



Universidad de las Ciencias Informáticas

Trabajo de Diploma para optar por el Título de
Ingeniero en Ciencias Informáticas

**Vista de análisis para la detección de
eventualidades en los procesos del Sistema para
la Planificación de Actividades**

Autor

Ariel Oliva Morejón

Tutor

Ing. Maria Teresa Rosales González

DrC. Arturo Orellana García

La Habana, junio 2017

Pensamiento

*'' La ciencia nunca resuelve un problema sin
crear otros 10 más. ''*

George Bernard Shaw.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Ariel Oliva Morejón con CI: 92021531820, declaro ser único autor del presente trabajo de diploma y concedo a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo. Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Ariel Oliva Morejón

Firma del Autor

Maria Teresa Rosales González

Firma del Tutor

Arturo Orellana García

Firma del Tutor

DATOS DE CONTACTOS

Ing. María Teresa Rosales González (mtrosales@uci.cu): Graduada de Ingeniería en Ciencias Informáticas en la Universidad de las Ciencias Informáticas en el año 2012. Investigador de la Minería de Procesos. Miembro del grupo de investigación de minería de procesos. Especialista en la producción de software en el Centro de Informatización de Entidades CEIGE.

Dr. C. Arturo Orellana García (aorellana@uci.cu): Graduado de Ingeniería en Ciencias Informáticas en la Universidad de las Ciencias Informáticas en el año 2012. Máster en Informática Aplicada desde el 2015 en la Universidad de las Ciencias Informáticas UCI, La Habana, Cuba. Investigador de la Minería de Procesos. Miembro del grupo de investigación de minería de procesos. Autor de varias publicaciones indexadas sobre la aplicación de la minería de procesos al sector hospitalario. Especialista en la producción de software en el Centro de Informática Médica de la UCI. Estudiante de doctorado en el programa de la UCI.

Agradecimientos

Quiero agradecer primero que todo a mis abuelos Zenaida Y Luis y a mi madre, porque han sido mi guía, y las personas que han hecho posible que pueda llegar hoy hasta donde he llegado. Este título se lo dedico a ellos.

A mi padre porque a pesar de no haberme criado junto a él, siempre supo darme comprensión y cariño.

A mis tíos María del Carmen, Jorge Luis, Brenes y Laisa, por estar cerca de mí en mi niñez y complacerme en todo lo que han podido.

A mis hermanas Leadnet y Hany por ser un regalo lindo de la vida.

A Lala por todo el amor que me ha dado y la dedicación.

A mis abuelos Isora, Cubano y Jorge por formar parte de mi vida.

A mis primos Daniel y Lisset por ser mis primos más pequeños y siempre tratar de seguir mi ejemplo.

A mi primo Jorgito por criarse conmigo y compartir toda su niñez junto a mí.

A mi primo Smeiker por ser como el hermano varón que no tengo, por entenderme, conversar conmigo de mis cosas y por aceptarme tal como soy.

A Yasselis, por permanecer en nuestra familia y haberse hecho parte de ella, sentir nuestros dolores y alegrías, así como a su madre Tita y a toda su familia.

A una de las tantas madres que tengo, Miriam. Por acogerme como un hijo más en su vida, por malcriarme y comprenderme como casi pocos lo han hecho.

A mis tíos Rosita y Yosvany por formar parte de mi vida.

A Lourdes y Landa, por acogerme como un hijo y por brindarme su casa y amor cuando más lo necesité.

A Amanda, por ser la persona que me acompaña en mis días de tristeza y alegría, por ser esa parte de mí que nadie puede arrancar, por ser especial y tener la capacidad de con solo mirarme a los ojos saber cómo me siento. Por decirme las cosas que nadie tiene el valor de decirme, pero que son las que necesito escuchar.

A Teresa, por hacerse parte de mi esfuerzo por alcanzar mi título. Por guiarme, escucharme y darme mucho amor incondicional. Por ser parte esencial de nuestro círculo de amigos el cual se hace cada día más indestructible.

A Ernesto, por compartir conmigo días de felicidad y tristeza. Por brindarme su cariño. Porque gracias a él hoy soy más fuerte y seguro de mí mismo. Por sentirse orgulloso de la persona que soy.

A Claudio, por ser mi amigo incondicional, por hablarme fuerte cuando lo necesito y por escucharme sobre todo.

A mi mejor amigo, Luis Enrique, porque a pesar de la distancia estar ahí siempre para

mí. A mis grandes amigas del IPVCE Claudia López, Dianne, Mayara, Melissa y Yisselys

A Hanny Masias, mi amiga del alma, la que siempre llevo en mi corazón.

A Jorge Eduardo y Héctor, por darme fuerzas en momentos duros y por brindarme cariño de amigo

A Liuba, Taire, Maydalys, Daryl y Yusniel, por brindarme su amistad indestructible desde que comenzamos en esta escuela.

A Vladis y Lores. Por escucharme cuando lo he necesitado, y por estar ahí para mí.

A Garnache, por estar dispuesto a apoyarme en todo momento y por escucharme cuando lo he necesitado.

A mis amigos de Toda la Vida, Héctor Luis, Yamiris, Meibis y compañeros de la infancia.

A Jairo y Alexis por estar siempre pendiente de mí en todo momento y apoyarme.

A mis profesoras únicas de toda la carrera que llevo con mucho amor en mi corazón. Lesyanis Pompa, Karenia, Yorgelys, Yuleisy, Yassiris, y a la profe Maritza por su amor maternal hacia nosotros. A la profe Graciela y al profesor Feliberto.

A mis amigos del voleyball, Yara, Mayrolis, Yicel, La Chiqui y muchos otros.

A mis amigos Pedrito y Andy, por estar pendiente de mis logros profesionales en la música y por ofrecerme comprensión cuando la necesité.

A mis amigas del grupo Greter, Mailín y Leslie.

A mi gran amiga Rosmelys, por ser parte de mi vida, por escucharme siempre, por contar conmigo para sus cosas. A su novio Víctor por ser parte de mis amigos.

A mi grupo 4503.

A mi tutor Aturo por todo en apoyo y comprensión. Al tribunal por habernos encaminado correctamente durante los cortes de tesis.

A todas aquellas personas que aportaron su granito de arena a este momento y que me han brindado apoyo cuando lo he necesitado

Resumen

La minería de procesos es una novedosa alternativa que permite analizar los procesos reales, a partir de la extracción de conocimientos de los registros de eventos disponibles en los sistemas de información. *Inductive Visual Miner* es un plugin de la herramienta ProM que permite generar modelos de procesos animados en una notación inspirada en la notación de modelado de procesos de negocio. Estos modelos permiten apreciar a simple vista las eventualidades de los procesos en los sistemas de planificación. El Sistema para la Planificación de Actividades (SIPAC), desarrollado en la Universidad de las Ciencias Informáticas, no cuenta con una herramienta que detecte las eventualidades del sistema. La presente investigación se centró en el desarrollo de una personalización del plugin *Inductive Visual Miner*. Para el desarrollo de la misma se empleó el lenguaje de programación Java, en el entorno de desarrollo Netbeans. Se utilizó para la guía el ProM como herramienta más idónea para la detección de eventualidades. La investigación realizada permitió desarrollar una personalización del plugin *Inductive Visual Miner*, la cual permite generar modelos de procesos, en los que se puede visualizar las eventualidades de los procesos de SIPAC.

Palabras clave: minería de procesos, modelo de procesos, eventualidades, registro de eventos, plugin, sistemas de planificación.

Abstract

Process mining is a novel alternative that allows analyzing the actual processes, from the extraction of knowledge from the records of events available in information systems. Inductive Visual Miner is a ProM tool plugin that allows you to generate animated process models in a notation inspired by the notation of business process modeling. These models allow to see at a glance the eventualities of the processes in the planning systems. The System for the Planning of Activities, developed at the University of Computer Science, does not have a tool that detects the eventualities of the system. The present research focused on the development of a customization of the Inductive Visual Miner plugin. For the development of the same was used the Java programming language, in the Netbeans development environment. The ProM was used as a tool for the detection of eventualities. The research carried out allowed to develop a customization of the plugin Inductive Visual Miner. It allows the generation of process models, in which the eventualities of the System for the Planning of Activities processes can be visualized.

Keywords: process mining, process model, contingencies, event log, plugin, planning systems.

Contenido

DATOS DE CONTACTOS.....	4
Agradecimientos	5
Resumen	7
Abstract	8
Introducción	12
Capítulo 1. Fundamentos Teórico-Methodológicos de la investigación.	17
1.1 Conceptos asociados a la investigación.....	17
1.2 Sistema de planificación de actividades (SIPAC)	18
1.3 Minería de procesos	22
1.4 Herramientas que permiten detectar eventualidades.	23
1.5 Técnicas que permiten detectar eventualidades.	24
1.6 Análisis comparativo	27
1.7 Ambiente de desarrollo	29
Conclusiones del capítulo	30
Capítulo 2. Propuesta de solución.	30
2.1 Inductive Visual Miner	31
2.2 Descripción de la propuesta de Solución	39
2.3 Descripción de la arquitectura.....	44
2.4 Conclusiones parciales	47
Capítulo 3. Validación	48
3.1 Aplicación del caso de estudio	48
3.2 Índice de satisfacción grupal	52
3.3 Aplicación de la técnica de ladov para medir satisfacción	54
3.3 Resultados esperados	54
Conclusiones del capítulo	55
Conclusiones generales.....	56
Recomendaciones.	57
<i>Referencias</i>	58
Glosario de términos.....	60
Anexos	61

Índice de figuras

Figura 1 Tipos de Minería de procesos. Fuente (Aalst & otros, 2006)	23
Figura 2 Modelo de proceso generado con IvM. Fuente: (Leemans, Fahland, & Aalst, Exploring Processes and Deviations, 2013)).....	25
Figura 3 Modelo de proceso generado con FM. Fuente (Andrés García Azcanio, 2013)	26
Figura 4 Cadena de análisis de IvM. Fuente (Inductive , 2016).....	31
Figura 5 Controles y parámetros del IVM de ProM. Fuente (Inductive , 2016)	34
Figura 6 Leyenda de las actividades. Fuente (Inductive , 2016).....	34
Figura 7 Vista de rastreo. Fuente (Inductive , 2016).....	36
Figura 8 Vista de la ventana del ProM una vez ejecutado el IvM. Fuente (Inductive , 2016)	38
Figura 9 Mapa conceptual de la herramienta. Fuente: (elaboración propia).....	40
Figura 10 Configuración por defecto de la herramienta. Fuente: (elaboración propia)	41
Figura 11 Configuración manual de la herramienta. Fuente (elaboración propia).....	42
Figura 12 Animación resultante después de haber ejecutado la herramienta. Fuente (Leemans, Fahland, & Aalst, Process and Deviation Exploration with Inductive Visual miner, 2014).....	44
Figura 13 Visualización de las desviaciones después de ejecutar la herramienta. Fuente (Leemans, Fahland, & Aalst, Process and Deviation Exploration with Inductive Visual miner, 2014)	44
Figura 14 Selección de la Técnica Inductive Visual Miner. Fuente (elaboración propia)	49
Figura 15 Animación resultante luego de ejecutar la técnica en ProM. Fuente (elaboración propia).....	49
Figura 16 Ventana para importar el registro de eventos. Fuente (elaboración propia)	50
Figura 17 Selección del registro de eventos. Fuente (elaboración propia)	50
Figura 18 Selección de la técnica Inductive Visual Miner. Fuente (elaboración propia).	51
Figura 19 Resultado de la técnica. Fuente (elaboración propia)	51
Figura 20 Satisfacción de los usuarios con la solución desarrollada. Fuente (elaboración propia).....	54

Índice de tablas

<i>Tabla 1 Preguntas que no responde SIPAC. Fuente: Elaboración propia</i>	19
<i>Tabla 2 Características de las técnicas y herramientas que permiten detectar eventualidades. Fuente (elaboración propia)</i>	28
<i>Tabla 3 Cuadro lógico de ladov. Fuente ((Rodríguez & Maura, 2014))</i>	52
<i>Tabla 4 Niveles de satisfacción. Fuente: (Rodríguez & Maura, 2014)</i>	53

Introducción

La efectividad de toda organización depende de sus procesos empresariales, estos tienen que estar alineados con la estrategia, misión y objetivos de la institución. Detrás del cumplimiento de un objetivo, se encuentra la realización de un conjunto de actividades que, a su vez, forman parte de un proceso. De ahí que el enfoque de procesos sea hoy una herramienta tan poderosa por su capacidad de contribuir de forma sostenida a los resultados (misión, visión y objetivo estratégicos), a la satisfacción de sus clientes, la elevación de la calidad y la aportación de valor. (Andrés García Azcanio, 2013)

La Gestión por Procesos es el modo de gestionar toda la organización basándose en los procesos y percibe la organización como un sistema interrelacionado. La aplicación de la gestión por procesos en una organización permite: comprender la configuración de los procesos del negocio, sus fortalezas y debilidades, determinar los procesos que necesitan ser mejorados o rediseñados; establecer prioridades, iniciar y mantener planes de mejora que permitan alcanzar los objetivos establecidos; reducir la variabilidad innecesaria que aparece habitualmente cuando se producen o prestan determinados servicios y eliminar las ineficiencias asociadas a la repetitividad de las acciones o actividades, al consumo inapropiado de recursos, entre otras. (León, Rivera, Nariño, & Viteri, 2010)

Con el objetivo de informatizar y homogeneizar el proceso de planificación de objetivos y actividades a corto, mediano y largo plazo que se realiza en todos los niveles de dirección del país surge el Sistema de Planificación de Actividades (SIPAC). Ha sido desarrollado en la Universidad de las Ciencias Informáticas y certificado por el Grupo de Planificación de Actividades de la Secretaría del Consejo de Ministros de la República de Cuba. Está basado en los principios de independencia tecnológica del país y se rige por la Instrucción No.1 del Presidente de los Consejos de Estado y de Ministros. Entre sus funcionalidades SIPAC permite la informatización de los procesos del negocio: Elaboración, Puntualización, Aprobación-Conciliación, Ejecución y control del plan y Evaluación de los objetivos, almacenando información de la ejecución de sus actividades en la base de datos, sobre la cual fue desarrollado un componente para la extracción y transformación de esta información en un registro de eventos. (Medina, 2017)

SIPAC proporciona la gestión de los procesos, pero no la evaluación en términos de procesos, por lo que se desconoce la periodicidad con la cual se actualiza el cumplimiento de las tareas. Esto incide negativamente para determinar si se ejecuta el

proceso de Ejecución y control del plan, para cumplir los plazos que establece la Instrucción No. 1 del Presidente de los Consejos de Estado y de Ministros para la Planificación de los objetivos y actividades en los Órganos, Organismos de la Administración Central del Estado, Entidades nacionales y las Administraciones Locales del Poder Popular, en 2011, en lo adelante Instrucción No. 1, si se ejecuta periódica y sistemáticamente, si el proceso se paraliza o se demora por la ocurrencia de un factor externo (cuello de botella), si existe desvío de la información(desviaciones del sistema) o no se realiza en lo absoluto.

Para el análisis de los registros generados por SIPAC, en la actualidad es necesario hacer uso de herramientas externas (ProM y Disco) las cuales generan modelos de procesos de la ejecución real de los procesos en sistemas automatizados. Dichas herramientas presentan inconvenientes para la usabilidad y la comprensión de los modelos generados, por lo que usuarios no expertos en el área se ven limitados a su uso.

Luego de haber analizado dichas herramientas se puede afirmar que SIPAC carece de una solución que permita la detección de eventualidades en sus procesos, a partir de un registro de eventos, evidenciado por los siguientes aspectos:

- No existencia de un mecanismo que permita seguir y controlar el flujo de eventos en las actividades de procesos.
- No detecta explícitamente la existencia de cuellos de botella en los procesos.
- No comprueba la existencia de desviaciones en los procesos.
- No realiza análisis sobre la frecuencia de la ejecución de las actividades de proceso.
- No detecta o reconoce patrones en el flujo de información.

Estos problemas ralentizan la toma de medidas sobre las causas de las posibles desviaciones en actividades de proceso. Evita que se optimice o mejore el flujo en la ejecución de los mismos, tras el análisis de la frecuencia de realización de determinadas actividades. Del mismo modo, provocan inestabilidad en la ejecución normal de los procesos en SIPAC y afectan el soporte a la toma de decisiones sobre la planificación en las áreas de la organización.

A todos los problemas anteriores se le puede dar solución mediante la aplicación de minería de procesos.

La minería de procesos es una disciplina de investigación que permite descubrir, monitorear y mejorar procesos reales a partir de la extracción de conocimientos de los registros de eventos (Orellana, Armenteros, & Alfonso, Generador de Registros de Eventos para el análisis de procesos en el Sistema de Información Hospitalaria xavia HIS, 2015). Estos registros de eventos son el resultado del almacenamiento de la información de las actividades que componen los procesos en un período determinado de tiempo.

El descubrimiento es uno de los tipos de la Minería de procesos, el cual permite generar modelos de procesos a partir de la extracción de conocimientos de los registros de eventos. Estos modelos facilitan identificar las eventualidades de los procesos de forma sencilla. El chequeo de conformidad es otro de los tipos de minería de procesos en el cual se compara un modelo de proceso existente con un registro de eventos del mismo proceso. La verificación de conformidad puede ser usada para chequear si la realidad, tal como está almacenada en el registro de eventos, es equivalente al modelo y viceversa. El tercer tipo de minería de procesos es el mejoramiento donde la idea es extender o mejorar un modelo de proceso existente usando la información acerca del proceso real almacenada en algún registro de eventos. Mientras la verificación de conformidad mide el alineamiento entre el modelo y la realidad, este tercer tipo de minería de procesos busca cambiar o extender el modelo a-priori. (Orellana, Armenteros, & Alfonso, 2015)

Investigaciones realizadas acerca de la Minería de procesos, evidencian la efectividad que posee en el descubrimiento y análisis y mejora de procesos en diversas áreas de las organizaciones. Pero a pesar de las facilidades que brinda esta, en Cuba existen muy pocas referencias acerca de su uso.

A partir del análisis realizado anteriormente se evidencia la necesidad de que SIPAC cuente con una solución que permita detectar eventualidades del sistema a partir de su registro de eventos. Todo esto con el objetivo de prevenir la inestabilidad y demora en la ejecución de los mismos, lo que afecta negativamente en los tiempos de respuesta y en la calidad del plan.

La situación problemática antes descrita conduce al siguiente problema a resolver:
¿Cómo identificar las desviaciones en el flujo de la ejecución de los procesos del sistema SIPAC?

A su vez el objeto de estudio se enfocó en **el proceso de planificación de actividades**, centrado en el campo de acción **técnicas de minería de procesos para la detección**

de eventualidades. Tomando en cuenta estos aspectos y para dar solución al problema planteado se define como objetivo general **desarrollar una vista de análisis para la detección de eventualidades en los procesos del Sistema para la Planificación de Actividades, a partir de sus registros de eventos.**

Para el cumplimiento del objetivo general se establecieron las siguientes tareas de investigación:

1. Elaboración del marco teórico metodológico referente a la minería de procesos y los conceptos asociados al objeto de estudio de la investigación.
2. Análisis de las tendencias actuales que permitan detectar eventualidades en los procesos.
3. Selección de la técnica de minería de procesos para la detección de eventualidades en los sistemas de planificación.
4. Personalización de la vista de análisis para la detección de eventualidades en los procesos del Sistema para la Planificación de Actividades SIPAC.
5. Integración de la vista de análisis para la detección de eventualidades a la herramienta para Minería de procesos del Sistema para la Planificación de Actividades SIPAC.
6. Validación de la propuesta mediante técnicas y métodos definidos para la investigación.

Los **Métodos de investigación** que se emplearon para darle cumplimiento a los objetivos planteados anteriormente, son:

Los **Métodos Teóricos** que se emplearon son **Analítico – Sintético**, se realizó un análisis riguroso sobre cada elemento que compone la investigación. El **Histórico-Lógico**, analiza un determinado elemento o parámetro de la investigación en cuanto a su evolución. De esta forma se permite conocer las ventajas y desventajas, así como seleccionar la solución más acorde al problema en cuestión. Dentro de los **Métodos Empíricos** se empleó la **Observación** realizándose un estudio visible de cómo se registraban los procesos en SIPAC, en tiempo real y observando los problemas que podían ocurrir durante la ejecución de cada proceso en el sistema.

La presente investigación está conformada en 3 capítulos los cuales son:

Capítulo I: “Fundamentos Teórico-Metodológicos de la investigación.” se hace

alusión a los principales fundamentos teóricos y metodológicos para la comprensión del objeto de estudio. Se describe en qué entorno se desarrollará la problemática. Se analizan las posibles soluciones y se muestran las herramientas y tecnologías que posteriormente se utilizarán en dicha investigación.

Capítulo II: “Propuesta de solución” se lleva a la práctica todos los conocimientos adquiridos, durante el análisis de la bibliografía y el estudio teórico realizado. Se trazan los estándares de codificación a utilizar durante el desarrollo. Se da cumplimiento a los objetivos planteados y solución a la problemática descrita. Se brinda una propuesta de solución y se explica su funcionamiento.

Capítulo III: “Validación” se llevó a cabo las diferentes pruebas que validan la propuesta de solución.

Capítulo 1. Fundamentos Teórico-Metodológicos de la investigación.

En el presente capítulo se muestran los principales conceptos relacionados a la Gestión por procesos y la minería de procesos, con el objetivo de proporcionar una mejor comprensión de la problemática y el problema a resolver. Además se presentan herramientas y técnicas de minería de procesos que permiten detectar eventualidades en los mismos. Se expone de manera general las herramientas utilizadas para dar cumplimiento al objetivo general de la investigación.

1.1 Conceptos asociados a la investigación

Para una mejor comprensión de la investigación se presentan los principales conceptos asociados a la misma.

Proceso

Según el conjunto de Normas ISO 9000 (2004) un “Proceso” puede definirse como un “Conjunto de actividades interrelacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”. Estas actividades requieren la asignación de recursos tales como personal y material. (NC/ISO-9000, 2015)

“Un proceso de negocio es un conjunto estructurado medible de actividades diseñadas para producir un producto especificado para un cliente o mercado específico. Implica un fuerte énfasis en cómo se ejecuta el trabajo dentro de la organización, en contraste con el énfasis característico de la focalización en el producto”. (Benghazi, Bullejos, Chung, & Aalst, 2010)

Criterio de autor: Para la presente investigación por las características de la misma el autor toma la definición emitida por la ISO.

Gestión por procesos

La Gestión por procesos es una forma de gestión organizacional que surge para sustituir la tradicional gestión por funciones, debido a que constituye la base para entender la organización como un sistema, de forma tal que supera las contradicciones interdepartamentales y elimina los problemas de diseño estructural. Constituye la vía principal para alcanzar los objetivos estratégicos de la organización y lograr la satisfacción del cliente. (Benghazi, Bullejos, Chung, & Aalst, 2010)

Cuellos de botella

Los cuellos de botella son las actividades que disminuyen la velocidad de los procesos, incrementan los tiempos de espera y reducen la productividad, trayendo como consecuencia final el aumento en los costos. (Casas, 2016)

Actividades frecuentes e infrecuentes

En el modelo de proceso se visualizan las actividades que conforman el proceso, estas actividades se ejecutan con determinada frecuencia. Las actividades que se ejecutan con mayor frecuencia con respecto a las demás son las actividades frecuentes, mientras que todas aquellas actividades cuya ejecución no se realiza con mucha frecuencia son las actividades infrecuentes. (Coello, 2016)

Desviaciones en función del flujo

Las desviaciones son ejecuciones anómalas del proceso, que están fuera de la definición formal del mismo. En el ámbito de minería de procesos, las desviaciones muestran precisamente las partes del modelo que se desvían con respecto al registro de eventos, son visualizadas para mostrar que partes del modelo se ajustan bien y que partes no lo hacen. Esto es importante para sacar conclusiones fiables acerca de la ejecución de determinadas actividades en un período determinado de tiempo. (León, Rivera, Nariño, & Viteri, 2010)

1.2 Sistema de planificación de actividades (SIPAC)

El Sistema de Planificación de Actividades (SIPAC) fue desarrollado por la Universidad de las Ciencias Informáticas y es certificado por el Grupo de Planificación de Actividades de la Secretaría del Consejo de Ministros de la República de Cuba, la cual se guía por la Instrucción No.1 del Presidente de los Consejos de Estado y de Ministros. Tiene como objetivo informatizar y homogeneizar el proceso de planificación de objetivos y actividades a corto, mediano y largo plazo que se realiza en todos los niveles de dirección del país, está basado en los principios de independencia tecnológica del país. (Medina, 2017)

Mediante las funcionalidades que tiene implementadas el sistema permite:

- 1 Interrelacionar los objetivos de trabajo y actividades en tiempo real, esto garantiza el seguimiento y cumplimiento de los objetivos y actividades en las entidades.
- 2 Puntualizar las actividades a realizar por cada usuario, como parte de la planificación a corto plazo, posibilitando una mayor coincidencia entre lo que la dirección aspira y lo que debe proponerse cada integrante de la organización.

- 3 La gestión de los posibles involucrados que dirigen o ejecutan el proceso de planificación de objetivos y actividades.
- 4 Compartimentar la información mediante la gestión de los permisos entre los diferentes niveles involucrados en la planificación y la gestión de los principales nomencladores.
- 5 Generar reportes como el plan de actividades anual, el plan de actividades mensual, plan de trabajo individual, puntualizaciones del plan mensual y el resumen de cumplimiento del plan de trabajo según lo establecido en la Instrucción No.1.
- 6 La informatización de los procesos de Elaboración del plan, Aprobación-conciliación, Puntualización del plan, Ejecución y control del plan y Evaluación de los objetivos (Medina, 2017)

SIPAC no permite realizar la detección de eventualidades, dificultando así la auditoría a la planificación de las actividades y la detección de problemas de sobrecarga en los procesos.

Tabla 1 Preguntas que no responde SIPAC. Fuente: Elaboración propia

Procesos	Indicador	Preguntas
Elaboración del plan	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de actividades incorporadas al PAA antes del mes de diciembre del año anterior. • Porcentaje de actividades incorporadas al PTI antes del 20 del mes anterior. • Porcentaje de actividades incorporadas a los planes con los usuarios involucrados. 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuándo se incorporan las actividades al plan y cuándo se deberían hacer? • ¿En qué momento se involucran a los usuarios? • ¿Qué usuarios están haciendo qué actividades y en qué tiempo?

<p>Aprobación-Conciliación del plan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de PAA enviados a aprobación antes del 25 de diciembre del año anterior. • Porcentaje de PTI de cuadros enviados a aprobación antes del 25 del mes anterior. • Porcentaje de PTI de especialistas enviados a aprobación antes del 28 del mes anterior. • Cantidad de ciclos por los que pasa la conciliación de un plan. 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuándo se realizan los cambios de estados y cuándo se deberían hacer? • Ocurrencia y frecuencia de desviaciones del sistema
<p>Puntualización del plan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje que representan las actividades incorporadas como puntualización al plan del total de actividades. • Promedio de actividades incorporadas a los planes como puntualización. • Porcentaje que representan las actividades puntualizadas del plan del total de actividades. • Promedio de actividades puntualizadas de los planes. • Porcentaje que representan las puntualizaciones del plan aprobadas de las propuestas. • Promedio de puntualizacio- 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿En qué momento se incorporan las puntualizaciones y en qué momento se debería incorporar?

	nes de los planes aprobadas.	
Ejecución y Control del plan	<ul style="list-style-type: none"> • Por ciento de actividades que los involucrados actualizan su porcentaje de cumplimiento del total de actividades. • Por ciento de actividades que los involucrados actualizan paulatinamente su porcentaje de cumplimiento del total de actividades. • Por ciento de elementos que se actualiza su porcentaje de cumplimiento del total de elementos. • Por ciento de elementos que se actualiza paulatinamente su porcentaje de cumplimiento del total de elementos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ocurrencia y frecuencia con la que se ejecuta el proceso de Ejecución y control del plan.
Evaluación de los objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Por ciento de objetivos que tienen definidos sus criterios de evaluación del total de objetivos. • Por ciento de medidas que se le actualiza su valor real del total de medidas. • Por ciento de medidas que se le actualiza sistemáticamente su valor real del total de medidas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ocurrencia y frecuencia con la que se ejecuta el proceso de Evaluación de los objetivos.

Para responder a estas interrogantes existen variantes en la informática como la simulación, la cual permite modelar un proceso a partir de un juego de datos (Chávez &

Quesada., 2014); la minería de datos, la cual consiste en la extracción no trivial de información, que reside de manera implícita en los datos (Gonzalez, 2015); y la minería de procesos, la cual se basa en técnicas y herramientas para el análisis de los procesos de negocio que forman parte de los registros de eventos (Orellana, Armenteros, & Alfonso, Generador de Registros de Eventos para el análisis de procesos en el Sistema de Información Hospitalaria xavia HIS, 2015). Para dar solución a nuestra problemática utilizaremos la minería de procesos.

1.3 Minería de procesos

La minería de procesos es una disciplina de investigación emergente, su idea central es extraer conocimientos de los registros de eventos ampliamente disponibles en los actuales sistemas de información, para descubrir, monitorear y mejorar los procesos reales de una organización. Esta disciplina se divide en tres tipos, el descubrimiento, el chequeo de conformidad y el mejoramiento. (Aalst & otros, 2006)

El primer tipo de minería de procesos es el **descubrimiento**, es el más utilizado y su objetivo es construir un modelo de proceso a partir de un registro de eventos sin utilizar ninguna información previa.

El segundo tipo de minería de procesos es el **chequeo de conformidad**, se basa en comparar las actividades del registro de eventos con las actividades en el modelo de proceso, con el objetivo de encontrar coincidencias o discrepancias entre el comportamiento modelado y el comportamiento observado. El chequeo de conformidad es relevante para la alineación de negocios y auditoría. Por ejemplo, para encontrar desviaciones indeseables que sugieren fraude o ineficiencias.

El tercer y último tipo de la minería de procesos es el **mejoramiento o extensión**, su idea central es mejorar o extender un modelo de proceso existente usando la información acerca del proceso real almacenada en algún registro de eventos. (Aalst & otros, 2006)



Figura 1 Tipos de minería de procesos. Fuente (Aalst & otros, 2006)

1.4 Herramientas que permiten detectar eventualidades.

En este epígrafe se describen las herramientas que permiten detectar eventualidades del sistema.

Herramienta Disco

Disco (DC) es una aplicación informática de tipo escritorio orientada a la minería de procesos y desarrollada por la compañía Fluxicon en 2009. Es una herramienta privativa que posee una licencia gratuita limitada a fines académicos y su objetivo principal es el de apoyar a las organizaciones en el control de sus procesos. Disco realiza el descubrimiento de procesos a partir de los algoritmos de minería de procesos más rápidos. Además cuenta con funcionalidades de filtrado de actividades, caminos y otros parámetros que enriquecen el modelo de proceso con información relevante acerca de la ejecución de las actividades. Se basa en la técnica de minería difusa aunque se han podido desarrollar otras técnicas. El resultado que se obtiene es fiable y de confianza para un conjunto de datos de complejidad arbitraria, además que puede ser eficientemente operado y entendido por los expertos del dominio sin experiencia previa a la minería de procesos. Disco también es totalmente compatible con los conjuntos de herramientas académicas ProM 5 y 6. Al importar y exportar los formatos estándar de registro de eventos de MXML y XES, los usuarios avanzados pueden moverse sin problemas de ida y vuelta entre Disco y ProM si quieren beneficiarse de las nuevas tecnologías de investigación desarrolladas en el ámbito académico. (Orellana & Viera, 2015)

Herramienta Celonis Process Mining

Celonis Process Mining (CPM) es una solución web que brinda soporte al descubrimiento de procesos. Es una herramienta desarrollada con fines comerciales y

está dirigida al sector industrial y empresarial. El uso de este software permite medir indicadores clave en cualquier punto del proceso, además de realizar análisis de las variantes de procesos, las cuales se pueden visualizar en modelos de procesos animados. (Celonis, 2017)

Herramienta ProM

Es una herramienta académica de código abierto para la minería de procesos. Requiere experiencia en minería de procesos ya que no está enfocada para la usabilidad y no está respaldada por una organización comercial por tanto tiene las ventajas y desventajas comunes para el software de código abierto. Permite el proceso de descubrimiento, la comprobación de la conformidad, análisis de redes sociales, la minería de organización. Es el software que concentra la mayor cantidad de técnicas que existen en minería de proceso. El marco de trabajo ProM es propicio para el desarrollo y ejecución de nuevos algoritmos por parte de la comunidad de desarrolladores. (Orellana & Viera, 2015).

ProM tiene una arquitectura que permite ir agregando progresivamente nuevos plug-ins. Además, soporta una amplia gama de modelos de flujo de control, incluyendo varios tipos de redes de Petri, Event-driven Process Chains (EPC), Business Process Modeling Notation (BPMN) y Business Process Execution Language (BPEL). Es compatible con modelos para representar reglas, las redes sociales y estructuras organizacionales. (Herrera, 2013)

1.5 Técnicas que permiten detectar eventualidades.

El descubrimiento de procesos describe el comportamiento de los procesos a partir de los modelos que genera, en los que se pueden visualizar a simple vista las eventualidades de los procesos modelados. A continuación se caracterizan varias técnicas de minería de procesos que permiten detectar eventualidades en los procesos.

Inductive Visual Miner

Inductive Visual Miner (IvM) es un plugin de la herramienta ProM, que utiliza los registros de eventos para generar modelos de procesos en una notación inspirada en la BPMN. IvM posee la capacidad de animar en el modelo las instancias del proceso que se analiza, mostrando como se trasladan cada una de ellas a través de las actividades que lo componen. (García, Armenteros, Ramirez, & Castro, 2015)

La animación que realiza IvM en el modelo de proceso permite visualizar a simple vista los cuellos de botella y las desviaciones que se puedan presentar en la ejecución del

proceso que se modela. Permite visualizar también cuáles son las actividades con menor y mayor frecuencia de ejecución. Además IvM es un plugin cuyo funcionamiento se comporta con un carácter robusto ante el ruido, y tiene en cuenta la falta de información que pueda presentar el registro de eventos. (García, Armenteros, Ramirez, & Castro, 2015)

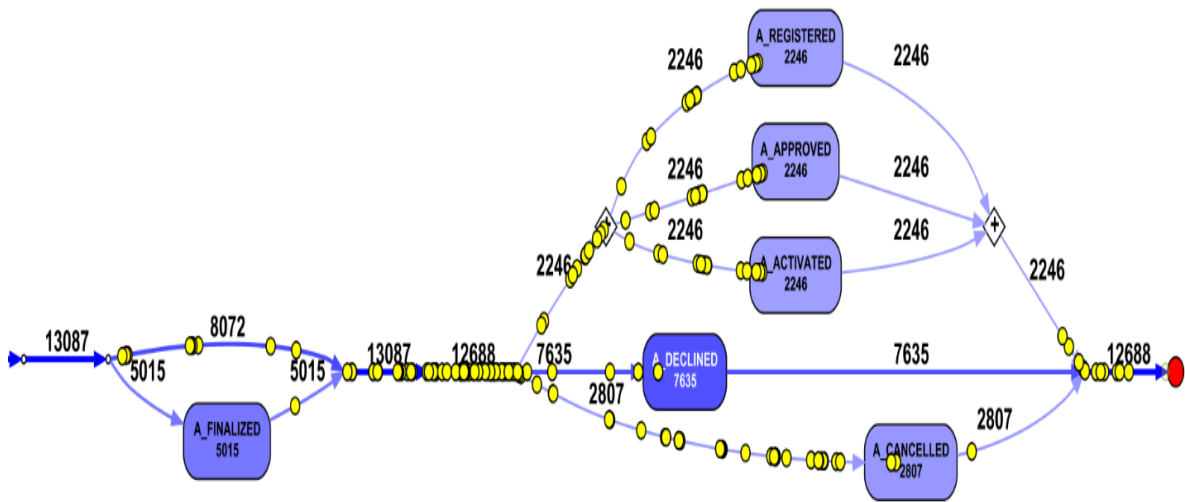


Figura 2 Modelo de proceso generado con IvM. Fuente: (Leemans, Fahland, & Aalst, Exploring Processes and Deviations, 2013))

Fuzzy Miner

Fuzzy Miner (FM) es un plugin de la herramienta ProM que se basa en la técnica minería difusa. Este es un plugin que permite generar modelos de procesos basados en grafos, partiendo de un registro de eventos. En estos modelos se pueden visualizar dos tipos de nodos, los que representan una actividad y los que representan un conjunto de actividades, los cuales reciben el nombre de clústeres. Para la obtención de estos modelos, FM cuenta con un conjunto de métricas de configuración que enriquecen la forma de representar la información del registro de eventos en el modelo de proceso. (Process Mining Group Math&CS department Eindhoven University of Technology., s.f.) Entre ellas están:

Significado de frecuencia: Esta métrica se encarga de establecer la cantidad de veces que se repite una actividad con respecto a todas las demás en un registro de eventos.

Significado de enrutamiento: El propósito de esta métrica es el de precisar el balance que existe entre los arcos que entran a un nodo y los que salen de él.

Significado de distancia: Establece la relación entre el significado de la actividad origen con el significado de la actividad objetivo. (Process Mining Group Math&CS department Eindhoven University of Technology., s.f.)

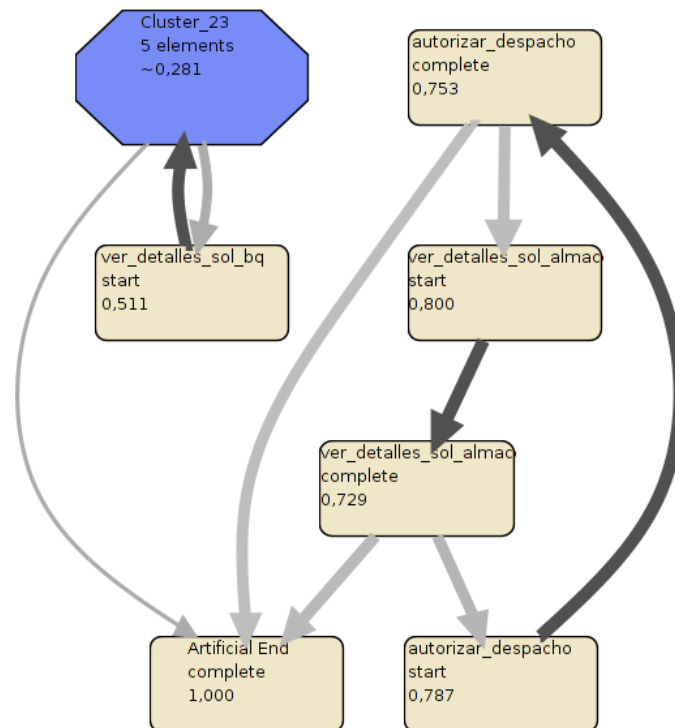


Figura 3 Modelo de proceso generado con FM. Fuente (Andrés García Azcanio, 2013)

Técnica Minería Difusa

La minería difusa es una técnica de la minería de procesos que muestra las actividades y sus relaciones según diferentes niveles de abstracción. Además permite agrupar tareas, aunque considera que cada tarea pertenece a un único nodo; y es empleada en el diagnóstico del registro de eventos, donde posibilita realizar análisis preliminares al descubrimiento, basados en la correlación entre las tareas y la importancia de una secuencia. Es una técnica que utiliza similitudes con la forma de representar la información en la cartografía, aplicando conceptos como: agregación, abstracción y personalización. Además detecta eventualidades del sistema. (García, Armenteros, Ramirez, & Castro, 2015)

La agregación hace referencia a la cantidad de elementos, nodos y relaciones que se deben mostrar. La cantidad de información que se muestra es controlada mediante el empleo de umbrales de permisibilidad. Mientras que la abstracción consiste en omitir la visualización de la información que en determinado contexto es insignificante. Por su parte la personalización permite configurar la información que se muestra de acuerdo a determinados criterios.

La minería difusa asume que cada actividad puede pertenecer solamente a uno de los clústeres creados, sin tener en cuenta la presencia de relaciones de muchos a muchos entre actividades y clústeres. Además, es relevante señalar que, aunque maneja el ruido, no considera la ausencia de información en el registro de eventos. (García, Armenteros, Ramirez, & Castro, 2015)

HeuristicsMiner

HeuristicsMiner (HM) es un plugin de la herramienta ProM basado en el algoritmo del mismo nombre y es un plugin que presenta una alta robustez ante el ruido y las excepciones debido a que se basa en la frecuencia de patrones lo que hace posible centrarse en el comportamiento principal en el registro de eventos. (Aalst & Medeiros, 2015)

El modelado de los procesos con HM requiere de la configuración de un número de parámetros, lo cual hace más entendible el modelo de proceso de acuerdo a las necesidades de cada usuario. Entre estos parámetros están:

Dependency (Dependencia): Indica cuán certera es la relación entre dos actividades, un valor alto (entre cero y uno) implica mayor probabilidad de relación de dependencia entre las actividades conectadas.

All tasks connected (Todas las tareas conectadas): Decide si todas las tareas deben estar conectadas en un modelo. (Aalst & Medeiros, 2015)

Algoritmo HeuristicsMiner

El funcionamiento del algoritmo *HeuristicsMiner* (HM) toma la frecuencia de los eventos y de las secuencias para generar el modelo de proceso. Es un algoritmo capaz de descubrir la mayoría de las estructuras de control (secuencias, lazos, paralelismo, entre otros) y de modelar el 100% de las trazas de ejecución de los procesos contenidas en un registro de eventos. (Orellana, Armenteros, & Alfonso, Generador de Registros de Eventos para el análisis de procesos en el Sistema de Información Hospitalaria xavia HIS, 2015)

1.6 Análisis comparativo

A continuación se presenta una tabla resumen que recoge algunos parámetros a tener en cuenta para realizar una comparación entre las herramientas y técnicas orientadas al descubrimiento de procesos presentadas anteriormente.

Tabla 2 Características de las técnicas y herramientas que permiten detectar eventualidades.
Fuente (elaboración propia)

Parámetros	IvM	FM	HM	DC	CPM	PROM
Licencia	LGPL	LGPL	LGPL	Privativa	Privativa	LGPL
Plataforma	Múltiple	Múltiple	Múltiple	Múltiple	Múltiple	Múltiple
Importa registros XES	Si	Si	Si	Si	No	Si
Genera modelos en una notación inspirada en BPMN	Si	Si	No	No	No	Si
Exporta modelos a imágenes vectoriales	Si	Si	Si	No	No	Si
Robustez ante el ruido	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Robustez ante la falta de información	Si	No	No	No	No	Si
Anima el modelo de proceso	Si	Si	No	Si	Si	Si
Detecta actividades frecuentes e infrecuentes	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Detecta cuellos de botella	Si	No	No	Si	Si	Si
Detecta desviaciones de procesos	Si	No	No	No	No	Si

Luego de haberse realizado el análisis comparativo entre estas técnicas y herramientas se arribó a las siguientes conclusiones:

Las herramientas CPM y DC poseen licencias de software propietario, lo cual implica invertir en el costo correspondiente al producto y en sistemas gestores de bases de datos. Además, hay que tener en cuenta que esto se debe repetir por cada estación de trabajo, servidor de aplicaciones o de base de datos que se necesite. Los altos precios de las licencias conllevan a realizar grandes inversiones de dinero por parte de las organizaciones hospitalaria que deseen modelar la ejecución de sus procesos.

Los plugins FM y HM presentan una alta robustez ante el ruido pero no permiten detectar desviaciones en los procesos. FM por no generar modelos de procesos en la notación inspirada en BPMN, el entendimiento de sus modelos se hace difícil, además no permite detectar cuellos de botella. El plugin IvM es el más completo debido a que presenta robustez ante el ruido y permite detectar cuellos de botella, desviaciones y actividades frecuentes e infrecuentes, además en su funcionamiento si tiene en cuenta la ausencia de información.

Por todo lo expuesto anteriormente se selecciona como herramienta para detectar eventualidades al ProM; y como técnica para detectar eventualidades al *Inductive Visual Miner*.

1.7 Ambiente de desarrollo

En el presente epígrafe se muestran las tecnologías y herramientas a emplear para la realización del producto. Entre las herramientas empleadas se encuentran diferentes frameworks de desarrollo. Teniendo en cuenta las restricciones de la tecnología y para estar en correspondencia con las políticas de desarrollo del centro y así cumplir con el objetivo general de la investigación.

Lenguaje de programación: Java

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos. Fue desarrollado por James Gosling de Sun Microsystems (la cual fue adquirida por la compañía Oracle) y publicado en 1995. Es un lenguaje robusto, pues no permite el manejo directo del hardware ni de la memoria. La principal característica de Java es la de ser un lenguaje compilado e interpretado. Todo programa en Java ha de compilarse y el código que se genera es interpretado por una máquina virtual. Dentro de sus principales ventajas se encuentra la de ser multiplataforma, por tanto, la personalización a desarrollar podrá ser utilizada desde cualquier entorno sea este propietario o libre. También el cliente solicita que se usara dicho lenguaje para la implementación y las técnicas de la minería de procesos que permiten identificar cuellos de botella se encuentran en dicho lenguaje. (Ictea, 2017)

Java Platform Enterprise Edition 7.1

Java Platform Enterprise Edition (JavaEE) es una plataforma de programación (parte de la Plataforma *Java*) para desarrollar y ejecutar *software* de aplicaciones en lenguaje de programación *Java* con arquitectura de N niveles distribuida. Se basa ampliamente en componentes de *software* modulares y se ejecuta sobre un servidor de aplicaciones. (Oracle, 2017)

Java Runtime Environment 8u131

Java Runtime Environment (JRE) (entorno en tiempo de ejecución *Java*) es un conjunto de utilidades que permite la ejecución de programas *Java* sobre todas las plataformas soportadas. La Máquina Virtual de *Java* (JVM) es una instancia de JRE en tiempo de ejecución. Esta interpreta el código *Java* y está compuesto además por las librerías de clases estándar que implementan el API de *Java*. Ambas JVM y API deben ser consistentes entre sí, de ahí que sean distribuidas de modo conjunto. (Ictea, 2017)

ProM 6.5

ProM es un marco extensible que es compatible con una amplia variedad de técnicas de minería de procesos en forma de plugins, de software libre y multiplataforma. Es independiente de la plataforma por ser implementado en *Java* y puede ser descargado sin ningún costo. Está publicado bajo una licencia de código abierto. Es utilizado en la investigación para validar la de la solución propuesta. (ProM, s.f.)

NetBeans 8.2

NetBeans IDE es un entorno de desarrollo integrado de código abierto y libre para el desarrollo de aplicaciones en sistemas operativos *Windows, Mac, Linux y Solaris*. El IDE simplifica el desarrollo de aplicaciones web, empresariales, de escritorio y móviles que utilizan las plataformas *Java* y *HTML5*. También ofrece soporte para el desarrollo de aplicaciones *PHP* y *C / C ++*. (NetBeans, 2017)

Conclusiones del capítulo

Con la realización de este capítulo se plantearon los conceptos principales relacionados con la investigación para lograr una mejor comprensión de la problemática, además de las definiciones necesarias para lograr un mejor entendimiento del campo de acción en el que se está investigando.

La comparación realizada entre las herramientas y técnicas de Minería de procesos que permiten detectar eventualidades, permitió realizar un análisis valorativo de las principales características del plugin *IvM*. Se definió a este plugin como el más completo para obtener modelos de los procesos del *SIPAC*, con el objetivo de detectar eventualidades en los mismos, por lo que se propone realizar una vista de análisis para dar solución al problema a resolver.

Capítulo 2. Propuesta de solución.

El presente capítulo describe todos aquellos elementos que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de la personalización del plugin *IvM* y presenta el procedimiento realizado

para la integración de la misma al SIPAC, como herramienta para la detección de eventualidades en los procesos.

2.1 Inductive Visual Miner

Inductive visual Miner (IvM) es una herramienta de exploración de procesos: descubre un modelo de proceso, lo alinea y mejora el modelo resultante. Es un plugin del framework ProM, y colabora con muchos otros plugins. Para usar el IvM, se carga un registro de eventos en ProM y se aplica el plugin "*Mine with Inductive visual Miner*". Alternativamente, IvM también puede visualizar un registro y un árbol de procesos existente. Se utiliza el complemento "Visualizar desviaciones en el árbol de procesos" para iniciar IvM sin los controles y opciones de minería, pero con alineaciones, desviaciones, animación y filtros de resaltado. (Inductive , 2016)

La arquitectura de IvM se asemeja a una cadena de tareas de análisis y visualización, mostrada en la Figura 4. Para fomentar la exploración, un usuario puede cambiar cualquier parámetro en cualquier momento. IvM se asegurará de que el cálculo actual se desecha y la cadena se reinicia desde la primera tarea que está influenciada por el cambio de parámetro. Por ejemplo, si el usuario selecciona o anula la selección de un nodo, sólo se vuelven a realizar las tareas de selección de nodo de filtro y animar. Como especialmente la tarea de alineación puede tomar algún tiempo, los resultados visuales intermedios se muestran al usuario hasta que la tarea siguiente se haya terminado. (Leemans, Fahland, & Aalst, Process and Deviation Exploration with Inductive Visual miner, 2014)

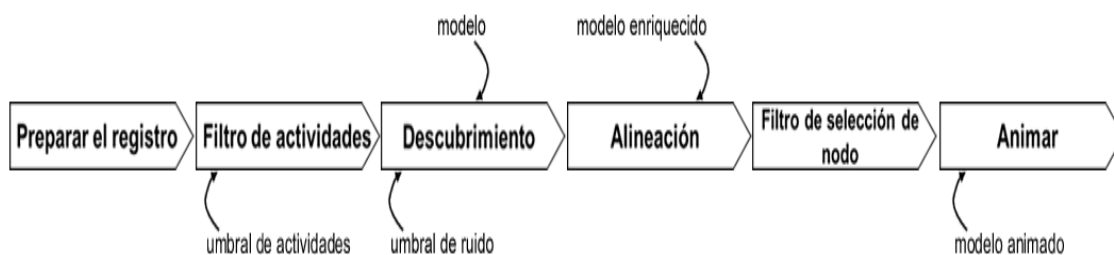


Figura 4 Cadena de análisis de IvM. Fuente (Inductive , 2016)

El objetivo de la tarea Preparar el registro es extraer la información necesaria del registro de eventos para su posterior uso en las siguientes fases. A partir de esta información se obtienen la cantidad de actividades que componen el proceso, la cantidad de instancias

en total que posee el mismo y la cantidad de instancias por cada camino de proceso diferente.

En la tarea Filtro de actividades, se establece un umbral que define la cantidad de actividades que se van a mostrar en el modelo. A partir de este umbral se realiza el filtro de las actividades, donde las actividades más frecuentes se mantienen, y los acontecimientos de otras actividades se filtran.

En la tarea de Descubrimiento se aplica una extensión del algoritmo de descubrimiento Inductive Miner denominada Inductive Miner - infrequent, el cual recibe como parámetro un umbral de ruido para a partir del registro de eventos, ya previamente generado en Xlog, producir un árbol de proceso.

La tarea de Alineación, mediante el algoritmo *Evolutionary Tree Miner*, alinea las trazas del registro de eventos para producir a partir del árbol de proceso, ya generado en el Descubrimiento, un mejor modelo de proceso en una notación inspirada en la BPMN, con el objetivo de facilitar el entendimiento del mismo. Esto es necesario en caso de desviaciones entre el modelo y el registro de eventos. A partir de la alineación, se enriquece el modelo con información de la frecuencia en que fueron ejecutados los elementos que componen el modelo, en el registro de eventos (Leemans, Fahland, & Aalst, Process and Deviation Exploration with Inductive Visual miner, 2014).

El Filtro de selección de nodo es la tarea que define los caminos que interrelacionan los nodos del modelo de proceso. Para esto se necesita un criterio de selección y se definió por defecto el de mantener solo los caminos por los que la cantidad de trazas que pasen por él, sea la mayor.

La tarea final, animar, se encarga de realizar la animación de las instancias del proceso durante su trayectoria por los elementos que componen el modelo. En esta tarea lo primero que se realiza es la obtención del modelo en imagen vectorial, esto se lleva a cabo mediante la librería *Graphviz*.

Luego de obtener el modelo se realiza la animación de las instancias del proceso, a lo que se le añadió el cálculo de la media del tiempo de ejecución de las mismas, para la búsqueda de la desviación cuadrática de este tiempo de ejecución. Este cálculo se realiza, a partir de las marcas de tiempo que contienen cada instancia de proceso. Después de realizado cálculo, se definen cuáles son las instancias que están por encima o por debajo de la media, con el objetivo de diferenciar en el modelo las instancias cuyo tiempo de ejecución se comporta con un carácter lento, rápido o normal. Si el registro

de eventos no contiene marcas de tiempo, se insertan de manera aleatoria con fines de demostración, por lo que el cálculo de la desviación en este caso tampoco es real. (Leemans, Fahland, & Aalst, Process and Deviation Exploration with Inductive Visual miner, 2014)

La fórmula de desviación cuadrática utilizada es $\sqrt{\frac{\sum(x-\mu)^2}{n}}$, donde x es el valor del tiempo de ejecución de la instancia, μ el valor de la media del tiempo y n es el número total de instancias de procesos.

Una vez que el modelo está disponible, puede ser exportado a ProM para un análisis posterior, tanto como una red de Petri como un árbol de proceso; un usuario puede realizar su propia evaluación sin esperar a que la evaluación de IvM finalice. En cualquier momento durante la exploración, el modelo se puede guardar como formatos de imagen bitmap (png) y vector (pdf, svg). La animación completa del registro completo puede exportarse a formatos de película basados en mapas de bits (avi) y vectores (svg) una vez que se calcula. (Leemans, Fahland, & Aalst, Process and Deviation Exploration with Inductive Visual miner, 2014)

Controles y parámetros.

Como se describe, IvM realizará varios pasos y mostrará resultados intermedios. No es necesario esperar a que IvM complete estos pasos; los usuarios pueden cambiar los parámetros en cualquier momento. La figura 5 muestra estos parámetros.

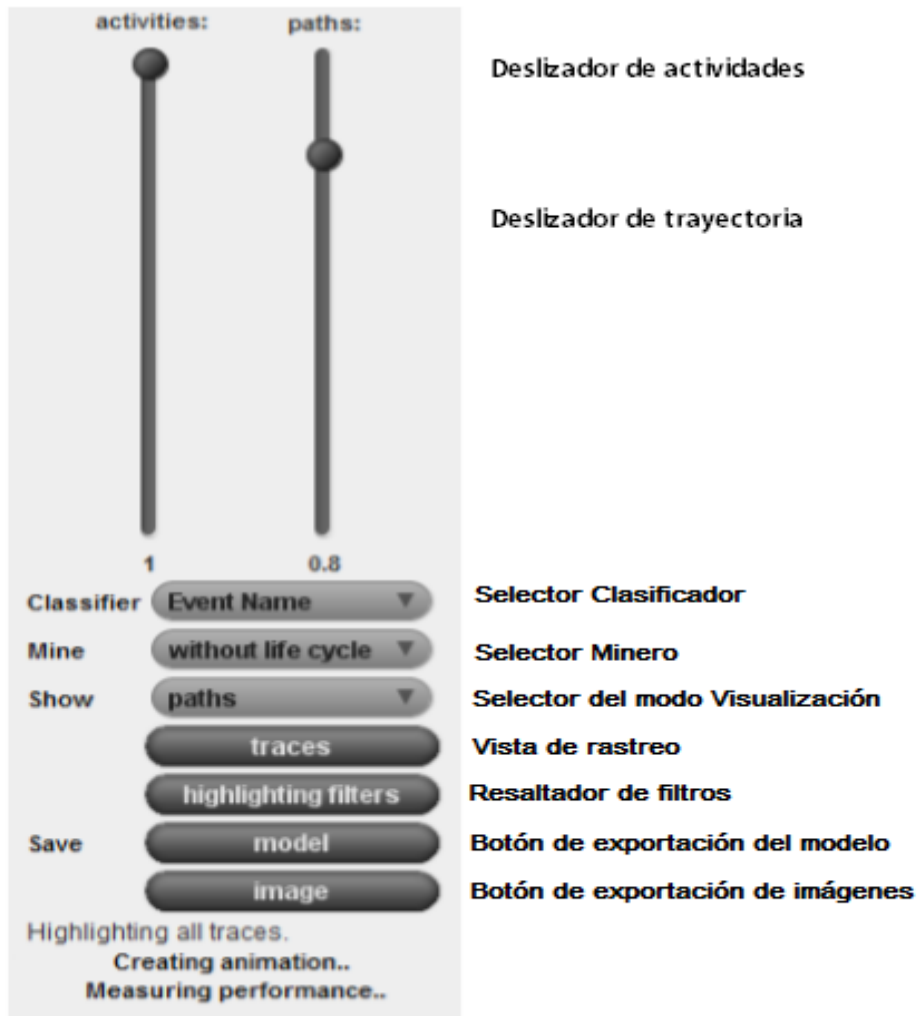


Figura 5 Controles y parámetros del IvM de ProM. Fuente (Inductive , 2016)

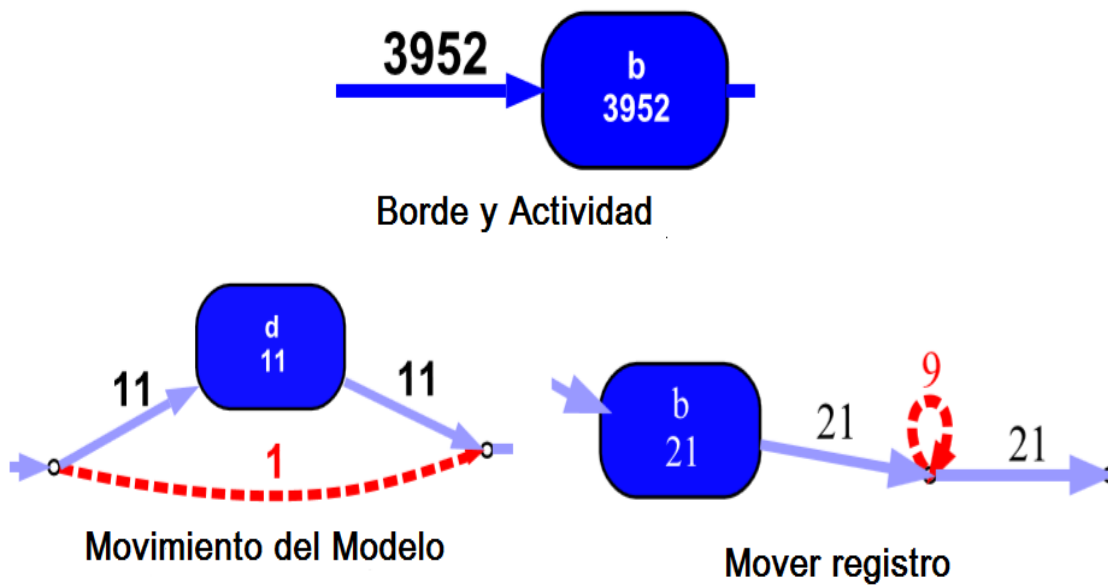


Figura 6 Leyenda de las actividades. Fuente (Inductive , 2016)

Control deslizante de actividades

El control deslizante de actividades controla la fracción de actividades que se incluye en el registro. La posición del cursor (entre 0 y 1) determina cuántas de las actividades permanecen en el registro de eventos filtrado. Colocar ambos controles deslizantes hasta el final y ajustar el selector de mineros a "sin ciclo de vida" garantiza la estabilidad. Observe que la alineación de lvM siempre toma en cuenta la información del ciclo de vida, por lo que las desviaciones pueden ser mostradas. (Inductive , 2016)

Control deslizante de rutas

El control deslizante de trayectos controla la cantidad de filtrado de ruido aplicada. Este control deslizante establece la entrada para el algoritmo de descubrimiento en $1 - \text{el valor del control deslizante}$. El valor predeterminado es 0,8, que corresponde a 0,2 filtraciones de ruido. Colocar ambos controles deslizantes hasta el final y ajustar el selector de mineros a "sin ciclo de vida" garantiza la estabilidad. Observe que la alineación de lvM siempre toma en cuenta la información del ciclo de vida, por lo que las desviaciones pueden ser mostradas. (Inductive , 2016)

Selector de clasificador

El selector clasificador controla lo que determina las actividades de los eventos: los eventos en los registros XES pueden tener varios atributos de datos. Y este selector determina que uno de estos atributos de datos defina las actividades. El valor predeterminado ("Nombre del evento") utiliza el concepto: extensión de nombre de XES. (Inductive , 2016)

Selector minero

El selector minero permite seleccionar el algoritmo de minería que se va a utilizar. El valor predeterminado es IMf. Observe que la alineación de lvM siempre tiene en cuenta la información del ciclo de vida (incluso si el minero está configurado para no hacer eso), por lo que las desviaciones pueden ser mostradas. (Inductive , 2016)

Selector de modo de visualización

El selector de modo de visualización permite al usuario elegir entre varias informaciones que se van a añadir al modelo. Hay cinco opciones:

- Caminos: Este es el modo predeterminado, mostrando el modelo; Los números en las actividades y los bordes denotan el número total de ejecuciones de cada uno de ellos. La figura 6 muestra un ejemplo: la actividad b se ejecutó 3952 veces, al igual que el borde entrante a la izquierda de la misma.
- Caminos y desviaciones muestra el modelo; los números en las actividades denotan el número total de ejecuciones de cada uno de ellos. Por otra parte, los bordes de puntos rojos indican los resultados de alineaciones: La figura 6 muestra un movimiento de modelo que indica que la actividad d se omitió una vez en el registro de eventos, mientras que el modelo dijo que debería haber sido ejecutado. Se muestra un movimiento de registro, que indica que 9 veces en el registro de eventos, después de la ejecución de la actividad b, ocurrió un suceso en el registro de sucesos, mientras que esto no debería ocurrir de acuerdo con el modelo.
- Las trayectorias y longitudes de cola muestran el modelo y denota cada actividad con la longitud de la cola delante de ella, es decir, el número de casos esperando que esta actividad comience. Si el registro de sucesos contiene tanto los eventos como la información de ciclo de vida de inicio, esta longitud de cola es exacta. De lo contrario, se estima utilizando el método descrito. Este tamaño de cola se actualiza a medida que avanza la animación.
- Caminos y tiempos de permanencia muestra el modelo, y denota cada actividad con el tiempo de permanencia promedio para esa actividad. Los tiempos de permanencia se calculan utilizando los eventos de finalización. Los tiempos de permanencia no se calculan, es decir, si no están presentes los dos la instancia de actividad se excluye del promedio. Las medidas de rendimiento también se pueden inspeccionar colocando el cursor del ratón en una actividad: una ventana emergente mostrará las medidas de tiempo. (Inductive , 2016)

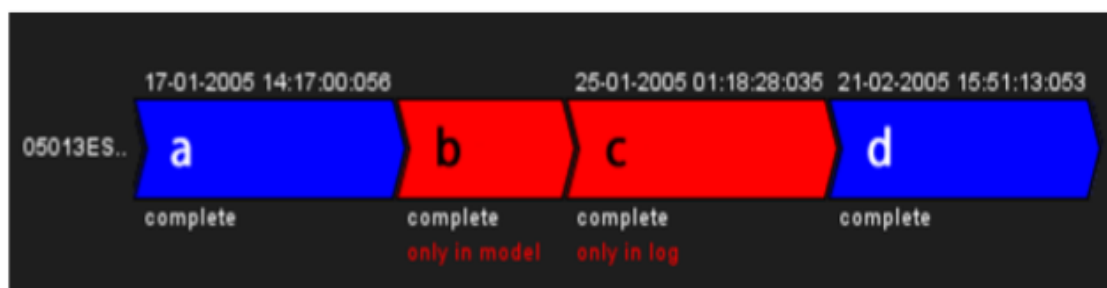


Figura 7 Vista de rastreo. Fuente (Inductive , 2016)

- Caminos y tiempos de servicio muestra el modelo, y denota cada actividad con el tiempo promedio de servicio para esa actividad. Los tiempos de servicio se calculan utilizando los eventos de inicio y finalización. Los tiempos de servicio no se estiman, es decir, si para una instancia de actividad no están presentes tanto eventos de inicio como de finalización, dicha instancia de actividad no se considera en el promedio. Las medidas de rendimiento también se pueden inspeccionar colocando el cursor del ratón en una actividad: una ventana emergente mostrará las medidas de tiempo. (Orellana, Armenteros, & Alfonso, Generador de Registros de Eventos para el análisis de procesos en el Sistema de Información Hospitalaria xavia HIS, 2015).

Vista de Rastreo

El conmutador de vista de seguimiento activa o desactiva la vista de seguimiento. La figura 7 muestra un rastreo en esta vista de rastreo: El nombre del rastreo (es decir, el concepto: extensión de nombre) se muestra a la izquierda de los eventos, que son las cuñas de color a la derecha. Por encima de las cuñas, las marcas de tiempo se muestran en día-mes-año hora: minuto: segundo: milisegundo. La propia cuña muestra la actividad (dependiendo del selector clasificador) del evento. Debajo de la cuña, la primera línea muestra la información de transición del ciclo de vida (si no está presente, se muestra completa). En segundo lugar, debajo de la cuña se muestra la información de alineación: el primer evento es un evento síncrono, el segundo es un movimiento modelo ("sólo en el modelo") y el tercero es un movimiento de registro ("sólo en log"). (Inductive , 2016)

Interruptor de Filtro de Resaltado

El conmutador de filtros de resalte abre o cierra un panel para ajustar los filtros de realce. Un filtro de resaltado no altera el modelo o la alineación, sino que filtra el registro que se muestra en la animación y la información proyectada sobre las actividades y bordes del modelo. Si está activado un filtro de realce, la información del filtro de resaltado lo mostrará. Un filtro de realce también puede aplicarse a una actividad del modelo: haciendo clic en una actividad (es decir, seleccionándola), el registro de eventos se filtra para que solo contenga rastros para los que esta actividad se ejecutó de acuerdo con el modelo, es decir, y se excluyen los movimientos del modelo al mantener pulsada la tecla de control para seleccionar varias actividades. Los bordes también se pueden seleccionar. La información del filtro de resaltado también mostrará textualmente estos filtros de resaltado de clic. (Inductive , 2016)

Botón de exportación del modelo

El botón de exportación del modelo permite exportar el modelo actual como red de Petri o árbol de proceso al banco de trabajo de ProM. (Inductive , 2016)

Botón de exportación de imágenes

El botón de exportación de imágenes exporta la imagen actual a un archivo de imagen. Además, la animación se puede exportar (renderizado) como una película. La combinación de teclas ctrl+ i es un atajo para guardar la imagen, pero no la animación. (Inductive , 2016)

Cambio de la vista

El modelo se puede mover arrastrándolo, o utilizando las teclas de flecha. El acercamiento y alejamiento puede hacerse con una rueda de desplazamiento, o con la combinación de teclas ctrl = o ctrl - Ctrl 0 (cero) restablece el modelo a su posición inicial. Una vez ampliada, aparecerá una imagen de navegación en la esquina superior izquierda. Un clic en esta imagen de navegación moverá el modelo a esa posición y el desplazamiento mientras el puntero del ratón esté en la imagen de navegación ampliará la imagen de navegación. La dirección del gráfico, es decir, la posición de los lugares verde y rojo de inicio y final, se puede cambiar pulsando ctrl + d. La distancia entre las actividades y los bordes puede ser alterada usando las combinaciones de teclas ctrl + q y ctrl + w. (Inductive , 2016)

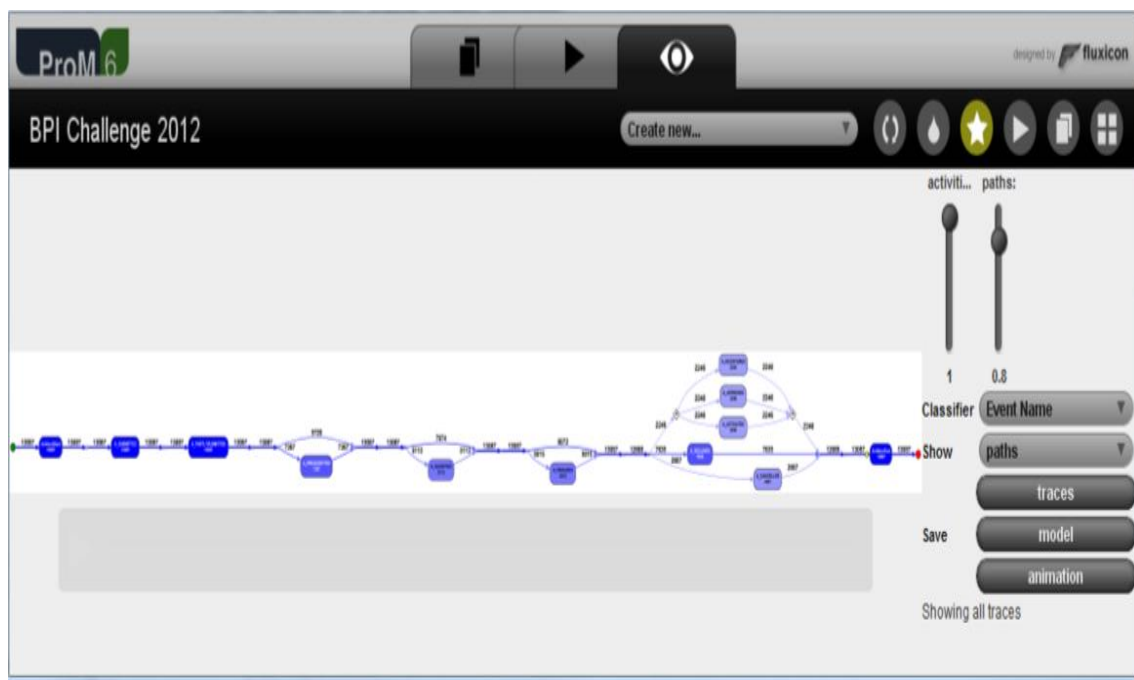


Figura 8 Vista de la ventana del ProM una vez ejecutado el IvM. Fuente (Inductive , 2016)

2.2 Descripción de la propuesta de Solución

Con el desarrollo de componente IvM para el SIPAC se podrá animar en el modelo las instancias del proceso que se analiza, mostrando como se trasladan cada una de ellas a través de las actividades que lo componen. La animación que realiza IvM en el modelo de proceso permite visualizar los cuellos de botellas y las desviaciones que se pueden presentar en la ejecución de proceso que se modela. Se puede además visualizar las actividades con menor y mayor frecuencia de ejecución. Si un usuario no es experto en el manejo de esta herramienta puede no entender la forma de trabajar con ella, porque a pesar de que las desviaciones y los cuellos de botellas están presentes en la animación, se hace muy difícil identificarlos para los usuarios que nunca han utilizado la herramienta. Además no se define bien cuándo se repite una actividad, cuáles son las actividades más frecuentes y cuándo hay un salto en el modelo. Por tanto dentro de la solución que se brinda se le ofrece al usuario una configuración por defecto de la obtención del modelo, facilitando el uso de la herramienta, aunque si el usuario lo desea puede configurarlo manualmente. Se brindará una leyenda para una mejor comprensión de la animación, posibilitando así al usuario un mejor manejo de la información. Así de esta forma podrá identificar fácilmente los cuellos de botellas y las desviaciones. Con todo esto se mejora la técnica original en usabilidad, entendimiento y fácil manejo para el usuario.

Mapa conceptual de la herramienta

SIPAC cuenta con un Componente para la extracción y transformación de trazas. Este se encarga de extraer de la base de datos toda la información referente a los procesos y generar un registro de eventos. Este registro de eventos constituye la entrada principal para que la Herramienta pueda detectar las eventualidades del sistema. En esta herramienta es donde se escoge ese registro de eventos y se analiza por la técnica *Inductive Visual Miner* para la detección de eventualidades. Como resultado del mismo se genera un Diagrama de Procesos.

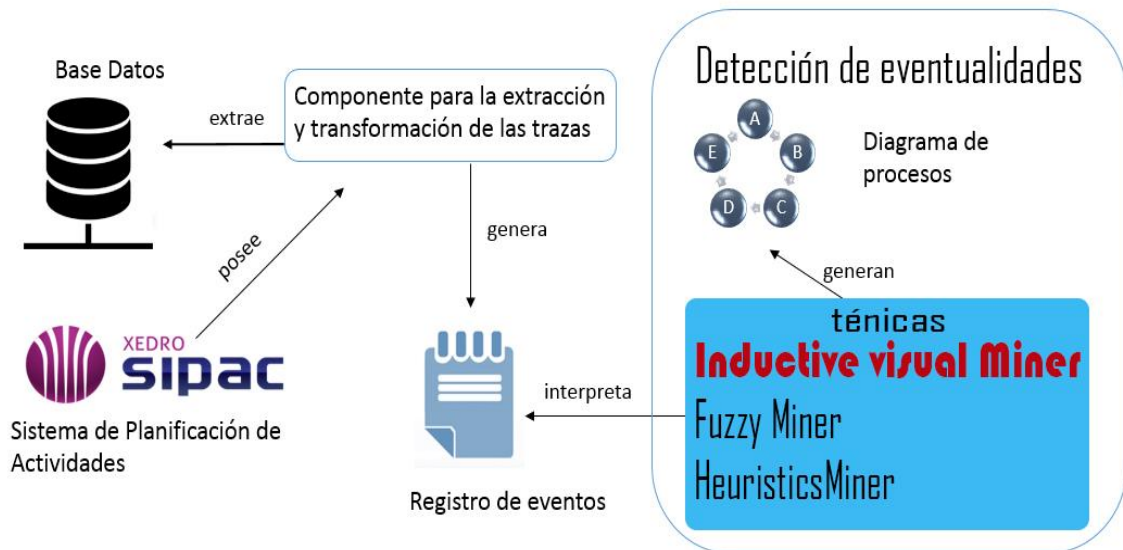


Figura 9 Mapa conceptual de la herramienta. Fuente: (elaboración propia)

Personalización

La personalización del plugin IvM ha sido desarrollada como herramienta nativa del SIPAC para generar modelos de procesos a partir de los registros de eventos. Para ello primeramente debe cargarse el registro de eventos que se desea analizar. En este caso no se seleccionará el tipo de análisis porque ya estará predeterminado para las eventualidades. Se puede seleccionar una configuración por defecto o el propio usuario puede configurar los parámetros manualmente. Una vez seleccionado la configuración manual o por defecto se procede a generar el modelo. La animación del modelo de proceso podrá visualizarse en el área inferior donde se muestra el árbol de proceso.

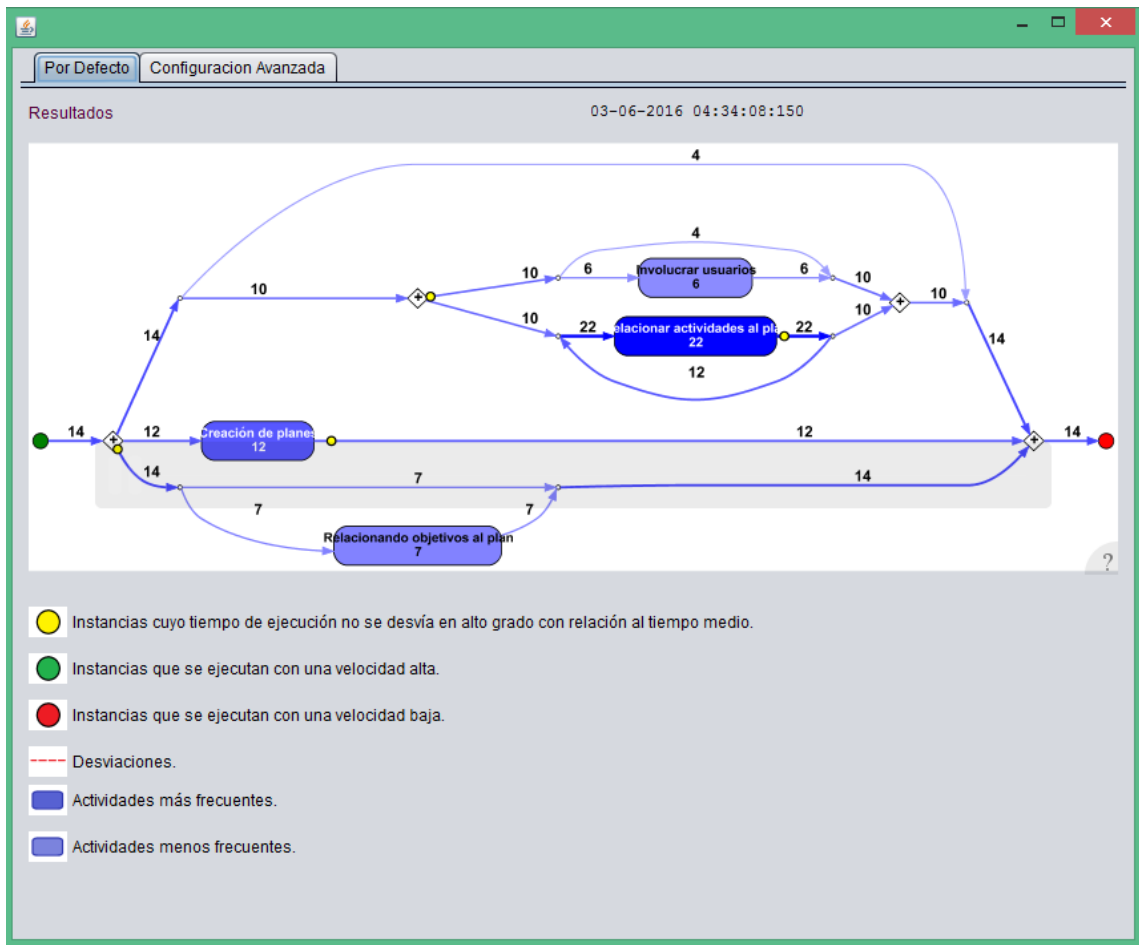


Figura 10 Configuración por defecto de la herramienta. Fuente: (elaboración propia)

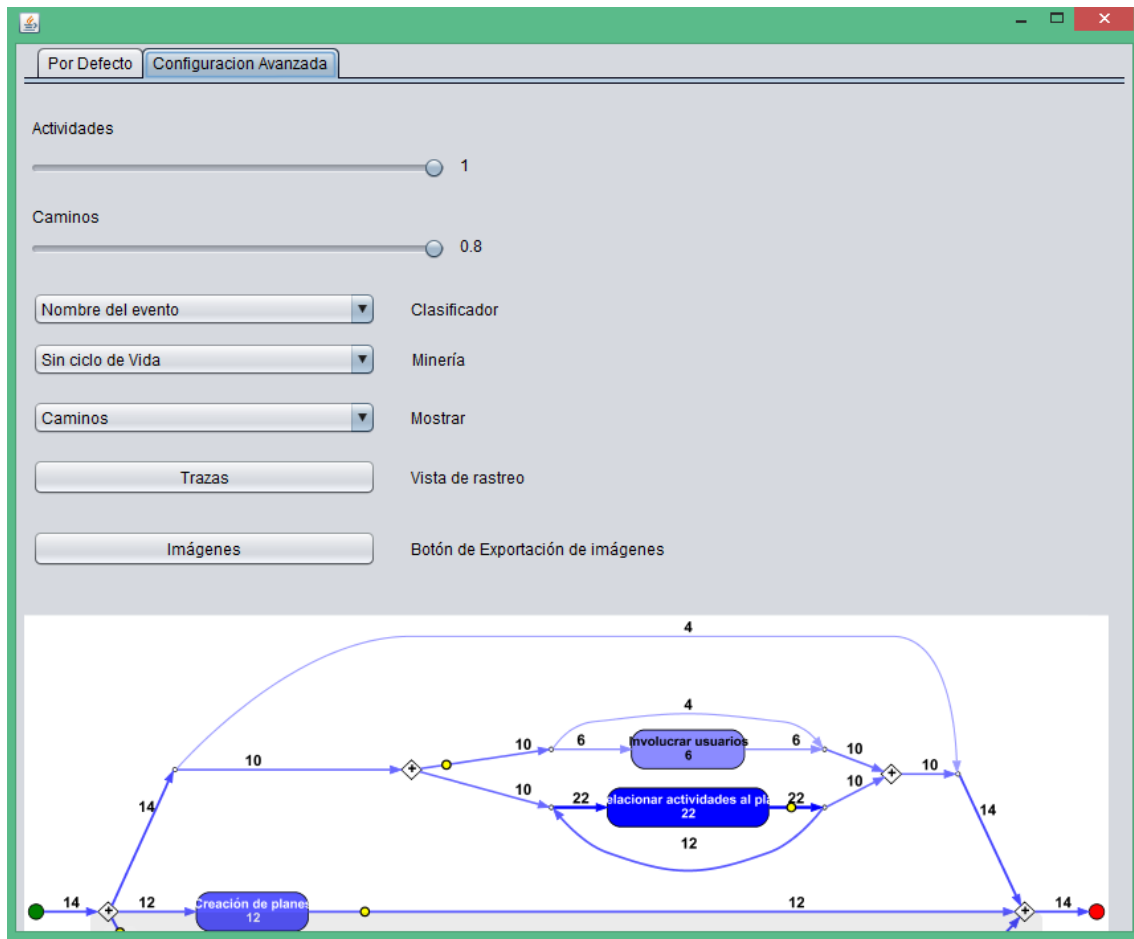


Figura 11 Configuración manual de la herramienta. Fuente (elaboración propia)

Como se puede observar en la figura 10 la configuración por defecto permite animar el modelo automáticamente. De esta forma cuando accedemos a esta configuración se muestra automáticamente la animación del modelo en la parte inferior de la vista.

La configuración avanzada mostrada en la figura 11 muestra inicialmente la selección de las actividades y los caminos. El control deslizante de actividades controla la fracción de actividades que se incluye en el registro. El valor del cursor entre 0 y 1 determina cuántas de las actividades permanecen en el registro filtrado. Por otra parte el control deslizante de caminos controla la cantidad de filtrado de ruido aplicada. El valor predeterminado es 0,8. Colocar ambos controles deslizantes hasta el final y ajustar el selector de mineros a "sin ciclo de vida" garantiza la estabilidad.

Debajo de los controles deslizantes de caminos y actividades se encuentra el selector clasificador el cual controla lo que determina las actividades de los eventos: los eventos en los registros XES los cuales pueden tener varios atributos de datos y este selector determina que uno de los atributos de datos definen las actividades.

El botón mostrar nos permite reflejar en el árbol de proceso ciertos componentes como son las desviaciones y los caminos. El conmutador de vista de seguimiento o vista de rastreo activa o desactiva la vista de seguimiento. El nombre del rastreo se muestra a la izquierda de los eventos, que son las cuñas de color a la derecha. Por encima de las cuñas, las marcas de tiempo se muestran en día-mes-año hora: minuto: segundo: milisegundo. El botón de exportación de imágenes exporta la imagen actual a un archivo de imagen.

Resultado

Después de haber seleccionado la configuración por defecto o la manual y proceder a mostrar el resultado de la herramienta se muestra la animación en la parte inferior de la ventana.

La animación del modelo consiste en el traslado de cada una de las instancias del proceso por el camino que une las actividades que componen la ejecución de las mismas. Estas toman forma de elipses y se representan en color amarillo, rojo o verde. Las elipses color amarillo son aquellas instancias cuyo tiempo de ejecución no se desvía mucho con respecto al tiempo medio de ejecución. Mientras que las elipses de color verde, representan a las instancias que se ejecutan con una velocidad alta; y las elipses de color rojo denotan a las instancias que se ejecutan con una velocidad baja, con respecto al tiempo medio de ejecución de todas las instancias del proceso.

Las actividades más frecuentes del proceso pueden ser visualizadas con mayor facilidad debido a que las mismas se resaltan en color azul fuerte, mientras que las menos frecuentes toman color azul claro. Las desviaciones pueden ser observadas mediante líneas rojas discontinuas. Los cuellos de botella pueden apreciarse a partir del movimiento que realizan las elipses, lo cual se puede apreciar cuando se acumulen en una sola actividad y se trasladen hacia otra con una velocidad por debajo a la que entraron a la actividad anterior. Si se desea visualizar una actividad con más detalle, el modelo de proceso se puede ampliar en el área de la actividad que se desee detallar. Además se puede mostrar debajo de la animación una leyenda con la cual el usuario va a interpretar fácilmente la animación generada.

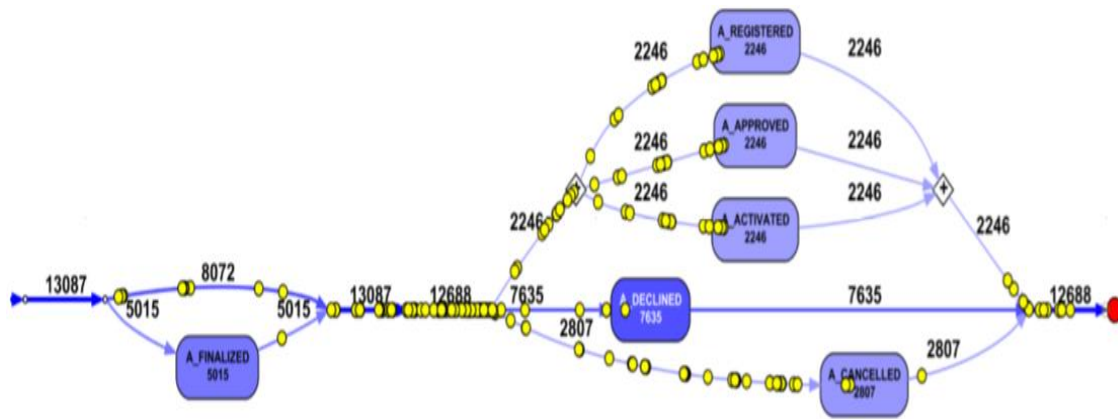


Figura 12 Animación resultante después de haber ejecutado la herramienta. Fuente (Leemans, Fahland, & Aalst, Process and Deviation Exploration with Inductive Visual miner, 2014)

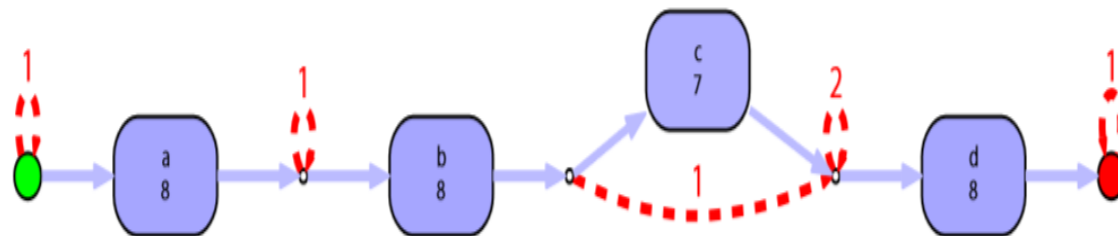


Figura 13 Visualización de las desviaciones después de ejecutar la herramienta. Fuente (Leemans, Fahland, & Aalst, Process and Deviation Exploration with Inductive Visual miner, 2014)

2.3 Descripción de la arquitectura

La arquitectura de la herramienta que se realizó para la minería de procesos de SIPAC está basada en componentes.

La arquitectura basada en componentes consiste en una rama de la Ingeniería de software en la cual se trata con énfasis la descomposición del software en componentes funcionales. Esta descomposición permite convertir componentes pre-existentes en piezas más grandes de software. Este proceso de construcción de una pieza de software con componentes ya existentes da origen al principio de reutilización del software, mediante el cual se promueve que los componentes sean implementados de una forma que permita su utilización funcional sobre diferentes sistemas en el futuro. Se debe entonces, para terminar de definir la arquitectura basada en componente, saber que es un componente de software. Un componente de software se define típicamente como algo que puede ser utilizado como una caja negra, en donde se tiene de manera externa una especificación general, la cual es independiente de la especificación interna. (Geeks, 2016)

El estilo de arquitectura basado en componentes tiene las siguientes características:

- Es un estilo de diseño para aplicaciones compuestas de componentes individuales.
- Pone énfasis en la descomposición del sistema en componentes lógicos o funcionales que tienen interfaces bien definidas.
- Define una aproximación de diseño que usa componentes discretos, los que se comunican a través de interfaces que contienen métodos, eventos y propiedades. (Geeks, 2016)

Principales beneficios del estilo de arquitectura basado en componentes:

- Facilidad de Instalación. Cuando una nueva versión esté disponible, se podrá reemplazar la versión existente sin impacto en otros componentes o el sistema como un todo.
- Costos reducidos. El uso de componentes de terceros permite distribuir el costo del desarrollo y del mantenimiento.
- Facilidad de desarrollo. Los componentes implementan una interfaz bien definida para proveer la funcionalidad definida permitiendo el desarrollo sin impactar otras partes del sistema.
- Reusable. El uso de componentes reutilizables significa que ellos pueden ser usados para distribuir el desarrollo y el mantenimiento entre múltiples aplicaciones y sistemas.
- Mitigación de complejidad técnica. Los componentes mitigan la complejidad por medio del uso de contenedores de componentes y sus servicios. Ejemplos de servicios de componentes incluyen activación de componentes, gestión de la vida de los componentes, gestión de colas de mensajes para métodos del componente y transacciones. (Microsoft, 2016)

Patrones

Un patrón es un conjunto de información que proporciona respuesta a un conjunto de problemas similares. Para ello se aíslan los aspectos comunes y su solución y se añaden cuantos comentarios y ejemplos sean oportunos. (Tedeschi, 2015)

Patrón GRASP:

General Responsibility Assignment Software Patterns (GRASP) da unos principios generales para asignar responsabilidades y se utiliza sobre todo en la realización de

diagramas de interacción. Una vez que se tiene el modelo de dominio se decide que métodos añadir y dónde (parte esencial del desarrollo). Básicamente las responsabilidades de un objeto son conocer y hacer. Dichas responsabilidades implicarán más o menos métodos y clases. (Usaola, 2015)

Principales patrones GRASP:

1. Experto: Asigna responsabilidades al experto de la información, es decir, a la clase que tiene la información necesaria para llevar la tarea a cabo. Como consecuencia trae encapsulamiento de la información y, por ende, el bajo acoplamiento. Además el comportamiento distribuido entre las clases, es decir, clases más cohesivas. (Usaola, 2015)

2. Creador: Una clase B tiene la responsabilidad para crear una instancia de la clase A si: B agrega objetos de A, B contiene objetos de A, B almacena objetos de A, B usa objetos de A y B tiene los datos necesarios para inicializar a A cuando este es creado. Soporta el bajo acoplamiento, es decir, este no se incrementa. (Usaola, 2015)

3. Alta Cohesión: Asigna responsabilidades procurando que la cohesión sea lo más alta posible. Se incrementa la claridad y facilita la comprensión, se simplifica el mantenimiento. Implica casi siempre bajo acoplamiento, incrementando la reutilización.

4. Bajo Acoplamiento: Asigna responsabilidades de tal manera que el acoplamiento sea el menor posible. Posibilita mejor comprensión de las clases aisladas. Facilita la reutilización de código y no afecta los cambios en otros componentes. (Usaola, 2015)

5. Controlador: Asigna responsabilidades para el manejo de mensajes de eventos del sistema a una clase que: representa al conjunto del sistema o negocio (Controlador Fachada), representa algo del mundo real que está activo (Controlador de Roles) y representa un administrador artificial para todos los eventos del sistema. (Usaola, 2015)

Patrón GOF:

Son patrones publicados por Gamma, Helm, Johnson y Vlossodes en 1995: patrones de la pandilla de los cuatro (*gang of four*). Esta serie de patrones permiten ampliar el lenguaje, aprender nuevos estilos de diseño y además se introducirá más notación UML. Existen 23 patrones GoF de los que 15 se utilizan con frecuencia. (Javeriana, 2016)

Se clasifican según su propósito en patrones:

1- De creación: Factoría Abstracta, Singleton (Creación de objetos).

2- Estructurales: Adaptador, Composite, Fachada (Composición de clases y objetos).

3- De comportamiento: Observador, Estrategia (Modo en que las clases y objetos (Javeriana, 2016)

Patrón singleton:

Asegura que una determinada clase sea instanciada una y sólo una vez, proporcionando un único punto de acceso global a ella. Define un método estático de la clase que devuelva el singleton. Permite el manejo de objetos únicos y que sean accesibles a otros objetos. Acceso controlado a la única instancia. Se utiliza a menudo para Factoría y Fachada. (Henao, 2016)

Patrón fachada:

Define un único punto de conexión de un subsistema, este objeto fachada presenta una única interfaz unificada y es responsable de colaborar con los clientes. (Controlador de fachada). Oculta a los clientes los componentes del subsistema. Promueve acoplamiento débil entre el subsistema y los clientes. No impide que las aplicaciones usen las clases del subsistema. (Ávares, 2014). Los patrones utilizados en la solución serán dentro de los Grasp el creador y el experto. Además se utilizará Fachada y Singleton.

2.4 Conclusiones parciales

La realización de este capítulo permitió caracterizar cada uno de los elementos necesarios para el desarrollo de la personalización del plugin IvM. Además permitió describir el procedimiento para integrar la personalización desarrollada al SIPAC, como herramienta propia del sistema para detectar eventualidades en los procesos sin hacer uso de herramientas externas. Con esta integración se desarrollaron las interfaces para la visualización de los modelos de procesos en el SIPAC.

Capítulo 3. Validación

En el presente capítulo se realiza la validación de la solución partiendo de los métodos y herramientas definidos. De esta forma se realiza un caso de estudio que permite comprobar la efectividad de la propuesta de solución. Se comprobarán los resultados obtenidos tras la detección de eventualidades utilizando el *Inductive Visual Miner* del ProM y la vista de análisis desarrollada en SIPAC. Se aplica la técnica ladov para evaluar el Índice de Satisfacción Grupal por potenciales usuarios.

3.1 Aplicación del caso de estudio

Para validar los resultados de la vista de análisis desarrollada en SIPAC, se aplicó un caso de estudio. Su objetivo es comparar los resultados obtenidos de aplicar la técnica de minería de procesos *Inductive Visual Miner* en la herramienta ProM, con los resultados obtenidos de utilizar la vista de análisis desarrollada en el SIPAC. Se utilizará un registro de eventos generado por el componente de extracción para el proceso “Elaboración del Plan” con fecha de inicio 2 de junio de 2016 a las 09:12:43 am y fecha de fin 21 de junio del 2016 a las 09:22:51 am.

Pasos para aplicar la técnica *Inductive Visual Miner* desde ProM.

- **Paso 1.** Extraer el registro de eventos a partir de los *plugins* XESAME *eventfier* o equivalentes.
- **Paso 2.** Importar registro de eventos en ProM.
- **Paso 3** Seleccionar la opción “Vistas” (*Views*), en la interfaz del ProM.
- **Paso 4** Seleccionar la técnica *Inductive Visual Miner*.
- **Paso 5** Visualización.

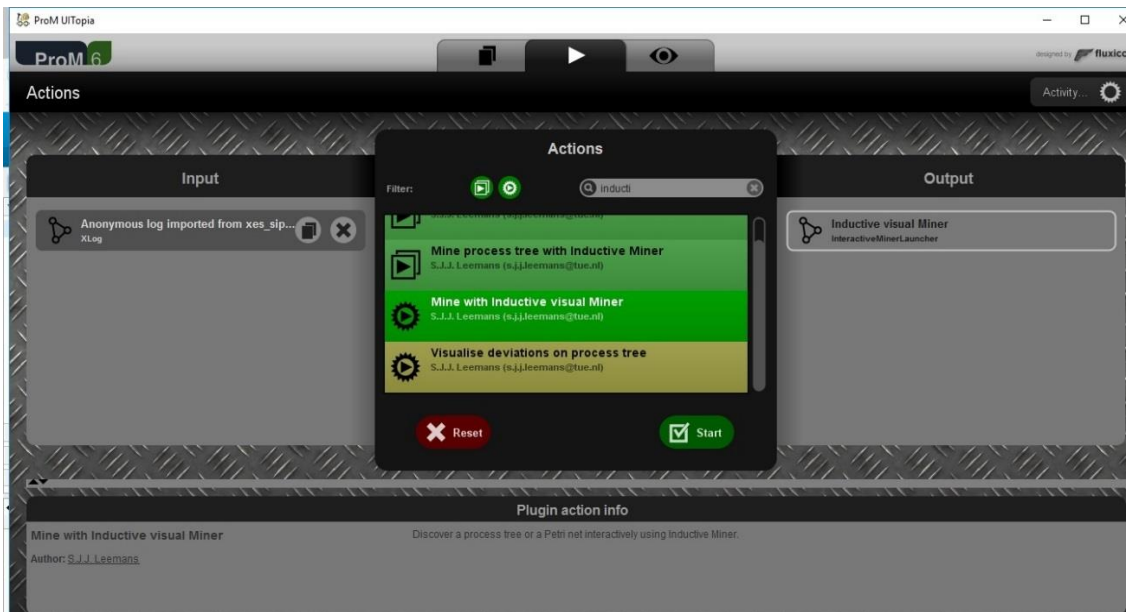


Figura 14 Selección de la Técnica Inductive Visual Miner. Fuente (elaboración propia)

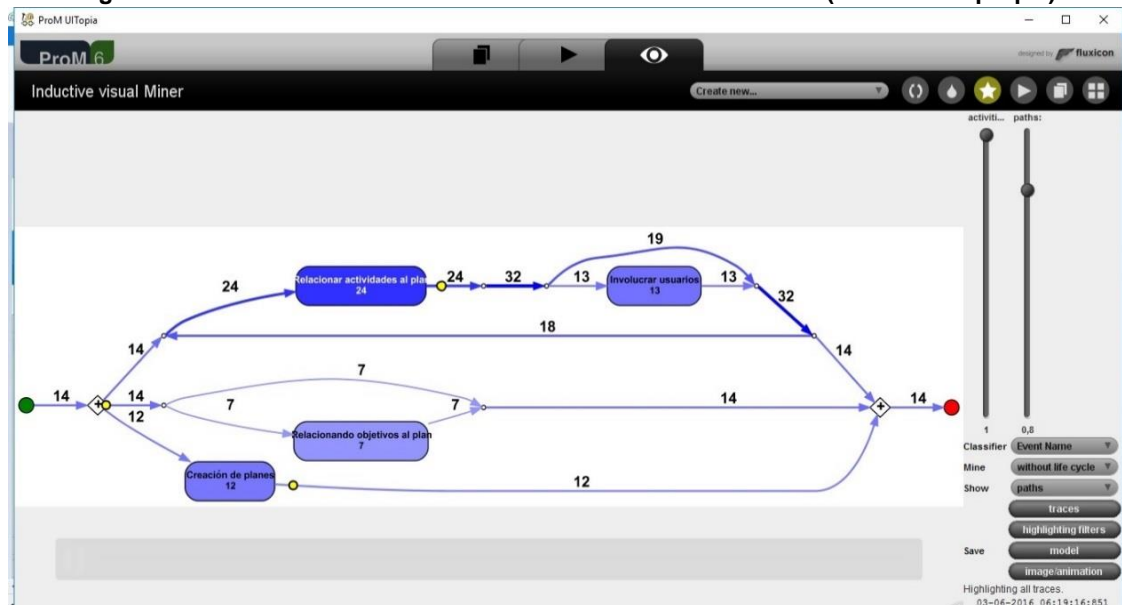


Figura 15 Animación resultante luego de ejecutar la técnica en ProM. Fuente (elaboración propia).

Pasos para aplicar la técnica *Inductive Visual Miner* desde la instancia implementada para SIPAC.

- **Paso 1.** Obtener el registro de eventos a partir de la herramienta para la extracción y transformación de trazas implementada para SIPAC.
- **Paso 2.** Importar registro de eventos.
- **Paso 3.** Seleccionar la técnica *Inductive Visual Miner*
- **Paso 4.** Visualización del árbol de proceso.



Figura 16 Ventana para importar el registro de eventos. Fuente (elaboración propia)

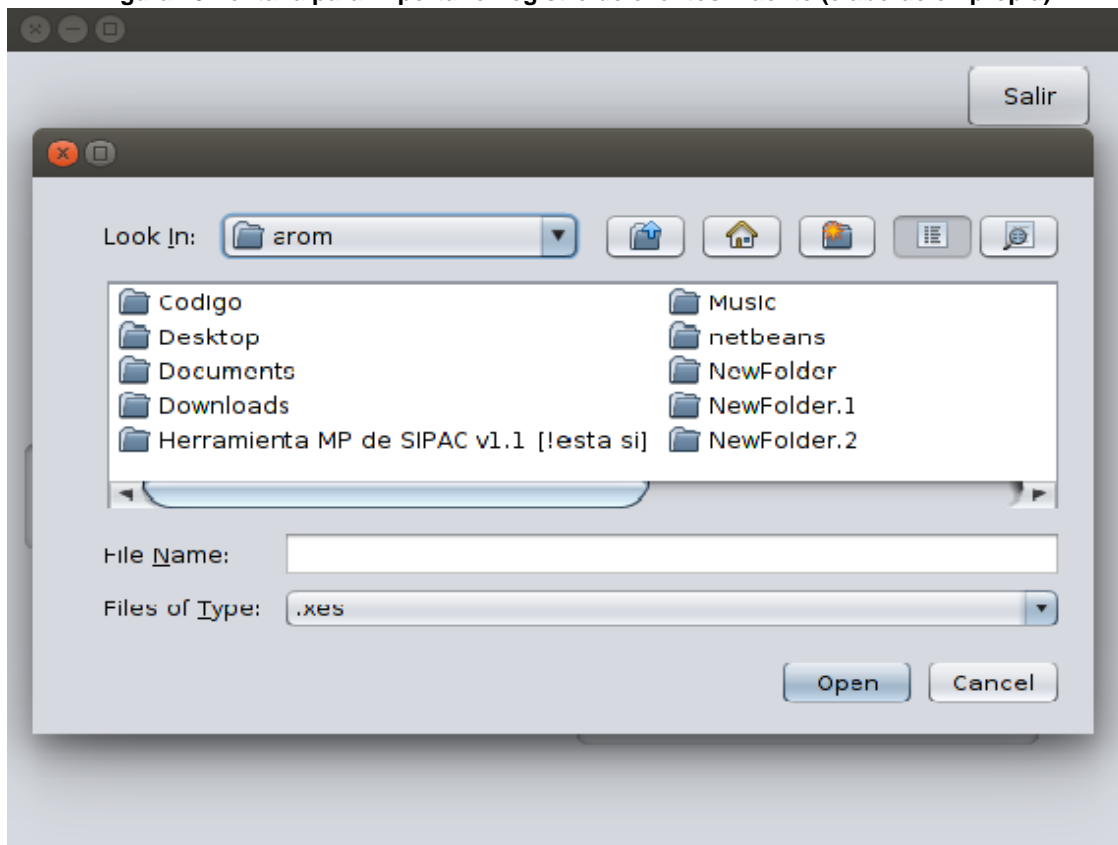


Figura 17 Selección del registro de eventos. Fuente (elaboración propia)



Figura 18 Selección de la técnica Inductive Visual Miner. Fuente (elaboración propia).

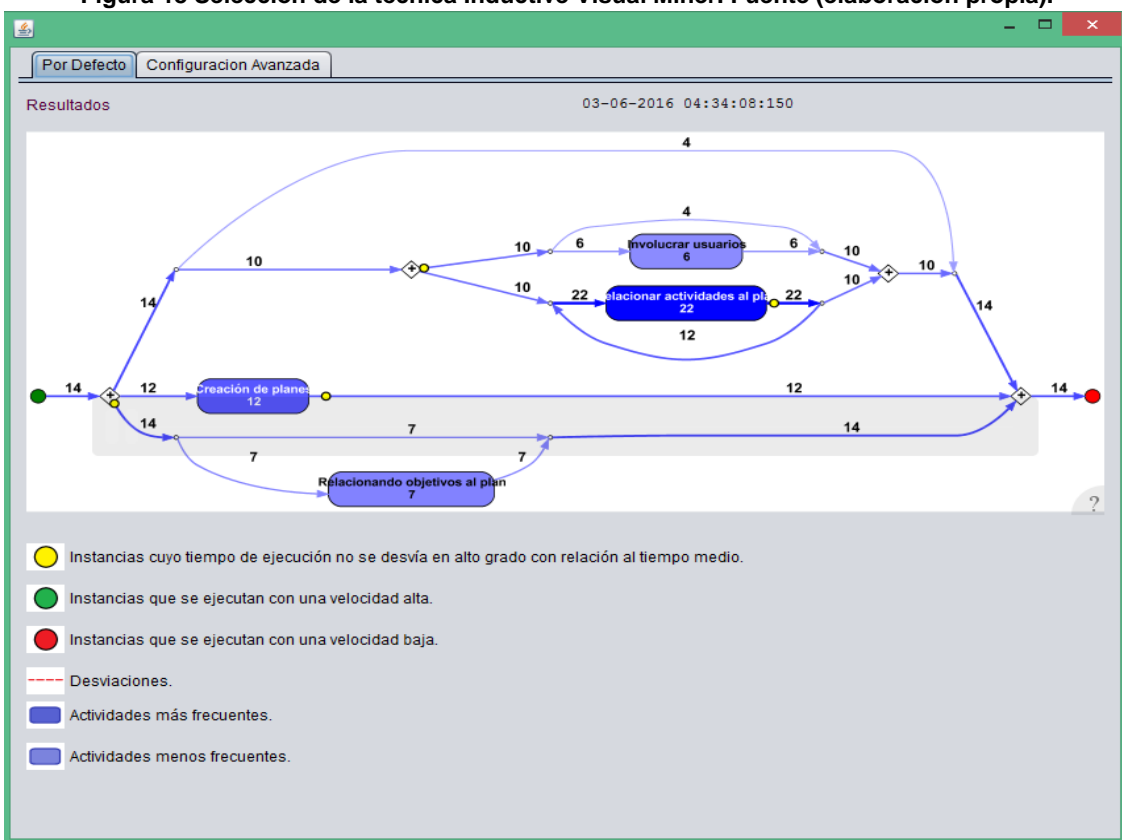


Figura 19 Resultado de la técnica. Fuente (elaboración propia)

En el caso de estudio analizado, ambas aplicaciones, desde sistemas diferentes obtuvieron los mismos resultados, mostrando árbol de procesos que permite detectar eventualidades a partir de un registro de eventos de SIPAC. Desde el marco de trabajo ProM es necesario realizar una serie de pasos y configuraciones adicionales, debido a que esta herramienta no cuenta con la configuración por defecto, por tanto no son necesarias al utilizar la técnica desde la herramienta de minería de procesos para SIPAC, contribuyendo al entendimiento por parte de usuarios no expertos en el área de minería de procesos.

3.2 Índice de satisfacción grupal

La técnica Iadov constituye una vía para el estudio del grado de satisfacción. Fue creada por su autor para el estudio de la satisfacción por la profesión en carreras pedagógicas. Algunos autores la han modificado para la aplicación y la valoración como parte de diagnósticos y validaciones en diferentes investigaciones. Se basa en la aplicación de un cuestionario que tiene una estructura interna determinada, que sigue una relación entre tres preguntas cerradas y un análisis posterior de otro conjunto de preguntas abiertas. La relación entre las preguntas cerradas se establece a través del denominado Cuadro Lógico de Iadov (tabla 3), el cual posibilita determinar posteriormente el nivel de satisfacción del usuario y del grupo. (Rodríguez & Maura, 2014)

Tabla 3 Cuadro lógico de Iadov. Fuente (Rodríguez & Maura, 2014)

	¿Considera usted que se deban obviar los datos de ejecución de los procesos de SIPAC, para realizar la detección de eventualidades?								
	No			No se			Si		
	¿Usaría usted la vista de análisis desarrollada para detectar eventualidades en los procesos de SIPAC?								
¿Le satisface el resultado mostrado en la vista de análisis desarrollada?	No	No sé	Si	No	No sé	Si	No	No sé	Si
Me satisface mucho	1	2	6	2	2	6	6	6	6
No me satisface tanto	2	2	3	2	3	3	6	3	6
Me da lo mismo	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Me insatisface más de lo que me satisface	6	3	6	3	4	4	3	4	4

No me satisface nada	6	6	6	6	4	4	6	4	5
No sé qué decir	2	3	6	3	3	3	6	3	4

Para obtener los resultados de la aplicación de la técnica es necesario conocer la escala de satisfacción, y a su vez la fórmula para determinar el Índice de Satisfacción Grupal (ISG).

La escala de satisfacción tiene la siguiente estructura, en función de la puntuación obtenida luego de aplicado el cuestionario referido:

1. Clara satisfacción
2. Más satisfecho que insatisfecho
3. No definida
4. Más insatisfecho que satisfecho
5. Clara insatisfacción
6. Contradictoria

Luego de aplicado el cuestionario y haber triangulado las preguntas cerradas en el Cuadro Lógico de ladov, el número resultante de la interrelación de las tres preguntas cerradas indica la posición de cada cual en dicha escala de satisfacción.

Para poder ponderar el ISG se establece una escala numérica entre +1 y -1 (tabla 3.2). Una vez calculado, los valores que se encuentren comprendidos entre -1 y -0,5 indican insatisfacción; los comprendidos entre -0,49 y + 0,49 evidencian contradicción y los que se ubiquen entre 0,5 y 1 indican que existe satisfacción. (Hernández-Leonard, 2016)

Tabla 4 Niveles de satisfacción. Fuente: (Rodríguez & Maura, 2014)

Nivel de Satisfacción
+1 Máximo de satisfacción.
+0.5 Más satisfecho que insatisfecho.
0 No definido y contradictorio.
-0.5 Más insatisfecho que satisfecho.
-1 Máxima insatisfacción.

Luego es posible calcular el ISG a partir de la siguiente fórmula:

$$ISG = \frac{A(+1) + B(+0.5) + C(0) + D(-0.5) + E(-1)}{N}$$

3.3 Aplicación de la técnica de ladov para medir satisfacción

Fue aplicada una encuesta integrada por 6 preguntas (Ver Anexo 1) a una muestra representativa de 16 personas, trabajadores vinculados al grupo de investigación de minería de procesos de la UCI. La población la constituyen los especialistas del área de minería de procesos en la UCI. Para la selección de los encuestados se empleó un muestreo no probabilístico intencional teniendo en cuenta que estos especialistas conocen o han interactuado con SIPAC. Para la selección de la muestra se utilizó el muestreo probabilístico aleatorio simple. El valor ISG obtenido al aplicar la técnica fue 0.867, el cual se encuentra en el intervalo de satisfacción, por lo que se puede concluir que existe un alto grado de satisfacción con la solución propuesta.



Figura 20 Satisfacción de los usuarios con la solución desarrollada. Fuente (elaboración propia)

3.3 Resultados esperados

La solución desarrollada brinda a los usuarios decisores de SIPAC un método de fácil manejo y comprensión para detectar las eventualidades de los procesos en el sistema, facilitando datos claves de la ejecución de los mismos. Provee al sistema de un mecanismo de seguimiento y control del flujo de eventos en las actividades de procesos. Detecta explícitamente la existencia de cuellos de botella. Permite realizar análisis sobre la frecuencia de la ejecución de las actividades y reconoce patrones su flujo de información.

Estas facilidades apoyan y agilizan la toma de medidas sobre las causas de las posibles desviaciones en actividades de proceso. Se optimiza o mejora el flujo en la ejecución de los mismos, tras el análisis de la frecuencia de realización de determinadas actividades. Beneficiando a la ejecución normal de los procesos en SIPAC y el soporte a la toma de decisiones sobre la planificación en las áreas de la organización.

Con todo lo anteriormente planteado se mejora el entendimiento a usuarios no expertos en el área de la minería de procesos. Se brinda una opción más de análisis para la toma de decisiones administrativas en la implementación de los objetivos estratégicos, la planificación y el control de los recursos en todos los niveles de dirección del país, tal como lo establece la Instrucción No1.

Conclusiones del capítulo

- La implementación de la vista de análisis, demostró que es posible lograr una aplicación con las características que se mencionaron en la presente investigación, posibilitando analizar en análisis de los registros de eventos a través de la técnica de minería de procesos *Inductive Visual Miner*.
- La vista de análisis desarrollada cuenta con ciertas ventajas para los usuarios no expertos en el área de la minería de procesos con respecto a las ya existentes.
- Lo usuarios de la solución desarrollada mostraron satisfacción por la misma obteniendo así un índice de satisfacción grupal favorable.

Conclusiones generales

A partir del cumplimiento del objetivo general trazado para la presente investigación, se arriba a las siguientes conclusiones:

- El planteamiento de los conceptos fundamentales relacionados con la investigación, permitió adquirir los conocimientos necesarios para una mejor comprensión de la problemática planteada y un entendimiento del campo de acción de la investigación.
- El análisis realizado a las tendencias actuales que permiten detectar eventualidades en los procesos, demostró la necesidad de desarrollar una personalización del plugin IvM para la detección de las mismas en la ejecución de los procesos del Sistema para la planificación de actividades SIPAC.
- La personalización del plugin IvM permitió detectar eventualidades en la ejecución de los procesos de SIPAC lo que influye positivamente en la toma de decisiones.
- El análisis realizado al proceso Elaboración del Plan del SIPAC, y la obtención de un buen índice de satisfacción grupal, permitió validar la capacidad de la personalización desarrollada para detectar eventualidades en los mismos.

Los modelos obtenidos a partir de la ejecución del plugin personalizado permiten detectar desviaciones en la ejecución de los procesos SIPAC, además de la identificación de las actividades con más frecuencia de ejecución. Lo que favorecerá a investigadores y analistas de procesos en el SIPAC.

Recomendaciones.

Para dar continuidad a la presente investigación, el autor propone las siguientes recomendaciones:

- Desarrollar un componente para la interpretación de los modelos obtenidos, que permita facilitar la comprensión de los mismos.
- Desarrollar un componente que permita generar reglas en la ejecución de los procesos del SIPAC.

Referencias

- 9000, N. (2015). Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-3:v1:es>
- Aalst, v. d., & otros. (2006). *Manifiesto de la Minería de procesos*.
- Aalst, W. v., & Medeiros, A. A. (2015). *Process Mining with the Heuristics Miner*.
- Andrés García Azcanio, I. M. (2013). *La Mejora de Procesos. Más allá del valor añadido*.
- Ávares, C. (2014). *Diseño con Patrones Fachadas*.
- Benghazi, K., Bullejos, J. L., Chung, L., & Aalst, W. v. (2010). *Introducción al modelado de Procesos del Negocio*.
- Casas, N. (2016). *Academia*. Obtenido de http://www.academia.edu/29705673/Teor%C3%ADa_de_las_Restricciones_o
- Celonis. (2017). *Celonis*. Obtenido de <http://www.celonis.com/>
- Chávez, L. E., & Quesada, M. R. (2014). La simulación computarizada como herramienta didáctica de amplias posibilidades. *Revista Cubana de Informática Médica*.
- Coello, A. A. (2016). *La Gestion de los Procesos*.
- García, A. O., Armenteros, O. U., Ramirez, Y. E., & Castro, Y. G. (2015). Integración del plugin Inductive visual Miner de ProM al Sistema de Información Hospitalaria del CESIM . *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas* .
- Geeks. (2016). *Geeks*. Obtenido de <https://geeks.ms/jkpelaiez/2009/04/18/arquitectura-basada-en-componentes/>
- Gonzalez, E. (2015). *Monografías*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos55/mineria-de-datos/mineria-de-datos.shtml>
- Henao, C. (2016). *PAtron Singleton. Tutoriales y Guías Prácticas aprendidas en el desarrollo del Software*.
- Hernández-Leonard, A. R. (2016). *EVALUACIÓN DE LA SATISFACCIÓN CON EL SERVICIO DE CAPACITACIÓN . Oinimet*.
- Herrera, R. Y. (2 de mayo de 2013). Minería de proceso como herramienta para la auditoria. *Ciencias de la información*.
- Ictea. (2017). *Ictea*. Obtenido de <http://www.ictea.com/cs/knowledgebase.php?action=displayarticle&id=8790>
- Inductive . (2016). *Inductive Visual Miner*.
- Javeriana, S. (2016). *PAtrones Gof Análisis y Diseño. Ciencia*.
- Leemans, S. J., Fahland, D., & Aalst, W. M. (2013). Exploring Processes and Deviations. *Eindhoven University of Technology, the Netherlands* .
- Leemans, S. J., Fahland, D., & Aalst, W. M. (2014). *Process and Deviation Exploration with Inductive Visual miner*.
- León, A. M., Rivera, D. N., Nariño, A. H., & Viteri, J. (2010). Relevancia de la Gestión por Procesos en la Planificación Estratégica y la Mejora Continua. *Eídos*.
- Medina, N. P. (31 de Marzo de 2017). SIPAC, solución novedosa para la planificación de actividades. *UCI*.
- Microsoft. (2016). *Microsoft*. Obtenido de <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb972268.aspx>
- NC/ISO-9000. (2015). Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-3:v1:es>
- NetBeans. (2017). *Oracle*. Obtenido de <http://www.oracle.com/technetwork/developer-tools/netbeans/overview/index.html>
- Oracle. (2017). *Oracle*. Obtenido de <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/overview/index.html>
- Orellana, A., & Viera, K. P. (2015). *UTILIDAD DE LA TÉCNICA MINERÍA DIFUSA PARA MODELAR PROCESOS EN EL ENTORNO HOSPITALARIO*.
- Orellana, A., Armenteros, O. U., & Alfonso, D. P. (2015). *Generador de Registros de Eventos*

- para el análisis de procesos en el Sistema de Información Hospitalaria xavia HIS.
Convención Salud 2015.
- otros, A. M. (2010). Relevancia de la Gestión por Procesos en la Planificación Estratégica y la Mejora Continua. *Eídos.*
- Process Mining Group Math&CS department Eindhoven University of Technology. (s.f.). *Process Mining.* Obtenido de <http://www.processmining.org/online/fuzzyminer>
- ProM.* (s.f.). Obtenido de <http://www.promtools.org/doku.php>
- Rodríguez, A. L., & Maura, V. G. (2014). La técnica de ladov, una aplicación para el estudio de la satisfacción. *EFdep.*
- Tedeschi, N. (2015). *Microsoft.* Obtenido de <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb972240.aspx>
- UCI. (2013). Minería de proceso como herramienta para la auditoria. *Ciencia de la Información.*
- Usaola, M. P. (2015). Patrones Grasp.

Glosario de términos

BPMN (Notación de Modelado de Procesos de Negocio): notación gráfica estandarizada para representar los procesos de negocio en un flujo de trabajo.

Eventualidad: posible hecho o evento que sucede de manera imprevista.

Instancia de proceso: una ejecución de proceso.

IvM (Inductive visual Miner): plugin de la herramienta ProM que genera modelos de procesos animados.

Plugin: aplicación informática que **añade una nueva funcionalidad o característica** a un software sin afectar su funcionamiento.

Registro de eventos: resultado del almacenamiento de las actividades de un proceso, ejecutadas en un período determinado de tiempo.

Traza: recoge la información acerca de una instancia de proceso.

Anexos

Anexo 1. Encuesta satisfacción de usuarios

Estimado (a): la presente encuesta forma parte de una investigación orientada a comprobar la perspectiva de la instanciación de la técnica Inductive Visual Miner de minería de procesos para el sistema SIPAC. El uso de herramientas se hace complejo para usuarios no expertos en el área, por lo que se realizaron personalizaciones y se sumaron funcionalidades para ser aplicadas. Sus valoraciones acerca de los asuntos que se someten a su consideración servirán de ayuda.

Evaluación de la Instanciación de la Técnica Inductive Visual Miner para SIPAC		
No	Preguntas	Respuestas
1.	¿Considera usted útil el uso de la Minería de Proceso para la detección de eventualidades en los sistemas de planificación?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sé
2.	¿Conoce usted el objetivo del Sistema para la Planificación de Actividades (SIPAC)?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
3.	¿Considera usted que es factible utilizar la pre configuración por defecto en SIPAC para la detección de eventualidades del sistema?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sé <input type="checkbox"/> Tal vez
4.	¿Qué ventajas le atribuye usted al uso de una aplicación informática para la detección de eventualidades en los sistemas de planificación	<input type="checkbox"/> Ahorro de tiempo <input type="checkbox"/> Resultados exactos y confiables <input type="checkbox"/> Fácil Manejo <input type="checkbox"/> No me aporta nada
5.	¿Usaría usted el componente propuesto para detectar eventualidades en los sistemas de planificación?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sé
6.	¿Qué elementos usted considera, mejora la herramienta propuesta con respecto a las ya existentes de minería de procesos? Seleccione una sola opción.	<input type="checkbox"/> Usabilidad <input type="checkbox"/> Comprensión <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> No sé