

# BUSINESS PROCESS TRACEABILITY IN SOFTWARE - BIPTRAC

Olga Lucero Vega-Márquez<sup>1,2</sup>[0000-0003-2164-4801], Jhon Roa<sup>1</sup>[0009-0001-3257-2594] and Martin Perez<sup>1</sup>[0009-0002-2387-6091]

<sup>1</sup> Universidad de los Llanos, km12 vía Barcelona, Villavicencio, Colombia, {olvegam, jhon.roa, martin.perez}@unillanos.edu.co

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial, Bogotá, Colombia, ovegam@unal.edu.co

**Resumen** *Problema:* Los sistemas basados en BPM presentan dificultades para sincronizar los modelos BPMN con su implementación en código. *Objetivo:* Desarrollar un sistema de trazabilidad que conecte modelos BPMN con el código, facilitando la gestión de cambios. *Metodología:* Usando la Design Science Research-DSR, construimos diferentes artefactos que nos llevaron a obtener una herramienta para consultar enlaces de trazabilidad entre el modelo del proceso en BPMN y el código fuente con el que éste se comunica. *Resultados:* Los artefactos se integran en la herramienta BPbSw-Traceability, que extrae elementos BPMN que interactúan con software externo y consulta anotaciones Java (@) para identificar puntos de comunicación en dicho software. Finalmente se realizaron pruebas piloto y dos experimentos para comparar el esfuerzo y la precisión en la identificación de artefactos impactados al realizar cambios, de forma tradicional *vs* utilizando la herramienta. *Conclusiones:* El proceso de negocio en BPMN y el código fuente del software están desconectados, aunque relacionados. La herramienta creada establece enlaces de trazabilidad entre ambos, permitiendo, mediante una interfaz gráfica, que el encargado de evolucionar un sistema basado en procesos de negocio identifique con precisión y mínimo esfuerzo los artefactos involucrados en un cambio. No obstante, al momento de publicar este trabajo nos encontramos procesando los datos para soportar con cifras el grado de significancia en el ahorro de esfuerzo y mejora de la precisión en la identificación de artefactos afectados en un cambio.

**Keywords:** BPMN, evolución de software, trazabilidad en Software.

## 1. Introducción

La creciente complejidad de los sistemas de información ha impulsado el uso de enfoques BPM para modelar y automatizar operaciones en las organizaciones [12] [9]. Sin embargo, mantener la coherencia entre los modelos de procesos y el software externo con el que éstos se comunican, sigue siendo un desafío [10].

Esta investigación desarrolla un sistema de trazabilidad que enlaza los elementos de los modelos BPMN con las porciones del código fuente del software externo con el que éste se comunica[8]; Para ello se utiliza un sistema de anotaciones en el código fuente que permite cotejar elementos clave del modelo BPMN con sus secciones correspondientes en el software externo. El objetivo es reducir el esfuerzo en la evolución del software basado en procesos de negocio [3].

El proyecto busca cerrar la brecha en la propagación de cambios desde los modelos BPMN hacia los elementos externos relacionados, facilitando la identificación de artefactos impactados por modificaciones y mejorando la evolución de sistemas basados en BPM.

## 2. Metodología

Dado que esta investigación busca solucionar un problema mediante la construcción de un artefacto, se guía por la metodología Design Science Research (DSR) [2], traducida como Investigación en la Ciencia del Diseño. La DSR, utilizada en Ingeniería, responde a preguntas como “¿Qué hacer?”, “¿Cómo hacerlo?” y “¿Con qué hacerlo?”, enfocándose en diseñar artefactos como estrategias, procedimientos o productos que ayuden a lograr objetivos. Esta metodología sigue varias fases, relacionadas como se muestra en la Figura 1.

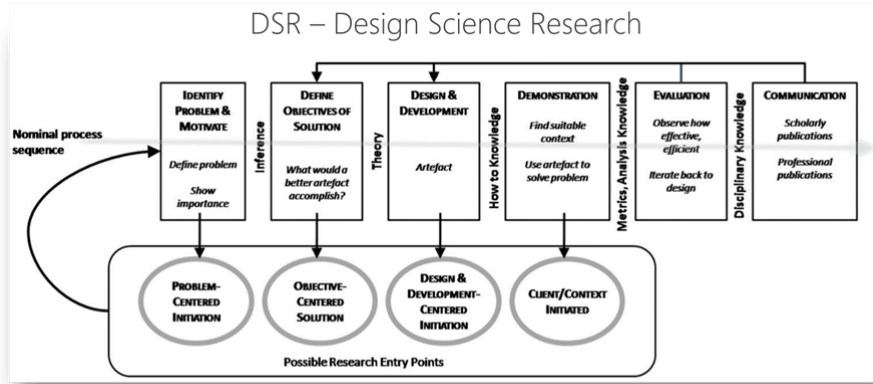


Figura 1. Metodología “Design Science Research”, tomado de[7]

### 2.1. Identificación del problema

Una revisión sistemática de la literatura[11] nos permitió identificar un desafío recurrente en la evolución de sistemas basados en procesos de negocio: la dificultad de mantener sincronizados los modelos BPMN con el software externo

utilizado para la implementación de algunos elementos del modelo, lo que aumenta los costos de mantenimiento y el riesgo de errores. La trazabilidad surge como técnica clave para simplificar este proceso, al identificar las clases, métodos y modelos DTO [5] afectados por modificaciones. El proyecto propone entonces como *objetivo*, desarrollar un sistema de trazabilidad que vincule los elementos del modelo BPMN con los externos, facilitando la gestión de cambios[4] [1] [6]. Este objetivo se medirá en tiempo y precisión, a través de experimentos empíricos. La etapa de **Diseño y Desarrollo** de la DSR partió del análisis de un caso de laboratorio: la fundación MSG, una fábrica de créditos. La arquitectura del sistema se resume en la Figura 2 y se detalla en el repositorio [MSGF-hub](#). En el centro del sistema está el modelo BPMN desplegado en Camunda, dentro del componente MSGF-BPM-Engine. Se recolectó información sobre actividades del modelo BPMN, como UserTask, ServiceTask y SendTask, mediante un análisis del archivo .XML, extrayendo nombres, tipo de implementación, configuración, variables, entradas y salidas. Estos datos se organizaron en una estructura JSON.

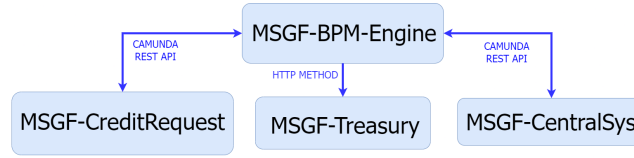


Figura 2. Arquitectura del sistema MSGF

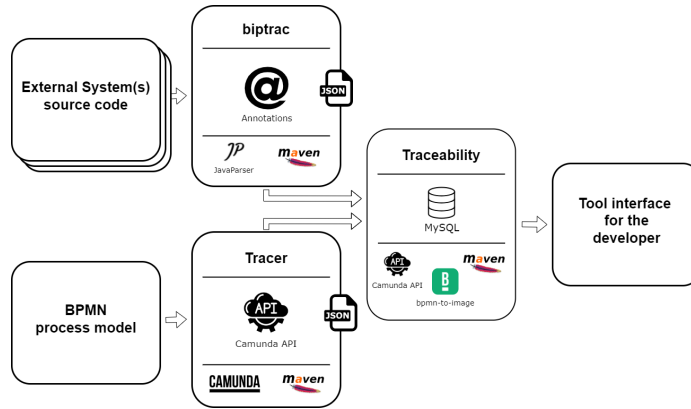


Figura 3. Arquitectura de BPbSw-Traceability.

El resultado de esta etapa fue la herramienta *BPbSw-Traceability*; su documentación se encuentra en el repositorio [BPbSw-Traceability](#).

Tras completar el módulo inicial, vimos la necesidad de integrar la información del JSON con el software externo, lo que nos llevó al desarrollo del módulo Biptrac. El reto fue identificar clases y métodos en el código fuente. Para resolverlo, usamos anotaciones personalizadas en Java, adaptadas para recibir parámetros según su alcance. Implementadas en el código de los software externo, utilizamos JavaParser para analizar el código, localizar las anotaciones y extraer sus argumentos, junto con los nombres de las clases y los métodos.

Con la información obtenida, generamos un nuevo archivo JSON. Para presentar estos datos de manera estructurada y coherente, desarrollamos la herramienta BPbSw-Traceability, que combina BPMN-Tracer con Biptrac como evidenciamos en la Figura 3. Además, incorporamos una base de datos para mantener un registro detallado de las trazas entre los modelos BPMN y los proyectos Java, facilitando la gestión y seguimiento de las trazas generadas.

En la etapa de ***Demostración*** de la DSR realizamos dos experimentos en los que se realizaban modificaciones de forma tradicional y utilizando la herramienta. En el diseño de estos experimentos se realizaron varias pruebas piloto que le dieron rigor tanto a los instrumentos como a la herramienta. Finalmente, los experimentos fueron aplicados a un grupo de estudiantes del curso de “Desarrollo de Software basado en Procesos de Negocio”, del programa de Ing. de Sistemas de la Universidad de los Llanos. Los estudiantes completaron la tarea, pero enfrentaron problemas técnicos, como la falta de recursos computacionales, lo que llevó a eliminar Docker, instalar el gestor de bases de datos localmente y deshabilitar la visualización del modelo BPMN en la herramienta. En los experimentos, realizaron cinco modificaciones manuales y luego utilizaron la herramienta BPbSw-Traceability para asistir en la tarea. Los datos recolectados están en análisis.

### 3. Resultados

Registramos el tiempo que tardaron los sujetos del experimento en identificar los artefactos impactados en cada una de las cinco modificaciones realizadas sin la herramienta y la misma identificación contando con la herramienta. Adicionalmente al tiempo, se revisó la precisión en dicha identificación. En total fueron 12 sujetos y cada uno de ellos realizó la identificación de artefactos impactados para cinco modificaciones diferentes.

### 4. Conclusiones

La trazabilidad entre los modelos de procesos de negocio y el software externo es un gran desafío. Este trabajo abordó el problema identificando artefactos en el modelo BPMN y ubicando, mediante anotaciones en Java, los puntos de comunicación en el código fuente. Esperamos que el análisis de datos muestre una reducción en el tiempo y una mejora en la precisión para identificar artefactos impactados gracias a la herramienta BPbSw-Traceability.

## Referencias

1. Antoniol, G., Cleland-Huang, J., Hayes, J.H., Vierhauser, M.: Grand challenges of traceability: The next ten years. Tech. rep., Cornell University (10 2017), <https://arxiv.org/abs/1710.03129v1><http://arxiv.org/abs/1710.03129>
2. vom Brocke, J., Hevner, A., Maedche, A.: Introduction to design science research. None pp. 1–13 (2020). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-46781-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-46781-4_1), [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-46781-4\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-46781-4_1)
3. Christa, S., Madhusudhan, V., Suma, V., Rao, J.J.: Software maintenance: From the perspective of effort and cost requirement. *Advances in Intelligent Systems and Computing* **469**, 759–768 (2017). [https://doi.org/10.1007/978-981-10-1678-3\\_73](https://doi.org/10.1007/978-981-10-1678-3_73), [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-1678-3\\_73](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-1678-3_73)
4. Cleland-Huang, J., Zisman, A., Gotel, O.: *Software and systems traceability*, vol. 9781447122. Springer-Verlag London Ltd (2012). <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2239-5>
5. Fowler, M., Rice, D., Foemmel, M., Mee, R., Stafford, R.: *Patterns of enterprise application*. Wesley, Addison p. 560 (2002), <https://www.oreilly.com/library/view/patterns-of-enterprise/0321127420/>
6. Gotel, O., Cleland-Huang, J., Hayes, J.H., Zisman, A., Egyed, A., Grunbacher, P., Antoniol, G.: The quest for ubiquity: A roadmap for software and systems traceability research. In: 2012 20th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE). pp. 71–80. IEEE (9 2012). <https://doi.org/10.1109/RE.2012.6345841>
7. Lawrence, C., Tuunanen, T., Myers, M.D.: Extending design science research methodology for a multicultural world. *IFIP Advances in Information and Communication Technology* **318**, 108–121 (2010). [https://doi.org/10.1007/978-3-642-12113-5\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-642-12113-5_7), [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-12113-5\\_7](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-12113-5_7)
8. Vega-Marquez, O.L., Duarte, H.: Business process models evolution using traceability between bpmn and its supporting software (ongoing research). In: Congreso Internacional de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad de Los Llanos (2020), [http://cici.unillanos.edu.co/es/2020/autores/memorias/http://cici.unillanos.edu.co/media2020/memorias/CICI\\_2020\\_paper\\_106.pdf](http://cici.unillanos.edu.co/es/2020/autores/memorias/http://cici.unillanos.edu.co/media2020/memorias/CICI_2020_paper_106.pdf)
9. Vega-Márquez, O.L., Chavarriaga, J., Linares-Vásquez, M., Sánchez, M.: Requirements Comprehension Using BPMN: An Empirical Study, pp. 85–111. Springer, Cham (2019). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-17666-2\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-17666-2_5), [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-17666-2\\_5](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-17666-2_5)
10. Vega-Márquez, O.L., Duarte, H., Chavarriaga, J.: Software development process supported by business process modeling an experience report. In: BMSD 2017 - Proceedings of the 7th International Symposium on Business Modeling and Software Design. pp. 242–246 (2017). <https://doi.org/10.5220/0006529702420245>
11. Vega-Márquez, O.L., Duarte, H., Collazos, V.: Mapping study on traceability between bpmn models and source code. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology* **12**, 218 (1 2022). <https://doi.org/10.18517/IJASEIT.12.1.16170>, [http://ijaseit.insightsociety.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=9&Itemid=1&article\\_id=16170](http://ijaseit.insightsociety.org/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=1&article_id=16170)
12. Vega-Márquez, O.L., Duarte, H., Rodríguez, L., Gómez, C.: Digital government enterprise app generator a bpm based approach. In: Gómez, C. (ed.) CICI2022. pp. 1–6 (2022), <https://cici.unillanos.edu.co/media/archivos/2023/02/01/ID6194.pdf>