

# Reuso orientado a dominios: hacia un proceso de desarrollo basado en reusabilidad a nivel de subdominios

Agustina Buccella, Juan Luzuriaga, Alejandra Cechich,  
Gabriel Cancellieri, Maximiliano Ceballos,  
Matias Pol'la, Maximiliano Arias, Marcos Cruz  
Rodolfo Martínez, Rafaela Mazalu  
GIISCO Research Group  
Departamento de Ciencias de la Computación  
Universidad Nacional del Comahue  
Neuquen, Argentina  
agustina.buccella@fi.uncoma.edu.ar

## 1. Resumen

Las Líneas de Producto de Software (LPS) son un paradigma de desarrollo de software cuyo principal objetivo es la reusabilidad dentro de los dominios. Las metodologías existentes se basan en la construcción de artefactos o activos de software reusables de manera que puedan utilizarse cada vez que un nuevo producto de la línea es derivado. A su vez, es posible reutilizar fuera de un dominio, especialmente cuando los dominios están relacionados entre sí.

En nuestro proyecto actual hemos trabajado en la creación de un proceso integral para el desarrollo de LPSs proponiendo enfoques, métodos, técnicas y recursos que permitan mejorar la reusabilidad. En particular nos hemos centrado en el reuso a nivel del dominio geográfico, especializándonos a dominios más específicos como el de ecología marina o paleontología. Nuestros últimos avances en esta área han sido enfocados en la creación de un proceso de desarrollo basado íntegramente en la identificación y selección de artefactos de software previamente desarrollados. Estos nuevos avances permiten aprovechar nuestros artefactos para otros subdominios geográficos reusándolos en una nueva LPS, maximizando así el reuso efectivo.

**Palabras Clave:** Reusabilidad - Líneas de Producto de Software - Jerarquía de Dominios - Dominio Geográfico

## 2. Contexto

La línea presentada se inserta en el contexto del *Programa: Desarrollo de Software Basado en Reuso - Parte II (04/F009)*. Directora: Dra. Alejandra Cechich, y *SubProyecto: Reuso Orientado a Dominios - Parte II*. Incluido dentro del Programa. Directora: Dra. Agustina Buccella, Codirector: Mg. Juan Manuel Luzuriaga.

## 3. Introducción

Actualmente, el reuso es, en general, uno de los atributos del software más valorados y buscados dentro del área de ingeniería de software. Entre sus principales beneficios podemos citar mejoras en el tiempo de comercialización, la calidad del software y los costos. Existen varios paradigmas de desarrollo que están centrados en la reutilización de software, como el desarrollo de línea de productos de software [9], el desarrollo basado en componentes [1], el orientado a servicios [2], etc. Cada uno de ellos propone técnicas y/o métodos específicos

basados en maximizar la reutilización, interoperabilidad y estandarización.

En particular, los desarrollos en las líneas de productos de software (LPS) se centran en identificar similitudes y variabilidades dentro de dominios particulares para ser reutilizados cuando se desarrollan nuevos productos. A su vez, este reuso de dominios puede ser extendido a subdominios, en especial cuando entre ellos existen relaciones o aspectos similares. En este sentido, hemos trabajado en el dominio geográfico como un dominio genérico, especializándonos luego en subdominios específicos y relacionados. Sin embargo, lograr reusabilidad no es una tarea sencilla y no se obtiene solo por el hecho de seguir un desarrollo de LPS. Se debe trabajar en la creación de artefactos que puedan ser efectivamente reusables y luego en mecanismos que permitan identificarlos y aplicarlos, ya sea en su totalidad o parcialmente.

De esta forma, hemos trabajado en estos últimos años en mecanismos que asistan a la identificación de artefactos a ser reusados. Basados en nuestras experiencias de trabajos previos en cuanto a la creación de LPSs en los subdominios de ecología marina [5] y paleobiología [6], utilizamos los artefactos allí creados para definir un proceso de desarrollo basado en la reutilización de estos artefactos a nivel de subdominio. Luego, este proceso fue aplicado al subdominio de *patrimonio cultural paleontológico* con el cual se poseía muchos servicios y funcionalidades en común con los otros subdominios [8].

En la Figura 1 se muestra nuestro proceso de desarrollo basado en la reutilización de artefactos preexistentes para otros subdominios. En particular dos artefactos de software previamente construidos son considerados para analizar en la reutilización. Ellos son: la *taxonomía de servicios* y las *hojas de datos funcionales*. La primera, representa una taxonomía basada en una jerarquía de dominios [4, 5, 6]. Esta jerarquía comienza desde el dominio de geográfico y se especializa en un conjunto de subdominios que comparten algunos servicios. La taxonomía utiliza como estructura inicial las categorías definidas en el estándar

ISO 19119 std<sup>1</sup> la cual se basa en servicios geográficos. Así se incluyen cinco categorías de servicios: (*HI*) *Interacción humana*, (*MMS*) *Modelo/gestión de información*, (*WTS*) *Flujo de trabajo/Tarea*, y (*PS*) *Servicios de procesamiento*, que a su vez se subdivide también en cinco subcategorías que incluyen servicios temáticos, espaciales y de comunicación. A partir de allí, estas categorías se han ampliado en un conjunto de servicios para subdominios particulares, específicamente en ecología marina, oceanografía [5] y paleobiología [6]. Para cada uno de estos subdominios, también utilizamos otros estándares disponibles como por ejemplo, la ISO 21127<sup>2</sup> y el Modelo conceptual de referencia (CRM) de CIDOC<sup>3</sup> que se han aplicado para el subdominio de paleobiología, por ejemplo.

El segundo artefacto, *la hoja de datos funcional*, se utiliza para diseñar las funcionalidades en cada subdominio. Cada hoja de datos contiene cinco elementos: (1) un *identificados* que es único, un *nombre* con una descripción de la función principal, un *dominio* en el que se incluye la funcionalidad para la que se creó en primer lugar, una lista de *servicios* (de la taxonomía del servicio) utilizada para representar la funcionalidad, y un conjunto de *modelos de variabilidad* que muestran las interacciones del servicio (como servicios comunes y variantes). Para el último elemento, la variabilidad se representa mediante la notación OVM [9].

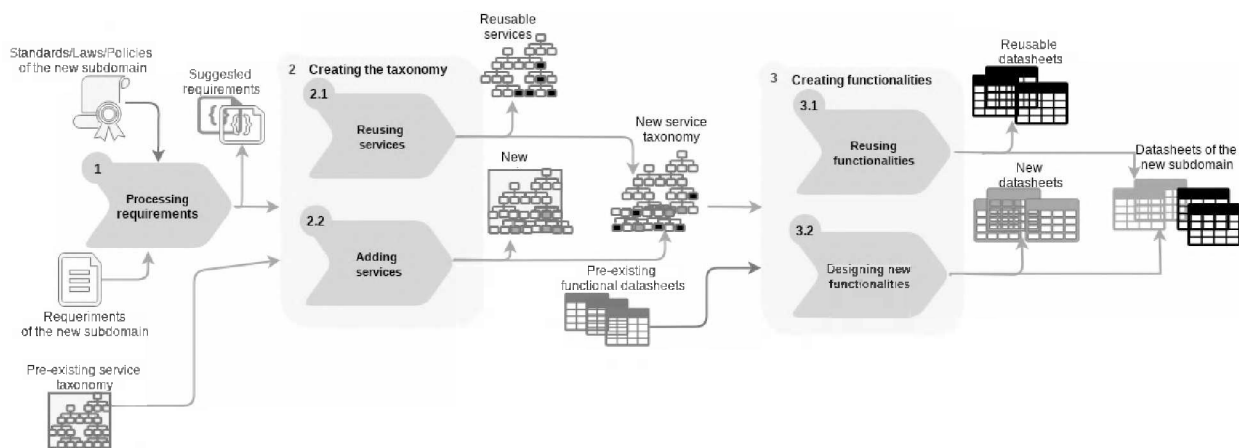
En la Figura 1 podemos observar, a su vez, que el proceso contiene tres pasos en los cuales dos de ellos (pasos 2 y 3) se subdividen en dos actividades diferentes considerando la reutilización de artefactos o el desarrollo de otros nuevos. Los tres pasos son:

1. *Procesamiento de requerimientos*: las entradas de este paso son los *requerimientos del nuevo subdominio* proporcionados por usuarios expertos en el área; y *estándares, leyes y/o políticas*. Esta última in-

<sup>1</sup>Norma Internacional de Servicios 19119, ISO / IEC, 2005.

<sup>2</sup>Información y documentación - Una ontología de referencia para el intercambio de información sobre patrimonio cultural, 2014

<sup>3</sup>Modelo conceptual de referencia Versión 6.0 <http://www.cidoc-crm.org>



**Figura 1. Proceso de desarrollo para nuevas funcionalidades basadas en el reuso a nivel de subdominio**

formación es útil para determinar las regulaciones que deben cumplirse para todos los productos generados en el subdominio. El resultado de este paso es una lista de los *requerimientos sugeridos* que deben incluirse en la LPS.

2. *Creación de la taxonomía*: Las entradas de este paso son los *requerimientos sugeridos* obtenidos en el último paso y la *taxonomía preexistente* creada durante el desarrollo de otras LPSs en otros subdominios. El resultado de este paso es la nueva taxonomía que contiene la lista de servicios agregados/reutilizados del nuevo subdominio. Este paso se subdivide en dos subpasos:

- a) *Reutilización de servicios*: Aquí, es importante determinar cuáles de los requerimientos sugeridos se pueden traducir a un servicio ya definido por la taxonomía preexistente (para otros subdominios). De esta manera, el servicio puede ser reutilizado.
- b) *Adición de servicios*: cuando los requisitos sugeridos no coinciden con un servicio de la taxonomía preexistente, se deben agregar como nuevos. Esta adición no es trivial porque se pueden agregar como una categoría completamente nueva de la taxonomía o como una nueva espe-

cialización de otro servicio (o categoría) preexistente.

3. *Creación de funcionalidades*: en este paso, se deben diseñar las hojas de datos funcionales del nuevo subdominio basadas en el resultado del último paso (lista de servicios agregados/reutilizados en la nueva taxonomía). El resultado de este paso es el conjunto de hojas de datos agregadas/reutilizadas para el nuevo subdominio. Como en el paso 2, es importante analizar si la funcionalidad ya está definida para subdominios anteriores o si es nueva. Por lo tanto, este paso se subdivide en dos subpasos:

- a) *Reutilización de funcionalidades*: debemos identificar las funcionalidades que se pueden reutilizar. Para ello, se debe analizar el conjunto de hojas de datos funcionales preexistentes determinando si la nueva funcionalidad se puede reutilizar por completo, parcialmente o si no es posible.
- b) *Diseño de nuevas funcionalidades*: se diseña una nueva funcionalidad cuando no se puede reutilizar por completo. A veces, es posible reutilizar una funcionalidad sólo parcialmente, en cuyo caso es necesario crear también una nueva con el conjunto de servicios reutilizados.

## 4. Líneas de Investigación y Desarrollo

Durante los años de ejecución de nuestro proyecto de investigación, hemos realizado amplios avances en lo que respecta al área de LPSs definiendo y refinando una metodología de desarrollo a nivel de subdominios. Dentro de esta metodología, la cual posee un conjunto de actividades asociadas a la ingeniería de dominio y de aplicación, nos hemos centrado en minimizar la complejidad del dominio geográfico mediante la división o jerarquía del mismo en subdominios más manejables [4, 5] que mejoraron su complejidad inherente. Al mismo tiempo, dentro de la metodología de desarrollo, nos hemos centrado en la construcción de artefactos de software específicos para cada una de las actividades. Se han presentado las bases de la metodología y los artefactos diseñados los cuales se utilizan en el análisis de dominios y en el análisis organizacional de una LPS [4] y tienen la particularidad de favorecer el reuso basado en una taxonomía de servicios. Es precisamente esta ventaja la que nos permitió luego realizar extensiones hacia otros subdominios. De esta forma hemos podido así avanzar en el desarrollo de múltiples LPSs basadas en la jerarquía de dominios definida. Sin embargo, para dicha extensión hemos tenido que formalizar varios aspectos respecto a los artefactos de software creados. En el caso de la taxonomía, se utilizaron los estándares reconocidos del subdominio, y se creó un proceso de desarrollo que se aplicó en la creación de las dos primeras LPSs [5, 6]. Luego, para el caso de funcionalidades, hemos definido a las hojas de datos funcionales como los artefactos más apropiados para su desarrollo.

Así, hemos trabajado en la definición y construcción de dichas hojas de datos de manera que permitan un diseño estandarizado y computable. En este sentido, nos hemos centrado en mejorar las técnicas para determinar la validez de estos modelos e identificar los problemas que contienen tanto a nivel de la definición de una LPS así como en la instancia y generación de productos. En este contexto hemos realizado experimentaciones en cuanto a la forma y artefactos creados en el

proceso de manera de poder luego realizar un análisis de las mejoras generadas a la hora de encontrar anomalías y defectos dentro de los modelos de variabilidad [3, 10]. Por último en [7] hemos propuesto un framework para combinar herramientas de análisis de variabilidad automáticas, que pueden adaptarse a los requisitos específicos de un caso de gestión de variabilidad.

Nuestros últimos avances se encuentran enfocados en el aprovechamiento de los artefactos creados de forma tal de facilitar la identificación de las partes reusables al realizar un nuevo desarrollo de LPS en otros subdominios.

## 5. Resultados Obtenidos/Esperados

El objetivo principal de la línea de investigación es *Desarrollar técnicas y herramientas que mejoren el desarrollo de software basado en reuso a nivel de dominios, favoreciendo el desarrollo de ambientes inteligentes que permitan crear LPSs según taxonomías de servicios.*

Dentro de este objetivo, se definen dos líneas de investigación específicas. En la primera, hemos obtenido resultados concretos y continuaremos trabajando dentro del área de Líneas de Productos de Software. Como se ha descrito previamente, hemos avanzado en el desarrollo de artefactos de software y herramientas que sirven de soporte para las actividades dentro de la metodología de LPS definida (meta-modelos, taxonomías de servicio, etc.), hemos definido y aplicado nuevos métodos y técnicas para la creación de LPSs con soportes inteligentes dentro del dominio geográfico que contemplan las particularidades de los subdominios incluidos, y hemos realizado formalizaciones de reglas y patrones para soportar el desarrollo asistido, de manera que sean lo suficientemente generales para ser aplicados en otros subdominios geográficos.

En la segunda línea derivada del objetivo principal, hemos avanzado en la creación de ambientes inteligentes que permitan garantizar un reuso efectivo a la hora de crear una nueva LPS. Hemos avanzado en un proceso para desarrollar LPSs basadas en la reutilización de

funcionalidades de una jerarquía de dominio, que incorpora elementos comunes y variables de varios subdominios. Así, construir una nueva LPS significa comprender y probablemente extender una taxonomía y funcionalidad de servicio en forma de activos reutilizables. El proceso propuesto ha sido aplicado al subdominio de *patrimonio cultural paleontológico*, mediante la identificación y selección de los posibles activos reutilizables. Nuestro trabajo a futuro se centra en continuar sobre este proceso de desarrollo basado en reuso para enfocarnos en casos de reuso más complejos, como el análisis de servicios en la taxonomía sin la funcionalidad correspondiente en las hojas de datos. Actualmente estamos trabajando para ampliar este enfoque y desarrollar una herramienta de apoyo que permita la automatización de la mayor parte del proceso.

## 6. Formación de Recursos Humanos

El proyecto reúne aproximadamente a 13 investigadores, entre los que se cuentan docentes y alumnos de UNComa, y colaboradores. A su vez, el proyecto cuenta actualmente con un doctor y un magister. Varios de los docentes-investigadores de GIISCo-UNComa han terminado o se encuentran próximos a terminar carreras de postgrado. Uno de ellos se encuentra finalizando su doctorado en el transcurso de este año. A su vez varios de los integrantes se encuentran finalizando sus tesis de grado. Por último, este año seguiremos con la supervisión del trabajo de 2 becarios EVC-CIN.

## Referencias

- [1] Mehmet Aksit. *Software Architectures and Component Technology*. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, USA, 2001.
- [2] Michael Bell. *Service-Oriented Modeling: Service Analysis, Design, and Architecture*. Wiley Publishing, 2008.
- [3] Germán Alejandro Braun, Matias Pol'la, Laura Andrea Cecchi, Agustina Buccella, Pablo R. Fillottrani, and Alejandra Cechich. A DL semantics for reasoning over ovm-based

variability models. In *Proceedings of the 30th International Workshop on Description Logics, Montpellier, France, July 18-21, 2017.*, 2017.

- [4] A. Buccella, A. Cechich, M. Arias, M. Pol'la, S. Doldan, and E. Morsan. Towards systematic software reuse of gis: Insights from a case study. *Computers & Geosciences*, 54(0):9 – 20, 2013.
- [5] A. Buccella, A. Cechich, M. Pol'la, M. Arias, S. Doldan, and E. Morsan. Marine ecology service reuse through taxonomy-oriented SPL development. *Computers & Geosciences*, 73(0):108 – 121, 2014.
- [6] Agustina Buccella, Alejandra Cechich, Juan Porfiri, and Domenica Diniz Dos Santos. Taxonomy-oriented domain analysis of gis: A case study for paleontological software systems. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(6), 2019.
- [7] Agustina Buccella, Matias Pol'la, Esteban Ruiz de Galarreta, and Alejandra Cechich. Combining automatic variability analysis tools: An spl approach for building a framework for composition. In *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2018*, pages 435–451, Cham, 2018. Springer International Publishing.
- [8] Sofia Caballero, Agustina Buccella, and Alejandra Cechich. Reuso de funcionalidades en el subdominio de patrimonio cultural. In *Computer Science – CACIC 2019*. RedUnCi, 2019.
- [9] Klaus Pohl, Günter Böckle, and Frank J. van der Linden. *Software Product Line Engineering: Foundations, Principles and Techniques*. Springer-Verlag New York, Inc., Secaucus, NJ, USA, 2005.
- [10] Matias Pol'la, Agustina Buccella, and Alejandra Cechich. Automated analysis of variability models: The sevatax process. In *Computational Science and Its Applications - ICCSA 2018 - 18th International Conference, Melbourne, VIC, Australia, July 2-5, 2018, Proceedings, Part IV*, pages 365–381, 2018.