

Método de evaluación de variables e indicadores para el proceso de Bloque de Cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization

Item Type	info:eu-repo/semantics/bachelorThesis
Authors	Rojas Candio, Piero Gilmar; Villantoy Pasapera, Arturo Alonso
Publisher	Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)
Rights	info:eu-repo/semantics/openAccess; Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International
Download date	17/04/2022 01:56:54
Item License	http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Link to Item	http://hdl.handle.net/10757/655800



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE
INFORMACIÓN**

**Método de evaluación de variables e indicadores para el proceso de Bloque de
Cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization**

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero de Sistemas de Información

AUTOR(ES)

Rojas Candio, Piero Gilmar (0000-0003-0496-4133)

Villantoy Pasapera, Arturo Alonso (0000-0002-4425-7380)

ASESOR

Armas Aguirre, Jimmy Alexander (0000-0002-1176-8969)

Lima, 14 de marzo de 2021

DEDICATORIA

Dedicamos este proyecto:

A nuestros padres por siempre apoyarnos incondicionalmente en formarnos grandes profesionales con ética y moral. Muchos de nuestros logros se los debemos a ustedes.

A todas las personas que en este camino nos alentaron para continuar en este proceso de obtener uno de nuestros más grandes anhelos: ser oficialmente egresados.

A ti Dios, por darnos la vida, salud, y sabiduría, y, sobre todo, regalarnos la familia más maravillosa como la que tenemos ahora.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos los docentes, alumnos y amigos que participaron en este proyecto y que, de alguna u otra manera, nos apoyaron para que este trabajo sea posible.

También expresamos nuestra gratitud a nuestro asesor Jimmy Armas y a nuestro coautor Santiago Aguirre, quienes contribuyeron fundamentalmente en el éxito de este trabajo mediante su feedback y recomendaciones, y a la Srta. María del Carmen Irigoyen por habernos permitido presentar y validar nuestro proyecto, y por brindarnos información del proceso de salud involucrado en nuestro trabajo para futuros proyectos.

RESUMEN

El Seguro Social de Salud, EsSalud, es un organismo público descentralizado que tiene como finalidad dar cobertura a los asegurados y sus derechohabientes, a través de otorgamiento de diferentes tipos de seguro a la población ante los riesgos humanos [1]. Esta institución brinda atención a un aproximado de 11 millones 493 mil peruanos asegurados, quienes representan un 35,7% de la población total [2], estos asegurados se encuentran concentrados en mayor proporción en edades de 0 a 14 años, de 25 a 44 años y 65 a más [3]. Según la memoria anual realizada en el 2019 por esta institución, muestra que se tiene un total de 28149 reclamos registrados en el sistema de información de Atención al Asegurado, que representa un 18,8 % del total de solicitudes de dicho sistema con un tiempo de conclusión de 25 días [4]. Asimismo, según el diario El Comercio, afirman que uno de los principales motivos de los reclamos se debe a la falta de acceso a los servicios de salud debido al tiempo de espera de atención para los asegurados [5]. EsSalud busca proponer estrategias para reducir estos reclamos y tiempos de espera, pero dichas investigaciones implican un mayor esfuerzo laboral y uso de recursos humanos. Los resultados de las pruebas no muestran ser muy efectivos dado que podría seguir presentando la disconformidad de los asegurados porque el tiempo de atención sigue siendo alto [6]. En este sentido, el presente trabajo consiste en proponer un método que permita contribuir a la mejora y optimización de la toma de decisiones por parte del equipo médico del Bloque de Cirugía sobre su proceso.

Nuestro trabajo propone un método que permita formular y evaluar indicadores de Process Mining a través de preguntas relacionadas al funcionamiento de un proceso y permita comprender de manera sencilla las variables del proceso a través de técnicas de Data Visualization. El aporte se encuentra en la definición de variables dentro de las técnicas de Data Visualization. Este tiene el objetivo de permitir comprender en profundidad qué es lo que se va a representar gráficamente y, a la vez, sea de interés a los responsables del proceso de Bloque de Cirugía a nivel de negocio. Nuestra propuesta identifica cuellos de botella y violaciones de políticas de un proceso crítico en una organización de salud, ya que resulta complicado realizar mediciones y análisis para

mejorar la calidad y transformación de los procesos en instituciones de atención en el sector salud.

Para llevar a cabo el proyecto se tomará como referencia la información de la empresa AUNA. El método se ejecutó a través de escenarios operativos en el proceso quirúrgico de esta red de clínicas para responder preguntas típicas y frecuentes del proceso de Bloque de Cirugía. Se revisaron 1710 casos con un total de 15390 encuentros quirúrgicos. Asimismo, la aplicación del método permitió validar y mejorar el modelo de proceso documentado respecto a los registros de eventos de los sistemas de información del centro de salud. Se identificaron oportunidades de mejora para facilitar los registros de marcado y maximizar la calidad de los resultados para futuros proyectos de Minería de Procesos y Visualización de Datos. Finalmente, la aplicación del método permitió identificar cuellos de botella, variantes, violaciones y varianzas del proceso mediante el uso de indicadores de Minería de Procesos y de variables en Visualización de Datos para comprender el rendimiento actual del Bloque de Cirugía y, posteriormente, tomar decisiones y acciones de mejora en dicho proceso por parte del equipo médico.

Palabras clave: Minería de procesos; Visualización de datos; Bloque de cirugía; Método; Variable; Indicadores; Cuidado de salud; Proceso de negocio.

Evaluation method of variables and indicators for Surgery Block process using Process Mining and Data Visualization

ABSTRACT

The Social Health Insurance, EsSalud, is a decentralized public body whose purpose is to provide coverage to the insured and their beneficiaries, through the granting of different types of insurance to the population against human risks [1]. This institution provides care to an approximate 11 million 493 thousand insured Peruvians, who represent 35.7% of the total population [2], these insured persons are concentrated in a greater proportion in ages 0 to 14 years, from 25 to 44 years and 65 and over [3]. According to the annual report carried out in 2019 by this institution, it shows that there is a total of 28,149 claims registered in the Insured Service information system, which represents 18.8% of the total requests of said system with a time of 25-day conclusion [4]. Likewise, according to the newspaper El Comercio, they affirm that one of the main reasons for the complaints is due to the lack of access to health services due to the waiting time for the insured [5]. EsSalud seeks to propose strategies to reduce these claims and waiting times, but these investigations imply a greater work effort and use of human resources. The results of the tests do not show to be very effective since it could continue to present the dissatisfaction of the insured because the time of attention is still high [6]. In this sense, the present work consists in proposing a method that allows to contribute to the improvement and optimization of decision-making by the medical team of the Surgery Block regarding its process.

Our work proposes a method that allows formulating and evaluating Process Mining indicators through questions related to the operation of a process and allows a simple understanding of the process variables through Data Visualization techniques. The contribution is found in the definition of variables within Data Visualization techniques. This has the objective of allowing an in-depth understanding of what is going to be represented graphically and, at the same time, be of interest to those responsible for the Surgery Block process at the business level. Our proposal identifies bottlenecks and policy violations of a critical process in a health organization, since it is difficult to

perform measurements and analysis to improve the quality and transformation of processes in healthcare institutions in the health sector.

To carry out the project, the information of the AUNA company will be taken as a reference. The method was executed through operational scenarios in the surgical process of this network of clinics to answer typical and frequent questions of the Surgery Block process. 1,710 cases were reviewed with a total of 15,390 surgical encounters. Likewise, the application of the method allowed the validation and improvement of the documented process model regarding the event records of the health center information systems. Improvement opportunities were identified to facilitate tagging records and maximize the quality of results for future Process Mining and Data Visualization projects. Finally, the application of the method allowed identifying bottlenecks, variants, violations and variances of the process through the use of indicators of Process Mining and variables in Data Visualization to understand the current performance of the Surgery Block and, later, make decisions and actions to improve said process by the medical team.

Keywords: Process mining; Data visualization; Surgery block; Method; Variable; Indicators; Health care; Business process.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
1.1 Objetivo de estudio	4
1.2 Dominio del Problema	4
1.3 Planteamiento de la Solución	6
1.4 Objetivos del Proyecto	6
1.4.1 Objetivo General	6
1.4.2 Objetivos Específicos.....	6
1.5 Indicadores de Éxito.....	7
1.6 Planificación del Proyecto.....	8
1.6.1 Alcance.....	8
1.6.2 Plan de Gestión del Tiempo	9
1.6.3 Plan de Gestión de Recursos Humanos.....	13
1.6.4 Plan de Comunicaciones	15
1.6.5 Plan de Gestión de Riesgos	16
CAPÍTULO 2: LOGRO DE LOS STUDENT OUTCOMES	19
2.1 Student Outcome (1)	20
2.2 Student Outcome (2)	20
2.3 Student Outcome (3)	21
2.4 Student Outcome (4)	21
2.5 Student Outcome (5)	22
2.6 Student Outcome (6)	22
2.7 Student Outcome (7)	22
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO	24
3.1 Bloque de Cirugía	25
3.1.1 Cirugía.....	25
3.1.2 Proceso	26
3.1.3 Dificultad.....	27
3.2 Process Mining.....	28
3.2.1 Importancia	28
3.2.2 Tipos Básicos	28
3.2.3 Metodología de Gorgen Erdogan y Tarhan.....	31
3.3 Data Visualization.....	36
3.3.1 Importancia	36
3.3.2 Clasificación.....	36
3.3.3 Técnicas.....	37
CAPÍTULO 4: DESARROLLO DEL PROYECTO	39
4.1 Análisis del Negocio	40
4.1.1 Descripción del proyecto.....	40

4.1.2 Descripción de la empresa	40
4.1.3 Antecedentes y necesidad	40
4.2 Análisis de métodos, metodologías, algoritmos y herramientas	41
4.2.1 Descripción	41
4.2.2 Análisis de métodos y metodologías.....	42
4.2.3 Análisis de algoritmos.....	46
4.2.4 Análisis de herramientas	49
4.3 Método	51
4.3.1 Descripción	51
4.3.2 Diseño del método.....	52
CAPÍTULO 5: RESULTADOS DEL PROYECTO	58
5.1 Resultados obtenidos.....	59
5.2 Proceso de Validación.....	64
5.3 Plan de Continuidad	65
5.3.1 Plan de Soporte	66
5.3.2 Gestión de Incidentes	69
5.3.3 Gestión de problemas	70
5.3.4 Gestión de niveles de servicio.....	72
5.3.5 Gestión de seguridad	74
5.3.6 Gestión de la disponibilidad.....	75
CAPÍTULO 6: GESTIÓN DEL PROYECTO	77
6.1 Producto final.....	78
6.2 Gestión de los Recursos Humanos.....	80
6.3 Gestión de las Comunicaciones	81
6.4 Gestión de los Riesgos	82
6.5 Lecciones aprendidas	83
CONCLUSIONES.....	84
RECOMENDACIONES	86
GLOSARIO.....	87
SIGLARIO	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Necesidad y causas	5
Tabla 2. Indicadores de éxito.....	7
Tabla 3. Plan de Gestión del Tiempo	9
Tabla 4. Descripción de Roles y Responsabilidades	14
Tabla 5. Plan de Gestión de Riesgos	17
Tabla 6. Características y objetivos de la minería de procesos	34
Tabla 7. Benchmarking de métodos y metodologías de las disciplinas de Process Mining y Data Visualization	42
Tabla 8. Benchmarking de algoritmos de la disciplina de Process Mining.....	46
Tabla 9. Benchmarking de herramientas de la disciplina de Process Mining y Data Visualization.....	49
Tabla 10. Resumen de los registros de eventos del proceso de Bloque de Cirugía.....	59
Tabla 11. Variables médicas definidas acorde a los campos de los registros de eventos	62
Tabla 12. Descripción y cumplimiento de los entregables del proyecto	78
Tabla 13. Recursos del proyecto 2019-02	80
Tabla 14. Recursos del proyecto 2019-01	80
Tabla 15. Guía para la Gestión de comunicaciones	81
Tabla 16. Riesgos del proyecto	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama del proyecto.....	13
Figura 2. Posicionamiento de los tres tipos principales de minería de procesos: descubrimiento, verificación de conformidad, y mejoramiento. Fuente: van der Aalst et al. (2012).....	29
Figura 3. Los tres tipos básicos de minería de procesos explicados en entradas y salidas. Fuente: van der Aalst et al. (2012)	30
Figura 4. Un método de evaluación orientado a objetivos. Fuente: Gurgen Erdogan y Tarhan (2019)	32
Figura 5. a) Una nube de palabras; b) un diagrama de red; c) una matriz de correlación; d) la distribución automática produce un gráfico de barras para mostrar la distribución de una sola medida; e) diagrama de sankey; f) diseño de cuadrícula traducido a diferentes pantallas. Fuente: Toasa, Maximiano, Reis y Guevara (2018).....	38
Figura 6. Método de evaluación de variables e indicadores para el proceso de Bloque de Cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization	52
Figura 7. Métricas del proceso generadas por Celonis.....	60
Figura 8. Dos cuellos de botella principales del proceso generadas por Celonis.....	60
Figura 9. Cuello de botella entre las actividades de Recepcionar a Paciente y Preparar al Paciente.....	61
Figura 10. Gráficas dinámicas elaboradas con la información del Bloque de Cirugía ..	63

Introducción

En los últimos años, el desarrollo de la tecnología ha sido enorme, y esto se debe a que es vital el apoyo a distintas industrias en sus procesos organizacionales [7], como es el caso en el sector de salud que cuentan con acceso a grandes volúmenes de datos gracias a los sistemas de información que manejan como soporte a sus procesos de negocio. Con dicha información que gestionan, es posible analizarla para generar mejoras en los procesos críticos de salud y para la toma de decisiones. En dicho punto, Process Mining permite extraer la información de ejecución de procesos desde los sistemas de información disponibles en una organización para construir modelos de procesos, comparar modelos existentes con los construidos automáticamente para identificar cuellos botellas y desviaciones, y para mejorar los procesos de negocio [8]. Así mismo, con la disciplina de Data Visualization, es posible analizar grandes volúmenes de datos que gestionan los centros de salud mediante la generación de reportes a través de gráficos e imágenes para generar un entendimiento de grandes y complejos datos, así como comprender aspectos claves del proceso [9].

Sin embargo, los resultados finales de ambas disciplinas están limitadas en la representación de un modelo de proceso (la representación del proceso de negocio), datos números asociados a la información cargada y representaciones gráficas acorde a los campos considerados en dicha información, por lo que por un lado puede dificultar el análisis por parte de especialista para comprender dicha información a corto plazo, y por el otro que las gráficas mostradas pueden no servir de apoyo a nivel de negocio para la toma de decisiones, o simplemente no resulta ser de relevancia o de interés específico hacia los especialistas del proceso para realizar una tarea determinada. Por ello, existen tres grandes razones que motivan elaborar este método de evaluación de indicadores y variables para el proceso de Bloque de Cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization.

Al definir indicadores de desempeño se dará respuesta a necesidades específicas de los interesados en el proceso de salud, tomando como base preguntas frecuentes generales de un proceso [10]. Así mismo, al definir variables acordes a los campos de una fuente de información en específico se tomará en cuenta qué sería relevante visualizar para un

especialista de proceso de salud de modo que pueda evaluar y tomar decisiones de mejora en dicho proceso.

Actualmente resulta complicado realizar mediciones y análisis descriptivos para mejorar la calidad y transformación de procesos institucionales de asistencia médica [11], debido a que estos tipos de procesos de salud son más complejos, variables, dinámicos y multidisciplinarios por naturaleza, lo cual representa un desafío aplicarlo [12].

Existen diversos desarrollos, aplicaciones, casos, estudios e implementación de herramientas que soportan el análisis de los datos que se extraen de los procesos de negocio, considerando una perspectiva de Data Mining y Process Mining, en diversos sectores y áreas, destacándose el sector industrial, sin embargo, no se han realizado muchos estudios a este nivel en el sector salud [13].

La presente memoria ha sido estructurada en seis capítulos, los cuales serán descritos a continuación:

El primer capítulo, brinda una descripción del proyecto. Se describe el problema, objetivo general, objetivos específicos, indicadores de éxito, alcance y riesgos del proyecto.

El segundo capítulo, se describe el cumplimiento de los Outcomes propuestos por la Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación; lo cual nos permite evaluar nuestra investigación desde diferentes perspectivas.

En el tercer capítulo nos enfocamos en los conceptos detrás de nuestra investigación.

El cuarto capítulo se describe el desarrollo del proyecto. Asimismo, se describe el estado del arte, donde se encuentra la revisión de la literatura que involucra la investigación realizada.

El quinto capítulo mostramos los resultados de la implementación del método propuesto dentro de una red de clínicas local.

El sexto capítulo describe la gestión del proyecto. Se detalla, la gestión del tiempo, la gestión de recursos humanos, gestión de comunicaciones, gestión de riesgos y lecciones aprendidas.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se describen los puntos clave que justifican la problemática del proyecto y los objetivos que se buscan alcanzar, así como sus indicadores de éxito. Además, se describe la situación actual en donde el problema se desenvuelve y como este proyecto le dará solución. Por otro lado, se hará uso del estándar PMBOK con el fin de llevar a cabo una correcta gestión del proyecto en todo su ciclo de vida.

1.1 Objetivo de estudio

El objetivo de estudio es el resultado positivo que puede adquirirse a través de la definición de un método de evaluación de variables e indicadores para el proceso de Bloque de Cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization; y la información que éste genere para identificar cuellos de botella y violaciones de políticas de un proceso crítico en una organización de salud, ya que resulta complicado realizar mediciones y análisis para mejorar la calidad y transformación de los procesos en instituciones de atención en el sector salud, así mismo se hará uso de la herramienta tecnológica Celonis para facilitar ciertas partes del método propuesto con respecto a la data a utilizar, correspondiente a la empresa AUNA. Actualmente resulta complicado realizar mediciones y análisis descriptivos para mejorar la calidad y transformación de procesos institucionales de asistencia médica [11], debido a que estos tipos de procesos de salud son más complejos, variables, dinámicos y multidisciplinarios por naturaleza, lo cual representa un desafío aplicarlo [12].

1.2 Dominio del Problema

Según la memoria anual realizada en el 2019 por esta institución, muestra que se tiene un total de 28149 reclamos registrados en el sistema de información de Atención al Asegurado, que representa un 18,8 % del total de solicitudes de dicho sistema con un tiempo de conclusión de 25 días [4]. Asimismo, según el diario El Comercio, afirman que uno de los principales motivos de los reclamos se debe a la falta de acceso a los servicios de salud debido al tiempo de espera de atención para los asegurados [5]. EsSalud busca proponer estrategias para reducir estos reclamos y tiempos de espera, pero dichas investigaciones implican un mayor esfuerzo laboral y uso de recursos humanos. Los resultados de las pruebas no muestran ser muy efectivos dado que podría seguir presentando la disconformidad de los asegurados porque el tiempo de atención sigue siendo alto [6].

En los últimos años, el desarrollo de la tecnología ha sido enorme, y esto se debe a que es vital el apoyo a distintas industrias en sus procesos organizacionales [7], como es el caso en el sector de salud que cuentan con acceso a grandes volúmenes de datos gracias

a los sistemas de información que manejan como soporte a sus procesos de negocio. Con dicha información que gestionan, es posible analizarla para generar mejoras en los procesos críticos de salud y para la toma de decisiones.

Entre las principales causas, se destaca que resulta complicado realizar mediciones y análisis descriptivos para mejorar la calidad y transformación de los procesos de las instituciones de atención en el sector salud.

Otra causa que ocurre a menudo es que las decisiones a nivel estratégico y táctico contenidas en el proceso de programación de la sala de operaciones no están siendo realizadas correctamente

Así mismo, existe incertidumbre significativa en la duración de procedimientos quirúrgicos, lo que complica las asignaciones de cirugías a quirófanos. En el siguiente cuadro se muestra la problemática y sus causas.

Tabla 1. Necesidad y causas

Necesidad	Causas
Formular indicadores y/o variables para optimizar el proceso de Cirugía en una clínica local	<ul style="list-style-type: none">• Identificar cuellos de botellas y violaciones de políticas en el proceso, anticipar problemas y simplificar procesos [8].• Comprender aspectos claves del proceso a través de reportes para la toma de decisiones y acciones [9].• Resulta complicado realizar mediciones y análisis descriptivos para mejorar la calidad y transformación de los procesos de las instituciones de atención en el sector salud [10].

Fuente: Elaboración propia

El desarrollo del proyecto buscará solucionar el problema mencionado a través del análisis de la información existente sobre las disciplinas de Process Mining y Data Visualization, como también, la participación en la validación por parte de un experto en

el proceso de Bloque de Cirugía de la empresa AUNA. Además, se tendrá en consideración el uso de una herramienta tecnológica que facilite el desarrollo del proyecto.

1.3 Planteamiento de la Solución

Para dar solución al problema, el presente proyecto tiene como principal propósito implementar un método de evaluación de variables e indicadores para el proceso de Bloque de Cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization que permita identificar cuellos de botella y violaciones de políticas de un proceso crítico en una organización de salud, ya que resulta complicado realizar mediciones y análisis para mejorar la calidad y transformación de los procesos en instituciones de atención en el sector salud. Este resultado contribuye a la mejora y optimización de la toma de decisiones por parte del equipo médico del Bloque de Cirugía.

1.4 Objetivos del Proyecto

1.4.1 Objetivo General

Implementar un método de evaluación de variables e indicadores para el proceso de Bloque de Cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization

1.4.2 Objetivos Específicos

Objetivo Específico 1:

Analizar metodologías, métodos, herramientas, algoritmos de las disciplinas de Process Mining y Data Visualization

Objetivo Específico 2:

Diseñar un método de evaluación de variables e indicadores para el proceso de Bloque de Cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization

Objetivo Específico 3:

Validar los indicadores y variables definidas en el método propuesto junto a un especialista del proceso de Bloque de Cirugía

Objetivo Específico 4:

Proponer un plan de continuidad para que el método propuesto se aplique en técnicas de optimización de procesos de negocio en las organizaciones

1.5 Indicadores de Éxito

El logro de cada objetivo específico definido será sustentado a través de los siguientes indicadores:

Tabla 2. Indicadores de éxito

Objetivo	Indicador de Éxito
O1	IE1: Aprobación, por parte del cliente, del análisis de metodologías, métodos, herramientas, algoritmos de las disciplinas de Process Mining y Data Visualization
O2	IE2: Aprobación, por parte del cliente, del método de evaluación de indicadores y variables para el proceso de bloque de cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization
O3	IE3: Aprobación, por parte de QS, del método de evaluación de indicadores y variables para el proceso de Bloque de Cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization
O3	IE4: Aprobación, por parte del especialista del proceso, de la validación de indicadores y variables del proceso de Bloque de Cirugía en el método propuesto en una Institución que ofrezca servicios en el Sector Salud
O4	IE5: Aprobación del plan de continuidad por parte del cliente

Fuente: Elaboración propia

1.6 Planificación del Proyecto

1.6.1 Alcance

Implementar un método de evaluación de variables e indicadores para el proceso de Bloque de Cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization que permita identificar cuellos de botella y violaciones de políticas de un proceso crítico en una organización de salud, ya que resulta complicado realizar mediciones y análisis para mejorar la calidad y transformación de los procesos en instituciones de atención en el sector salud. Este resultado contribuye a la mejora y optimización de la toma de decisiones por parte del equipo médico del Bloque de Cirugía.

Esto incluye:

- Project Charter
- Documentos de Gestión del proyecto
 - Project Charter
 - Plan de Gestión de Alcance
 - Cronograma EDT
 - Diccionario EDT
 - Descripción de Roles y Responsabilidades
 - Matriz de Comunicaciones
 - Plan de Gestión de Riesgos
 - Matriz de Riesgos
 - Matriz de Trazabilidad de Requerimientos
 - Matriz RAM
 - Plan de Gestión de Calidad
 - Plan de Gestión de Comunicaciones
 - Plan de Gestión de RRHH
 - Plan de Gestión del Cronograma
 - Registro de Interesados

- Documento de análisis de la información del proceso de Bloque de Cirugía de AUNA
- Método de evaluación de variables e indicadores para el proceso de Bloque de Cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization
- Análisis financiero del proyecto
- Plan de continuidad de la solución propuesta

1.6.2 Plan de Gestión del Tiempo

A continuación, se listan los hitos definidos para este proyecto con su respectiva fase en la que se realizará, así como la semana estimada del ciclo académico.

Tabla 3. Plan de Gestión del Tiempo

Fase del Proyecto	Hito del proyecto	Fecha Estimada	Entregables incluidos	Prioridad
Inicio	Elaboración del acta de constitución del proyecto	21/03/2019	Acta de Constitución	Alta
	Definición del problema, alcance y objetivos del proyecto	21/03/2019	Acta de Constitución	Alta
	Validación con el Comité de Proyectos	26/03/2019		Alta
Desarrollo	Elaboración del análisis de metodologías, métodos, herramientas, algoritmos de las disciplinas de Process	28/03/2019	Documento de análisis de metodologías, métodos, herramientas	Alta

	Mining y Data Visualization		y algoritmos de Process Mining y Data Visualization	
	Revisión del análisis por el Cliente	02/05/2019	Acta de Conformidad	Alta
	Sustentación del análisis con el Comité de Proyectos	07/05/2019		Alta
	Modificación del análisis de métodos y componentes de las técnicas del proyecto	23/05/2019	Documento de análisis de métodos y componentes de las técnicas del proyecto	Alta
	Revisión del análisis por el Cliente	23/05/2019	Acta de Conformidad	Alta
	Elaboración del diseño del método acorde al análisis planificado y elaborado	13/06/2019	Diseño del método de evaluación empleando las disciplinas de Process Mining y Data Visualization	Alta

	Revisión del diseño del modelo por el cliente	20/06/2019	Acta de Conformidad	Alta
	Sustentación del diseño del modelo con el Comité del Proyectos	03/07/2019		Alta
	Búsqueda y selección del Centro de Salud para validar el método propuesto	10/07/2019		Alta
	Delimitación del alcance de los procesos y datos a abarcar	17/07/2019		Alta
	Recopilación de los datos a emplear para el desarrollo del proyecto	22/07/2019		Alta
	Desarrollo del proyecto	12/09/2019	Procesos de negocio descubiertos, verificados, y mejorados o ampliados, junto con gráficos analíticos y dinámicos	Alta

			relacionados al proceso de salud	
Validación	Validación del método y resultados obtenidos con encargados del proceso de salud	31/09/2019	Método y resultados validados	Alta
	Revisión del método y resultados por experto en el proceso de Bloque de Cirugía	31/09/2019	Acta de Conformidad	Alta
	Sustentación de la validación realizada con el Portfolio Manager y Comité de Proyectos	10/10/2019		Alta
Cierre	Elaboración del plan de continuidad del proyecto	17/10/2019	Plan de Continuidad	Media
	Revisión del plan de continuidad por el Cliente	24/10/2019	Acta de Conformidad	Media

Fuente: Elaboración propia

1.6.3 Plan de Gestión de Recursos Humanos

El equipo del proyecto está organizado según el siguiente organigrama. En él estamos mostrando claramente las líneas de reporte de cada miembro del equipo.

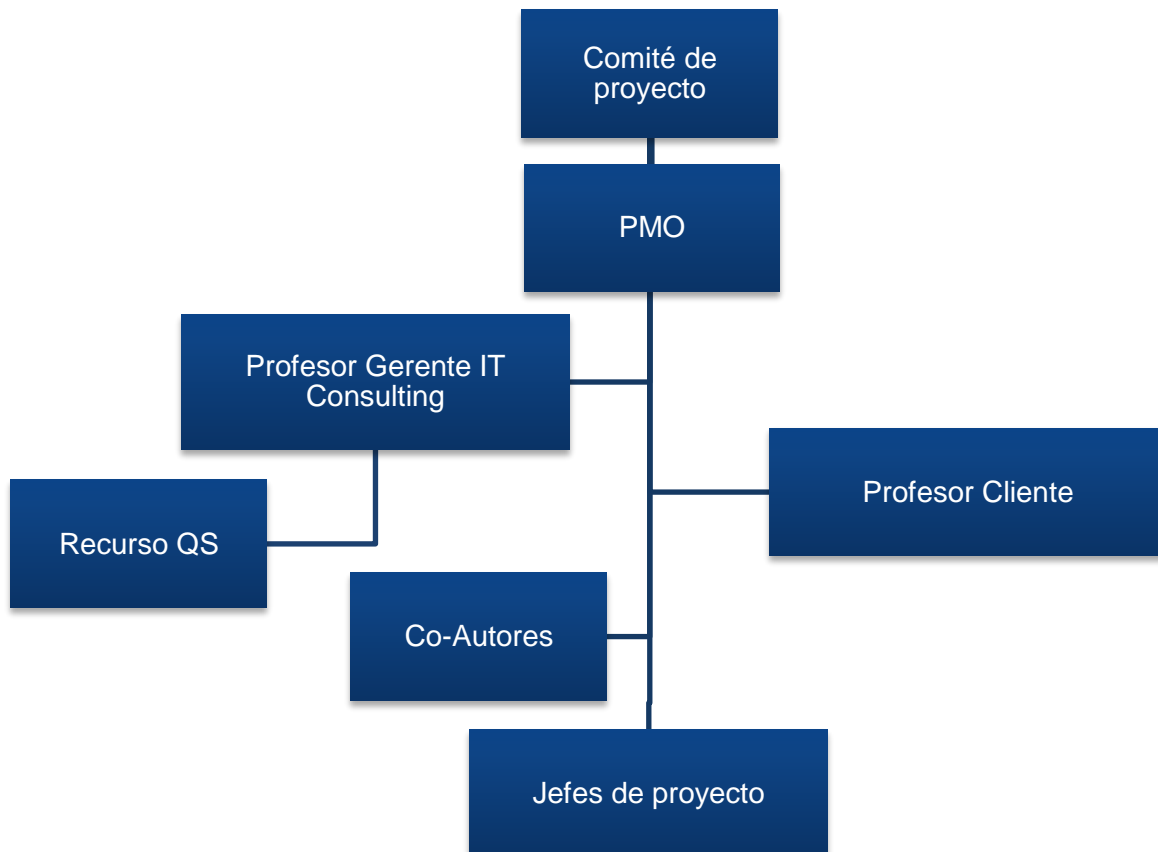


Figura 1. Organigrama del proyecto

Descripción de Roles y Responsabilidad del Equipo de Proyecto:

Tabla 4. Descripción de Roles y Responsabilidades

Rol	Miembro	Responsabilidades
Comité de Proyecto	Rosario Villalta Jimmy Armas Daniel Subauste Pedro Shiguihara	<ul style="list-style-type: none"> Establecer el plan estratégico, aprobar propuestas de proyectos, decidir continuidad de proyectos, aprobar contrataciones, adquisiciones, cambios especificados en el transcurso del proyecto, políticas organizacionales, controlar el cumplimiento de metas estratégicas y controlar y supervisar la marcha de la organización. Evaluar el proyecto enfocándose en la presentación de documentación, presentación del producto software y exposición de proyecto.
Profesor Gerente IT Consulting	Julio Quispe (2019-01) Daniel Burga (2019-02)	<ul style="list-style-type: none"> Monitorear el desarrollo del proyecto y brindar recomendaciones para el mejoramiento de los entregables del proyecto.
Jefes de Proyectos	Piero Rojas Arturo Villantoy	<ul style="list-style-type: none"> Definir el cronograma de trabajo y monitorear los avances a través de los entregables definidos en cada fase del proyecto. Garantizar el cumplimiento del ciclo de vida del proyecto. Realizar los planes de gestión del proyecto. Investigar sobre los modelos de proceso a implementar. Participa en la elaboración del modelo de proceso a implementar.
Recurso de QS	Persona asignada por	<ul style="list-style-type: none"> Realizar las correcciones de los entregables entregados por los Jefes de Proyecto a QS y cumplir con las fechas indicadas en el cronograma del proyecto asignado.

	la empresa QS	
Co-Autores	Jimmy Armas Santiago Aguirre	<ul style="list-style-type: none"> Es el principal asesor en cuanto al desarrollo de la investigación del proyecto, con profundos conocimientos sobre investigación y sobre el tema desarrollado, en el caso de nuestro proyecto. Para mayor información ver el documento de Descripción de Roles y Responsabilidades.
Profesor cliente	Jimmy Armas	<ul style="list-style-type: none"> Es el principal interesado del proyecto. Define el alcance y sus necesidades, además de ser parte principal en lo que respecta a la obtención de las conformidades necesarias para la aprobación de documentación de gestión y de entregables. También es quien fija los requerimientos y necesidades que deberán ser plasmadas a lo largo del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

1.6.4 Plan de Comunicaciones

La finalidad del Plan de Comunicaciones es determinar las necesidades de los interesados en el proyecto y para definir cómo abordar las comunicaciones. El proceso de planificar las comunicaciones responde a las necesidades de información y comunicación de los interesados, quién necesita qué información, cuándo la necesitará, cómo le será proporcionada y por quién.

Para asegurarnos de que todas las necesidades de comunicación de los stakeholders a lo largo del proyecto estén contempladas, se ha realizado el análisis de stakeholders, posteriormente se ha plasmado cada una de sus necesidades en la matriz. Ver anexos:

- Registro de Interesados
- Matriz de Comunicaciones del Proyecto

Por otro lado, con el fin de definir los lineamientos de comunicación con los interesados del proyecto se ha contemplado una guía de reuniones con las siguientes pautas:

- En caso de tener un nuevo miembro en cada reunión, se hará la respectiva presentación de este ante los asistentes.
- Se manejará una agenda para cada reunión de acuerdo con los temas de interés a tratarse, así como también las tareas pendientes de reuniones anteriores. Para este caso, se debe tener en cuenta el entregable a realizar según el diccionario EDT.
- Cada punto de la agenda contará con un nivel de prioridad a ser tratado.
- Se cuenta con un horario específico para cada reunión, sin embargo, será necesario confirmar/recordar la reunión vía correo electrónico un día antes como máximo.
- En caso se deba postergar una reunión, se deberá justificar y además acordar el nuevo día de esta.
- Al finalizar cada reunión se deberá recopilar lo tratado, resaltando los acuerdos para posteriormente elaborar el acta de reunión.
- Todas las actas de reunión deberán ser firmadas por el jefe de proyecto, asistente de proyecto y gerente general o cliente, respectivamente.

1.6.5 Plan de Gestión de Riesgos

A continuación, se listarán los riesgos que pongan el peligro el resultado y culminación del proyecto.

Tabla 5. Plan de Gestión de Riesgos

#	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Estrategia de mitigación
1	Escasez de información relacionada a las disciplinas estudiadas en el proyecto de investigación	Media	Alto	Realizar una búsqueda constante información en bases de datos bibliográficas.
2	Cambio en el alcance del proyecto por parte del cliente	Media	Alto	Realizar el Project Charter y el documento de Gestión de Alcance para que sea aprobado por el cliente.
3	Falta de disponibilidad de los recursos de IT Services	Baja	Bajo	Definir un plan de trabajo del proyecto y, en base a ello, solicitar los recursos necesarios con anticipación.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 2: LOGRO DE LOS STUDENT OUTCOMES

En este capítulo, se explicará cómo el proyecto se alinea con los 7 Student Outcomes, que son parte de la acreditación ABET que posee la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas en la carrera de Ingeniería de Sistemas de Información. El objetivo principal del programa establecido por ABET es evidenciar el cumplimiento de las habilidades, conocimientos y comportamientos que se adquieren en el desarrollo del proyecto.

2.1 Student Outcome (1)

La capacidad de identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería aplicando los principios de ingeniería, ciencia y matemática. (UPC, 2019)

Al inicio del proyecto, se identificó la necesidad de formular indicadores y variables, acorde a las ciertas necesidades específicas de los stakeholders del proceso de Bloque de Cirugía, que sirvan de apoyo para la toma de decisiones de mejora en dicho proceso de salud. Así mismo, para la resolución de dicha necesidad y luego de una búsqueda de diversas investigaciones científicas, se llegó a la conclusión que las disciplinas de Process Mining y Data Visualization permiten el análisis de procesos de negocio y de grandes volúmenes de datos, respectivamente, para comprender aspectos claves de dicho(s) proceso(s) y para la toma de decisiones en la mejora de los mismos.

2.2 Student Outcome (2)

La capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas con consideración de salud pública, seguridad y bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos (UPC, 2019)

El proyecto brinda un aporte científico, ya que inicialmente se definen preguntas generales para conocer el rendimiento de un proceso de negocio, en este caso del proceso de Bloque de Cirugía, y posteriormente se definen variables, acorde a una específica fuente de información perteneciente a dicho proceso, que sean relevantes visualizar y analizar hacia los especialistas del Bloque de Cirugía para una mejor toma decisiones y propuestas de mejora en dicho proceso.

2.3 Student Outcome (3)

La capacidad de comunicarse efectivamente con un rango de audiencias (UPC, 2019)

Dado que la comunicación es importante al momento de desarrollar cualquier tipo de proyecto, tanto de manera oral como escrita, se tienen que tomar específicas medidas de control. Por un lado, frente a sustentaciones parciales y finales frente al Comité de Proyectos, es recomendable al inicio de la presentación colocar definiciones necesarias acerca de nuestro proyecto de tesis, de modo que para cualquier jurado pueda comprender mejor nuestro proyecto y a dónde está apuntando. Por otro lado, como roles de Project Managers, debemos realizar reuniones recurrentes con los stakeholders del proyecto, especialmente con el asesor/cliente. Para ello, por cada reunión, se empleó actas de reunión, y para la aprobación de capítulos y entregables realizados en el proyecto, se empleó actas de conformidad.

2.4 Student Outcome (4)

La capacidad de reconocer responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería y hacer juicios informados, que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales(UPC, 2019)

Para este punto, se empleó citas y referencias bibliográficas en la creación de capítulos, entregables, paper durante el proyecto utilizando el formato internacional APA, para respetar la propiedad intelectual de los autores. Así mismo, los registros de eventos recibidos acerca del proceso de Bloque de Cirugía de la empresa AUNA y utilizados para el desarrollo de nuestro proyecto nunca fueron alterados ni divulgados a terceras partes; esto último porque este tipo de información es confidencial y el compartirlo está normativamente penado.

2.5 Student Outcome (5)

La capacidad de funcionar efectivamente en un equipo cuyos miembros juntos proporcionan liderazgo, crean un entorno de colaboración e inclusivo, establecen objetivos, planifican tareas y cumplen objetivos(UPC, 2019)

Durante el transcurso del proyecto, se realizaron diversas actividades de las cuales participaron estudiantes, expertos en Process Mining y Data Visualization y colaboradores del proceso de salud involucrado en el proyecto. Para la aprobación del diseño de nuestro método, se tuvo que contar con el apoyo de nuestro asesor/cliente y de nuestro coautor internacional, a través de reuniones presenciales o virtuales. Así mismo, para la validación de los componentes de nuestro método (variables e indicadores), se tuvo coordinar una reunión con la dueña del proceso de Bloque de Cirugía para que pueda corroborar si las variables e indicadores mostradas son de utilidad a nivel de negocio y, en su defecto, en la toma de decisiones de mejora en el proceso mencionado.

2.6 Student Outcome (6)

La capacidad de desarrollar y llevar a cabo la experimentación adecuada, analizar e interpretar datos, y usar el juicio de ingeniería para sacar conclusiones (UPC, 2019)

Después de haber finalizado el desarrollo del proyecto en la herramienta escogida (Celonis Process Mining), se procedió a responder las preguntas planteadas, a través de indicadores, para conocer el rendimiento del proceso de Bloque de Cirugía, y a analizar comparativamente las variables médicas desplegadas en gráficas dinámica, de modo que pueda ser validado por la dueña de dicho proceso de salud a nivel de negocio.

2.7 Student Outcome (7)

La capacidad de adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando estrategias de aprendizaje apropiadas (UPC, 2019)

Antes del desarrollo del proyecto en la aplicación, fue fundamental explorar en profundidad a través de artículos científicos los conceptos claves de Process Mining, una disciplina emergente en la cual no se han realizado muchos estudios a nivel de sector salud. Por consiguiente, el desarrollo del proyecto en la herramienta seleccionada (Celonis Process Mining), fue mucho más sencillo no solo por la usabilidad del software, sino porque los datos estadísticos y resultados obtenidos con dicha disciplina fueron semejantes a los casos de estudio revisados en los artículos científicos, por lo que interpretarlos y analizarlos no tomó un alto período de tiempo.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

En este capítulo, se explicarán los conceptos, teorías y el contexto relacionado al problema y aporte del proyecto “Método de evaluación de variables e indicadores para el proceso de Bloque de Cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization”.

Para el desarrollo de este capítulo, se abordará la necesidad de visualizar y evaluar las variables relacionadas al proceso de Bloque de Cirugía, y los conceptos y teorías relacionadas a dicho proceso y a las disciplinas de Minería de Procesos y Visualización de Datos.

3.1 Bloque de Cirugía

El bloque de cirugía es una parte importante dentro de los hospitales debido a que las salas de emergencias forman más de un 40% de ingresos (Freeman et al., 2019) y consume directamente un 9 a 10% del presupuesto del hospital (Gupta, 2009). Según el Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social (MSCBS), en el bloque de cirugía se encuentran los quirófanos con el equipamiento y características adecuadas y necesarias para llevar a cabo todos los procedimientos quirúrgicos programados en el día a día. Asimismo, estas son usadas por una unidad organizativa, definiendo a una unidad organizativa como una organización de profesionales sanitarios que brindan una asistencia multidisciplinaria a procesos asistenciales mediante la aplicación de cirugías en un quirófano con los equipos y apoyo necesario para cumplir el objetivo de uso, cumpliendo requisitos estructurales, funcionales, organizativos, de tal manera que aseguren las condiciones adecuadas de seguridad y calidad, para realizar la actividad encomendada (Bloque Quirúrgico, estándares y recomendaciones).

3.1.1 Cirugía

La cirugía se encuentra definida, según la Real Academia Española, como una parte de la medicina que tiene por objetivo curar las enfermedades por medio de una operación.

3.1.1.1 Tipos de Cirugía

Según la red médica Stanford Children's Health, la cirugía se puede clasificar como menor o mayor, dependiendo de la gravedad de las enfermedades, las partes del cuerpo que han sido afectadas, la complejidad que puede presentar la operación y el tiempo de recuperación que se tiene estimado o planeado. Los tipos de cirugía que esta red médica hace mención son: cirugía mayor, cirugía menor, cirugía electiva y de emergencia o de urgencia. A continuación, se dará un mayor detalle de cada una de ellas.

Cirugía mayor: Estas cirugías son realizadas al tórax (pecho), cuello, cabeza y algunas que comprenden ciertas partes del abdomen. El tiempo de recuperación para estas cirugías suele ser largo y exigir una hospitalización o una permanencia en terapia intensiva. Este

tipo de operaciones comprende extirpaciones de tumores cerebrales, corrección de malformaciones en los huesos del cráneo y rostro, reparación de cardiopatías, etc.

Cirugía menor: Son consideradas cirugías menores cuando el tiempo de recuperación es más corto y los pacientes pueden retomar las actividades habituales de manera rápida. Este tipo de cirugías no suelen necesitar o requerir internación y los pacientes vuelven a sus hogares el mismo día de realizada la cirugía. Es muy poco probable que surjan complicaciones cuando se realizan este tipo de cirugías. Entre algunos ejemplos de este tipo de cirugía se encuentran la colocación de tubos (“diábolos”) en los oídos, relación de hernias, corrección de fracturas de los huesos, etc.

Cirugía electiva: Este tipo de cirugías se caracterizan por ser planificadas con anticipación. Asimismo, cabe resaltar que, no necesariamente este tipo de cirugías son optativas. Estas tienen en su procedimiento la decisión de que se haga porque puede resultar ser útil y puede o no ser indispensable. Un ejemplo para este tipo de cirugías es la extirpación de marcas de nacimiento o la circuncisión de un bebé varón.

Cirugía de emergencia o de urgencia: Este tipo de cirugía se realiza por una necesidad médica urgente, como la reparación de una malformación cardíaca congénita que pone en riesgo la vida, o la reparación de órganos internos lesionados en un accidente automovilístico.

3.1.2 Proceso

El proceso quirúrgico, según los Cursos de Enfermería Acreditados AulaDAE (CRAD), tiene tres partes (preoperatorio, intraoperatorio y postoperatorio), en las que las actividades de enfermería y las circunstancias del paciente son diferentes. Se describen a continuación las fases del proceso quirúrgico:

- **Preoperatorio:** Comienza cuando se toma la decisión de someter al paciente a una intervención quirúrgica. Esta fase termina cuando el paciente se traslada a la mesa quirúrgica.
- **Intraoperatorio:** Empieza con el traslado del paciente a la mesa quirúrgica. Todas

las actividades se enfocan con el único fin de cubrir sus necesidades y de procurar su bienestar durante todo el proceso. Esta etapa finaliza cuando se admite al enfermo en la sala de recuperación.

- Postoperatorio: se inicia con la admisión del paciente en la Unidad de Recuperación Postanestésica (URPA) y finaliza cuando el cirujano suspende la vigilancia. Las enfermeras deben cerciorarse de que todos los procedimientos y técnicas de enfermería se ejecutan de forma correcta; así, los indicadores del buen resultado del proceso perioperatorio serían la satisfacción de todas las necesidades del paciente y el logro de los resultados deseados.

3.1.3 Dificultad

Las organizaciones que emplean sistemas de información como soporte en sus procesos operativos registran multitud de eventos en diferentes instancias de procesos, lo cual genera dificultad en extraer valor de dichos datos. La disciplina de Process Mining soluciona dicha problemática, otorgando como resultado un modelo de proceso ampliado o mejorado, a comparación del uno existente, y acorde a los registros de eventos extraídos previamente de sus sistemas de información (van der Aalst, 2011).

Sin embargo, según un Manifiesto sobre Minería de procesos (van der Aalst et al., 2012), se recomienda como desafío que dicha disciplina esté combinada con la analítica visual para que las organizaciones tengan un mejor entendimiento de sus conjuntos de datos, no solamente de sus modelos de procesos, y que puedan extraer más ideas. Así mismo, debido a que con las técnicas Process Mining es posible detectar cuellos de botellas e identificar anomalías en los procesos de negocios, que pueden significar pérdidas económicas en la organización, con una disciplina que permita la visualización de los datos será de gran utilidad para corroborar estos tipos de desviaciones en los procesos, mediante datos cuantitativos y gráficas estadísticas.

En el ámbito de salud, por ejemplo, en la atención médica, la mayoría de sus procesos son complejos y, por consiguiente, es un gran desafío aplicar la disciplina de Minería de Procesos dentro de ese rubro (Gurgen Erdogan & Tarhan, 2019), y el mismo será mayor

al adicionarle la disciplina Data Visualization para que los colaboradores puedan consultar lo que está ocurriendo actualmente dentro de sus procesos.

3.2 Process Mining

La minería de procesos (o *Process Mining* en inglés) es una disciplina que permite descubrir, monitorear y mejorar los procesos reales a través de la extracción de conocimiento de los registros de eventos disponibles en los sistemas de información (van der Aalst et al., 2012).

Un registro de eventos es la colección de eventos almacenados en archivos de registros del sistema de información de la organización, así como evento se entiende como una acción almacenada en un registro (por ejemplo, el añadir un producto al carrito de compras desde un sitio web para la instancia del proceso de Compras Online) (van der Aalst et al., 2012).

3.2.1 Importancia

La importancia de esta disciplina es su conjunto de técnicas, ya que a comparación de otros conceptos como Inteligencia de Negocios (BI), Six Sigma y la Gestión de Calidad Total (TQM) que buscan mejorar el desempeño operacional de la organización, las técnicas de *Process Mining* chequean rigurosamente el cumplimiento de normativas que deben seguir toda organización y, además, brinda validación y confiabilidad en la información sobre sus procesos críticos. Así mismo, dicha disciplina aprovecha los datos de eventos, previamente extraídos de los sistemas de información empresariales, para un mejor entendimiento de los procesos, identificar cuellos de botella, simplificar procesos, anticipar problemas.

3.2.2 Tipos Básicos

En cuanto a la clasificación de *Process Mining*, esta se divide en tres partes: descubrimiento, verificación de conformidad y mejora de procesos. En la Figura 2, se visualiza que los registros de eventos son utilizados para realizar los tres tipos de

Minería de Procesos mencionados.

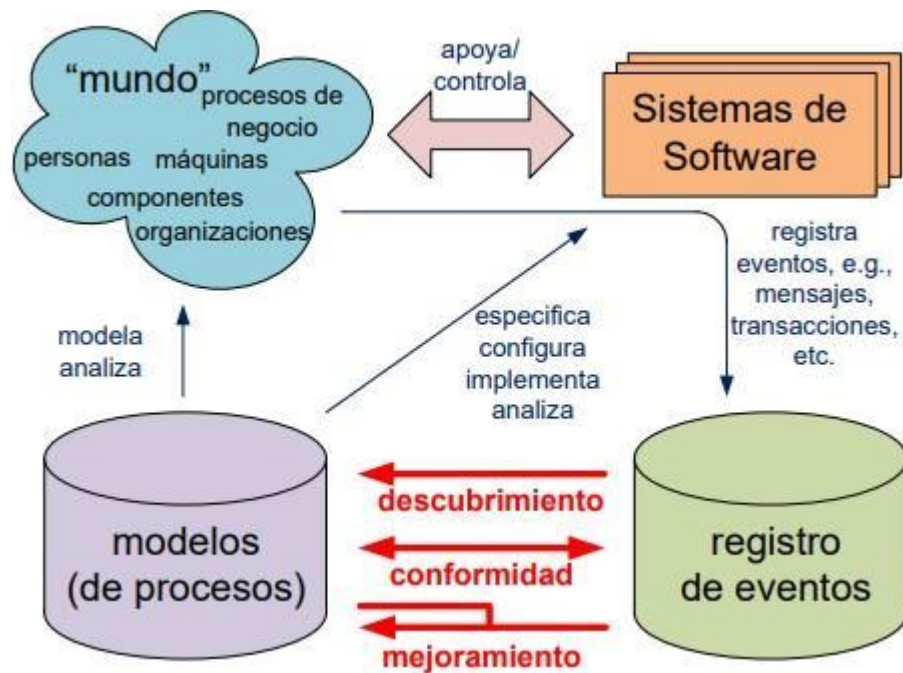


Figura 2. Posicionamiento de los tres tipos principales de minería de procesos: descubrimiento, verificación de conformidad, y mejoramiento. Fuente: van der Aalst et al. (2012)

Así mismo, en la Figura 3, se reflejan las entradas y salidas de estos tres tipos básicos mencionados de Process Mining.

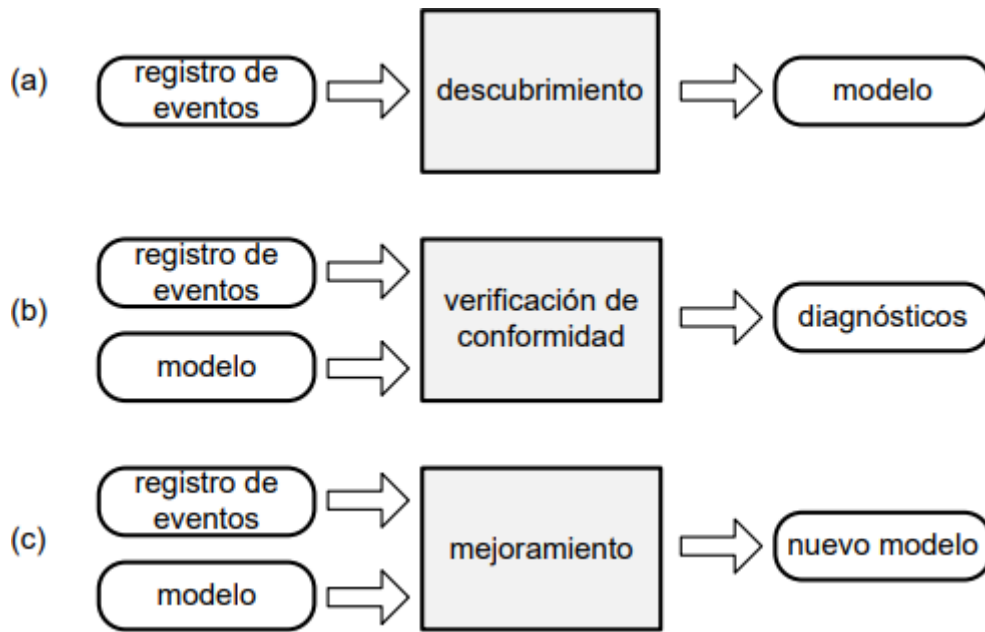


Figura 3. Los tres tipos básicos de minería de procesos explicados en entradas y salidas.

Fuente: van der Aalst et al. (2012)

3.2.2.1 Descubrimiento

En este primer tipo de *Process Mining*, a partir de un registro de eventos previamente extraído de un sistema de información, se produce un modelo de proceso, gracias a una técnica seleccionada de descubrimiento (ver Figura 3). Un ejemplo de este caso es el algoritmo *α -algorithm*, la cual produce construye automática una red de Petri (representación gráfica de un sistema a eventos discretos) utilizando como entrada un registro de eventos, sin necesidad de otro conocimiento adicional (van der Aalst, 2011).

3.2.2.2 Conformidad

En este segundo tipo de Minería de Procesos, un modelo de proceso existente es comparado con un registro de eventos de dicho proceso, con el fin de verificar si ambos están conformados uno del otro (ver Figura 3). Por ende, es posible detectar, localizar y explicar las desviaciones (por ejemplo, actividades específicas que no

deben ejecutadas por una misma persona), así como medir la gravedad de las mismas, utilizando como soporte un algoritmo de Process Mining (van der Aalst, 2011).

3.2.2.3 Mejora

En este tercer y último tipo de *Process Mining*, el objetivo es ampliar o mejorar un modelo de proceso existente, utilizando información sobre el proceso real registrado en el registro de eventos (ver Figura 3). Un tipo de mejora es la reparación, la cual implica modificar el modelo existente para que este se vea mejor reflejado según la realidad hallada en la conformidad. Otro tipo de mejora es la extensión, la cual es agregar una nueva perspectiva al modelo de proceso existente, correlacionándolo con el registro de eventos (por ejemplo, extender un modelo para que muestre información de los recursos empleados, reglas de decisión, entre otros) (van der Aalst, 2011).

3.2.3 Metodología de Gorgen Erdogan y Tarhan

Si bien es cierto que la minería de procesos es una disciplina que incluye un conjunto de herramienta y técnicas para la visualización de datos relacionados con los procesos (Gorgen Erdogan & Tarhan, 2019), dentro del campo de dicha disciplina se han creado metodologías adaptables para el apoyo de proyectos de minería de procesos, mediante la guía de planificación y ejecución de dichos proyectos (van Eck, Lu, Leemans & van der Aalst, 2015).

En el método de los autores Gorgen Erdogan y Tarhan (2019), proponen una evaluación de procesos basado en objetivos definidos como paso previo para comenzar Process Mining para mejorar los resultados del proceso de atención médica. Este método se encuentra relacionado con directrices, marcos y metodologías de Process Mining que fueron adoptadas para proyectos de esta disciplina basados en objetivos y preguntas. En la Figura 4, se muestra el modelo propuesto por los autores. Cabe decir que este método puede lidiar con una gran cantidad de datos de atención médica, la distribución de actividades de Process Mining y la obtención de información que permita la toma de decisiones.

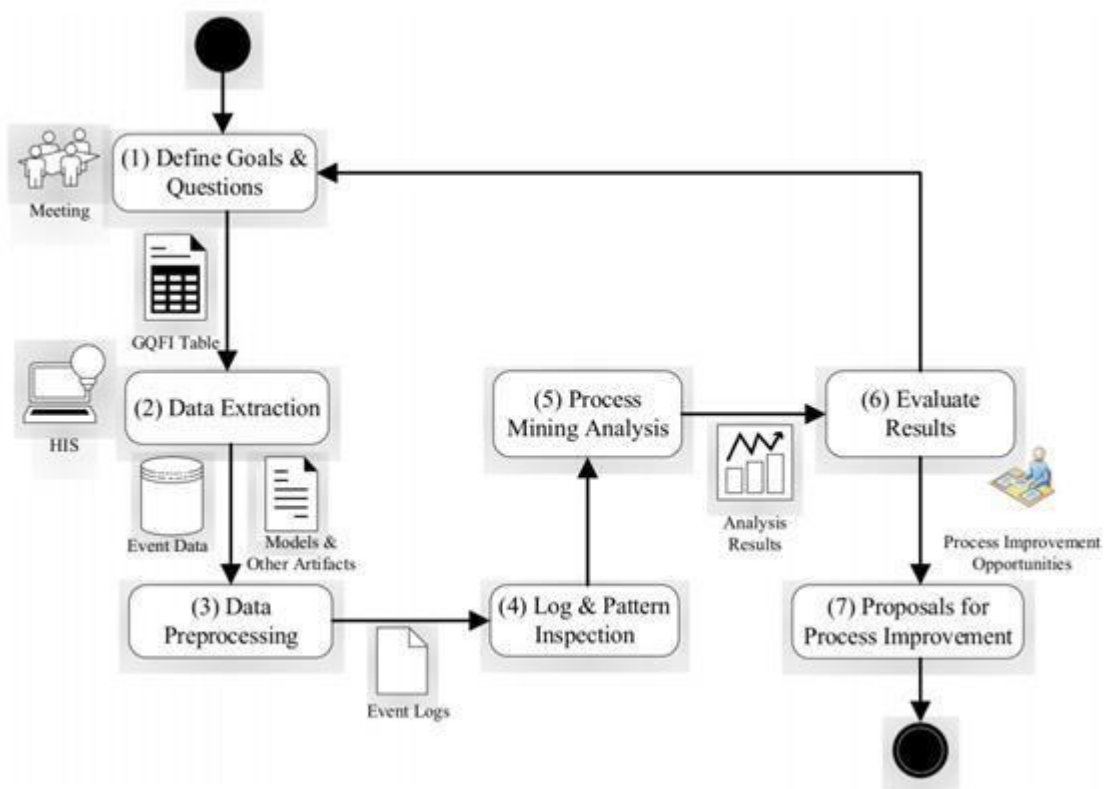


Figura 4. Un método de evaluación orientado a objetivos. Fuente: Gurgun Erdogan y Tarhan (2019)

3.2.3.1 Definir metas y preguntas

Para poder definir las metas y preguntas es necesario explotar el conocimiento del dominio de los expertos en el proceso, clientes, administrativos o usuarios finales para poder hacer una definición del alcance del proyecto, los objetivos correspondientes al proyecto y las preguntas en base a estos objetivos definidos. El alcance de un proyecto define que es el proceso, cuando comienza y dónde termina, y para que pacientes o procesos. Los objetivos que se definan pueden estar relacionados con la mejora de KPI's relacionados con el costo, calidad, tiempo, riesgo, etc. Estos objetivos, son utilizados en un conjunto de preguntas concretas basadas en el rendimiento para poder determinar una manera de evaluar o llegar a los objetivos planteados. Cada pregunta puede ser respondida con escenarios operativos que incluyen una o más características de Process Mining, que es utilizado para medir los indicadores del proceso. El resultado de esta etapa es una tabla Objetivo-pregunta-característica- indicador.

3.2.3.2 Extracción de datos

En esta etapa, los datos de eventos que se encuentran relacionados con el paciente en el proceso definido se extraen para su análisis en Process Mining. Los datos en el sector salud se pueden encontrar distribuidos en diferentes fuentes de datos. A su vez, estos datos se encuentran centrados en el objeto en lugar de centrarse en el proceso y pueden contener valores atípicos y datos incompletos que pueden estar en diferentes niveles de granularidad. Existen tres requisitos fundamentales y mínimos para el análisis del control-flujo de los datos a cargar; La identificación del paciente, información sobre las actividades realizadas y las marcas de tiempo de estas actividades que han sido realizadas. Se define como actividad clínica cualquier prueba, tratamiento, clasificación, diagnóstico, operación, etc. Los tipos y resultados de las pruebas obtenidas, demografía del paciente, categoría de la operación y nombre constituyen atributos de datos para poder realizar un enriquecimiento del modelo del proceso a descubrir. Las marcas de tiempo de los datos mencionan las secuencias y duración de las actividades clínicas. Los modelos descubiertos se analizan y se comprueba la conformidad de éste en base a uno existente o el conocimiento por parte de un experto del proceso. Los resultados de esta etapa son el conjunto de datos extraído que contiene datos de eventos, modelos de referencia de datos, modelos de procesos hechos a mano, comentarios de expertos o partes interesadas, KPI y otros artefactos.

3.2.3.3 Preprocesamiento de datos

En una investigación realizada por Mans et al. (2015) fue identificado un total de 27 problemas de calidad de datos (por ejemplo, datos incorrectos, irrelevantes, imprecisos o faltantes). Para solucionar este problema y proporcionar una mejor calidad de resultados, los datos extraídos deben formatearse, resumirse, filtrarse y agruparse en cuántos niveles sean necesarios. Mediante un filtrado, se responden las preguntas que son realizadas sobre un proceso, en el que al registro de cirugía se le asigna un valor de umbral, se eliminan los eventos de otras actividades y se mantienen las actividades más frecuentes. Esto ayuda a disminuir la complejidad del modelo descubierto. Las salidas del preprocesamiento de datos son registros de eventos pre y post mortem pre

procesados.

3.2.3.4 Inspección de troncos y patrones

La revisión de patrones y registros permite obtener una primera impresión del registro y recopilar estadísticas para crear un resumen de patrones y un registro. Esta inspección consiste en el número de eventos, casos, recursos, trazas de patrones, duración de eventos, frecuencias y frecuencias relativas de eventos. El objetivo para esta etapa es comprender y visualizar el proceso de una manera rápida y amigable. Los resultados de esta actividad se pueden crear en poco tiempo utilizando alguna herramienta, ya sea Disco, Celonis o ProM.

3.2.3.5 Análisis de lo descubierto y generando respuestas a preguntas

Una vez que los datos son procesados en un formato adecuado y se aplica un filtrado, se pueden realizar diferentes tipos de análisis de Process Mining. Basado en datos de eventos modelos de derecho, post y pre mortem, el análisis de esta disciplina comienza con técnicas de descubrimiento de procesos que adoptan una perspectiva de flujo de control y continúa con la verificación de conformidad. Esta etapa incluye la selección de varias características, entradas y salidas de Process Mining que fueron obtenidas en el contexto de los escenarios operativos creados previamente para cada pregunta. La Tabla 6 enumera las características de Process Mining y sus objetivos. En esta etapa, la atención se centra en el descubrimiento de control-flujo, aspectos organizativos (perspectiva de recursos) e información relacionada con el rendimiento (perspectiva de rendimiento).

Tabla 6. Características y objetivos de la minería de procesos

PM Feature	Objective
Process Discovery	Discovering a process model
Process Exploration	Evaluating the discovered process models and exploring a satisfying model
Process Variant Analysis	Discovering process variants (traces, frequencies, and performance measures)
Conformance	Checking Comparing the observed and modeled behavior
Process Enhancement	Extending or repairing existing models using information extracted from the log by replaying the event log on the model
Decision Points Analysis	Extending an existing model with data related attributes (e.g., gender, age, surgery)
Organizational Analysis	Discovering a social network, finding relationships between roles or organizations, or extending an existing model with resource-related attributes
Performance Analysis	Computing performance measures, identifying bottlenecks to trigger a process redesign, or extending an existing model with time-related attributes
Performance Target	Analysis Finding problematic cases by filtering them according to the target value
Process Comparison	Identify how reality deviates from what was planned or expected
Outlier Detection	Identifying outliers to trigger process redesign

Fuente: Gurgen Erdogan y Tarhan (2019)

Los resultados de esta etapa son modelos descubiertos, modelos de procesos mejorados, cuellos de botella, problemas de cumplimiento y variantes de procesos: por ejemplo, las rutas más seguidas, las rutas excepcionales (outliers), las rutas más complicadas o las rutas que consumen mucho tiempo.

3.2.3.6 Evaluación de los resultados

En esta etapa, se evalúan las medidas de análisis de los indicadores. Las entradas son los indicadores relacionados con los cuellos de botella, las variantes del proceso y los hallazgos de cumplimiento de la etapa de análisis de Process Mining anterior.

3.2.3.7 Propuestas para la mejora de procesos

En Process Mining, la mejora del proceso está asociada con la identificación y eliminación de cuellos de botella, evitando estados innecesarios, entendiendo los puntos que requieren demasiado tiempo y reprocesado de bucles. La medición de indicadores y la respuesta a preguntas concretas brindan oportunidades para mejorar el modelo de proceso. Este conocimiento se puede utilizar para mejorar o ampliar los modelos descubiertos. Los resultados de esta etapa son propuestas para la mejora de procesos y nuevos objetivos o preguntas. Esto permite una mejora continua del proceso.

3.3 Data Visualization

La visualización de datos (*Data Visualization* en inglés) es el estudio de cómo representar los datos utilizando un enfoque visual o artístico, en lugar del método tradicional de reportes (Yuk & Diamond, 2014). Los paneles de control (*dashboards* en inglés) y las infografías son los dos tipos más conocidos para la visualización de datos, empleando gráficos, textos e imágenes para la comunicación del tenor de los datos.

Así mismo, los cuatro principales usos de la visualización de datos son: la mejora en la toma de decisiones, gracias a la visualización de posición y proceso de la organización, mejora en el ROI (Retorno de la Inversión), conociendo y rectificando las contras de su flujo de negocio con la ayuda de la visualización clara de su error, intercambio de información, la cual permite conocer su flujo de negocio anterior y actual para la mejora del proceso, y ahorro de tiempo, trayendo como consecuencia que la empresa tome contramedidas frente a un problema de manera inmediata (Panimalar, Khule, Karthika & Kumari, 2019).

3.3.1 Importancia

La importancia de *Data Visualization* es la comunicación de la data histórica de las empresas, ya que para las mismas es imposible visualizar todas sus filas de datos y comprenderlas por el enorme volumen de datos generados hasta la actualidad. En otras palabras, es fundamental que las empresas utilicen sus datos para obtener información acerca de su desempeño. La visualización de datos da solución a dicha necesidad (Panimalar et al, 2019).

3.3.2 Clasificación

Como se mencionó en la sección 4.3, existen dos tipos conocidos de visualización de datos: *dashboards* e infografías (Panimalar et al, 2019).

Por un lado, los *dashboards* permiten la visualización de indicadores claves de rendimiento (KPI) e importantes alertas en una sola pantalla. Los beneficios de estos

paneles de control son: actualización de cálculos de manera automática, foco en medidas importantes para la audiencia, aliento a realizar acciones que deben tomarse, y aumento de productividad.

Por otro lado, las infografías muestran de manera artística textos, números, metáforas y otros tipos de datos, e iluminan un problema y cuenta una historia interesante. Cuatro puntos clave para planificar y evaluar una infografía son: fácil de entender, lo más preciso posible, y proporcionar fuente y elegir colores complementarios.

3.3.3 Técnicas

Según los autores Toasa, Maximiano, Reis y Guevara (2018), existen varias técnicas de visualización de datos actualmente en uso que han demostrado ser de gran valor en el análisis de datos y como potencial para extraer grandes bases de datos. Algunas de estas técnicas son las siguientes:

- *Autocharting*: produce la mejor imagen basada en datos que puedes arrastrar y soltar en la paleta.
- Matriz de correlación: tabla que enumera coeficientes de correlación y que identifica sus variables relacionadas de manera ágil.
- Diagrama de red: proporciona relaciones en términos de nodos y vínculos, que representan a actores individuales a una red y relaciones entre los mismos, respectivamente.
- Diagrama de Sankey: muestra cómo se mueven las transacciones de un sistema a través de análisis de rutas.
- Visualización para dispositivos móviles: se consideran cuadrículas fluidas para permitir el diseño en distintas formas de pantalla.
- Nube de palabras: el tamaño de una palabra representa su frecuencia correspondiente.

CAPÍTULO 4: DESARROLLO DEL PROYECTO

En este apartado, se especifica el análisis del entorno donde se realizó y se describe en qué condiciones se desarrolló el caso de estudio y las oportunidades de mejora frente a estas.

4.1 Análisis del Negocio

4.1.1 Descripción del proyecto

Para la implementación de este proyecto, se propuesto a realizar el desarrollo de una solución para el sector salud, con el objetivo de apoyo en la toma de decisiones y acciones de mejora en los procesos de negocio que gestionan en dicho sector. Para ello, se escogió el proceso de Bloque de Cirugía porque actualmente se encuentra soportado por sistemas de información de AUNA, por lo cual, al realizar una extracción de sus registros, es posible utilizarlos para su respectivo análisis, evaluación y validación del proyecto.

4.1.2 Descripción de la empresa

AUNA es una red peruana de centros de salud, reconocida por brindar servicios médicos de alta calidad. Esta red cuenta con clínicas que ofrecen servicios generales y, además, cuenta con clínicas especializadas que ofrecen tratamientos oncológicos.

4.1.3 Antecedentes y necesidad

A pesar de que la empresa AUNA actualmente realiza un análisis de información registrada en su sistema de información, la cual soporta al proceso de Bloque de Cirugía, para su posterior seguimiento a través de comités, este tipo de análisis no son suficientes porque no realizan un estudio del proceso de principio a fin, dejando de lado datos importantes para reconocer cuellos de botella, desviaciones y variantes en el proceso. Así mismo, no se puede corroborar que en dicho análisis de información se está considerando todas las gráficas, en base a los campos que se registran en el sistema de información, que sean de interés a nivel de negocio hacia los stakeholders para la toma de decisiones de mejora en el proceso.

Dicho estos dos antecedentes, se concluye que existe una necesidad de formular indicadores y variables para el proceso de Bloque de Cirugía de AUNA, con el objetivo de apoyar en la toma de decisiones y propuestas de mejora en dicho proceso de salud.

4.2 Análisis de métodos, metodologías, algoritmos y herramientas

4.2.1 Descripción

En este apartado, se detalle el análisis realizado para poder comparar los principales métodos, metodologías de Process Mining y Data Visualization, así como un análisis de algoritmos y herramientas de la primera disciplina que permita emplearse de manera sencilla para el usuario.

4.2.2 Análisis de métodos y metodologías

Tabla 7. Benchmarking de métodos y metodologías de las disciplinas de Process Mining y Data Visualization

Nombre original	Dominio de aplicación	Objetivo principal	Ventajas	Desventajas	Referencia
A Goal-Driven Evaluation Method Based on Process Mining for Healthcare Processes (GDEM)	Atención Médica (Salud)	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorear, controlar y mejorar el rendimiento de los procesos 	<ul style="list-style-type: none"> • Es adecuado para procesos no estructurados • Proporciona una guía para el uso de técnicas de Minería de Procesos avanzadas • Ayuda a alcanzar los objetivos de un proyecto de Minería de Procesos • Permite el análisis de procesos no estructurados y multidisciplinarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Existen tareas de Minería de Procesos que no se pueden realizar en una herramienta específica 	(Erdogan & Tarhan, 2018)
Declarative Process Mining in Healthcare (DPM)	Atención Médica (Salud)	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el cumplimiento de las guías clínicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Emplea la validación cruzada para garantizar que el modelo de reparación sea más preciso 	<ul style="list-style-type: none"> • Está basada en la disponibilidad de registros de eventos 	(Rovani, Maggi, de Leonis & van der Aalst, 2015)

L* life-cycle model	General	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar un proceso estructurado (proceso Lasagna) 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona una guía al usuario en la realización de un proyecto de minería de procesos 	<ul style="list-style-type: none"> • No es posible utilizar la metodología para procesos no estructurados 	(van der Aalst, 2019)
PM2: A Process Mining Project Methodology	General	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar el rendimiento del proceso o el cumplimiento de las normas y reglamentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Respuestas a preguntas de investigación de manera iterativa • Cubre una amplia gama de Minería de Procesos y otras técnicas de análisis • Es adecuado para el análisis de procesos estructurados y no estructurados 	<ul style="list-style-type: none"> • No brinda información detallada sobre Minería de Procesos a los profesionales de dicha disciplina • Falta refinar metodología para que no se presenten desviaciones en la ejecución de la misma (se demostró en caso de estudio) 	(van Eck, Lu, Leemans & van der Aalst, 2015)
Process Comparison Methodology (PCM)	General	<ul style="list-style-type: none"> • Examinar de manera eficiente las diferencias entre múltiples procesos de negocios y variantes de negocios 	<ul style="list-style-type: none"> • Está centrado en el análisis de múltiples procesos • Se obtiene información sobre las diferencias entre variantes de los procesos 	<ul style="list-style-type: none"> • Emplea solamente una de las tres técnicas principales de Minería de Procesos (descubrimiento) 	(Syamsiyah, Bolt, Cheng, Hompes, Jagadeesh, van Dongen & van der Aalst, 2019)
Process Diagnostics Method (PDM)	General	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar una visión general amplia del proceso en el sistema de información en un corto período de tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Es aplicable en un corto período de tiempo, debido al uso de algunos métodos de análisis disponibles 	<ul style="list-style-type: none"> • Emplea solamente dos de las tres técnicas principales de Minería de Procesos (descubrimiento y conformidad) 	(Bozkaya, Gabriels & van der Werf, 2009)

Question-Driven Methodology for Analyzing Emergency Room Processes Using Process Mining (QDM)	Salas de Emergencia (Salud)	<ul style="list-style-type: none"> • Guiar a un equipo formado por un experto en el dominio (ej. salas de emergencia) y un experto en Minería de Procesos para tener una hoja de ruta clara de cómo aplicar dicha disciplina al proceso de análisis de dominio 	<ul style="list-style-type: none"> • Está basada en preguntas frecuentes para que sirva como guía en la ejecución las actividades subsiguientes de la metodología • Especifica a detalle las pautas para los proyectos de Minería de Procesos 	<ul style="list-style-type: none"> • Emplea solamente una de las tres técnicas principales de Minería de Procesos (descubrimiento) 	(Rojas, Sepúlveda, Munoz-Gama, Capurro, Traver & Fernandez-Llatas, 2019)
---	-----------------------------	---	---	---	--

Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo del análisis de métodos y metodologías de Process Mining y Data Visualization, se empleó un cuadro comparativo para identificar las técnicas empleadas de dichas disciplinas, sus objetivos, pros y contras y el sector donde se ha validado y/o implementado cada método y metodologías analizado.

Se realiza este análisis con el objetivo de buscar un apoyo a las organizaciones en su proceso de toma de decisiones/acciones y guiar la aplicación del método/metodología para el ahorro de recursos en sus procesos de negocio, en términos de recursos, tiempo, costos, etc.

Entre los métodos/metodologías encontradas, se llega a la conclusión de optar por el método “A Goal-Driven Evaluation Method Based on Process Mining for Healthcare Processes (GDEM)” porque además que el mismo tiene como objetivo principal monitorear, controlar y mejorar el rendimiento de los procesos de negocio, dicho método se aplicado, como caso de estudio,

Entre los métodos/metodologías encontradas, se llega a la conclusión de optar por el método “A Goal-Driven Evaluation Method Based on Process Mining for Healthcare Processes (GDEM)” porque está basado en objetivos y preguntas generales que cualquier organización puede plantear para conocer el desempeño actual de sus procesos de negocio. Los indicadores asociados a características de Minería de Procesos dan respuesta a dicho desempeño de uno o más procesos, y, posteriormente, son evaluados y resumidos en base a las preguntas planteadas para que sirva de apoyo en la toma decisiones y propuestas de mejora en los procesos. Así mismo, este método de evaluación basado en objetivos, a comparación de otros métodos y metodologías, brinda mayor información detallada en uso con la Minería de Procesos debido a que emplea más 24 características y técnicas de dicha disciplina.

4.2.3 Análisis de algoritmos

Tabla 8. Benchmarking de algoritmos de la disciplina de Process Mining

Algoritmos	RESULTADOS				INFORMACIÓN	
	Aptitud/Ajuste(f)	Precisión (p)	Simplicidad (s)	Generalización (g)	Descripción	Sector
Alpha Miner	0.934	0.614	0.942	0.871	Descubre una red de Petri. Rápido, pero los resultados no siempre son confiables debido a problemas de sobreajuste.	Retail
						Financiero
Heuristic Miner	0.95	0.955	0.893	0.813	Descubre una red heurística utilizando un enfoque probabilístico. Bueno cuando se trata de ruido. Rápido.	Retail
						Salud / Sanitario
						Financiero
Inductive Miner	0.81	0.81	-	-	Descubre un árbol de procesos o una red de Petri. Bueno cuando se trata de comportamiento infrecuente y grandes registros. La solidez está garantizada.	Salud / Sanitario
Genetic Miner	0.939	0.853	0.734	0.683		Salud / Sanitario

					Descubre una red heurística utilizando algoritmos genéticos. Dependiendo de la configuración de los parámetros, puede ser lento o rápido.	Retail
						Financiero
Evolutionary Tree Miner	0.934	0.992	0.962	0.917	Descubre un árbol de procesos usando algoritmos genéticos guiados basados en las dimensiones de calidad del modelo. Garantiza la solidez, pero no puede representar todos los comportamientos posibles debido a su naturaleza estructurada por bloques.	Financiero
ILP Miner	1	0.633	0.893	0.839	Descubre una Red de Petri al resolver problemas de Programación Lineal Integer (ILP). El resultado tiene una aptitud perfecta, pero en general una precisión deficiente. Lento en registros grandes	Financiero

Fuente: Elaboración propia

Por un lado, debemos considerar que la aplicación de un algoritmo de Process Mining permite identificar principalmente cuatro medidas. La primera es Aptitud o Ajuste, medida para determinar cuán bien un modelo dado se ajusta al comportamiento observado en el registro de eventos. La segunda es Precisión, medida para determinar si el modelo prohíbe un comportamiento muy diferente al comportamiento observado en el registro de eventos. La tercera es Simplicidad, medida que pone demostrar el modelo más simple que pueda explicar el comportamiento observado en el registro de eventos, es el mejor modelo. Finalmente, la cuarta es Generalización, medida para determinar cuán bien el modelo es capaz de describir comportamiento desconocido. Un modelo con “sobreajuste” no es capaz de generalizar lo suficiente.

Por otro lado, se podido reconocer que la disciplina de Process Mining ha sido utilizado en diversos sectores, como Salud, Retail y Financiero, obteniéndose resultados favorables en cada uno de ellos. Primero, en el sector Salud se han usado principalmente 3 algoritmos, estos son Inductive Miner, Genetic miner y Heuristic Miner, siendo este último el que mejores resultados ha tenido en el sector. Segundo, para el sector de Retail se ha usado el Alpha Miner, Heuristic Miner y Genetic Miner, entre los cuales, al igual que en el sector Salud, el que mejores resultados ha obtenido es el Heuristic Miner. Finalmente, en el sector Financiero se han usado prácticamente todos los algoritmos, sin embargo, los que consiguieron descartarse por sus resultados son: Heuristic Miner y Evolutionary Tree Miner.

Como último, cabe mencionar que según las literaturas estudiadas otro algoritmo que ha tenido un gran impacto en el sector salud, ha sido el Fuzzy Miner, esto debido a que sus resultados mantienen un equilibrio entre las características principales de Process Mining.

4.2.4 Análisis de herramientas

Tabla 9. Benchmarking de herramientas de la disciplina de Process Mining y Data Visualization

Herramienta	Soporte de Tipo de Importación	Capacidad (Cantidad de Registro de Eventos)	Notación del modelo de salida	Costo Mensual (Dólares)	Cantidad de Usuarios por Licencia	Tiempo Soporte (Meses)	Licencia	Plataforma	Filtrado datos	Visualización del proceso	Comparación de Procesos	Usabilidad
ProM	MXML, XES	Ilimitado	BPMN, Work Flow, Petri Nets, EPCs, Transition Systems, Heuristics	Free	Ilimitado	-	-	On Premise	X	X	X	-
Disco	CSV, XLS, MXML, XES y FXL	5 millones Eventos	Fuzzy model	\$ 1618	1	Ilimitado (Vigencia del servicio)	X	On Premise	X	X	-	X

Celonis	CSV, XLS	Ilimitado	Fuzzy model	\$ 598 - 1929	1	Ilimitado (Vigencia del servicio)	X	On premise/ SaaS	X	X	X	X
QPR Process Analyzer	XES	10 millones Eventos	Work Flow	\$ 1126	1	1	X	On Premise	-	X	-	X

Fuente: Elaboración propia

Así como se hizo con los algoritmos, se ha identificado las principales herramientas, existentes en el mercado, que permiten aplicar la disciplina de Process Mining y Data Visualization. Para esto se han considerado los artículos académicos estudiados tanto para análisis de algoritmos, como para la elaboración del estado del arte y marco teórico.

El cuadro comparativo de herramientas toma en consideración el tipo de información que soporta cada herramienta, la capacidad de Registro de Eventos que puede analizar, la notación del modelo de salida, si es open source o si hay un pago por licencia, así como la cantidad de usuarios disponibles por licencia, entre otras características.

Entre las herramientas que se han mostrado en el cuadro anterior, llegamos a concluir que, para mejorar la experiencia del usuario final para obtener un mejor análisis, la herramienta adecuada es Celonis, esto debido a que después de aplicar las técnicas de Process Mining, se obtienen diversos datos, los cuales son representados a través de la herramienta haciendo uso de técnicas de Data Visualization lo que permite un mejor análisis para la toma de decisiones, asimismo es importante mencionar que el nivel de usabilidad es alto y que la representación del proceso es un Fuzzy Model, el cual permite decidir entre las tareas que se desean conservar en el proceso modelado.

4.3 Método

4.3.1 Descripción

En este apartado, se detallará el progreso del diseño del método de evaluación de variables e indicadores para el proceso de Bloque de Cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization.

4.3.2 Diseño del método

4.3.2.1 Descripción

El método para este proyecto se desarrolló tomando como referencia una metodología llamada “A Goal-Driven Evaluation Method Based on Process Mining for Healthcare Processes” y técnicas de Data Visualization (ver Figura 6). Este método propone una definición de variables dentro de las técnicas de Data Visualization para comprender en profundidad que es lo que se va a representar gráficamente y, a la vez, sea de interés a los responsables de proceso de Bloque de Cirugía a nivel de negocio.

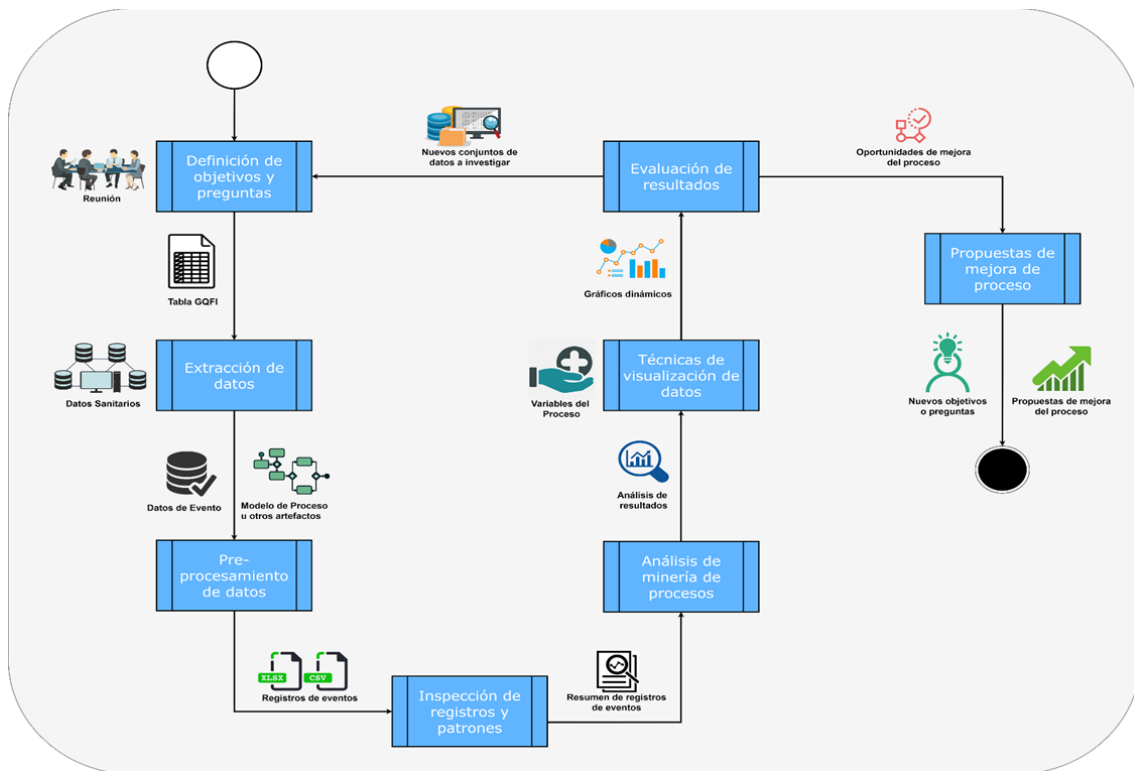


Figura 6. Método de evaluación de variables e indicadores para el proceso de Bloque de Cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization

4.3.2.2 Actividades del método

- **Definir objetivos y preguntas (GQFI)**

Como inicio, para este proyecto de Process Mining y Data Visualization, se realizará una explotación del conocimiento del dominio de los expertos en el proceso a analizar, usuarios finales, clientes o personal administrativo para realizar una definición del alcance del proyecto, los objetivos del proyecto y las preguntas que se encuentren relacionadas con estos objetivos. El alcance del proyecto mencionado hace referencia en definir el proceso, tanto el inicio como el fin de este, así como también el tipo de paciente. Los objetivos de un proyecto se encuentran relacionados con la mejora de los KPI relacionados con el costo, el tiempo, la calidad, etc. Como ejemplo de ello se tiene: reducción del tiempo de espera del paciente, costo del servicio, tiempo promedio de cirugía, tiempo promedio muerto del uso de la sala de operaciones, etc. Asociado a estos objetivos, se tienen las preguntas basadas en el desempeño, lo cual permite determinar cómo evaluar y lograr estos objetivos. Cada pregunta se puede responder con escenarios operativos que incluyen una o más funciones de Minería de Procesos que miden los indicadores de proceso. Estos indicadores son definidos para otorgar respuestas cuantitativas que se encuentran basadas en las necesidades específicas de los interesados. Por tal motivo, las características de Process Mining constituyen un puente entre las preguntas planteadas e indicadores. Asimismo, este puente se puede adaptar con respecto a las necesidades específicas de los interesados en los proyectos de Process Mining. El resultado de esta etapa es un documento que contiene una tabla GQFI (Objetivo-Pregunta-Característica de Minería de Procesos-Indicador).

- **Extracción de datos**

En esta etapa, se extraen los datos de eventos, acorde a lo planificado en la etapa de definición de objetivos y preguntas, relacionados con el paciente para la Minería de Procesos. Los datos de atención médica pueden estar distribuidos en diferentes fuentes de datos que están centrados en objetos en lugar de centrarse en el proceso, y pueden contener datos incompletos y valores atípicos en diferentes niveles de granularidad. Los atributos de los datos médicos se extraen acorde a las preguntas y objetivos planteados. Existen tres requisitos mínimos para poder realizar el análisis de flujo de control de datos; una identificación de actividad, información sobre actividades y marca de tiempo de estas actividades. Un número único registrado en la fuente de datos para un evento ocurrido en el

proceso hace referencia a la identificación de actividad. Cada diagnóstico, operación, prueba, etc. es una actividad clínica. El tipo del paciente, nombre y categoría de la operación, los tipos de clasificación constituyen atributos de datos para analizar el modelo a descubrir. Las marcas de tiempo de los datos muestran la duración y secuencia de las actividades clínicas y, usualmente, son utilizadas para realizar un análisis de rendimiento. Además, los atributos relacionados con los recursos del proceso, como el servicio, el médico, quirófano o sala de emergencias, se utilizan para análisis organizacionales.

Luego, se realiza una recopilación de información del modelo existente. Esto puede ser realizado mediante la entrevista de los involucrados en el proceso, como, por ejemplo, usuarios finales, clientes, personal administrativo y expertos en el dominio. Esta información puede ser complementada con otros artefactos (protocolos o guías clínicas), indicadores claves de rendimiento o métricas de retroalimentación. Como resultado de esta etapa es el conjunto de datos que han sido extraídos que contienen los datos de eventos, modelos de referencia de datos, modelos de proceso hechos a mano, comentarios de partes interesadas y/o expertos, KPI u otros artefactos.

- **Preprocesamiento de datos**

Para la resolución de problemas de calidad de datos, como datos incorrectos, imprecisos, faltantes e irrelevantes, los datos de eventos extraídos, acorde a la tabla GQFI, deben ser formateados, filtrados, resumidos o agruparse en diferentes niveles para que los resultados brinden valor y sean significativos. Para aplicar las técnicas de Minería de Procesos y conectar el registro de eventos al modelo, los datos de eventos que han sido obtenidos como resultados de una consulta deben expresarse en forma de registros de eventos. Para una mayor comprensión, las actividades más frecuentes se mantienen y los eventos de otras actividades se filtran. El filtrado comprende en disminuir la complejidad del modelo resultante y reducir el ruido del resultado. Para mejorar el análisis a realizar, lo correcto es definir un objetivo de rendimiento. Esto nos permite visualizar los casos que no cumplen dicho objetivo. También se pueden filtrar los datos por intervalos de tiempos, esto para especificar objetivos de rendimientos e identificar los casos que cumplen o no con dicho objetivo. Esta característica se puede dar de manera iterativa durante el análisis de Minería de Procesos. Otra tarea para el análisis exploratorio de los datos de evento es la agrupación en clúster. Este análisis permite obtener nuevos conocimientos sobre el proceso. Mediante

la agrupación desde diferentes perspectivas (agrupación de trazas, agrupación de actividades, agrupación de secuencias, etc.), el proceso principal puede ser identificado de manera más clara. Las características específicas de un conjunto de datos pueden agruparse enfocándose en los subconjuntos de actividades, pacientes o caminos seguidos. La salida del preprocesamiento de datos son los registros de eventos procesados.

- **Inspección de registro y patrón**

En esta etapa, se busca obtener una primera impresión del registro y recopilar estadísticas para crear un registro y un resumen del patrón. Esta inspección consiste en el número de casos, eventos, duración de eventos, trazas de patrones, recursos, frecuencias y frecuencias relativas de eventos. El objetivo de esta etapa es comprender completamente y visualizar el proceso de manera rápida. Los resultados de esta actividad se pueden crear en poco tiempo utilizando los complementos de Disco o Celonis.

- **Análisis de Minería de Procesos**

Dado un modelo de proceso descubierto o documentado y un registro de eventos, se emplean las técnicas de verificación de conformidad para detectar y verificar inconsistencias relacionadas con el cumplimiento del proceso de negocio en aspectos de calidad, tiempo, recursos, costos. Gracias a la información actual del proceso grabado en un registro de eventos, es posible mejorar el modelo de un proceso de negocio mediante dos formas: extendiendo dicho tipo modelo con información de rendimiento relacionada con tiempo o costo, o reparando el modelo de procesos de acuerdo con las ejecuciones actuales mostradas en el registro de eventos. En esta etapa se realiza la selección de varias características, entradas y salidas de Minería de Procesos obtenidas dentro de los escenarios operativos creados para cada pregunta. Además, se identifican problemas de cumplimiento y cuellos de botella, si los hay. Se visualizan los casos que no cumplen con los objetivos de rendimiento.

Los resultados de esta etapa son modelos descubiertos, modelos de proceso mejorados, problemas de cumplimiento, cuellos de botella y variantes de proceso: por ejemplo, rutas más seguidas, rutas excepcionales (valores atípicos), rutas más complicadas o rutas que consumen mucho tiempo.

- **Técnicas de Visualización de Datos**

Basado en los registros de eventos cargados en una herramienta, es importante considerar cuál es la información más importante y qué tan largo es la magnitud de sus datos para poder representarla gráficamente. Para ello, es necesario decidir los aspectos y características más importantes de los datos cargados.

Después de haber seleccionado los datos más relevantes, se empieza a definir variables médicas de modo que nos den una idea de cómo queremos representar los registros de eventos cargados, y tener en consideración que el conjunto de datos de entrada completo no es del todo relevante, sino solo las de un subconjunto de interés específico que sea relevante para una tarea determinada. Así mismo, una vez que se hayan definido más de una variable, es posible reutilizar dichas variables, pero con campos distintos a las ya definidas. Por ejemplo, en caso se haya definido una variable de cantidad de atenciones quirúrgicas por quirófano y se cuenta con el campo tipo de cirugía, la nueva variable a representar sería “cantidad de atenciones quirúrgicas por tipo de cirugía”. Posteriormente, se comienza a completar y configurar los campos de los gráficos dinámicos, como los filtros, la leyenda, los ejes y valores por variable. Poniendo un ejemplo sencillo, si la variable de salud definida es la cantidad de atenciones quirúrgicas por quirófano, los ejes y valores serían los tipos de quirófanos y la cantidad de cirugías realizadas respectivamente.

Una vez definido las variables, la operación de representación es el paso final del proceso de visualización y se procede a escoger las técnicas idóneas para representar dichas variables. Después de haber seleccionado y configurado los campos de los gráficos dinámicos acorde a las variables del proceso de salud, se selecciona un gráfico dinámico que represente clara y visualmente la representación de los datos. Retomando el ejemplo anterior de la cantidad de atenciones quirúrgicas por quirófano, estas se pueden representar en un gráfico circular o de anillos. Por último, después de haber seleccionado el tipo de gráfico, se procede a realizar las configuraciones necesarias de dicha representación, como las opciones de opacidad, leyenda, fondo, bordes, formato de título.

- **Evaluación de resultados**

En esta etapa, se evalúan los resultados relacionados a los indicadores de Minería de Procesos y variables médicas desplegadas en gráficas de Data Visualization. Después de cada actividad de Minería de Procesos, los datos de atención médica pueden dividirse en

conjuntos más pequeños. Los conjuntos de datos se pueden investigar en términos de atributos del paciente, servicio, departamento o información del médico. Entre los ejemplos tenemos: analizar y visualizar los caminos más seguidos para definir el proceso, evaluar problemas de cumplimiento para ajustes del proceso o capacitación del personal, analizar y visualizar los casos que presenten constantes repeticiones, los casos más complicados o que requieran más tiempo para identificar riesgos asociados, y la armonización de dos o más variables de proceso para reducir costos o complejidad. En el caso de Data Visualization, si existe la necesidad de complementar o agregar información para una mejor comprensión y evaluación de resultados, se pueden definir nuevas variables en Data Visualization acorde a los datos almacenados en los sistemas de información y a los requerimientos de especialistas a nivel de negocio. Tener en consideración que no es necesario recurrir a la actividad de "Definición de objetivos y preguntas" para definir nuevas variables porque esta actividad está relacionada a indicadores de Process Mining. Sin embargo, es vital que pase por la actividad de "Extracción de Datos" para que luego se procesen los datos de evento a registros de eventos y se empiece a trabajar con dicha información en Celonis.

- **Propuesta para mejora de procesos**

En la Minería de Procesos, la mejora está asociada con la identificación y eliminación de cuellos de botella, reprocesamiento de bucles, prevención de estados innecesarios y comprensión de actividades que consumen un tiempo mayor al promedio. Se obtienen oportunidades de mejora mediante la medición de indicadores y las respuestas a preguntas concretas. Este conocimiento se puede utilizar para ampliar o mejorar los modelos descubiertos. Los resultados de esta etapa se presentan mediante propuestas de mejora de proceso y nuevas metas o preguntas. Por otro lado, en la disciplina de Data Visualization, la propuesta de mejora en el proceso está relacionadas a las variables que se definan en la actividad "Técnicas de Data Visualization". Por ejemplo, en caso se defina y evalúe la variable "cantidad de cirugías por quirófano", nos brinda información detallada para poder realizar una correcta distribución de quirófanos.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS DEL PROYECTO

El presente capítulo, se detalla los resultados del proyecto durante su desarrollo y validación. Se evaluaron los indicadores de Process Mining y las variables definidas de Data Visualization para su posterior validación con la jefa del proceso de Bloque de Cirugía a nivel de negocio. Asimismo, se detalla el plan de continuidad del proyecto a través del marco de ITIL v3.

5.1 Resultados obtenidos

Nuestro método propone una definición de variables dentro de las técnicas de Data Visualization para comprender en profundidad que es lo que se va a representar gráficamente y, a la vez, sea de interés a los responsables de proceso de Bloque de Cirugía a nivel de negocio. En tal sentido, los resultados obtenidos en la implementación de nuestro método en una clínica local están asociados a la obtención, revisión y análisis de nuestros indicadores y variables; tal como se detalla a continuación.

En la fase de “Inspección de Registros y Patrones” del método propuesto, se tuvo una primera impresión del proceso de Bloque de Cirugía con algunos indicadores generados automáticamente por la herramienta Celonis. Estos indicadores se pueden ver a continuación en la Tabla 10, y en las Figuras 7, 8 y 9.

Tabla 10. Resumen de los registros de eventos del proceso de Bloque de Cirugía

Indicador	Valor
Número de casos	1685
Número de eventos	15377
Número de actividades	9
Número de cirugías	1698
Número de tipos de encuentro de cirugías	2
Número de quirófanos	8
Porcentaje de flujo más frecuente	74.62%
Tiempo de rendimiento del flujo más frecuente	20 horas
Número de casos del flujo más frecuente	1267

Fuente: Elaboración propia

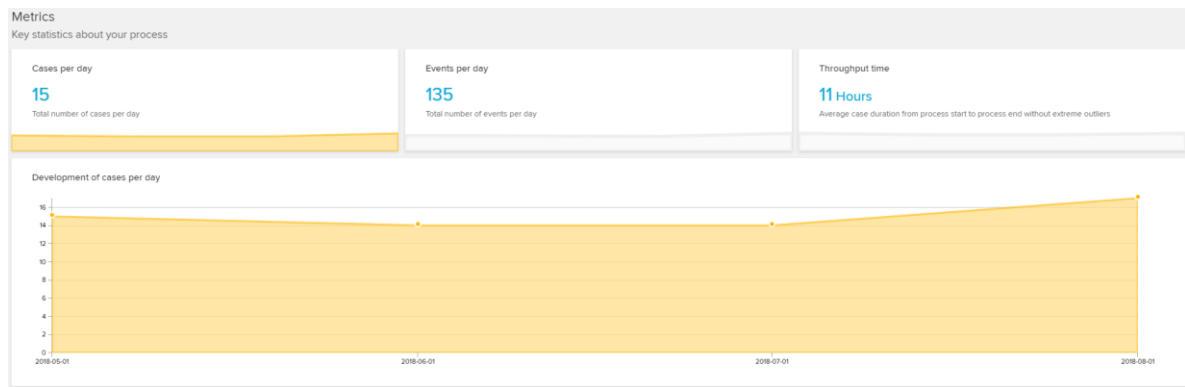


Figura 7. Métricas del proceso generadas por Celonis

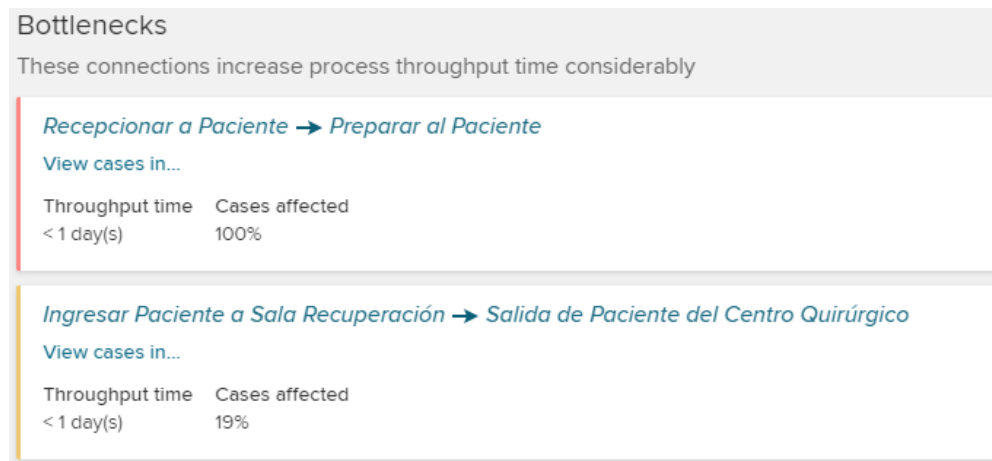


Figura 8. Dos cuellos de botella principales del proceso generadas por Celonis



Figura 9. Cuello de botella entre las actividades de Recepcionar a Paciente y Preparar al Paciente

Esta primera impresión nos permitió tener un primer filtro de los casos que se quieren revisar. Lo importante a resaltar es la siguiente información: el proceso, de inicio a fin, tiene una duración promedio de 11 horas aproximadamente sin considerar los valores extremos. Asimismo, se resaltó un cuello de botella entre las actividades de recepción del paciente y preparación del paciente que tenía un valor de 15 horas, esto considerando el total de los registros de eventos.

Tomando en cuenta dicha información, se procedió a responder las siguientes tres preguntas:

- **¿Cómo se ve el proceso?**

De los 1698 casos, 77 de ellos figuran con demora de más de 4 días (52 días como valor atípico).

- **¿Cuáles son los caminos más seguidos y los caminos excepcionales?**

La ruta más seguida del proceso cubre el 74.62% y existen 39 variantes en el proceso. En las variantes de proceso no adecuadas se revela la siguiente información: el 19% de casos, los pacientes salieron del centro quirúrgico antes de ser retirados de la sala de recuperación, el 2% de casos, los pacientes fueron ingresados a sala de recuperación sin haber sido retirados de la sala de cirugía y 8 pacientes salieron del centro quirúrgico después de haber sido retirados de sala de cirugía.

- **¿Dónde están los cuellos de botella en el proceso?**

El punto de cuello de botella principal está entre las actividades “Recepcionar a Paciente” y “Preparar al Paciente” con un tiempo promedio de 15 horas. Luego se identificaron 9 cuellos de botella que serán considerados para su evaluación interna. No se dio mucha prioridad a estas variantes debido a que representan un porcentaje menor al 1%.

Asimismo, en la etapa de “Técnicas de Visualización de Datos” en el método propuesto, se trabajó con los registros de eventos cargados en la herramienta Celonis, con el objetivo de definir variables médicas que sirvan como representación gráfica y que sea de interés a nivel de negocio a los especialistas del Bloque de Cirugía. En la Tabla 11, se visualizan estas nueve variables:

Tabla 11. Variables médicas definidas acorde a los campos de los registros de eventos

Variable médica	Campos utilizados
Atenciones quirúrgicas por mes	Actividad, Inicio de Actividad
Atenciones quirúrgicas por quirófano	Actividad, Quirófano
Atenciones quirúrgicas por tipo de encuentro	Actividad, Tipo Encuentro
Tiempo promedio del proceso de Bloque de Cirugía	Actividad, Inicio de Actividad
Tiempo promedio en realizar una operación quirúrgica	Actividad, Inicio de Actividad
Tiempo promedio en realizar una operación quirúrgica por tipo de encuentro	Actividad, Inicio de Actividad, Tipo Encuentro
Tiempo promedio en realizar una operación quirúrgica por quirófano	Actividad, Inicio de Actividad, Quirófano
Cantidad de atenciones quirúrgicas	Actividad

Cantidad promedio de atenciones quirúrgicas por día	Actividad, Inicio de Actividad
---	--------------------------------

Fuente: Elaboración Propia

Una vez definido las variables médicas, se procedió a representarlas gráficamente en la herramienta de Celonis. Cabe resaltar que cuatro de las nueve variables fueron representadas cuantitativamente, porque tres de ellas hacen referencia a valores promedios, mientras que la restante es simplemente la suma de cirugías realizadas en el proceso. Las gráficas elaboradas por elaboradas se pueden visualizar en la Figura 10.



Figura 10. Gráficas dinámicas elaboradas con la información del Bloque de Cirugía

Tomando en cuenta esta información de variables médicas desplegadas en gráficas, se empezó a evaluar de manera comparativa, obteniendo los siguientes resultados:

- Respecto a la de atenciones quirúrgicas por mes, comparando los meses de mayo (465 cirugías) y junio (437 cirugías), existe una disminución de cirugías del 6.02% (28 cirugías). Una causa de esta cifra puede ser la baja demanda de cirugías recibidas en el mes de junio.
- En la variable de atenciones quirúrgicas por quirófano, existe una variación de cirugías del 77.74% (255) entre los quirófanos “DEL_HEMD8” (73) y “DEL_SOP1 (328). Una posible causa de esta cifra que es en el quirófano “DEL_HEMD8” se realicen tipos de

cirugías poco comunes acorde a la demanda de los pacientes.

- Existe una diferencia de 71 minutos en la variable de tiempo promedio de realizar una cirugía entre los quirófanos “DEL_SOP6” (113 minutos) y “DEL_SOP5 (42 minutos). Esto se puede deber a que las cirugías realizadas en el quirófano “DEL_SOP6” son mucho más complejas que las de otros quirófanos.

5.2 Proceso de Validación

Para la validación del proyecto, los resultados obtenidos en los indicadores y variables, relacionados a Process Mining y Data Visualization respectivamente, fueron presentados a una especialista del proceso de Bloque de Cirugía, con el objetivo de corroborar si estas son de utilidad a nivel de negocio y para la toma de decisiones en la mejora del proceso.

Luego de presentar estos resultados al especialista del proceso, nos brindó el siguiente feedback:

- Ante la pregunta 1 y 3, el cuello de botella y la larga duración del proceso hace referencia a que, en la hospitalización, por ejemplo, luego de dos días de registrar o preparar al paciente, recién realizan la operación quirúrgica y el sistema marca todas las horas que estuvo en hospitalización. Este tiempo puede llegar a ser impreciso por lo que esto podría presentar una futura mejora en el sistema para clasificar de una mejora manera estos casos y no resalte como un cuello de botella.
- Para la segunda pregunta, si bien es cierto el sistema permite registrar el retiro del paciente de sala de cirugía, no es considerado un tiempo obligatorio a realizar la marcación debido a que esta actividad hace referencia al traslado del paciente del quirófano a la sala de recuperación y, en ocasiones, esta marcación es obviada, y se procede a registrar el ingreso del paciente a sala de recuperación.
- Asimismo, los ocho casos hacen referencia a una regularización. Generalmente siempre pasan por recuperación por la anestesia y requieren ir a la sala de recuperación. También pudo haber sido una atención que no necesariamente era una cirugía, pero pudo haber sido realizada en un quirófano debido a la complejidad del procedimiento. Esto es llevado a cabo como un caso excepcional debido al equipamiento quirúrgico de prevención o los anestesiólogos presentes en la sala.

- Para lo descubierto, con el apoyo de las variables, lo correspondiente al uso de quirófano “DEL_HEMOD8” se confirmó a que hace referencia a cirugías muy complejas. Asimismo, fue mencionado que se debería tener, por política y norma del hospital, un quirófano reservado para la atención de emergencias dado que, el no tenerlo o no atender un caso de emergencia, termina en una penalidad para la clínica. Por tal motivo, el tener un quirófano libre puede afectar en la cantidad de cirugías por quirófano.

5.3 Plan de Continuidad

El presente documento abarca el plan de continuidad del proyecto “Método de evaluación de variables e indicadores para el proceso de Bloque de Cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization”. Dicho plan de continuidad contiene un conjunto de procesos y actividades basados en el marco de referencia de ITIL v3, el cual es un conjunto de buenas prácticas enfocadas en la gestión de los servicios de tecnologías de información. Este marco de referencia tiene como propósito garantizar el soporte y continuidad del método propuesto.

Objetivo

El objetivo del plan es proporcionar una descripción de los procesos y roles necesarios para sobrellevar la gestión operativa que se tendrá respecto a la propuesta realizada en el proyecto, este abarca aspectos técnicos, de aplicación y además guía para la gestión de las posibles eventualidades que puedan presentarse con el uso de la propuesta y con el paso del tiempo. Adicional a esto, brinda procedimientos para la mitigación de eventos y la orientación a los usuarios finales.

Objetivos específicos

Los objetivos específicos para del plan de Continuidad de Negocio son detallados a continuación:

- Permite identificar los amenazas y riesgos inherentes al proceso.
- Permitir identificar planes de acción frente a contingencias.
- Garantizar que la aplicación esté operando adecuadamente.

- Permitir tener una respuesta rápida y apropiada ante cualquier imprevisto, reduciendo los impactos resultantes a corto plazo y manteniendo la continuidad de funciones críticas.
- Recuperar las funciones críticas de forma oportuna, aumentando la capacidad una organización.
- Crea una mayor capacidad de resistencia y recuperación de la organización.
- Reducir el tiempo de recuperación y las probables pérdidas económicas, directas e indirectas, como resultado de una eventualidad.
- Reducir el impacto, tangible e intangible, en las funciones operativas después de la interrupción.
- Demostrar seguridad a los clientes.
- Mejora la imagen que la organización pública transmite frente a terceros, al mostrarse como un organismo fiable, sin que se ponga en duda su continuidad. Esta imagen fortalecida, será especialmente relevante en los momentos de amenazas.

Beneficios

Los beneficios de elaborar un plan de Continuidad trascienden el esfuerzo que representa elaborarlo, es decir, resulta ventajoso emplear tiempo en la definición de las estrategias de operación y soporte por el beneficio que supone a futuro. A continuación, se mencionan los principales:

- Tener un plan de acción elaborado y probado respecto a las posibles eventualidades que pueden ocurrir en el uso de la aplicación.
- Tener un guía de acciones cotidianas de operación del aplicativo, tales como la identificación de frecuencia de backups de base de datos y demás.
- Tener un documento para la identificación de responsabilidades frente a la necesidad de respuesta de interrupciones puntuales.
- Tener un estándar de operaciones para la inducción ante la necesidad de capacitación de nuevo personal

5.3.1 Plan de Soporte

Roles de soporte

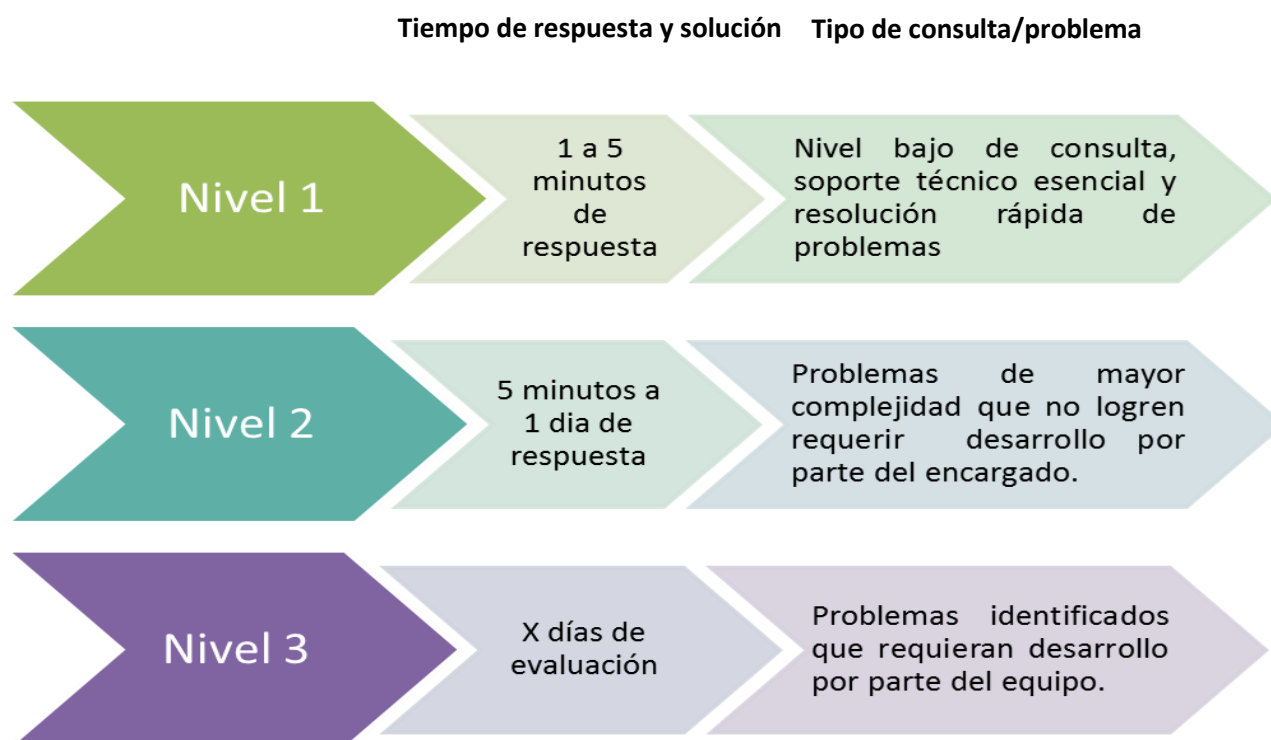
Para un correcto desempeño de las actividades del plan de continuidad, están definidos los siguientes roles con sus respectivas responsabilidades:

Rol	Responsabilidades
Gestor de Incidentes	<ul style="list-style-type: none"> ● Implementar de manera efectiva el proceso de Gestión de Incidentes y prepara los informes correspondientes. ● Ofrecer representación durante la primera fase de escalado de incidentes, cuando no se pueden solucionar en el marco de los niveles de servicio acordados.
Equipo de Incidentes Graves	<ul style="list-style-type: none"> ● Equipo de gestores de TI y técnicos expertos establecido dinámicamente, generalmente bajo el mando de un Gestor de Incidentes, y formulado para concentrarse en la solución de un Incidente grave.
Soporte de Primera Línea	<ul style="list-style-type: none"> ● Registrar y clasificar los incidentes reportados y llevar a cabo esfuerzos inmediatos para restaurar lo antes posible un servicio de TI que ha fallado. ● Referir el incidente a grupos de apoyo técnico especializado (Soporte de Segunda Línea) en caso no encuentren una solución adecuada. ● Mantener informados a los usuarios acerca del estatus de los incidentes cada cierto tiempo.
Soporte de Segunda Línea	<ul style="list-style-type: none"> ● Responsable de los incidentes que no pueden ser resueltos con los recursos del Soporte de Primera Línea. ● Restaurar un servicio de TI fallido en el menor tiempo posible. ● Referir el incidente al Gestor de problemas en caso no encuentren una solución adecuada.
Gestor de Problemas	<ul style="list-style-type: none"> ● Gestionar el ciclo de vida de todos los problemas. ● Prevenir incidentes y minimizar el impacto de aquellos que no se pueden evitar.

Gestor del Nivel del Servicio	<ul style="list-style-type: none"> ● Negociar Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA) y de velar que se cumplan. ● Asegurar que todos los procesos de Gestión de Servicios de TI, Acuerdos de Nivel Operacional (OLA) y Contratos de Apoyo (UC) sean adecuados para los niveles de servicio acordados. ● Monitorizar e informar acerca de los niveles de servicio.
Gestor de la Seguridad de TI	<ul style="list-style-type: none"> ● Salvaguardar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los activos, información, datos y servicios de TI de una organización.
Gestor de la Disponibilidad	<ul style="list-style-type: none"> ● Definir, analizar, planificar, medir y mejorar todo lo concerniente a la disponibilidad de servicios de TI. ● Asegurar que toda la infraestructura, procesos, herramientas y funciones de TI sean apropiados en el renglón de disponibilidad y según el nivel de servicio acordado.

Procedimientos de soporte

Utilizando el modelo conceptual de ITIL para la óptima gestión del soporte brindado al proyecto propuesto, se identificó el siguiente flujo de soporte conforme a las necesidades y los tiempos de respuesta:



5.3.2 Gestión de Incidentes

La gestión de incidencias se encargada de restaurar cuanto antes la operativa normal del servicio minimizando el impacto negativo en las operaciones de negocio. Existen 3 conceptos principales sobre esta gestión:

Objetivos de la gestión de incidentes

- Detectar incidentes que alteren el funcionamiento normal de la aplicación; por aplicación se comprende la herramienta Celonis.
- Registrar, clasificar y redireccionar estos incidentes al responsable pertinente.

Beneficios de la gestión de incidentes

- Mejorar la productividad de los usuarios.
- Monitoreo constante del desempeño y revisión de la herramienta que soporta al modelo propuesto.
- Reducir el tiempo perdido por incidentes de la herramienta.

- Resolución de incidentes de manera rápida, aumentando la disponibilidad de la herramienta.

Riesgos de una incorrecta gestión de incidencias

- Reducción del tiempo útil de las funciones del personal.
- Error en la toma de decisiones por la no disponibilidad de la herramienta.
- Derivar incidentes incorrectamente por una mala asignación de responsabilidades.
- Gestión ineficiente de los recursos asignados.
- Tiempo de respuesta ineficiente frente a incidentes.

5.3.3 Gestión de problemas

La gestión de problemas permite identificar las causas subyacentes que generen una interrupción o alteración al servicio ofrecido, buscando además maneras de resolverlo. La gestión de problemas puede tener un enfoque reactivo, siendo aplicada cuando se identifique una incidencia o proactiva, siendo identificada la incidencia por el propio analista encargado de la identificación de problemas en el uso diario de la herramienta.

Control de problemas

- **Identificación del problema:** Se identifica el problema presentado por el usuario y se revisa si esto se ha presentado con anterioridad, con el fin de identificar una posible solución o si se trata de un error de usuario. En ocasiones, se pueden proporcionar Workaround nuevos o ya definidos para la gestión de incidencias de forma que se minimice el impacto en el servicio mientras que se plantea una solución definitiva. Para esto se cuenta con un registro de incidencias con su respectiva solución o idea de mejora, y con un registro de monitoreo de desempeño del aplicativo.
- **Identificación de solución:** En base al problema identificado, se identifican las posibles causas y se realizan pruebas respectivas, tanto de manera a futuro como hacia atrás (a través de pruebas de regresión), con el fin de identificar que solución brinda la respuesta necesaria para la incidencia resaltada. Asimismo, se asegura que la solución proporcionada se implanta siguiendo a través de los procedimientos de control establecidos y está alineada con la gestión de incidencias utilizando la misma

categorización, de esta manera se mantiene el nivel de prioridad y facilita la comunicación entre ambos procesos.

- **Aplicación de solución:** Se aplica la solución cuando se haya identificado la misma y su no interferencia con otros aplicativos o interrupción de otros servicios. En caso sea necesario interrumpir servicios o el aplicativo, se debe realizar en horas donde no afecte al negocio y considerando que las soluciones deben ser probadas exhaustivamente para que no tengan impacto a las aplicaciones subyacentes que comparten la misma plataforma.
- **Registro de problema y solución:** Se actualiza el inventariado de incidencias y soluciones, detallando quién la reportó, el módulo y el(los) servicio(s) afectado(s).

Clasificación y análisis de recursos

El problema se puede clasificar de manera que se mantenga un repositorio actualizado y legible de las incidencias y problemas encontrados, empleando categorías en base a sus causas, tales como problemas de hardware, lógicas de aplicativo o compatibilidad, además de mostrar las incidencias por módulo y por área que lo reportó.

Para la asignación de recursos encargados de mitigar los problemas presentados, es necesario identificar la prioridad del problema en base al impacto que tenga respecto al giro del negocio. Una vez identificada la prioridad, es necesario identificar el tipo de solución a brindar para determinar el plazo que se tomará y el personal responsable asignado a la mitigación de este problema.

Análisis y diagnósticos

El análisis del problema se realizará en base a lo presentado por el usuario a través del portal de soporte, donde se pedirá un alto nivel de detalle y además el llenado del formulario Formato de Registro de Problema – HelpDesk.

En el análisis se buscará:

- Determinar las causas del problema reportado
- Descartar posibles fuentes de error
- Convertir el problema en un error conocido

- Actualizar la KEDB (Known Error DB), que sirve como repositorio de información
- Proporcionar un workaround para las incidencias relacionadas. Estos workarounds deberían traspasarse a las incidencias relacionadas.
- Identificar errores/catalizadores potenciales

Una vez se realice este análisis, se pasará a diagnosticar la solución y a derivarla al personal respectivo, informando al usuario del tiempo a esperar.

Control de errores

Una vez identificado el error y la solución, es necesario mantener un registro actualizado del mismo notificando su criticidad, el módulo, proceso y servicio afectado, la causa, la solución y la fecha en que se identificó, con el propósito de mantener una base de datos actualizada de errores que permite la pronta mitigación de eventuales errores futuros.

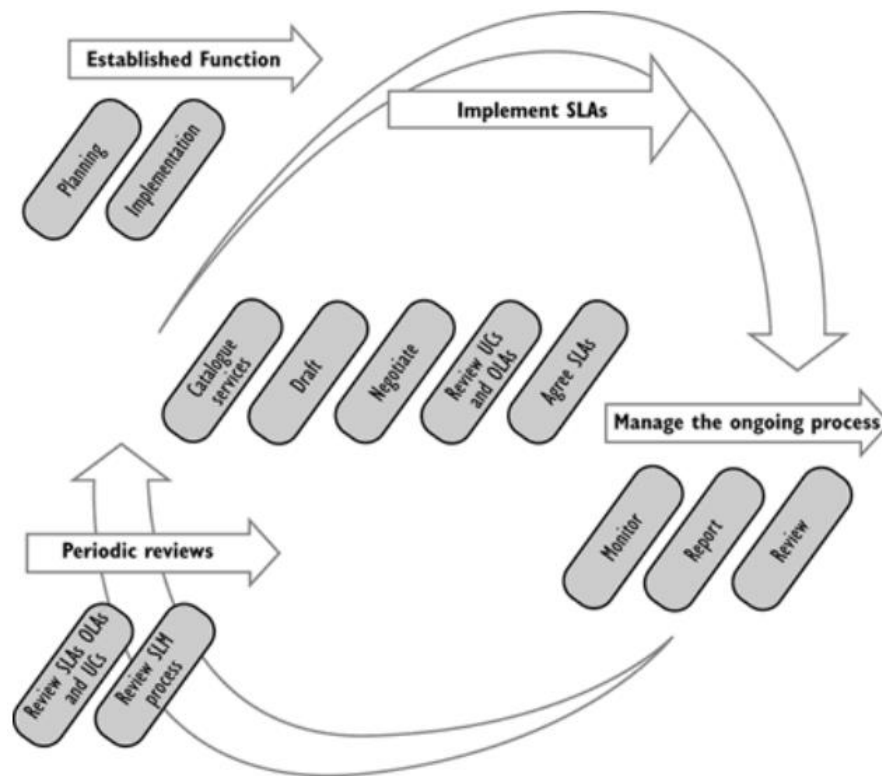
5.3.4 Gestión de niveles de servicio

Considerando a ITIL, la gestión de Niveles de Servicios es el conjunto de procesos en el cual se define, negocia y monitorea la calidad de los servicios que ofrece el área de TI con el fin de que estos sean los apropiados y se cumpla el mínimo establecido. Asimismo, se busca establecer un acuerdo entre lo que espera y necesita el cliente en base a los costos de inversión asociados al servicio. Esto con el objetivo de poner la tecnología al servicio del cliente, revisando los objetivos del servicio para asegurar que las metas de calidad de servicio son mantenidas y gradualmente mejoradas.

La Gestión de Niveles de Servicio abarca la gestión de:

- Acuerdos de Nivel Servicio (SLA's)
- Acuerdos de Nivel Operacional (OLA's)
- Contratos de Soporte (UC's)

El proceso de Gestión de Niveles de Servicio es el siguiente:



Establecer la función

En esta fase, se planea el proceso de Gestión de Niveles de servicio, sólo si este aún no se ha definido. Luego, se planean las actividades iniciales y de monitoreo, asimismo, se establece la percepción inicial de servicios y se definen los Contratos de Soporte y los Acuerdos de Nivel Operacional.

Implementar SLA's

En la fase, Implementar SLA's, se produce un catálogo de servicios, evalúan las expectativas de la Gerencia para planear la estructura, los requerimientos y el borrador de los SLA's. Posteriormente, se redactan los SLA's acordados en negociación con los clientes, revisando los contratos de soporte y acuerdos operacionales. De igual manera, esta fase busca establecer capacidades de monitoreo, definiendo procesos de reporte y revisión.

Administrar el proceso en mantenimiento

Dentro de esta fase se ejecuta el monitoreo y reporte de SLA's, también se realizan reuniones de revisión de servicios.

Revisiones periódicas

En esta fase, se realizan reuniones periódicas de revisión de servicios, la creación de programas de mejoramiento de servicios y el mantenimiento de SLA's, contratos y OLA's.

5.3.5 Gestión de seguridad

El proceso de Gestión de Seguridad busca alinear la Seguridad de TI con la seguridad del negocio, para garantizar que la disponibilidad, integridad y confidencialidad de los activos, datos, información y servicios de TI de la organización se encuentren alineados con lo que necesita la empresa.

El entorno de TI y seguridad del negocio incorpora:

- Planes y políticas de seguridad del negocio.
- Requerimientos de seguridad y operaciones vigentes del negocio.
- Requerimientos legislativos y regulatorios.
- Responsabilidades y obligaciones referentes a la seguridad contenida en los SLA's.
- Riesgos de TI, el negocio y su gestión.

Actividades

Algunas de las actividades que se realizan en la gestión de Seguridad de la Información son las siguientes:

- Elaboración, mantenimiento, distribución y empleo de la política de seguridad de información y seguridad de soporte.
- Comprender los requerimientos de seguridad del negocio que han sido acordados, junto con los planes y políticas de seguridad que se tienen actualmente.
- Gestión al acceso a los servicios y sistemas soportándose en la gestión de proveedores.

Políticas de seguridad de información

- Política de seguridad de la información universal
- Política de uso y abuso de activos de TI

- Política de Clasificación de la Información
- Política de Retención de Registros

5.3.6 Gestión de la disponibilidad

El proceso de gestión de la disponibilidad se encarga de perfeccionar la capacidad de infraestructura de TI, los servicios y la organización de soporte, con el fin de suministrar un continuo y eficiente grado de disponibilidad, la cual ayude a la organización a alcanzar sus objetivos.

El proceso de gestión de disponibilidad tiene como objetivos, asegurar que los servicios de TI estén diseñados para suministrar con la disponibilidad requerida por el negocio, proveer mejoras en el servicio para que sean efectivos en cuanto a costo y que las mejoras permitan reducir el tiempo, duración y frecuencia de los incidentes que perjudican la disponibilidad. Asimismo, dentro del proceso se elabora y mantiene un Plan de Disponibilidad, en el cual se detallan las futuras mejoras en los servicios en infraestructura, con el fin de asegurar que las necesidades, presentes y futuras, sean cubiertas.

Cronograma de actividades

NÚMERO	ACTIVIDAD	FECHA
1	Definir Objetivo General y Objetivos Específicos	Mes 1
2	Describir los beneficios del Plan de Continuidad	Mes 1
3	Definir los Roles de Soporte	Mes 1
4	Establecer el Procedimiento de Soporte	Mes 1
5	Describir la Gestión de Incidentes	Mes 1

6	Describir la Gestión de Problemas	Mes 1
7	Describir la Gestión de Cambios	Mes 1
8	Describir la Gestión de Niveles de Servicio	Mes 1
9	Describir la Gestión de Seguridad	Mes 2
10	Describir la Gestión de Disponibilidad	Mes 2
11	Determinar el Cronograma de Actividades y Plan de Acción	Mes 2

CAPÍTULO 6: GESTIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se describen las actividades llevadas a cabo para la correcta gestión del proyecto tales como actividades realizadas a lo largo de las primeras fases del proyecto, hitos, entregables, fechas, recursos, entre otros. Así mismo, se detallan las gestiones realizadas en cuestión a lo planificado inicialmente.

6.1 Producto final

El producto final del presente proyecto consiste en la elaboración de un método de evaluación de variables e indicadores para el proceso de Bloque de Cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization. Este proceso permitirá a empresas del mismo rubro tener un mejor control de sus proyectos cuando estos presenten desvíos negativos durante su ejecución, además proveerá distintas tareas para dar seguimiento a los recursos, satisfacer las necesidades de los interesados en el proyecto y asegurar el progreso positivo del proyecto, a través del cumplimiento de hitos o entregables (Proyectos Ágiles). Así mismo, se propondrá una herramienta para la gestión de proyectos que se alinee al nuevo proceso y satisfaga los requerimientos funcionales del cliente, esto con el fin de reducir una serie de problemas referido al manejo de la información en distintas fuentes de datos.

Para llevar a cabo el alcance del proyecto de una manera satisfactoria, se realizarán los siguientes entregables dentro del período 2019 – 01 y 2019 – 02.

1. Project Charter
2. Documentos de Gestión del proyecto
3. Documento de análisis de la información del proceso de Bloque de Cirugía
4. Método de evaluación de variables e indicadores para el proceso de Bloque de Cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization
5. Plan de continuidad de la solución propuesta

Tabla 12. Descripción y cumplimiento de los entregables del proyecto

Nº	Nombre	Estado	Comentarios
1	Project Charter	Cumplido	Se tuvieron inconvenientes durante las primeras semanas, ya que las reuniones con el cliente de Auna no eran muy frecuentes debido a la poca disponibilidad de la persona encargada en darnos información referida al proceso. Sin embargo, este tema fue escalado con nuestra principal conexión en Auna, quien facilitó, en más de una ocasión, el tiempo libre de la encargada del área de PMO.

2	Documentos de Bloque de Cirugía	Cumplido	Una vez que se contó con parte de la información para dar inicio al proyecto, se realizó rápidamente los documentos de gestión para un mayor entendimiento del proyecto según el estándar PMBOK. Dichos documentos fueron revisados por QS en las fechas pactadas en el cronograma del proyecto.
3	Documento de análisis de la información del proceso de Bloque de Cirugía	Cumplido	Se tuvieron inconvenientes para obtener la información referida a los procesos y las herramientas que actualmente usa Auna, ya que esta información es confidencial para la empresa. Se tuvieron pocas reuniones con nuestros clientes de dicha empresa, de manera que se logró conseguir dicha información, finalmente se procedió a analizar toda la documentación que se nos fue entregada y se logró detectar los principales problemas que tiene la empresa referida a los registros de evento.
4	Método de evaluación de variables e indicadores para el proceso de Bloque de Cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization	Cumplido	Una vez obtenido el proceso de seguimiento y control mejorado, y los requerimientos del cliente sobre la herramienta de control de proyectos se procedió a realizar el modelo de proceso, el cual servirá como una guía para las empresas que requieran implementar proyectos de minería de procesos y busquen la mejora continua. Este modelo está constituido por entradas, proceso, salidas y el soporte de la herramienta propuesta a nivel funcional.
5	Plan de continuidad de la solución propuesta	Cumplido	Inicialmente las ideas no fueron muy claras, dado que las reuniones con el cliente de Auna no fueron muy frecuentes, sin embargo, se conversó finalmente con el gerente de proyectos quien nos indicó las necesidades adicionales que pueden complementarse con el presente proyecto, de manera que se tenga una solución más robusta.

Fuente: Elaboración propia

6.2 Gestión de los Recursos Humanos

A continuación, se muestra la Tabla 13 con los roles efectuados en el período 2019 – 01 así como las observaciones que se tuvieron a lo largo de las primeras etapas del proyecto.

Tabla 13. Recursos del proyecto 2019-02

Rol	Persona	Observaciones
Jefe de proyecto	Piero Rojas Candio Arturo Villantoy Pasapera	Sin comentarios
Cliente profesor	Jimmy Armas Aguirre	Sin comentarios
Gerente profesor	Daniel Burga Durango	Sin comentarios
Recurso QS	Luis Huamani Cliff Bustamante Frank Bonifacio Antonella Puma Ray Zuñiga	Retrasos en la revisión de documentos enviados
Cliente Auna	Maria Del Carmen Irigoyen	Múltiple indisponibilidad para efectuar reuniones
Revisor	Daniel Burga Durango	Sin comentarios

Fuente: Elaboración propia

Se tuvieron inconvenientes para la revisión de los entregables del proyecto, debido a que, no se cumplieron las fechas colocadas en el cronograma, entregando la revisión días después de lo esperado retrasando las actividades predefinidas. Por otro lado, la indisponibilidad de los Clientes de Auna tuvo un impacto bastante alto en el proyecto, ya que la información no fue compartida en la fecha solicitada por múltiples razones como confidencialidad, disponibilidad del encargo de obtener la información, entre otras.

Tabla 14. Recursos del proyecto 2019-01

Rol	Persona	Observaciones
Jefe de proyecto	Piero Rojas Candio Arturo Villantoy Pasapera	Sin comentarios

Cliente profesor	Jimmy Armas Aguirre	Sin comentarios
Gerente profesor	Daniel Burga Durango	Sin comentarios
Cliente Auna	Maria Del Carmen Irigoyen	Múltiple indisponibilidad para efectuar reuniones
Coautores	Jimmy Armas Aguirre Santiago Aguirre Mayorga	Sin comentarios

Fuente: Elaboración propia

Durante este período se tuvo más facilidad de comunicación con el Cliente de Auna, ya que debido a problemas internos de la empresa su disponibilidad era nula, sin embargo, esto se regularizó en el presente período (2019 – 01) y se pudieron concretar muchas dudas, así como la aprobación de los entregables, sin embargo, se tuvieron inconvenientes para obtener información para la implementación, debido a que el aprobador de la empresa, su sede central, se encuentra en Costa Rica, lo que dificultó la comunicación.

6.3 Gestión de las Comunicaciones

La gestión de comunicaciones dentro del proyecto se llevó a cabo a través de correos, y presenciales. Además, el envío y revisión de entregables, así como las observaciones encontradas y aprobaciones fueron realizados a través de correo electrónico. Cabe resaltar que para esta gestión se tomó como referencia las indicaciones presentadas por el estándar PMBOK en el Plan de gestión de comunicaciones.

Tabla 15. Guía para la Gestión de comunicaciones

Guías para Reuniones
<p>Todas las reuniones deben seguir las siguientes pautas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● En caso de tener un nuevo miembro en cada reunión, se hará la respectiva presentación de este ante los asistentes. ● Se manejará una agenda para cada reunión de acuerdo a los temas de interés a tratarse, así como también las tareas pendientes de reuniones anteriores. Para este caso, se debe tener en cuenta el entregable a realizar según el diccionario EDT. ● Cada punto de la agenda contará con un nivel de prioridad a ser tratado.

- Se cuenta con un horario específico para cada reunión, sin embargo, será necesario confirmar/recordar la reunión vía correo electrónico un día antes como máximo.
- En caso se deba postergar una reunión, se deberá justificar y además acordar el nuevo día de esta.
- Al finalizar cada reunión se deberá recopilar lo tratado, resaltando los acuerdos para posteriormente elaborar el acta de reunión.
- Todas las actas de reunión deberán ser firmadas por el jefe de proyecto, asistente de proyecto y gerente general o cliente, respectivamente.

Guías para correo electrónico

Toda la remisión de correos electrónicos debe seguir las siguientes pautas:

- Cada correo electrónico debe ser redactado de una manera formal.
- Todo correo electrónico al cliente debe ser copiado a todo el equipo de proyecto, en especial al gerente, jefe y asistente de proyecto
- Los correos electrónicos entre el gerente de la empresa y el cliente deberán ser enviados por el jefe de proyecto para establecer un estándar en la conexión.
- En caso de envíos de solicitud de servicios a empresas externas se debe copiar al correo de la empresa.

6.4 Gestión de los Riesgos

Los riesgos que se identificaron y presentaron a lo largo del proyecto en el período 2019 – 02 fueron los siguientes:

Tabla 16. Riesgos del proyecto

#	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Estrategia de mitigación
1	Escasez de información relacionada a las disciplinas estudiadas en el proyecto de investigación	Media	Alto	Realizar una búsqueda constante información en bases de datos bibliográficas.

2	Cambio en el alcance del proyecto por parte del cliente	Media	Alto	Realizar el Project Charter y el documento de Gestión de Alcance para que sea aprobado por el cliente.
3	Falta de disponibilidad de los recursos de IT Services	Baja	Bajo	Definir un plan de trabajo del proyecto y, en base a ello, solicitar los recursos necesarios con anticipación.

Fuente: Elaboración propia

6.5 Lecciones aprendidas

Durante el desarrollo del proyecto en esta tercera fase de validación de la solución se ha tenido inconvenientes dado que, las reuniones con el cliente han sido canceladas por falta de tiempo de sus colaboradores. Asimismo, el proyecto se ha visto afectado de la forma que se ha retrasado en la entrega de los entregables pactados inicialmente. Además, para la realización de este proyecto los documentos sobre la empresa inicialmente no han podido ser entregados por un tema de confiabilidad por lo que como lección aprendida queda de inicialmente pactar con el cliente la entrega de los documentos requeridos para la realización del proyecto, para que no influya negativamente y se base sobre la problemática y los procesos actuales con los que cuenta la empresa.

CONCLUSIONES

En la presente tesis, se implementó un método de evaluación de indicadores y variables para el proceso de Bloque de Cirugía utilizando Process Mining y Data Visualization, con el objetivo de solucionar la necesidad de formular indicadores y/o variables para optimizar el proceso de Cirugía en una clínica local. Por ende, el trabajo se estructuró en cuatro objetivos específicos para satisfacer las necesidades de las partes involucradas, las cuales son:

- Al terminar el análisis de métodos, metodologías, algoritmos y herramientas de Process Mining y Data Visualization, se concluye que el método “A Goal-Driven Evaluation Method Based on Process Mining for Healthcare Processes” permite conocer, a mayor detalle, el desempeño actual de los procesos de negocio y, además, brinda más información en el uso de Process Mining. Asimismo, la herramienta Celonis permite aplicar las técnicas de Process Mining y Data Visualization sin necesidad de contar con una amplia experiencia en ambas disciplinas ya que dicha herramienta cuenta con un alto nivel de usabilidad de cara al usuario.
- Luego de diseñar el método propuesto, se llega a la conclusión que dicho método propone una definición de variables dentro de las técnicas de Data Visualization para comprender en profundidad qué es lo que se va a representar gráficamente y, a la vez, sea de interés a los responsables del proceso de Bloque de Cirugía a nivel de negocio.
- Al finalizar la validación del proyecto, se concluye que la interacción de Process Mining con Data Visualization potencia el análisis de evaluación de indicadores y variables de los procesos. Asimismo, dichos indicadores y variables fueron de gran utilidad a nivel de negocio ya que fueron validados y aprobados por una especialista del proceso de Bloque de Cirugía.
- Respecto a los resultados obtenidos del proyecto, se concluye que se pudieron dar a conocer diferentes indicadores y variables en el proceso de Bloque de Cirugía en la clínica local Auna. Entre ellos, se pudo resaltar un cuello de botella de más de 15 horas entre las actividades Recepcionar y Preparar al Paciente, 304 casos de variantes del proceso regular y una distribución poco eficiente del uso de quirófanos. El conocer ello, permitió al especialista del proceso plantear futuras mejoras para mitigar estos hallazgos.

- Finalmente, del plan de continuidad, se llega a concluir que el proyecto podrá mantenerse a través del tiempo dado que se ha trabajado bajo un marco de trabajo que contempla un conjunto de buenas prácticas que permitirá garantizar el soporte y continuidad del método propuesto.

RECOMENDACIONES

- Es fundamental contar con la aprobación de la jefatura encargada del proceso a analizar. Por ende, se les debe explicar la importancia del análisis de datos de los procesos y sobre los beneficios que conlleva la implementación del método.
- Se recomienda que para la implementación del método contar por lo menos con un integrante dentro del equipo de trabajo que conozca a detalle la herramienta a utilizar y el método propuesto, y otro que conozca el proceso a analizar.
- Se recomienda que para el plan de continuidad del método se emplee como marco de referencia la nueva versión de ITIL 4, ya que dicha versión se centra en la creación del valor añadido y en la entrega rápida de servicios de alta calidad, el cual además de no encontrarse contemplado en la versión de ITIL 3, es una apuesta prometedora que puede ayudar a optimizar las operaciones de TI de cualquier negocio.
- Para futuras investigaciones, este método podría aplicarse y validarse en diferentes sectores al de Salud; como, por ejemplo, en el sector Industrial, Transporte, etc. Esto debido a que dichos sectores cuentan con grandes cantidades de registros en sus sistemas y estos pueden ser aprovechados por el método propuesto no solo para medir la eficacia de este, sino que sirva de apoyo en la toma de decisiones para la mejora de sus procesos.

GLOSARIO

T&M. Este término es utilizado para representar a los proyectos de tipo tiempo y material.

Banca. Este término es utilizado para representar a los recursos que se encuentran sin proyectos asignados.

SIGLARIO

PMBOK Project Management Body of Knowledge

BPM Business Process Management

BPMN Business Process Model and Notation

EV Earned Value

PM Process Mining

DV Data Visualization

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. EsSalud (n.d.). Our Institution. Retrieved September 01, 2019, from EsSalud: <http://www.essalud.gob.pe/nuestra-institucion/>
2. EsSalud (n.d.). Institutional Statistics. Retrieved September 01, 2019, from EsSalud: <http://www.essalud.gob.pe/estadistica-institucional/>
3. EsSalud (2018) Presentation to the Labor and Social Security Commission of the Congress of the Republic. Retrieved September 01, 2019, from EsSalud: http://www.congreso.gob.pe/Docs/comisiones2018/Trabajo/files/04_09_2018_exposicion_presidenta_essalud_fiorela_molineli_situacion_financiera_de_essalud.pdf
4. EsSalud. (2019). 2019 Anual Memorandum. Retrieved September 01, 2019, from EsSalud: http://www.essalud.gob.pe/downloads/memorias/memoria_2019.pdf
5. Castillo, N. (2019). EsSalud loses more than S/2,900 millions in a year. Retrieved September 01, 2019, from El Comercio: <https://elcomercio.pe/economia/peru/essalud-pierde-s-2-900-millones-ano-noticia-616248>
6. Pimentel, P., & Acosta, J. (2018). Interventions to reduce waiting times for access to health services: Synthesis of Evidence. Retrieved September 01, 2019, from EsSalud: http://www.essalud.gob.pe/ietsi/pdfs/direcc_invest_salud/6_intervenc_para_reduc_tiem_p_espera_acceso.pdf
7. Armas, J., Aguirre, S., Coronado, A., & Evangelista, M. (2018). Evaluation of operational process variables in healthcare using process mining and data visualization techniques. Industry, Innovation, and Infrastructure for Sustainable Cities and Communities: Proceedings of the 17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology. doi:10.18687/LACCEI2019.1.1.286
8. Aalst, W. V. D., Adriansyah, A., Karla, A., Medeiros, A. D., Arcieri, F., Blickle, T., ... Wynn, M. (2011). Manifiesto sobre Minería de Procesos. Van der Aalst, W. (2012). Process Mining. ACM Transactions on Management Information Systems, 3(2), 1–17. doi:10.1145/2229156.2229157
9. Telea, A. C. (2014). Data Visualization: Principles and Practice, Second
10. Ahmed, Z., & Liang, B. T. (2019). Systematically Dealing Practical Issues Associated to Healthcare Data Analytics. Perspectives on Asian Tourism, 599–613. doi:10.1007/978-3-030-12388-8_42Gurgen Erdogan, T., & Tarhan, A. (2018). A Goal-Driven Evaluation

Method Based On Process Mining for Healthcare Processes. *Applied Sciences*, 8(6), 894.
doi:10.3390/app8060894

11. Orellana Garcia, A., Perez Ramirez, Y. E., & Armenteros Larrea, O. U. (2015). Process Mining in Healthcare: Analysis and Modeling of Processes in the Emergency Area. *IEEE Latin America Transactions*, 13(5), 1612–1618. doi:10.1109/tla.2015.7112022
12. Denton, B. T., Miller, A. J., Balasubramanian, H. J., & Huschka, T. R. (2010). Optimal Allocation of Surgery Blocks to Operating Rooms Under Uncertainty. *Operations Research*, 58(4-part-1), 802–816. doi:10.1287/opre.1090.0791
13. Akbarzadeh, B., Moslehi, G., Reisi-Nafchi, M., & Maenhout, B. (2019). The re-planning and scheduling of surgical cases in the operating room department after block release time with resource rescheduling. *European Journal of Operational Research*. doi:10.1016/j.ejor.2019.04.037