

**Líneas de producto de software (SPL) como
complemento para el desarrollo de soluciones orientadas
a servicios (SOA): Una revisión de la literatura**

JUAN DAVID GÓMEZ HERNÁNDEZ
CESAR ZAPATA JIMÉNEZ

Trabajo de grado presentado para optar al título de
Especialista en Ingeniería de Software

Asesores del trabajo

Jesús Andrés Hincapié, Maestría en Ingeniería
Liliana González Palacio, Doctorado en Ingeniería

UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN
FACULTAD DE INGENIERÍAS
MEDELLIN

2014

Líneas de producto de software (SPL) como complemento para el desarrollo de soluciones orientadas a servicios (SOA): Una revisión de la literatura

Juan David Gómez Hernández ¹, Cesar Zapata Jiménez ²

¹ Ingeniero Desarrollador - Websaas, . Especialización en Ingeniería de Software, UdeM, juandgomezh@gmail.com

² Administrador Bases de Datos - Alcaldía de Copabana. Especialización en Ingeniería de Software, UdeM, purpura0829@gmail.com

Resumen. Hoy en día la construcción de software exige soluciones cada vez más ágiles y completas que optimicen la forma de implementar sistemas en entornos cada vez más complejos. Las arquitecturas orientadas a servicios –SOA- y las líneas de productos de software –SPL- son dos paradigmas arquitectónicos que reciben bastante interés por parte de investigadores y stakeholders. A lo largo de las décadas pasadas ambas estrategias se aplicaron a grandes proyectos revelando muy buenos resultados en función de características como la flexibilidad y el reúso. Sin embargo, existieron algunas limitaciones como la dependencia de tecnologías y plataformas para las líneas de productos y la ausencia de mecanismos de personalización y reutilización de artefactos en el caso de las arquitecturas orientadas a servicios. Debido a estas deficiencias y a la evidente complementariedad de ambos conceptos se procede con la realización de una revisión sistemática de la literatura que permita presentar de forma ordenada y precisa la manera en que ambos enfoques pueden ser unidos para ofrecer una solución robusta y eficiente. Con esto se busca reducir los costos y el esfuerzo de desarrollo, al igual que el tiempo de implementación y adaptación de soluciones nuevas o existentes.

Palabras clave: Arquitecturas orientadas a servicios, SOA, orientación a servicios, Líneas de productos de Software, SPL, Paradigmas Arquitectónicos.

Software Product Lines (SPL) in addition to the development of service-oriented solutions (SOA): A literature review

Abstract. Today the construction of software requires increasingly flexible and complete solutions that optimize the way of implementing systems in increasingly complex environments. The service-oriented architecture -SOA- and software product lines -SPL- two architectural paradigms are receiving considerable interest by researchers and stakeholders. Over the past decades both strategies were applied to large projects revealed very good results in terms of characteristics such as flexibility and reuse. However, there were some limitations such as reliance on technologies and platforms for product lines and the absence of mechanisms for customization and reuse of artifacts in the case of service-oriented architectures. Because of these shortcomings and obvious complementarity of both concepts are applicable to the conduct of a systematic review of the literature to permit the filing of an orderly and precise fashion that both approaches can be joined to provide a robust and efficient solution. This seeks to reduce costs and development effort, as well as deployment time and adaptation of new or existing solutions.

Keywords: Service-oriented architectures, SOA, service orientation, Software Product Lines, SPL, Architectural Paradigms.

1 Introducción

En la última década los recursos de información pasaron a ser el activo más importante de las compañías en el mundo (M. Medeiros, Almeida, Romero, & Meira, 2013). Las tecnologías de la información y las arquitecturas empresariales adquirieron un mayor potencial debido al rápido crecimiento y evolución de los sistemas. Las líneas de productos de software (SPL) y las arquitecturas orientadas a servicios (SOA) surgen como propuestas para facilitar la creación sistemas de una forma ágil y a un menor costo lo que se traduce en un aumento en la productividad y en la eficiencia.

Mientras que SPL aborda de forma sobresaliente el reúso de elementos comunes en el software, SOA otorga flexibilidad en cuanto a lenguajes, plataformas y a la distribución de elementos en un sistema (Beek, Gnesi, & Ninja, 2011).

Ambas propuestas se aplicaron de forma exitosa en varios proyectos. En el caso de SPL en empresas como Nokia donde se aumentó la producción de 5-10 nuevos modelos de teléfono a 30 al año aumentando su productividad en más de 300% (Carnegie Mellon University, 2014) y en el caso de SOA el departamento de defensa de los Estados Unidos en donde se agruparon varias aplicaciones legadas importantes para el gobierno permitiendo que actualmente se encuentren disponibles para el personal autorizado del gobierno (M. Medeiros et al., 2013).

SOA y SPL como propuestas de la ingeniería de software han agregado valor de forma independiente al desarrollo de arquitecturas empresariales. Al lograr integrar estos dos conceptos será posible reducir los tiempos de desarrollo y alinear de forma correcta las necesidades del negocio y las tecnologías de la información. Al utilizar las arquitecturas orientadas a servicios de forma autónoma no se pueden conseguir un alto grado de personalización y reutilización, y en el caso de las líneas de productos de software no se da la interoperabilidad y escalabilidad de los elementos que componen la arquitectura. (Instoan, 2009).

Al combinar ambas estrategias las organizaciones pueden obtener beneficios como el aumento en la productividad, mejoras en los plazos de comercialización y avances en la calidad de sus procesos (Cohen & Krut, 2010). En este artículo de revisión sistemática se ilustra la forma en que (SPL) y (SOA) pueden ser combinados para aprovechar lo mejor de ambas propuestas y suplir sus deficiencias. Teniendo en cuenta esto resulta muy prometedor el desarrollo de soluciones con un alto grado de reúso y flexibilidad que permitan una mayor eficiencia y calidad en la construcción de sistemas de software.

El artículo se estructura de la siguiente forma: En la sección 2 se realizan las preguntas de investigación, los criterios de inclusión y exclusión, las estrategias de búsqueda y la selección de los trabajos para la revisión. En la sección 3 se definen los criterios de evaluación, se obtienen los resultados y se lleva a cabo un análisis y una discusión. En la sección 4 se presentan las respuestas a las preguntas de investigación. En la sección 5 se muestran las conclusiones de la investigación. Por último en la sección 6 se mencionan las referencias bibliográficas empleadas.

2 Método

El método seleccionado para guiar la revisión sistemática se presenta a continuación por medio del siguiente proceso (Figura 1):

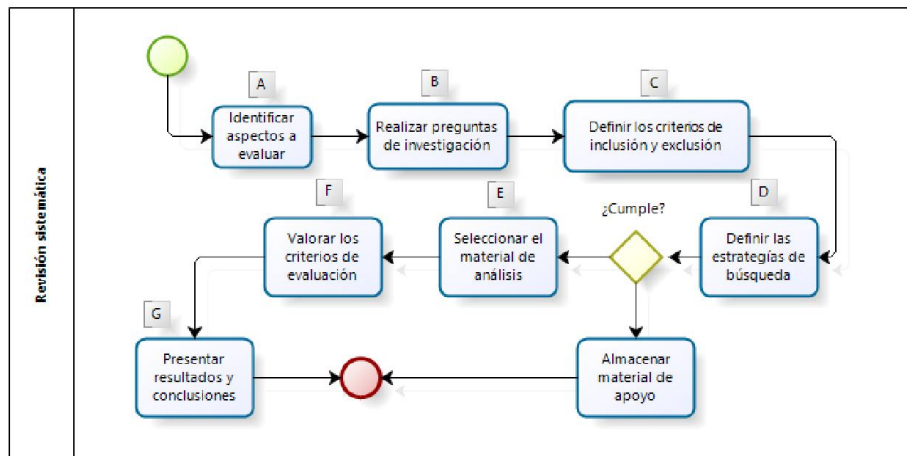


Figura 1. Proceso del método de investigación.

- A. Identificar aspectos a evaluar:** Al comenzar la investigación se analizan e identifican posibles problemáticas asociadas con el tema.
- B. Realizar las preguntas de investigación:** Luego de identificar los posibles aspectos a investigar se procede a formular las preguntas relacionadas con la revisión sistemática.
- C. Definir los criterios de inclusión y exclusión:** En este punto se precisan cuáles serán los aspectos a tener en cuenta para la inclusión o exclusión de los trabajos.
- D. Definir las estrategias de búsqueda:** Luego se concreta la cadena de búsqueda y se escogen un grupo de trabajos relacionados con la problemática teniendo en cuenta título, palabras clave, resumen y conclusiones de ellos.
- E. Seleccionar material de análisis:** Si los trabajos cumplen con aspectos determinados para la revisión se eligen y se almacenan para su posterior análisis. En caso de no cumplir son recopilados como material de apoyo.

- F. Valorar los criterios de evaluación:** Posterior a la selección del material de análisis se procede a realizar una valoración que permita establecer una propuesta de solución.
- G. Presentar los resultados y las conclusiones:** Por último se procede a exteriorizar los hallazgos y reportes encontrados al igual que lo concluido en este proceso.

2.1 Preguntas de investigación

Con el fin de lograr los objetivos de ésta revisión sistemática se formulan las siguientes preguntas de investigación:

PI1: ¿Qué mecanismos o procesos técnicos se pueden emplear en la unión de ambas propuestas?

PI2: ¿Cómo se pueden complementar las arquitecturas orientadas a servicios con las líneas de productos?

PI4: ¿Qué limitantes existen en la unión de ambas propuestas?

PI3: ¿Cuándo es importante unir ambas propuestas y en qué tipos de proyectos?

2.2 Criterios de inclusión y exclusión

Para extraer la información de interés y basados en el alcance de esta investigación se definen los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de Inclusión

CDI1: Trabajos que muestren la forma en que se pueden conectar ambas propuestas (Líneas de productos de software y las Arquitecturas orientadas a servicios).

CDI2: Trabajos que evidencien los beneficios de la combinación de ambos enfoques.

CDI3: Trabajos escritos en inglés.

CDI4: Trabajos que fueron publicados entre 2008 y 2014.

CDI5: Trabajos que provengan de fuentes de información confiables como bases de datos académicas e institutos de investigación destacados.

Criterios de Exclusión

CDE1: Trabajos que no combinen las dos propuestas (Líneas de productos de software y las Arquitecturas orientadas a servicios).

CDE2: Trabajos que muestren de forma independiente el tema de SPL o SOA.

CDE3: Trabajos que contengan métodos de cada propuesta por separado.

CDE4: Trabajos proveniente de fuentes diferentes a artículos de revistas, libros y conferencias.

2.3 Estrategia de búsqueda

Con el propósito de encontrar algunos trabajos que apunten a solucionar las preguntas investigación se procede a elaborar una cadena de búsqueda teniendo en cuenta las palabras clave y términos relacionados con los criterios de inclusión y exclusión de

esta revisión. A continuación se presenta la cadena búsqueda construida para obtener la información requerida:

((PROCESS AND MECHANISM AND METHODOLOGY AND METHOD AND PROPOSED AND APPROACH AND SOLVE) AND (TECHNICAL)) AND (COMBINATION AND SUPPLEMENT AND MERGE AND UNION AND INTERSECTION AND COMPLEMENT) AND (ARCHITECTURE AND PARADIGM ARCHITECTURAL) AND ((SOA AND SERVICE ORIENTED ARCHITECTURE AND WEB SERVICES AND FLEXIBILITY AND ASSETS) AND (SPL AND SOFTWARE PRODUCT LINES AND REUSE AND VARIABILITY AND FEATURES)) AND ((INTEREST AND BENEFIT AND ADVANTAGE AND GAIN OR PROFIT) AND (LIMITATIONS AND DISADVANTAGES AND HANDICAP AND DRAWBACK AND DOWNSIDE AND WEAKNESS AND GAPS)) AND (SCENARIOS AND STAGE AND SCENE AND EXAMPLE AND ILLUSTRATOR AND INSTANCE) AND (STUDY AND ARTICLE AND TOPICS) OR (SOFTWARE PRODUCT LINES ORIENTED SERVICES SYSTEMATIC REVIEW).

Presentando 9810 resultados (0,25 segundos).

2.4 Trabajos seleccionados

Después de examinar los resultados devueltos por la cadena de búsqueda se procede con la selección de diez trabajos que apunten a solucionar los interrogantes planteados en este artículo.

Trabajo 1 (T1) (Beek et al., 2011): El primer trabajo plantea un acercamiento al desarrollo de líneas de productos de software orientadas a servicios mediante la utilización de dos conceptos. El primer concepto es la gestión de la variabilidad que es tomado de las líneas de productos de software, y el segundo es la utilización de un lenguaje ORC que define una lógica de interacción para el comportamiento de los servicios. La combinación de estos conceptos representa un formalismo para el desarrollo de una línea de productos para una arquitectura orientada a servicios.

Trabajo 2 (T2) (Medeiros et al., 2013): En este trabajo presenta un enfoque en el que las aplicaciones de una arquitectura orientada a servicios son desarrolladas como una línea de productos de software. Este enfoque se centra principalmente en el desarrollo de activos base, los cuales ofrecen una directriz para la identificación de los componentes y servicios que hacen parte de la arquitectura de una línea de productos de software orientada a servicios.

Trabajo 3 (T3) (Istoan, 2009): Este trabajo es un estudio bibliográfico que realiza una comparación sistemática entre diferentes aspectos de ambos paradigmas con el objetivo de identificar posibles conexiones. Al finalizar este paralelo se identifican algunos posibles puntos de enlace enfocados en el tema de gestión de variabilidad para aplicaciones orientadas a servicios.

Trabajo 4 (T4) (Medeiros, Almeida, & Meira, 2010): El cuarto trabajo presenta un enfoque sistemático para el diseño de líneas de productos de software orientadas a servicios. Este enfoque provee una guía completa para identificar, diseñar y documentar componentes, servicios, composición de servicios y los flujos de comunicación entre ellos. El enfoque une el concepto de gestión de la variabilidad a través de modelos de características que capturan aspectos fijos y variables de un determinado dominio y el concepto de la agrupación de funcionalidades como servicios de las arquitecturas orientadas a servicios para otorgar mayor flexibilidad y dinamismo al desarrollo de las líneas de productos.

Trabajo 5 (T5) (Istoan, 2009): Para este trabajo se propone un método completo que facilita la creación y gestión de familias de sistemas basados en servicios. Este trabajo aprovecha las bondades de combinar los enfoques de SPL y SOA permitiendo que las técnicas de las líneas de productos solucionen los problemas de variabilidad de los sistemas orientados a servicios. Esta solución está basada en modelos de características que capturan las similitudes y variaciones entre los miembros de una familia de productos basados en servicios.

Trabajo 6 (T6) (Sun et al., 2010): El siguiente trabajo introduce un enfoque para personalización de soluciones de software basadas en servicios. Este enfoque combina la técnica de gestión de variabilidad de una línea de productos con la composición de servicios web de las arquitecturas orientadas a servicios para optimizar la personalización de los requisitos funcionales y no funcionales de un sistema.

Trabajo 7 (T7) (Boffoli et al., 2010): El séptimo trabajo sugiere un enfoque que transfiere las particularidades comunes como el reúso de activos y la utilización de mecanismos de variación de las líneas de productos de software para el desarrollo de soluciones orientadas a servicios. A la utilización de estas buenas prácticas se adicionan las líneas de procesos de negocio (BPL) y el paradigma del desarrollo de software orientado a procesos (POD) para facilitar la implementación de sistemas SOA para varios clientes dentro de una línea de negocio.

Trabajo 8 (T8) (Lee et al., 2011): Este trabajo propone un método que permite solucionar algunos desafíos para desarrollar soluciones orientadas a servicios. Estos desafíos son la identificación de servicios, la determinación de configuraciones propias de los usuarios de acuerdo a un contexto, y el mantenimiento de un sistema después de la realización de cambios. Este método se basa en la utilización de técnicas de análisis de características en los servicios para la gestión de la variabilidad en el desarrollo de soluciones orientadas a servicios.

Trabajo 9 (T9) (Cohen & Krut, 2010): En el noveno trabajo combina una solución orientada a servicios con la gestión de la variabilidad de las líneas de productos de software. El enfoque de las soluciones orientadas a servicios define las composiciones y orquestaciones de servicios describiendo un estándar para la construcción de productos como servicios dentro de una línea de productos orientada a servicios.

Trabajo 10 (T10) (Lanman et al., 2010): Este trabajo presenta un método que provee la inclusión de una estrategia basada en una arquitectura orientada a servicios para integrar y acoplar diferentes dispositivos y sistemas que hacen parte del programa de entrenamiento del ejército de los Estados Unidos. La línea de productos de software LT2 permitió a través de la gestión de la variabilidad hallar características comunes pero de todas formas hacía falta la interoperabilidad de los sistemas que se logró mediante el complemento de la arquitectura orientada a servicios.

3 Evaluación de resultados

Para la evaluación de los resultados se plantean los siguientes criterios de evaluación y se procede y se procede a evidenciar las fortalezas y debilidades encontradas en los trabajos.

3.1 Criterios de evaluación

CE1. ¿El trabajo presenta por lo menos un procedimiento o método para la unión de ambas propuestas?

CE2. ¿El trabajo utiliza los conceptos de las líneas de productos de software (SPL) para la combinación con las arquitecturas orientadas a servicios (SOA)?

CE3. ¿El trabajo identifica los principales elementos para la unión de ambas propuestas?

CE4. ¿El trabajo presta las limitantes existentes en proceso de combinación de ambas propuestas?

CE5. ¿El trabajo identifica los escenario(s) donde se puede aplicar de forma exitosa la unión de ambas propuestas?

Escala: La escala a emplear es literal creciente para calificar los artículos de acuerdo a los criterios de evaluación:

Tabla2. Detalle calificación

Descripción	Nota
Excelente	5
Muy Bueno	4
Bueno	3
Regular	2
Insuficiente	1

3.2 Resultado de la evaluación

Tabla 2. Resumen de la evaluación

		Criterios de Evaluación					Resultado
		CE1 (20%)	CE2 (20%)	CE3 (20%)	CE4 (20%)	CE5 (20%)	
Trabajos	T1	5	5	4	3	5	4.4
	T2	5	5	5	5	4	4.8
	T3	4	5	5	4	3	4.2
	T4	5	5	5	5	5	5
	T5	5	5	5	4	5	4.8
	T6	3	5	5	1	5	3.8
	T7	5	5	5	1	5	4.2
	T8	5	5	5	1	2	3.6
	T9	2	5	2	1	1	2.2
	T10	3	5	5	1	5	3.8

T1: El primer trabajo presenta un procedimiento basado en técnicas de SPL y SOA. De las líneas de productos de software utiliza el concepto de gestión de la variabilidad para complementar una solución orientada a servicios. Este trabajo identifica la mayoría de los elementos involucrados en dicho proceso y no establece las limitante de la aplicación de este enfoque, solo afirma que es una propuesta inicial. Y establece que este enfoque puede ser aplicado tanto en proyectos de software que están iniciando, al igual que en proyectos que ya tienen varios años de existencia y ejemplifica mediante el modelado de una red eléctrica inteligente.

T2: El segundo trabajo presenta un procedimiento respaldado por una arquitectura bien definida que parte del concepto de gestión de la variabilidad a través de modelos de características de las líneas de productos de software combinándolo con la orientación a servicios. Este trabajo identifica roles, capas lógicas, entradas y salidas. La propuesta establece claramente las condiciones de aplicación y establece como limitante que todavía se encuentra en una etapa experimental por lo que hace falta probarla en contexto más heterogéneos. El trabajo establece que la solución es aplicable a contextos empresariales y presenta un ejemplo en la construcción de un sistema para gestión de conferencias donde se crean aplicaciones personalizadas para la gestión de diferentes tipos de conferencias.

T3: El tercer no presenta un enfoque claramente definido, solo habla de la posibilidad y los beneficios de combinar ambas propuestas. El trabajo si presenta varios de los conceptos relacionados con las líneas de productos y con la orientación a servicios e identifica los elementos que hacen parte de la combinación a través de la gestión de la variabilidad. El cuanto a las limitantes, establece que se trata de un análisis teórico que hace falta llevarlo a la práctica. Este trabajo no establece claramente los escenarios de aplicación solo habla de un contexto general.

T4: El cuarto trabajo proporciona una guía completa para la combinación de ambos paradigmas proporcionando etapas con entradas y salidas bien definidas y roles que se encargan de distribuir las responsabilidades a la hora de realizar esta combinación. El trabajo utiliza el concepto de gestión de la variabilidad como complemento para una arquitectura orientada a servicios e identifica explícitamente cada uno de los elementos relacionados en el proceso. Establece como limitante que hace falta agilizar y robustecer más el enfoque. Este enfoque presenta como escenarios de aplicación todos los proyectos de software que requieran una modernización y un incremento en sus características no funcionales y ejemplifica este enfoque mediante un caso de estudio de una aplicación para la reserva de viajes.

T5: El quinto trabajo presenta un procedimiento ordenado siguiendo el proceso general de las líneas de productos de software, el cual utiliza el concepto de gestión de la variabilidad para complementar los conceptos de las arquitecturas orientadas a servicios. Esta propuesta identifica claramente los elementos para llevar a cabo la combinación de ambos enfoques y establece como limitante la identificación de herramientas que faciliten y apoyen este proceso. El trabajo presenta como escenarios ideales para aplicar este enfoque los proyectos relacionados con la domótica y presenta un ejemplo de aplicación en este contexto.

T6: El sexto trabajo presenta un procedimiento más enfocado en la identificación de servicios web que en las arquitecturas orientadas a servicios pero presenta una propuesta interesante en el desarrollo de líneas de productos orientadas a servicios desde el punto de vista de las necesidades de los usuarios. Este trabajo implementa el concepto de análisis de variabilidad de las líneas de productos para la identificación y clasificación de los servicios web. El trabajo también identifica los principales elementos que hacen parte de este proceso pero no presenta limitante alguna en la aplicación de este enfoque. Y presenta como escenarios exitosos de aplicaciones todas las aplicaciones existentes o legadas basadas en servicios web y presenta un ejemplo ilustrativo que consiste en un sistema para la gestión de emergencias.

T7: El séptimo trabajo presenta un procedimiento ordenado con etapas bien definidas que permite la unión de ambas propuestas para la realización de sistemas de una forma ágil. Este trabajo también utiliza la gestión de la variabilidad de las líneas de productos para la identificación de los activos base de la solución. Esta propuesta identifica tanto los elementos macro como micro pero no establece ninguna limitación en el proceso. El trabajo establece como escenario ideal de aplicación los sistemas de ventas donde se puede personalizar la configuración de cada cliente con base en sus necesidades.

T8: El octavo trabajo presenta un método que guía la construcción de líneas de productos de software orientadas a servicios uniendo aspectos de ambas propuestas. El trabajo emplea el concepto de gestión de la variabilidad de las líneas de productos de software para complementar las arquitecturas orientadas a servicios. Este trabajo identifica claramente cada uno de los elementos que hacen parte de este proceso pero no presenta limitaciones a la hora de aplicar esta combinación. Los escenarios ideales

de aplicación no son claramente descritos pero presenta un caso de estudio basado en el desarrollo de software dirigido por modelos.

T9: El noveno trabajo propone un procedimiento de combinación basado en el análisis conceptual de ambas propuestas. Este trabajo también utiliza la técnica de gestión de la variabilidad de las líneas de productos de software para la combinación con las soluciones orientadas a servicios pero no identifica los principales elementos sino que señala algunos aspectos conceptuales entre ambas propuestas y tampoco presenta las limitaciones en el momento de realizar esta combinación. El trabajo tampoco menciona los escenarios ideales de aplicación para esta propuesta.

T10: El décimo trabajo presenta más un caso de éxito de la implementación de una arquitectura SOA en una línea de productos aprovechando la gestión de la variabilidad utilizada para para el reúso de activos entre algunas aplicaciones ya existentes mostrando las bondades y beneficios con base en la experiencia de su implementación, detallando los diferentes elementos que hicieron parte de esta práctica. Esta propuesta no presenta las limitaciones de la combinación de ambos enfoques y el trabajo en sí es una demostración de un escenario de uso como los sistemas ya existentes relacionados con el entrenamiento del ejército de los Estados Unidos.

3.3 Análisis y discusión de resultados

Después de verificar el grado de cumplimiento de los criterios de evaluación en cada uno de los trabajos seleccionados se puede observar que el (100%) de los trabajos utilizan la gestión de la variabilidad de las líneas de productos de software como complemento para las soluciones orientadas a servicios.

De acuerdo con el cuarto criterio de inclusión (CT4) la distribución de los trabajos seleccionados con base en el año de publicación son: en 2008 (0%), en 2009 (20%), en 2010 (40%), en 2011 (20%), en 2012 (0%), en 2013 (20%) y en 2014 (0%). Lo que quiere decir que casi la mitad de los trabajos seleccionados fueron publicados en el año 2010 indicando que este fue el año más valioso a nivel de información para esta revisión.

La distribución de los países de publicación para los trabajos seleccionados es la siguiente: Estados Unidos (30%), Brasil (20%), Francia (20%), Italia (20%), Inglaterra (10%). Esto indica que el 50% de información de esta investigación proviene de Europa y el restante (50%) viene del continente Americano permitiendo establecer que es un tema que reúne el interés varios países y continentes.

El (20%) de estos trabajos son escritos por los autores: Eduardo Santana, Silvio Romero, Flavio Mota, el (20%) por Paul Instoan, y el restante (60%) por otros autores. Debido a esto podemos afirmar que la mitad de estos autores han avanzado bastante en el tema y además continúan interesados en tema realizando más de una publicación.

Posterior al análisis estadístico y con base en la evaluación de los trabajos se procede a responder las preguntas de investigación formuladas en esta revisión:

En los trabajos seleccionados se observan varios mecanismos como la inclusión de lenguajes lógicos ORC para modelar el comportamiento de los servicios, la utilización de BPMN como una extensión de la gestión de los procesos de negocio para capturar funcionalidades de negocio, algunos Frameworks que automatizan la aplicación de dominios al contexto de las líneas de productos orientadas a servicios. Estos mecanismos son utilizados para la identificación, composición y personalización de servicios, el desarrollo de activos reutilizables y la gestión de variabilidad por medio del modelado de características, el cual proporciona una manera de capturar las necesidades de un determinado dominio para ser encapsuladas como servicios dentro de un enfoque de líneas de productos orientadas a servicios.

Las líneas de productos de software proporcionan la gestión de la variabilidad para organizar las características comunes y variables en una solución orientada a servicios, lo cual otorga una mayor flexibilidad y simplicidad en la construcción de los servicios que conforman la arquitectura de una línea de productos.

La mayoría de los trabajos exponen en sus métodos de solución herramientas y mecanismos técnicos para unir ambas propuestas pero se quedan cortos al identificar actividades secuenciales, sub-actividades, roles y entradas y salidas.

Queda claro en todos los trabajos que la unión de estos enfoques permite reducir los costos y el esfuerzo, al igual que los tiempos de desarrollo por medio de características como el reúso y la flexibilidad. Los escenarios recomendados y probados dentro de los trabajos escogidos son: redes eléctricas, administración de conferencias, gestión de emergencias, hogares inteligentes y procesos de venta.

En resumen se puede decir que todos estos trabajos analizados proponen diferentes propuestas técnicas para desarrollar una solución teniendo en cuenta la combinación de ambos enfoques, sin embargo se quedan cortos al definir el proceso que permita identificar claramente las etapas para llevar a cabo la unión de las líneas de productos de software como complemento para las soluciones orientadas a servicios.

Algunos de los retos actuales para esta integración son: proponer nuevas formas de administración de la variabilidad que puedan ser aplicadas no solo en tiempo de diseño sino en tiempo de ejecución, procedimientos para gestionar la trazabilidad de los servicios dentro de una línea de productos de software orientada a servicios, nuevos procesos de combinación de ambas propuestas que integren otros paradigmas de la ingeniería de software como el desarrollo de software dirigido por modelos, procesos y pruebas.

A continuación en la tabla 3 se presenta un resumen de la información teniendo en cuenta actores, años de publicación, países de publicación los temas comunes analizados en los trabajos seleccionados.

Tabla 3. Distribución de la información más relevante

Autores comunes	Año publicación	Determinación de heterogeneidad	País de publicación
Beek et al.	2011	Utiliza la gestión de la variabilidad de SPL para la identificación de servicios.	Italia
Medeiros et al.	2013	Emplea la gestión de la variabilidad a través de modelos de características.	Brasil
Istoan	2009	Utiliza la gestión de la variabilidad para la identificación de servicios.	Francia
Medeiros et al.	2010	Usa la gestión de la variabilidad para la identificación de activos base.	Brasil
Istoan	2009	Utiliza la gestión de la variabilidad para la identificación de servicios.	Francia
Sun et al.	2010	Emplea la gestión de la variabilidad para la identificación de características comunes y variables.	Estados Unidos
Boffoli et al.	2010	Usa la gestión de la variabilidad para la identificación de servicios.	Italia
Lee et al.	2011	Utiliza la gestión de variabilidad por medio de modelos de características para la identificación de servicios.	Inglaterra
Cohen & Krut	2010	Usa la gestión de la variabilidad para la identificación y el diseño de servicios.	Estados Unidos
Lanman et al.	2013	A partir de una línea de productos que utiliza la gestión de la variabilidad para selección de activos comunes se complementa con una solución SOA para mejorar la interoperabilidad de las aplicaciones de línea de productos.	Estados Unidos

4. Solución propuesta

Las arquitecturas orientadas a servicios se pueden complementar con las líneas de productos permitiendo extender las funcionalidades legadas de un negocio como nuevos servicios dentro del ecosistema de las aplicaciones al interior de una compañía. A través de la gestión de la variabilidad que es el puente entre ambos

enfoques se pueden identificar puntos de variación y elementos comunes en el sistema lo que permite potencializar el reúso de los servicios como una línea de productos.

Al utilizar ambos enfoques es importante definir algunas etapas que permitan enmarcar los mecanismos y herramientas técnicas identificadas en los trabajos seleccionados para esta revisión proporcionando un punto de inicio para la construcción de un proceso más robusto al cual se le puedan integrar otros paradigmas de la ingeniería de software, otras etapas, artefactos y roles.

Por medio de este proceso es más intuitivo entender que se debe de realizar para llevar a cabo la combinación de ambas propuestas y para que se están utilizando los diferentes mecanismos técnicos. A continuación se muestran de manera gráfica las etapas que hacen parte de la combinación de las líneas de productos de software y las arquitecturas orientadas a servicios.



Figura 2. Fases proceso combinación SOA y SPL.

5. Conclusiones

Por medio de este trabajo se propone un proceso conformado por etapas que agrupa las principales características y mecanismos identificados en cada uno de los trabajos analizados. A pesar de que es una solución previa y de carácter general puede ser bastante útil para combinar ambas propuestas en una sola solución.

Las líneas de productos de software complementan las soluciones orientadas a servicios a través de técnicas como la gestión de la variabilidad permitiendo que las principales características SOA puedan ser optimizadas a partir del reúso y facilidad de personalización de los servicios.

Existen numerosos escenarios donde ha sido puestas en marcha diferentes soluciones que combinan ambos propuestas, lo que quiere decir que este enfoque puede ser aplicado para distintas necesidades reduciendo tiempo, costos y esfuerzos para desarrollar soluciones de software con un alto grado de calidad.

La mayoría de las investigaciones en este tema están centradas en combinar ambas propuestas para el diseño de líneas de productos orientadas a servicios pero no tienen en cuenta las líneas de productos en tiempo de ejecución. Este es un frente que todos los días recibe mayor interés debido a que es tan importante construir de forma óptima una solución como mantener su correcto funcionamiento y evolución con el paso del tiempo.

Referencias

- Beek, M. H. ter, Gnesi, S., & Ninja, M. N. (2011). Product Lines for Service Oriented Applications - PL for SOA., (June), 63. Retrieved from <http://fmt.isti.cnr.it/~mtbeek/slidesIsland2.pdf>
- Bubak, O., & Gomaa, H. (2008). *Applying software product line concepts in service orientation.* (p. 15). Retrieved from http://www.savinetwork.ca/wp-content/uploads/savirelated/Hausi_Muller_UVictoria_Combining_service-orientation_and_software_product_line_engineering_-_A_systematic_mapping_study_Information_&Software_Technology_Journal_Jun.13.pdf
- Cohen, S., & Krut, R. (2008). *Proceedings of the first Workshop on Service-Oriented Architectures and Software Product Lines.* (p. 149). Retrieved from <http://splc.net/prev-conferences/soapl-2008.pdf>
- Cohen, S., & Krut, R. (2010). Managing Variation in Services in a Software Product Line Context., 35. Retrieved from <http://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?assetid=9293>

- Hatala, B. M. M. A. D. G. M., & Muller, H. A. (2013). Combining service-orientation and software product line engineering: A systematic mapping study. *Information and Software Technology*, 55(11), 15. doi:10.1016/j.infsof.2013.05.006
- Istoan, P. (2009). Software Product Lines for creating Service Oriented Applications., 1-46. Retrieved from ftp://ftp.idsa.prd.fr/local/caps/DEPOTS/RapportsStages2009/Istoan_Paul.pdf
- Istoan, P.-A. (2009). Software Product lines and service oriented architectures: can they be connected?, (February), 15. Retrieved from ftp://ftp.irisa.fr/local/caps/DEPOTS/BIBLIO2009/Istoan_Paul.pdf
- Medeiros, F. M. (2014). SOPLE-DE: An Approach to Design Service-Oriented Product Line Architecture., 456. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-15579-6_36
- Medeiros, F. M., Almeida, E. S. De, & Meira, S. R. D. L. (2010). Designing a set of Service-Oriented Systems as a Software Product Line. *2010 Fourth Brazilian Symposium on Software Components, Architectures and Reuse*, 10. doi:10.1109/SBCARS.2010.17
- Medeiros, M., Almeida, E. S. De, Romero, S., & Meira, D. L. (2013). Towards an Approach for Service-Oriented Product Line Architectures, 7. Retrieved from <http://vahabonline.com/wp-content/uploads/2013/05/we5463.pdf>
- http://www.sei.cmu.edu/productlines/plp_hof.html, software engineering institute, Carnegie mellon, university, 02/05/2014
- <http://www.softwareproductlines.com/>, software product lines, biglever software, 29/05/2014.