Figueroa, D., Oliveros, A., "Producción del LEL en un Dominio Técnico. Informe de un caso", *Workshop on Requirements Engineering*, Rio de Janeiro, Brasil, pp. 53-69, 2000.
- [16] Guidelines for Successful Acquisition and Management of Software Intensive Systems, Version 3.0 May 2000, Chapter 13, U.S. Air Force Software Technology Support Center, [http://www.stsc.hill.af.mil/resources/tech\\_docs/gsam3.html](http://www.stsc.hill.af.mil/resources/tech_docs/gsam3.html).
- [17] Hadad, G., Kaplan, G., Leite, J., "Léxico extendido del lenguaje y escenarios del Meeting Scheduler", Informe técnico #13, Departamento de Investigación, Universidad de Belgrano, Buenos Aires, 1998.
- [18] Hadad, G., Kaplan, G., Oliveros, A., Leite, J., "Construcción de Escenarios a partir del Léxico Extendido del Lenguaje", 26 *JAIIO*, Buenos Aires, Argentina, 1997.
- [19] Hadad, G., Kaplan, G., Oliveros, A., Leite, J., "Integración de Escenarios con el Léxico Extendido del Lenguaje en la elicitación de requerimientos. Aplicación a un caso real", *Revista de Informática Teórica y Aplicada (RITA)*, Brasil, Vol.6, N°1, pp.77-103, 1999.
- [20] Hill, P., "Software Early Lifecycle – Functional Sizing", *ISBSG*, Jun. 2006, Vol. 9, No. 2, [https://www.softwaretechnews.com/stn\\_view.php?stn\\_id=5& article\\_id=23](https://www.softwaretechnews.com/stn_view.php?stn_id=5& article_id=23), consultado en noviembre de 2008.
- [21] IFPUG, Manual para la Medición de Puntos Función, Versión 4.1.1., AEMES, 2000.
- [22] Iorio, T., Meli, R., Perna, F., "Early & Quick Function Points® v3.0: enhancements for a Publicly Available Method", *Proceedings Software Measurement European Forum (SMEF) 2007*, pp. 179-198, 2007.
- [23] ISBSG, "Software Project Estimates - How accurate are they?", 2005, <http://www.isbsg.org>.
- [24] ISO, ISO/IEC 14143-1, Information technology - Software measurement - Functional size. Part 1: Definition of concepts, International Organization for Standardization, Geneva, 1998.
- [25] ISO, ISO/IEC 14143-4, Information Technology Software Measurement - Functional Size Measurement. Part 4: Reference Model, *International Organization for Standardization*, Geneva, 2002.
- [26] Jacquet, J., Abran, A., "From Software Metrics to Software Measurement Methods: A Process Model", *3rd Int. Standard Symposium and Forum on Software Engineering Standards (ISESS'97)*, Walnut Creek, USA, 1997.
- [27] Jones, C., "A New Business Model for Function Point Metrics", Version 7.0, May 7, 2008.
- [28] Kitchenham, B., Pickard, L., Pfleeger, S., "Case studies for method and tool evaluation", *IEEE Software*, pp. 52-62, 1995.
- [29] Leite, J., Hadad, G., Doorn, J., Kaplan, G., "A Scenario Construction Process", *Requirements Engineering Journal*, 2000.
- [30] Leite, J., Oliveros, A., Rossi, G., Balaguer, F., Hadad, G., Kaplan, G., Maiorana, V., "Léxico Extendido del Lenguaje y Escenarios del sistema nacional para la obtención de pasaportes", Informe técnico #7, Universidad de Belgrano, Buenos Aires, 1996.

- [31] Mauco, V., Ridao, M., del Fresno, M., Rivero, L., Doorn, J., "Proyecto Sistema de Planes de Ahorro", Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, 1997.
- [32] Meli, R., Abran, A., Ho, V., Oligny, S., "On the applicability of COSMIC-FFP for measuring software throughout its life cycle", *ESCOM-SCOPE 2000*, Munich, Apr. 18-20, 2000.
- [33] Meli, R., Santillo, L., "Function Point Estimation Methods: a Comparative Overview", *FESMA 99*, Oct. 6-8, Amsterdam, 1999.
- [34] Melo, B., Ferreira, C., Chaves D., Osório, T., Sistema de biblioteca. Sieger Solutions, <http://www.er.les.inf.puc-rio.br/biblioteca/welcome.htm>, consultado en diciembre de 2003.
- [35] Morasca, S., "Software Measurement", *Handbook of Software Engineering and Knowledge Engineering*, Vol. I, World Scientific Pub. Co., Dec. 2001.
- [36] Morris, P., Desharnais, J., "Function Point Analysis - Validating The Result", Version 1.4, *Total Metrics Pty Ltd and SELAM*, Jul. 2001.
- [37] NESMA, "Functional Sizing in Contemporary Environments. Introduction of a Functional Sizing Reference Model", *NESMA Workgroup NT*, Version 1.0, Oct. 2002.
- [38] NESMA, Early Function Point Counting, <http://www.nesma.nl/english/earlyfpa.htm>, consultado en marzo de 2005.
- [39] Olson, T., Gates, L. P., Mullaney, J., Over, J., Reizer, N., Kellner, M., Phillips, R., DiGennaro, S., *A Software Process Framework for the SEI Capability Maturity Model: Repeatable Level*, Special Report, CMU/SEI-93-SR-007, Jun. 1993.
- [40] Oriana, G., Olinik, R., Ritter, P., "LEL y Escenarios del Sistema de Notificaciones a los Clientes de un Banco", Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia, Argentina, 2006.
- [41] Ritter, P., Bertolami, M., Oriana, G., "SFP Tool: una Herramienta para Medir Puntos Función", *Workshop de Investigadores de Ciencias de la Computación (WICC 2009)*, San Juan, Argentina, 2009.
- [42] s.a., "LEL y Escenarios de un Sistema de Crédito Hipotecario", Caso de estudio desarrollado en el marco del Magister en Ingeniería de Software, 1997.
- [43] Seaver, D., FAST Function Points, Fidelity Investments, 2000, disponible en [http://sunset.usc.edu/Activities/oct24-27-00/Presentations/Seaver\\_FAST%20Function%20Points.pdf](http://sunset.usc.edu/Activities/oct24-27-00/Presentations/Seaver_FAST%20Function%20Points.pdf), consultado en marzo de 2006.
- [44] Tichenor, C., "The Internal Revenue Service function point analysis program: a brief", *COMPSAC '97 - 21st International Computer Software and Applications Conference*, pp. 591 -592, 1997.
- [45] Yin, R., *Case study research. Design and methods*, 3<sup>rd</sup> Ed., London, Sage Publications, 2003.