

Cómo gestionan la variabilidad las empresas que no conocen de líneas de producto software: hacia una evaluación real

Ana E. Chacón-Luna¹, José A. Galindo², and David Benavides²

¹ University of Milagro, Ecuador . achacon11@unemi.edu.ec

² Department of Languages and Computer Systems, University of Seville, Av. Reina Mercedes s/n, 41012 Seville, Spain. {jagalindo,benavides}@us.es

Resumen Las líneas de producto software tienen como prioridad alcanzar la reutilización sistemática dentro de una organización, permitiendo la reducción de coste, esfuerzo, tiempo de desarrollo, y número promedio de defectos por producto. Sin embargo, existen desafíos al ejecutar un proyecto de *líneas de producto software (SPLs)* y existen pocas evidencias empíricas reportadas en la literatura, lo que implica dificultades para el fortalecimiento o elaboración de ajustes o mejoras a los *framework* de SPL. Existen nuevos conceptos que están surgiendo como *software ecosystems* o *cyber-physical systems* que podrían hacer reconsiderar ciertos conceptos clásicos dentro de SPLs y adaptarlo a los tiempos actuales. En este artículo pretendemos abordar los primeros pasos hacia la evaluación empírica sobre la forma en la que las empresas que no conocen las SPL gestionan la variabilidad. Para ello presentamos el diseño de un *estudio de caso* el cual planificamos ejecutar en el futuro. De ese modo podremos por una parte conocer el contexto en el que dos empresas medianas que no saben sobre SPLs gestionan la variabilidad y por otra, evidenciar oportunidades y debilidades descubiertas en el estudio con el objetivo de convertirlas en fortalezas para la realización de mejoras a las propuestas sobre SPL en la literatura. Además, se podrá construir un fragmento metodológico que indique el camino a seguir para que una empresa pueda transicionar hacia el paradigma de SPLs.

Keywords: estudio de casos, líneas de producto software, gestión de variabilidad

1. Introducción

Actualmente las líneas de producto software (por su acrónimo en inglés - SPLs) son cada vez más utilizadas en las organizaciones como medio para lograr mejoras de calidad y productividad, disminución en el tiempo de comercialización y costes. Según [3] las SPLs son un conjunto de sistemas software, que comparten un conjunto común de características (*features*), las cuales satisfacen las necesidades específicas de un dominio o segmento particular de mercado, y que se desarrollan a partir de un sistema común de activos base (*core assets*) de una manera preestablecida. La transición a un paradigma de líneas de producto

software no es una tarea fácil. En [1] se realizó una revisión sistemática de la literatura de las evaluaciones empíricas en las líneas de producto software entre 2006 y 2011 se concluyó que de los estudios empíricos en el área sólo el 34% de las investigaciones involucraron a profesionales de la industria, la mayoría de los artículos no proporcionaron ninguna base concreta para la declaración del problema y sólo se describió la solución. También se revelaron problemas de calidad en varios aspectos de los criterios de evaluación de la calidad para el diseño de la investigación y la presentación de informes. Ninguno de los estudios encontrados hacía referencia a observaciones realizadas en una empresa que no conozca de líneas de producto software.

En [2] se realizó un estudio sobre la gestión de la variabilidad en empresas que no conocen sobre conceptos de líneas de producto software. Se concluyó que la empresa en observación tenía algunas prácticas de gestión de la variabilidad, como la reutilización de activos del producto entre otros aspectos. Este estudio, fue realizado de una manera poco sistemática sin poner en práctica un método formal de evaluación empírica como experimentos o estudios de caso.

Hasta donde se ha podido investigar creemos que existen pocos estudios sistemáticos empíricos sobre cómo se maneja la gestión de la variabilidad en empresas que no conocen explícitamente los métodos, procesos, herramientas, metodologías estratégicas y tecnologías de líneas de producto software. Por ello consideramos pertinente la realización de una evaluación empírica en forma de estudio de caso para indagar sobre la manera que las empresas gestionan la variabilidad en sus productos.

La contribución de este artículo se centra en el diseño del estudio de caso aplicando la metodología descrita por Runeson *et al.* [9] para investigar como gestionan la variabilidad las empresas que no conocen los conceptos de líneas de producto software pues partimos de la hipótesis de que hay mucha más gestión de la variabilidad en la práctica que empresas que conozcan sobre SPLs. De esta manera, se estudiará las metodologías actualmente empleadas, posteriormente se contrastaran con las actividades y/o procesos propios del marco de trabajo de SPLs para finalmente diseñar una intervención empírica en forma de estudio de caso en empresas que tengan gestión de la variabilidad. Se pretende descubrir el nivel de utilización de conceptos de líneas de producto software en empresas que no son consientes de su aplicación para determinar cuan distante está la praxis del marco teórico, además de identificar elementos que sirvan para retroalimentar la teoría. También esperamos que la aplicación del estudio de caso permita diseñar un fragmento metodológico que indique el camino a seguir para que una empresa pueda hacer una transición más explícita hacia el paradigma de SPLs.

El resto del artículo se estructura de la siguiente forma: en la Sección 2, se describe brevemente el marco de trabajo de las líneas de producto software como lo indica [8], en la sección 3 se describe a breves rasgos las empresas donde se realizaran los estudios de caso, en la sección 4 se desarrolla el diseño del estudio de caso especificando; las unidades de análisis a estudiar, tipo de estudio de caso, preguntas de investigación, métodos de recopilación de datos, estrategias

de selección de datos, método de análisis de datos, de acuerdo a lo planificado y la sección 5 esta destinada a las conclusiones y trabajos futuros.

2. Líneas de producto software

Existen varios marcos de referencia en lo que respecta a los procesos, conceptos o actividades que se usan en la ingeniería de líneas de producto software. En este caso partimos de una diferenciación ampliamente aceptada por todas las propuestas entre la ingeniería de dominio y la ingeniería de aplicaciones propuestos por [11] y mencionada en la mayoría de propuestas metodológicas.

Según [8], la ingeniería de SPL consta de los siguientes procesos; *la ingeniería de dominio* cuyo objetivo es producir la plataforma incluyendo comunidad y variabilidad de las aplicaciones y se compone de cinco subprocesos claves: gestión de productos, ingeniería de requisitos de dominio, diseño de dominio, realización de dominio y pruebas de dominio. Y *la ingeniería de aplicación* tiene como objetivo lograr una reutilización tan alta como sea posible de los activos del dominio al desarrollar un producto que sea instancia de la línea de productos y se compone de cuatro subprocesos: ingeniería de requisitos de aplicación, diseño de aplicaciones, realización o implementación de aplicaciones y pruebas de aplicación, para mayor ilustración (ver Figura 1).

El estudio empírico que pretendemos realizar se centrará en 3 subprocesos habiendo sido elegidos estos por ser los menos específicos relacionados con la tecnología concreta a aplicar y, por otra parte, los que entendemos que una empresa debe realizar ya sea de manera implícita o explícita si está gestionando la variabilidad en un conjunto de productos:

- Gestión de producto (*Product Management*)
- Ingeniería de requisitos del dominio (*Domain Requirements Engineering*), también conocido en otras propuesta como análisis del dominio (*domain analysis*) como lo describe [4]
- Ingeniería de requisitos de aplicación (*Application Requirements Engineering*)

La gestión de productos se ocupa de los aspectos de gestión de la SPL y, en particular, de la estrategia de mercado. Su finalidad es la gestión de la cartera de productos de la organización, empleando técnicas de alcance para especificar lo que está dentro y fuera del alcance de la línea de productos. Como resultado se obtendrá un mapa de productos que establecen las principales características comunes y variables de los futuros productos, así como un calendario con sus fechas de lanzamiento previstas. La gestión de productos para líneas de productos de software difiere de la gestión de productos para sistemas individuales por las siguientes razones:

- Un beneficio esperado de la ingeniería de SPLs es la generación de variantes de productos a un costo más reducido al reutilizarse buena parte de los activos desarrollados en la ingeniería de dominio.
- Los productos de la cartera de productos están estrechamente relacionados ya que se basan en una plataforma común.

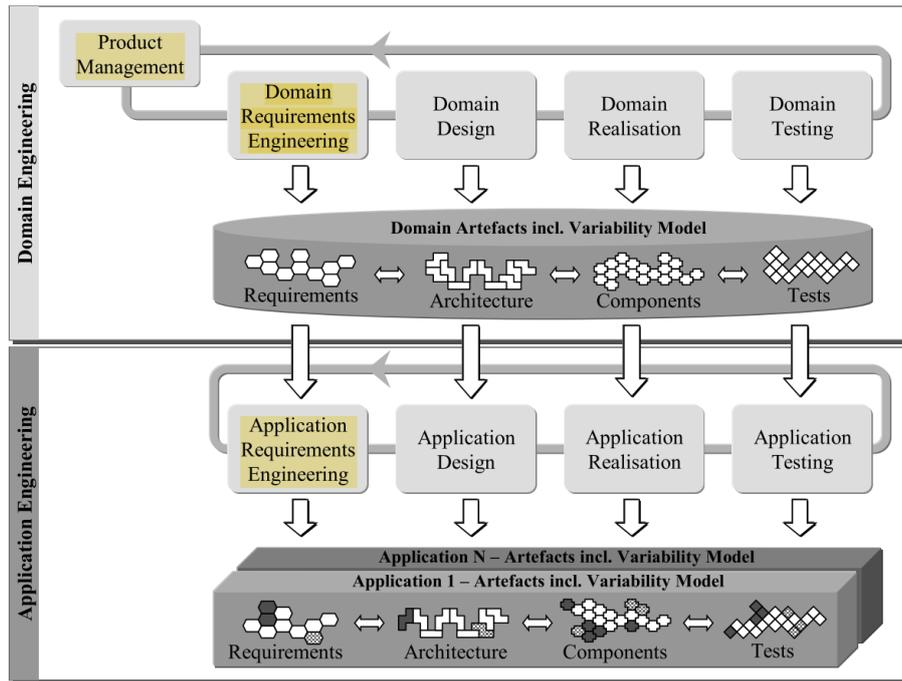


Figura 1. Marco de Trabajo de Líneas de Producto Software según [8].

- La gestión de productos tiene en cuenta la evolución de las necesidades del mercado, la tecnología y las limitaciones para futuras aplicaciones intentando anticipar a los posibles cambios en las características o limitaciones legales para las futuras aplicaciones.

El proceso de análisis de dominio e ingeniería de dominio de requerimiento realizan las mismas actividades. En ambas se define el alcance del dominio, se modela la obtención de requisito y se crea artefactos de software que son la solución a los problemas en el dominio. El subproceso de ingeniería de requisitos de dominio contiene las actividades para obtener y evidenciar los requisitos comunes y variables de la línea de productos. En este subproceso lo que se busca es determinar los requisitos reutilizables, basados en el modelo de variabilidad de la línea de productos. Por lo tanto, el resultado será la especificación de requisitos comunes y variables para todas las aplicaciones de la línea de productos. La ingeniería de requisitos de dominio se diferencia de la ingeniería de requisitos para sistemas individuales en que:

- Los requisitos se analizan para identificar aquellos que son comunes a todas las aplicaciones y aquellos que son específicos para aplicaciones particulares.
- El análisis de requisitos se documentan claramente en modelos de variabilidad.
- Basándose en las aportaciones de la gestión de productos, la ingeniería de requisitos de dominios pronostica cambios en requisitos, leyes, estándares, cambios tecnológicos y necesidades del mercado para aplicaciones futuras.

El subproceso de ingeniería de requisitos de aplicación realiza las actividades necesarias para desarrollar la especificación de requisitos de aplicación. La reutilización de artefactos de dominio depende de los requisitos de la aplicación. Por lo tanto, una preocupación importante de la ingeniería de requisitos de aplicación es la detección de incrementos entre los requisitos de aplicación y las capacidades disponibles de la plataforma. Los *inputs* de este subproceso son los requisitos de dominio y la hoja de ruta del producto con las principales características de la aplicación correspondiente. Además, puede haber requisitos específicos (por ejemplo, de un cliente) para la aplicación particular que no se han capturado durante la ingeniería de requisitos de dominio. La salida es la especificación de requisitos para la aplicación particular.

La ingeniería de requisitos de aplicación difiere de la ingeniería de requisitos para sistemas individuales por las siguientes razones:

- La obtención de los requisitos se basa en la comunicación de las partes comunes disponible y la variabilidad de la línea de productos de software, considerando que la mayoría de los requisitos se derivan de los requisitos de dominio.
- La convergencia entre los requisitos de la aplicación y los requisitos del dominio deben ser detectados, evaluados con respecto al esfuerzo de adaptación requerido y documentados adecuadamente. Si se conoce con anticipación el esfuerzo de adaptación requerido, es posible tomar decisiones de equilibrio sobre los requisitos de aplicación para reducir el esfuerzo y aumentar la cantidad de reutilización de artefactos de dominio.

3. Contexto planificado de la evaluación empírica

Considerando que el contexto para la realización del estudio puede causar malas interpretaciones sobre lo que son las PYMES, y hacer difícil la generalización de respuestas, desafíos y lecciones aprendidas del estudio, mostramos información real del contexto de las empresas con las que esperamos colaborar para este estudio en la siguiente sección. Debido a que no tenemos aún autorización legal para dar nombres de las empresas les daremos un nombre genérico como A y B.

3.1. La Empresa A

Es una empresa pública del Ecuador, su misión es gestionar la política tributaria. Entre sus departamentos tenemos uno de tecnología de la información el mismo que esta conformado por departamento de planificación, departamento de desarrollo, departamento de infraestructura y operaciones y departamento de seguridad informática.

Se espera llevar a cabo el estudio de caso en el departamento de desarrollo cuyo objetivo es diseñar e implementar productos y servicios tecnológicos que se integren en el entorno de producción, considerando las estrategias establecidas por la institución para que los mismos se adecuen a las necesidades institucionales, sean eficientes, accesibles y cumplan con estándares de calidad y aporten valor a la organización; tienen más de 100 productos desarrollados relacionados con el dominio de impuestos.

3.2. La Empresa B

Es una empresa pública ubicada en Sevilla/España, su misión es poner en marcha las políticas del equipo de gobierno de distintas corporaciones municipales en materia de modernización, innovación e implantación de las TICs y la informatización de distintos servicios en beneficio de varios ayuntamientos, y de la propia gestión de ayuntamientos y entidades locales de la provincia de Sevilla. Entre sus departamentos tenemos servicio de desarrollo e internet, servicio de administración electrónica, servicio de sistemas y comunicaciones, servicio de soporte y atención a usuarios, y servicio de administración y recursos humanos.

El estudio se realizará en el departamento de servicio de desarrollo e internet, cuyo objetivo es ofrecer las aplicaciones en la nube para diputación, ayuntamientos, consorcios, mancomunidades, y otras empresas públicas de la provincia de Sevilla, tienen 35 productos software desarrollados.

4. Diseño del estudio de caso

Para la realización del estudio de caso nos apoyaremos en los pasos descritos en [9] y [12]

- El primer paso es el diseño de estudio, donde se planifica y define los objetivos del estudio de caso.
- El segundo paso la preparación para la recolección de datos, aquí se definen los procedimientos y protocolos para la recopilación.

- El tercer paso la recolección de datos, es la ejecución para recabar los datos en el caso estudiado.
- El cuarto paso el análisis de los datos recogidos, es el procedimiento de análisis de los datos, que posteriormente permite obtener las conclusiones del estudio.
- Por último, el quinto paso la presentación de informes, se debe difundir los resultados y las conclusiones presentando suficientes evidencias del estudio.

4.1. Unidades de Análisis

Como anteriormente se describió, el estudio se realizará en dos empresas de desarrollo de software, una de ellas una empresa pública ubicada en Ecuador (Quito) y la otra se encuentra ubicada en España (Sevilla), en ambos casos nuestras unidades de análisis serán la gestión de productos, ingeniería de requisitos de dominio e ingeniería de requisitos de aplicación obtenidas del marco de ingeniería de las líneas de producto software [8] mencionado en la Sección 2.

4.2. Tipo de estudio de caso

El método de investigación que se ha de aplicar en nuestro estudio de caso será: estudio de múltiples casos embebido, flexible y exploratorio según lo definido en [13].

- *Múltiples estudio de casos embebido*, abarca dos estudios de casos cada uno con 3 unidades de unidades de análisis. Se estudian dos empresas, ambas utilizando metodologías propias en el desarrollo de software, las dos empresas se consideran los dos estudios de caso que se ha de aplicar, cada una con tres unidades de análisis la gestión de productos, ingeniería de requisitos de dominio e ingeniería de requisitos de aplicación [9]. De esta manera tenemos que el contexto son las empresas de software con similares características y el objetivo de la investigación es estudiar como gestionan la variabilidad las empresas en el desarrollo de sus productos.
- *Flexible*, pues se podrá considerar nueva información durante la recolección de datos en caso de que la misma sea importante o crítica para el estudio; de esta manera, el diseño del estudio podrá ser actualizado.[9]
- *Exploratorio*, ya que estamos interesados en la comprensión de las metodologías que las empresas utilizan para manejar la variabilidad entre sus productos lo que nos permitirá explorar la naturaleza y debilidades asociadas con ellas dentro de un determinado contexto. [7]

4.3. Preguntas de investigación

Como se indicó anteriormente el objetivo principal del estudio es determinar como gestionan la variabilidad las empresas que no conocen de línea de productos software (del inglés, *Companies that do Not Know about Software Product Line concepts* - CNKSPL). Para la definición de las preguntas de investigación nos hemos inspirado en la descripción de los procesos descritos en [8], considerando las unidades de análisis del presente estudio.

Nos planteamos las siguientes preguntas de investigación:

- **RQ1.** ¿ Cómo gestionan la variabilidad las empresas que no conocen de desarrollo de línea de producto software a nivel de administración de producto?. Para responder a esta pregunta se indagará sobre:
 - **RQ1.1.** ¿ Qué tipo de medidas toman para gestionar los diferentes productos?

Esta pregunta tiene como objetivo identificar si los productos de la cartera de productos que maneja la empresa se encuentran relacionados ya que se basan en una plataforma común, además de evidenciar si se anticipa los cambios potenciales en las características, limitaciones legales y normas para las futuras aplicaciones de la línea de productos de software. Como resultado, la respuesta a esta pregunta puede servir como insumo para la definición y el establecimiento de prácticas de gestión de productos y para generar variantes de producto a un costo y tiempo de desarrollo eficiente.
 - **RQ1.2.** ¿ Cómo alinean las estrategias a la definición del producto?

El objetivo es identificar si las estrategias del departamento se encuentran alineadas al desarrollo, calificación, y la elección de las nuevas ideas de productos, como resultado de esta pregunta se puede incorporar sugerencias de características a los productos al realizar feedback de la hoja de ruta.
 - **RQ1.3.** ¿ Cómo realizan soporte de productos ya existentes?

El objetivo es verificar si en esta actividad se ocupan de la conservación y mejora de las posibilidades para los productos que ya han sido introducidos en el mercado.
 - **RQ1.4.** ¿ Cómo resuelven la introducción en el mercado de nuevos productos?

Esta actividad implica la identificación de los canales de distribución utilizados y el suministro de ellos con nuevos productos, así como el anuncio de los nuevos productos a los clientes potenciales.
 - **RQ1.5.** ¿ Cómo realizan el proceso de control del producto?

Se desea evidenciar si se realiza seguimiento y orientación del proceso de gestión de productos, observando el volumen de ventas de cada producto obtenido.
 - **RQ1.6.** ¿ Existe una hoja de ruta de los productos? ¿ Con qué propósitos se usa?

El objetivo de esta pregunta es verificar si se definen las principales características comunes y variables de todas las aplicaciones de la línea de productos existente, así como un calendario para la entrega de aplicaciones a clientes específicos o para llevarlos al mercado. De no hacerlo se espera observar cómo gestionan productos de la misma línea.
- **RQ2.** ¿ Cómo gestionan la variabilidad las empresas a nivel de Ingeniería de Requisitos de Dominio?
 - **RQ2.1.** ¿ Cuáles son los medios de comunicación que se utilizan con mayor frecuencia para la obtención de requisitos comunes o variables para los distintos productos de la potencial familia?

Se desea listar los documentos mecanismos o técnicas que utilizan para

obtener los requisitos para el desarrollo de nuevo producto software sean estos comunes, únicos en su gama de productos o variables.

- **RQ2.2.** La obtención de requisitos de sus productos ¿ Lo realizan mediante lenguaje natural o basándose en modelo de requisitos?
Esta pregunta tiene como objetivo identificar de que manera las empresas documentan su análisis de requisitos y de encontrar partes comunes en software previamente desarrollado se desea evidenciar como lo gestionan para optimizar la funcionalidad y desarrollo del nuevo producto.
- **RQ2.3.** ¿ Qué modelos de requisitos utilizan para evidenciar su análisis de requisitos común y variable?
Se desea conocer bajo que perspectiva evidencian la obtención de requisitos ya sea mediante modelos de función, datos o comportamiento, matriz de requisitos, análisis de similitudes basados en prioridades [8]
- **RQ2.4.** ¿ De qué fuentes se sustentan para la obtención de requisitos?
El objetivo es identificar las fuentes que utilizan para obtener los requisitos comunes y variables, además de saber si al momento del desarrollo de aplicaciones optan por tratar de reducir la variabilidad en sus aplicaciones.

- **RQ3.** ¿ Cómo gestionan la variabilidad las empresas a nivel de Ingeniería de Requisitos de Aplicación?

- **RQ3.1.** ¿ Existe de manera explicita documentación donde se evidencien los requisitos comunes y variables de cada aplicación y los enlaces existentes?
Debido a que es un objetivo de la ingeniería de requisitos de aplicación se pretende conocer de que manera documentan los requisitos de cada aplicación de su cartera de productos.
- **RQ3.2.** ¿ Cuándo desarrollan una aplicación utilizan artefactos comunes o variables existentes?
Se desea conocer si de existir artefactos comunes o variables de otras aplicaciones, utilizan el principio de reutilización.
- **RQ3.3.** ¿ Qué sucede cuando una aplicación necesita de requisitos específicos para su creación?
Se desea conocer cuales son los criterios para decidir si se adapta los artefactos existentes a las características particulares de la aplicación o se desarrolla un artefacto nuevo.

A modo de resumen, en la Tabla 1, 2 y 3 presentamos las preguntas de investigación así como algunas proposiciones que planteamos en el estudio.

4.4. Métodos de recopilación de datos

En este estudio se adoptarán cuatro métodos de recopilación de datos, el análisis de la documentación, la observación, grupos focales y entrevistas.

- *Análisis de la documentación*, el análisis de los documentos es una técnica que se centra en la documentación generada por los ingenieros de software.

RQs	PROPOSICIONES
¿ Cómo gestiona la variabilidad las CNKSPL nivel de administración de producto?	
¿Qué tipo de acciones toman para gestionar los diferentes productos?	<p>Si toman acciones de gestión de productos entonces se evidenciará de manera anticipada los cambios potenciales en las características, limitaciones legales y normas para las futuras aplicaciones.</p> <p>Si se emplean técnicas de alcance de productos entonces se especificará los productos que son parte de una línea y los que están fuera.</p>
¿ Cómo alinean las estrategias a la definición del producto?	<p>Si existe un portafolio de productos entonces se hará sencillo la especificación de las características de cada producto.</p> <p>Si existe un portafolio de producto entonces valoran positivamente la utilidad del mismo.</p>
¿ Cómo realizan soporte de productos ya existentes?	<p>Si existe una lista de productos o artefactos de desarrollo entonces optimizaran el mantenimiento.</p> <p>Si se identifica los artefactos existentes que se han desarrollado en proyectos anteriores entonces se ahorrará tiempo y dinero en la creación de artefactos.</p>
¿ Cómo resuelven la introducción en el mercado de nuevos productos?	Si definen un calendario de entrega de producto entonces gestionan óptimamente su comercialización.
¿Cómo realizan el proceso de control del producto?	Si existe un control de seguimiento de los productos entonces el mantenimiento de componentes se optimiza.
Definen una hoja de ruta de los productos, ¿ Con qué propósitos se usa?	<p>Si existe una hoja de ruta entonces tiene un valor importante para la empresa.</p> <p>Si se especifica las características de cada producto entonces se analizan la comunalidad y variabilidad de sus productos.</p> <p>Si se analiza la comunalidad y variabilidad de productos entonces se ahorra tiempo y recursos para la creación de nuevos productos.</p>

Tabla 1. Preguntas de investigación gestión del producto

RQs	PROPOSICIONES
¿ Cómo gestiona la variabilidad las CNKSPL nivel de Ingeniería de Requisitos de Dominio?	
¿ Cuáles son los medios de comunicación que se utilizan con mayor frecuencia para la obtención de requisitos comunes o variables para los distintos productos?	Si existe medios de comunicación para la obtención de requisitos entonces se facilita su recolección para su posterior análisis.
La obtención de requisitos de sus productos ¿ Lo realizan mediante lenguaje natural o basándose en modelo conceptuales de requisitos?	Si existe modelos conceptuales para la definición de requisitos entonces valoran positivamente la utilidad del mismo.
¿ Qué modelo de requisito utilizan para evidenciar su análisis de requisitos?	Si Si utilizan una matriz de requisitos de las aplicaciones entonces el análisis de concordancia será mas sencillo. Si se define elementos comunes estratégicos entonces se realiza un eficiente análisis de similitudes basado en prioridades.
¿ De qué fuentes se nutren para la obtención de requisitos?	Si se aprovisionan de diferentes fuentes para la obtención de requisitos entonces realizan una recopilación eficaz. Si cuando realizan el análisis de sus aplicaciones tratan de reducir al mínimo la variabilidad de requisitos entonces el esfuerzo que se invierte en el diseño de flexibilidad será menor.

Tabla 2. Preguntas de investigación de la ingeniería de requisitos de dominio

RQs	PROPOSICIONES
¿ Cómo gestiona la variabilidad las requisitos de Aplicación?	CNKSPL nivel de Ingeniería de Re-
¿ Existe de manera explícita documentación donde se evidencie los requisitos comunes y variables de cada aplicación y los enlaces existentes?	<p>Si existe documentación de los requisitos de las aplicaciones entonces se podrá obtener la especificación de requisitos de la aplicación y sus vínculos</p> <p>Si existe documentación de las aplicaciones entonces obtendremos el modelo de variabilidad de la aplicación.</p>
¿ Cuándo desarrollan una aplicación utilizan artefactos comunes o variables existentes?	Si se tiene artefactos comunes y variables y han sido reutilizados en las aplicaciones entonces formaran parte de la especificación de requisitos de aplicación.
¿ Qué sucede cuando una aplicación necesita de requisitos específicos para su creación?	<p>Si los requisitos para la aplicación no pueden satisfacerse mediante la reutilización de artefactos de requisitos de dominio variables o comunes entonces pueden introducirse artefactos de requisitos específicos de aplicación.</p> <p>Si se necesita de artefactos de requisitos específicos para una aplicación entonces se adaptaran los artefactos variables para satisfacer las necesidades.</p>

Tabla 3. Preguntas de investigación de la ingeniería de requisitos de aplicación

Se analizará todos los documentos relacionados con las metodologías empleadas para el desarrollo de sus productos, siendo estas: hojas de rutas de los productos, calendario de entrega de las aplicaciones, documentos que evidencien las características de sus productos, modelos de variabilidad ortogonal y matriz de requisitos de aplicación en caso de existir; así como, informes de las actividades de gestión de proyectos, actas generadas por los analistas de requisitos, manuales técnicos y del programador, etc. para analizar las características, requisitos y especificaciones de sus productos.

- *Observación*, se aplicará este método guiándonos en [10] utilizando las técnicas de pensar en voz alta y observaciones directas, para lo cual se empleará 300 horas para cada empresa. Las horas se distribuirán en observaciones dirigida a los desarrolladores de bases de datos, programadores de negocio, programadores front-end, arquitectos, y analistas de requisitos. El objetivo es capturar el proceso que conlleva el desarrollo de un nuevo producto, el soporte de productos ya existentes, la introducción en el mercado de nuevos productos, el proceso de control del producto, la creación de artefactos de dominio y su reutilización.
- *Grupo focales*, se realizó reunión del grupo focal, como se recomienda en [5]. Estas reuniones se llevaran a cabo no más allá de 30 minutos una vez por semana en los que se discutirán como manejan la variabilidad de sus productos y que metodologías emplean para el desarrollo de los mismos se confrontaran temas en términos de desafíos y lecciones aprendidas, y su relación con el desarrollo de SPL. Se seleccionaron los 6 principales desarrolladores, para participar en el grupo de enfoque, ya que son los que interactúan activamente en el desarrollo de sus productos.
- *Entrevistas*, las entrevistas cara a cara se llevaran a cabo a los administradores del producto, programadores de negocio, programadores front-end y a los analistas de requisitos.

4.5. Estrategia de selección de datos

Las condiciones básicas para el planteamiento de la problemática, objetivo, y preguntas de investigación es: cualquier PYME que tenga un departamento de desarrollo de software en un dominio específico, que compartan productos; y que la compañía este involucrada con el estudio.

En las empresas objeto de estudio se seleccionaran participantes basado en el método de muestreo de conveniencia [12]. Esta selección considera diferentes roles y perfiles implicados dentro de la empresa cuyo estudio será relevante para la investigación.

Para efecto de la investigación se plantea seleccionar roles que involucren a, jefes de proyectos, administradores del producto, programadores de negocio, programadores front-end, arquitectos, y analistas de requisitos, así como todos los roles que existan en la empresa que estén relacionados con las fases a estudiar. Para la selección concreta, se plantea tener unas reuniones previas con responsables de la empresa así como estudio de la documentación organizativa para saber qué roles concretos serían los más idóneos.

4.6. Métodos de análisis de datos

Sobre la base de [6], este estudio analizará los datos recogidos cualitativamente. En la Figura 2 se describe el procedimiento general de análisis, se utilizará la herramienta *Nvivo* para el análisis de los datos.

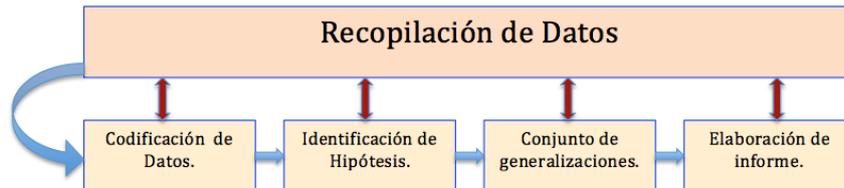


Figura 2. Pasos de Análisis de Datos, extraído de [6]

Después de la recolección de datos, codificaremos los datos, lo que significa que a partes del texto se le dará un código que represente cierta área, basándonos en los objetivos del estudio; para cada código se adjuntará un memo es decir, comentarios y reflexiones de los investigadores con algunos problemas o descripciones que permitan describir las unidades de análisis; luego se emparejará un primer conjunto de hipótesis. Identificando por ejemplo, frases que son similares en diferentes partes del material y patrones en los datos. Hay que considerar que el proceso se ejecuta iterativamente y se afectan entre sí, es decir no es una simple secuencia de pasos, por tanto en la actividad donde se identifican las hipótesis si se requiere más información, se llevará a cabo más recolección de datos en el campo.

5. Conclusiones

Los beneficios del desarrollo de software aplicando metodologías de SPLs son cada vez más utilizadas en las organizaciones como medio para lograr mejoras de calidad y productividad. Sin embargo, no es una tarea sencilla realizar la transición para aplicar esta metodología. Por esto, es importante evidenciar el camino que debe seguir una PYME que desconozca de SPLs y tener evidencias reales se ha planteado la realización de un estudio empírico. En este trabajo, presentamos el diseño del estudio definiendo los objetivos y el alcance, también se identifican los protocolos y procedimientos a seguir para la recolección de datos. Dicho estudio pretende poner en marcha en dos PYMES, una ubicada en Ecuador y otra en España. Cabe destacar que creemos pertinente la realización de un estudio de caso debido a que nos permitirá recurrir a múltiples fuentes de evidencia para investigar dentro de un contexto real, además de observar in situ como gestionan la variabilidad las empresas objetos de estudio.

Como trabajo futuro, nos planteamos la ejecución del estudio de caso para conocer las metodologías de desarrollo y contraponer con conceptos de SPLs, buscando determinar cómo gestionan la variabilidad dichas empresas, estos resultados servirán para definir una metodología para realizar la transición a SPLs, así como permitirá el fortalecimiento del framework de SPLs, producto de estudios en situaciones reales.

Referencias

1. Alvin Ahnassay, Ebrahim Bagheri, and Dragan Gasevic. Empirical evaluation in software product line engineering. Technical report, Tech. Rep. TR-LS3-130084R4T, Laboratory for Systems, Software and Semantics, Ryerson University, 2013.
2. David Benavides and José A Galindo. Variability management in an unaware software product line company: an experience report. In *Proceedings of the Eighth International Workshop on Variability Modelling of Software-Intensive Systems*, page 5. ACM, 2014.
3. Paul Clements and Linda Northrop. *Software product lines*. Addison-Wesley, 2002.
4. Kyo C Kang, Sholom G Cohen, James A Hess, William E Novak, and A Spencer Peterson. Feature-oriented domain analysis (foda) feasibility study. Technical report, DTIC Document, 1990.
5. Jyrki Kontio, Johanna Bragge, and Laura Lehtola. The focus group method as an empirical tool in software engineering. In *Guide to advanced empirical software engineering*, pages 93–116. Springer, 2008.
6. Matthew B Miles and A Michael Huberman. *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. sage, 1994.
7. Michael Quinn Patton. *Qualitative evaluation and research methods*. SAGE Publications, inc, 1990.
8. Klaus Pohl, Günter Böckle, and Frank J van Der Linden. *Software product line engineering: foundations, principles and techniques*. Springer Science & Business Media, 2005.
9. Per Runeson, Martin Host, Austen Rainer, and Bjorn Regnell. *Case study research in software engineering: Guidelines and examples*. John Wiley & Sons, 2012.
10. Carolyn B. Seaman. Qualitative methods in empirical studies of software engineering. *IEEE Transactions on software engineering*, 25(4):557–572, 1999.
11. David M Weiss et al. Software product-line engineering: a family-based software development process. 1999.
12. Claes Wohlin, Per Runeson, Martin Höst, Magnus C Ohlsson, Björn Regnell, and Anders Wesslén. *Experimentation in software engineering*. Springer Science & Business Media, 2012.
13. Robert K Yin. Investigación sobre estudio de casos. diseño y métodos. *Applied Social Research Methods Series*, 5, 2003.