

Universidad Católica Redemptoris Mater

Facultad de Ingeniería y Arquitectura



Tesis monográfica para optar al título de Ingeniero Industrial

Plan de mejora de productividad en procesos productivos y de servicio

Propuesta de optimización de los procesos de servicios de ultrasonido del departamento de imagenología del Hospital Vivian Pellas mediante simulación computacional, durante el segundo trimestre de 2024.

AUTORES

Ramírez Guido, María Denisse
Tapia Niño, Fernanda Anaid
Villalobos Jiménez, Carlos Alberto

TUTOR CIENTÍFICO Y METODOLÓGICO

Mendoza Casanova, José Jesús
Máster en Docencia Universitaria, UAB, España
Doctor en Matemáticas Aplicadas, UNAN, Managua
ORCID: 0009-0006-9968-1986

Managua, Nicaragua

10 de Julio, 2024

CARTA AVAL TUTOR CIENTÍFICO Y METODOLÓGICO

Por medio de la presente, y en mi calidad de tutor científico y metodológico, certifico que el trabajo de investigación titulado:

Propuesta de optimización de los procesos de servicios de ultrasonido del departamento de Imagenología del Hospital Vivian Pellas mediante simulación computacional, durante el segundo trimestre de 2024, realizado por Ramírez Guido, María Denisse, Tapia Niño, Fernanda Anaid, Villalobos Jiménez, Carlos Alberto, cumple con las disposiciones institucionales, metodológicas y técnicas, que regulan esta actividad académica, y constituye su tesis monográfica para optar al título de Ingeniero Industrial.

Y para que así conste, en cumplimiento con la normativa vigente, autorizo a las y los egresados, reproducir el documento definitivo para su entrega oficial a la facultad correspondiente, para que pueda ser tramitada su lectura y defensa pública.

Managua, Nicaragua, 01 de julio de 2024.

Atentamente,

José Jesús Mendoza Casanova

Máster en Docencia Universitaria, UAB, España
Doctor en Matemáticas Aplicadas, UNAN, Managua
jmendoza8@unica.edu.ni

Dedicatoria

A Dios, por ser nuestra guía y fortaleza en cada paso de este camino. Gracias por darnos la sabiduría, paciencia y perseverancia para alcanzar esta meta.

A nuestros padres, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios invaluable. Gracias por creer en nosotros y por ser nuestra fuente de inspiración. Sin ustedes, este logro no hubiera sido posible.

A nuestra familia, por su comprensión, ánimo y cariño a lo largo de este proceso. Gracias por estar siempre a nuestro lado y por ser nuestro refugio en los momentos difíciles.

Con todo nuestro amor y gratitud,

Agradecimiento

Deseamos expresar nuestro más profundo agradecimiento a todas las personas que han contribuido a la realización de esta tesis.

A nuestros maestros, por compartir su conocimiento, dedicación y guía a lo largo de nuestra formación académica. Su apoyo y consejos han sido fundamentales para nuestro crecimiento profesional y personal. En especial, agradecemos a nuestros maestros José Jesús Mendoza Casanova, Jorge Luis Palacios Linarte y Fernando Tapia Zelaya, por su paciencia, orientación y valiosos comentarios que enriquecieron este trabajo.

A nuestros amigos, por su constante ánimo, compañerismo y por ser una fuente de motivación durante este proceso. Su apoyo emocional, amor incondicional y sus palabras de aliento fueron esenciales para mantenernos enfocados y perseverantes.

A todas las personas involucradas durante este proceso de investigación que se tomaron el tiempo y brindaron información necesaria para la elaboración de esta tesis, por su generosidad y disposición para compartir sus conocimientos y experiencias. Sin su colaboración, este trabajo no habría sido posible.

A todos, nuestro más sincero agradecimiento.

Resumen

La presente investigación se enfoca en la optimización de los procesos de servicios de ultrasonido en el Hospital Vivian Pellas a través de la simulación computacional.

Se recopilaron datos relevantes y se analizaron detalladamente para identificar áreas de mejora en los tiempos de espera y la eficiencia del servicio. Basándose en estos resultados, se recomendaron acciones específicas, como la actualización de los registros de programación de citas y la implementación de un sistema de clasificación de turnos, con el objetivo de mejorar la experiencia del paciente y aumentar la capacidad del hospital para atender a más pacientes.

En conclusión, la aplicación de la simulación computacional y las propuestas de mejora representan un enfoque integral para optimizar los procesos de imagenología, con el potencial de transformar positivamente la eficiencia y la calidad del servicio en el Hospital Vivian Pellas.

Palabras Claves

Ultrasonidos, Imagenología, tiempos de espera, Optimización, Simulación computacional, Clasificación de turnos, eficiencia y calidad.

Abstract

The present research focuses on the optimization of ultrasound service processes at Vivian Pellas Hospital through computational simulation.

Relevant data were collected and analyzed in detail to identify areas for improvement in waiting times and service efficiency.

Based on these results, specific actions were recommended, such as updating appointment scheduling systems and implementing a shift classification system, with the aim of improving the patient experience and increasing the hospital's capacity to serve more patients.

In conclusion, the application of computational simulation and improvement proposals represent a comprehensive approach to optimize imaging processes, with the potential to positively transform the efficiency and quality of service at Vivian Pellas Hospital.

Keywords

Ultrasound, imaging, waiting times, optimization, computer simulation, shift classification, efficiency and quality.

Índice

1. Introducción	9
2. Contexto del Problema	10
3. Antecedentes	11
4. Objetivos	16
4.1 Objetivo General	16
4.2 Objetivos Específicos	16
5. Pregunta de Investigación	17
6. Justificación.....	18
7. Viabilidad, Deficiencias y Consecuencias	20
8. Marco Teórico	22
8.1 Marco referencial.....	23
8.2 Marco conceptual	26
8.2.1 Definiciones y Sistematización de Términos Esenciales en la Atención Hospitalaria .	26
8.2.2 Definición y Sistematización de Términos Fundamentales en Ingeniería	30
8.2.3 Fundamentos y Definiciones Clave en Simulación de Sistemas.....	33
9. Marco Metodológico	42
9.1 Tipo de Investigación	42
9.2 Muestra Teórica	45
9.3 Recopilación de Datos.....	47
9.4 Procedimientos para el Procesamiento y Análisis de Información	49
54	
10. Resultados y Discusión.....	58
10.1 Análisis descriptivo.....	60
10.2 Análisis de simulación	65
10.3 Propuesta de mejora.....	75
11. Conclusiones	79
11.1 Conclusiones respecto a objetivos.....	80
12. Referencias	82
13. Anexos	83

Índice de Tablas

Tabla 1: Funcionamiento del servicio de las salas de ultrasonido.....	56
Tabla 2: Cronograma de Investigación.....	57
Tabla 3: Bitácora de enfermeras	83
Tabla 4: Bitácora de enfermeras	83
Tabla 5: Bitácora de enfermeras	84
Tabla 6: Bitácora de enfermeras	84
Tabla 7: Bitácora de enfermeras	85
Tabla 8: Bitácora de enfermeras.	85
Tabla 9: Bitácora de enfermeras.	86
Tabla 10: Bitácora de enfermeras.	87
Tabla 11: Bitácora de enfermeras.	87
Tabla 12: Bitácora de enfermeras	88

Índice de Figuras

Ilustración 1: Logo de Arena	49
Ilustración 2: Diagrama de flujo	54
Ilustración 3: Distribución de planta del área de imagenología del Hospital Vivian Pellas. 55	
Ilustración 4: Barra de herramientas de Arena	61
Ilustración 5: Reconocimiento de Input Analyzer	61
Ilustración 6: Llegada entre Pacientes.	62
Ilustración 7: Tiempo de espera para ingresar al ultrasonido.....	63
Ilustración 8: Hoja en blanco de Arena.....	66
Ilustración 9: Diseño de modelo de simulación actual para el Área de Imagenología Hospital Vivian Pellas.....	66
Ilustración 10: Añadir datos a Create.	67
Ilustración 11: Añadir datos al Hold.....	68
Ilustración 12: Añadir datos al Decide.....	68
Ilustración 13: Añadir datos brindados por Input Analyzer.	69
Ilustración 14: Añadir datos brindados por Input Analyzer.	70
Ilustración 15: Añadir datos brindados por Input Analyzer.	70
Ilustración 16: Añadir datos brindados por Input Analyzer.	71
Ilustración 17: Añadir porcentaje de pacientes que esperan resultados.	71
Ilustración 18: Añadir los tiempos de espera para recibir resultados.	72
Ilustración 19: Agregar Dispose.	73
Ilustración 20: Variable de salidas.....	73
Ilustración 21: Reloj en Arena.	74
Ilustración 22: Propuesta 1 de diseño de simulación para el Departamento de Imagenología Hospital Vivian Pellas.	75
Ilustración 23: Propuesta 2 de diseño de simulación para el Departamento de Imagenología Hospital Vivian Pellas.	77
Ilustración 24: Proceso de ultrasonido	88
Ilustración 25: Proceso de ultrasonido de Mama	89
Ilustración 26: Sala de espera de Imagenología	89

1. Introducción

En el ámbito hospitalario, la eficiencia y calidad del servicio son fundamentales para garantizar la satisfacción de los pacientes y optimizar el uso de los recursos disponibles. En el área de Imagenología, específicamente en las salas de ultrasonido, estos aspectos cobran una relevancia especial debido a la alta demanda de estos estudios y la necesidad de diagnósticos precisos y oportunos. Este estudio se centra en evaluar el tiempo de espera para la realización de diversos procesos de ultrasonido en un hospital que cuenta con cuatro salas dedicadas a este fin.

La razón principal para llevar a cabo esta investigación es analizar los factores que influyen en los tiempos de espera, con el objetivo de implementar mejoras que permitan reducir estos tiempos y, en consecuencia, incrementar la satisfacción de los pacientes. La reducción de los tiempos de espera no solo tiene un impacto positivo en la percepción del servicio por parte de los usuarios, sino que también puede atraer a un mayor número de pacientes al hospital, fortaleciendo su posición como centro de salud de referencia.

Este trabajo de investigación está dirigido a los pacientes que utilizan estos servicios. Además, para el personal de Imagenología, los resultados pueden servir como base para implementar prácticas más eficientes y orientadas al paciente. Estos también, se beneficiarán directamente de tiempos de espera más cortos y una experiencia de atención más satisfactoria.

La metodología incluye recopilar y analizar datos de tiempos de espera en cuatro salas de ultrasonido, identificando patrones y causas de demoras. Con esta información, se propondrán recomendaciones específicas para optimizar el servicio según los recursos y estándares del sector.

2. Contexto del Problema

El Hospital Vivian Pellas es un centro médico de renombre que se destaca por su excelencia en la prestación de servicios de salud de calidad.

Ubicado en la ciudad de Managua, Nicaragua, este hospital cuenta con instalaciones modernas y equipos de vanguardia que permiten el diagnóstico y tratamiento efectivo de una amplia gama de enfermedades y condiciones médicas.

Con un equipo de profesionales altamente capacitados y comprometidos con el bienestar de los pacientes, el Hospital Vivian Pellas se ha consolidado como un líder en el campo de la medicina en Nicaragua y la región circundante.

Su departamento de Imagenología es especialmente destacado, utilizando tecnología avanzada para realizar estudios radiológicos, resonancias magnéticas, tomografías computarizadas y otros procedimientos diagnósticos con precisión y rapidez.

Sin embargo, los tiempos en el sistema se van convirtiendo en un factor a considerar, en principio existe una escalada de la demanda de estos servicios, considerando lo necesarios que se muestran para los diagnósticos médicos especiales, unidos a padecimientos modernos, asociados a nuevos vectores de enfermedades.

En este entorno médico de vanguardia, se plantea una tesis que busca optimizar los tiempos de espera dentro del ámbito de la Imagenología, particularmente en ultrasonidos, con el objetivo de mejorar, aún más, la calidad de la atención médica brindada en el Hospital Vivian Pellas, disminuyendo la estadía en el sistema de los usuarios, de los servicios, que se ofertan en el departamento en mención.

3. Antecedentes

La mejora en los procesos de servicios en general, como un componente de la calidad, ha sido cada día más un campo de estudio fundamental, marcando una tendencia en la búsqueda de eficacia y eficiencia en la producción de bienes y servicios y no solo en procesos productivos.

En el hospital Vivian Pellas, como iniciativa estratégica para mejorar la eficiencia y la calidad de la atención médica, surge la oportunidad de mejorar los servicios de ultrasonido del departamento de Imagenología, a través de un estudio que permita la optimización de sus procesos, usando análisis de información y simulación como herramientas de estimación de mejores condiciones o indicadores que optimicen los resultados.

En particular, dentro de los servicios de Imagenología, como en casi todos los departamentos con recursos finitos, se dan tiempos de espera dentro del sistema. En algunos casos, los tiempos de espera pueden ser causa de insatisfacción de los pacientes, por tanto, es importante reducirlos a niveles aceptables o estandarizarlos según su clasificación, con el fin de mejorar la calidad del servicio.

En la era moderna de la atención sanitaria, los avances tecnológicos en el campo de la Imagenología han revolucionado el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades. Sin embargo, para aprovechar al máximo estas tecnologías, es esencial optimizar los procesos y los métodos, para la satisfacción de los usuarios del sistema.

Esta introducción establece el contexto para explorar y verificar; cómo una estrategia de optimización puede transformar positivamente el servicio de Imagenología en un entorno hospitalario.

El uso de análisis de información y simulación de procesos discretos en servicios hospitalarios, similares a lo que se propone realizar en el departamento de Imagenología

en este estudio, no es algo nuevo, se han realizado diversos en diferentes lugares y han sido tratados como propuestas para la optimización o mejora. A continuación, en esta sección se presentan algunos casos realizados en el ámbito internacional.

Arribasplata, D. K., Díaz, C. L. Ortega, R.F. (2016). En la Universidad Privada del Norte, Perú, se realiza el estudio, Influencia de un sistema de simulación aplicando la teoría de colas en el área de consultorios externos en el Hospital Regional de Cajamarca, para reducir tiempos de espera. Ese estudio tenía como objetivo optimizar los tiempos de espera como causa de insatisfacción en pacientes.

El inconveniente de los tiempos de espera es silencioso y desafortunadamente, en el país este problema, no es reciente, y ya tiene tiempo perjudicando a un buen número de usuarios en todas las regiones del país (Reyna, 2012). Por esta razón se consideró realizar un análisis y una evaluación con el apoyo de un sistema de simulación, aplicando la teoría de colas para reducir tiempos de espera en el área de consultorios externos del Hospital Regional de Cajamarca, para identificar si un sistema de simulación contribuye a reducir los tiempos de espera en el área de estudios.

Dentro del plan de desarrollo de la investigación, se incluyó previamente un diagnóstico para identificar la causa principal por la que se generan las largas colas.

El uso de un sistema de simulación aplicando la teoría de colas, fue usado primero, para valorar la condición actual de los pacientes y determinar potenciales causas de tiempos excesivos.

Seguidamente, se analizan los recursos a fin de encontrar la mejor solución para aminorar el problema; se utilizan como principales herramientas informáticas de simulación al Microsoft Excel y Promodel.

El resultado de la mejora en su estudio resultó ser factible y viable, lograron aumentar a un 94% la eficiencia del servicio y en su análisis costo-beneficio, por cada sol invertido obtienen 1.25 soles. Concluyeron que era factible técnica y económicamente.

El análisis está basado en la toma de tiempos a partir de la observación directa, además se realizaron encuestas al personal asistencial y a los pacientes que acuden al área de consultorios externos, para determinar el grado de satisfacción antes y después de la mejora propuesta. Así mismo, se logró realizar un análisis de correlación, para ver en qué medida el sistema de simulación influye en la reducción de tiempos de espera.

Bustillos, E. I., Laica, N.R. Enero a Junio del 2014. De igual forma en la Universidad Uniandes, Ecuador, hicieron el estudio: Estrategias de gestión para disminuir los tiempos de espera en el servicio de emergencia del Hospital IESS Ambato. Valoraron que la disminución de los tiempos de espera para la atención médica en los servicios de Emergencia, es un tema de preocupación mundial ya que de la atención oportuna depende la vida de un paciente, sumando a esto la calidad y calidez de la misma.

En ese estudio analizaron los tiempos de espera (ingreso – ticket, ticket – triaje y triaje – atención médica) en el servicio de Emergencia del Hospital IESS Ambato en el periodo de enero a junio del 2014.

Los resultados que obtuvieron demostraron que la mayor afluencia de pacientes ocurre en el horario de la mañana y la prioridad mayormente atendida es la categoría amarilla.

Al cotejar los resultados de los tiempos de espera del servicio con los tiempos de espera apropiados que sugiere el sistema de Triaje de Manchester, que se maneja en el servicio para categorizar a los pacientes, se determinó que, en la mayoría de los casos, los usuarios tienen que esperar el tiempo apropiado para cada categoría.

Se evidenció también, que casos categorizados como azul se atendieron en menor cantidad que los esperados, sin embargo, siguen constituyendo una causa para la demora en la atención de casos más complejos en el servicio.

También se determinó que los usuarios no reciben, apropiadamente, información en el servicio que les oriente sobre el manejo de los pacientes y el protocolo de atención. Los resultados de la prueba de conocimiento del triaje de médicos y enfermeras demuestran que no existen conceptos claros sobre el triaje, sin embargo, los pacientes califican la atención del personal como muy buena y excelente.

Masias, J.A. Díaz, E.M. (2020). Universidad César Callejo, Perú. Análisis de tiempo de espera y satisfacción del usuario en el área de emergencia del centro de salud Ciudad Victoria Guayaquil.

El objetivo del estudio era analizar la influencia del tiempo de espera en la satisfacción del usuario en las áreas de emergencia del Centro de Salud Ciudad Victoria, 2020.

El estudio se concentró en la evaluación de los tiempos de espera en áreas como triaje, laboratorio, antesala y Rayos X.

Estudio con enfoque cuantitativo, básico, un diseño no experimental, transversal correlacional, la población la integran 246 usuarios y con el muestreo probabilístico aleatorio, se obtuvo una muestra de 150 usuarios que solicitaron la asistencia médica por un periodo de 3 meses, los mismos cumplían con los criterios de inclusión.

Para obtener la información se emplearon la técnica de la encuesta, con un cuestionario, obteniendo como resultados que los usuarios califican el tiempo de espera, (80%) en el nivel alto, de igual forma las dimensiones alcanzaron el (95%).

En cuanto la satisfacción del usuario el (78%) calificó como insatisfecho, y (94%) en sus dimensiones. Concluyeron que las instituciones de la salud deben considerar como aspectos preferenciales el tiempo de espera, actualmente se está considerando este aspecto con el fin de establecer procedimientos y conseguir una atención eficiente, la misma que será evidenciada a través de la percepción de los usuarios.

En el Hospital Vivian Pellas se han realizado algunos estudios sobre tiempos para la mejora de la atención en las áreas de laboratorios; sin embargo, la metodología empleada y la información de los resultados no se pudieron obtener para definir la similitud con el presente estudio.

Como hemos notado, el uso de metodologías de estudios para mejorar los procesos de mejora de servicios en centros médicos y hospitalarios, independiente de los medios y formas utilizadas, incluyendo softwares de simulación, no es nuevo, por tanto, el presente estudio retoma y se apoya en esas metodologías y medios, para proponer potenciales mejoras en el servicio del departamento de imagenología, principalmente en ultrasonidos.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

- Desarrollar propuesta de optimización de los procesos de servicios de ultrasonido del departamento de imagenología del Hospital Vivian Pellas, mediante simulación computacional, durante el segundo trimestre de 2024.

4.2 Objetivos Específicos

- Ejecutar un diagnóstico del funcionamiento del área de ultrasonido por medio de la utilización de modelos analíticos, gráficos y funcionales, utilizando los datos registrados sobre el historial del servicio que se presta.
- Diseñar una simulación programada, utilizando el software Arena 16.2, que permita la identificación de los factores de gestión y de satisfacción en el funcionamiento del área.
- Evaluar los resultados, utilizando los indicadores de calidad, para la realización de conclusiones y recomendaciones considerando el escalamiento en la calidad del servicio.

5. Pregunta de Investigación

- ¿Cómo mejorar la eficiencia y calidad del servicio en el área de Imagenología, si se realiza un análisis de procesos, empleando herramientas de simulación?
- ¿La calidad del servicio en el área de Imagenología, puede ser mejorada a través del análisis de procesos, empleando herramientas de simulación?
- ¿La simulación de los procesos en el área de Imagenología, hace posible planificar el escalamiento de los servicios en calidad y cantidad, considerando que se manipulan las variables de interés?

6. Justificación

La presente investigación surge como respuesta a la necesidad de comprender y mejorar la calidad de los servicios de ultrasonidos ofrecidos en el departamento de imagenología del Hospital Vivian Pellas en Managua.

Dada la importancia trascendental de esta área en la detección de enfermedades y el seguimiento de tratamientos médicos, resulta fundamental mejorar la percepción de los pacientes respecto a la atención recibida.

El Hospital Vivian Pellas ha sido seleccionado como el escenario de estudio debido a su reconocida reputación y su capacidad para atender a una amplia gama de pacientes, tanto nacionales como extranjeros. Con una afluencia anual de más de mil pacientes y la certificación de Joint Commission International (JCI), el hospital se destaca como un referente en la región.

El análisis se enfoca especialmente en el segundo trimestre del año 2024, período en el cual se registra un aumento significativo en la demanda de servicios en el departamento de Imagenología. Este hecho plantea desafíos en términos de tiempos de espera y calidad de atención, lo que justifica la necesidad de abordar estos parámetros, a través de una investigación detallada.

Una de las metas de este estudio es evaluar la satisfacción del paciente dentro del departamento de Imagenología, identificando factores de mejora que puedan optimizar la eficiencia operativa y la calidad del cuidado ofrecido. Al comprender cómo los tiempos de espera y otros aspectos del servicio afectan la experiencia del usuario, se busca contribuir a la implementación de medidas que garanticen un servicio de alta calidad y satisfacción del paciente en todo momento.

Al realizar este estudio centrado en los tiempos de espera, se puede aportar una serie de beneficios tangibles e intangibles al Hospital Vivian Pellas. Se puede considerar que la organización puede identificar áreas específicas donde se producen retrasos innecesarios.

Esta comprensión será más profunda de los puntos críticos de los procesos y permitirá una mejor asignación de recursos y una optimización de los flujos de trabajo, lo que a su vez conduce a una mayor eficiencia y una reducción de los costos operativos.

Además, al reducir los tiempos de espera, el hospital puede mejorar significativamente la satisfacción del cliente. La capacidad de ofrecer tiempos de espera más cortos y una experiencia de servicio más fluida puede tener un impacto positivo en la percepción del cliente sobre la calidad del servicio y fortalecer la lealtad del cliente hacia la marca. Esta mejora en la satisfacción del cliente puede ser un factor crucial para mantener una ventaja competitiva en el mercado.

Otro beneficio importante es el aumento de la productividad y la rentabilidad. Al minimizar los tiempos de espera, se reduce el tiempo improductivo y se aumenta la capacidad de producción o prestación de servicios.

Esta mayor eficiencia puede traducirse directamente en una mejora de la rentabilidad de la empresa, ya que se aprovechan mejor los recursos disponibles y se minimizan los costos asociados con la inactividad o la espera.

Al identificar áreas de mejora y oportunidades para optimizar los procesos, se pueden explorar nuevas tecnologías, prácticas o enfoques que conduzcan a mejoras significativas en la eficiencia y la calidad del servicio.

7. Viabilidad, Deficiencias y Consecuencias

Las limitaciones existentes en el departamento de Imagenología del hospital son diversas y tienen un impacto significativo en la eficiencia y calidad del servicio. En primer lugar, la falta de control del tiempo de espera en el área de Imagenología es un aspecto crítico que afecta la eficiencia operativa. Los tiempos de espera no gestionados adecuadamente pueden llevar a demoras innecesarias en la atención, afectando la satisfacción del paciente y la eficacia de los procesos clínicos.

Otra restricción importante es la falta de estandarización de los tiempos de atención y la ausencia de un sistema de señalización eficiente. La falta de normas claras sobre los tiempos de atención puede resultar en movimientos innecesarios y prolongación de los tiempos de espera.

La comunicación inadecuada entre el personal médico y los pacientes también es una limitación relevante.

La falta de una comunicación clara puede llevar a una sobreestimación de la urgencia de las necesidades de los pacientes y a una percepción distorsionada del tiempo de espera, lo que afecta negativamente la experiencia del paciente.

Finalmente, la gestión inadecuada de las listas de espera es un factor crítico que contribuye a los problemas de tiempo de espera en el hospital. Sin un manejo adecuado de las listas y prioridades, los pacientes pueden experimentar demoras injustificadas en el acceso a servicios críticos de Imagenología.

La viabilidad de mejorar el departamento de Imagenología en el hospital es muy elevada, pero mediante la implementación de estrategias efectivas. Estas incluyen establecer un sistema robusto para recopilar datos precisos sobre las necesidades de los pacientes, gestionar de manera eficiente los tiempos de espera, mejorar los

protocolos e implementar sistemas eficientes para gestionar las listas de espera y priorizar casos urgentes.

8. Marco Teórico

El marco teórico del presente informe, se basa en brindar referencias de investigaciones previas o relacionadas con los tiempos de espera que pueden tener relevancia para el proyecto de investigación. De igual forma se proporciona una base conceptual para entender los términos que se abordan en este documento.

En el ámbito de la salud, la eficiencia y la calidad en la prestación de servicios son aspectos cruciales para el bienestar de los pacientes y la sostenibilidad de las instituciones sanitarias.

El departamento de Imagenología, encargado de realizar estudios diagnósticos por imágenes, es una unidad esencial dentro del hospital, ya que su funcionamiento impacta directamente en el diagnóstico y tratamiento de una amplia variedad de patologías.

La creciente demanda de servicios de Imagenología, junto con la necesidad de ofrecer resultados precisos y en tiempos adecuados, plantea retos significativos en cuanto a la gestión de recursos y la optimización de procesos.

Para abordar estos desafíos, la simulación computacional se ha consolidado como una herramienta valiosa en la investigación operativa y en la gestión sanitaria. Esta técnica permite crear modelos virtuales de los procesos existentes, facilitando el análisis de diferentes escenarios y la evaluación del impacto de posibles mejoras sin interferir con las operaciones reales del hospital.

Mediante la simulación, es posible identificar cuellos de botella, prever la utilización de recursos y evaluar estrategias de optimización que pueden llevar a una reducción significativa en los tiempos de espera y una mejora en la eficiencia operativa.

En este contexto, la presente tesis se centra en la propuesta de optimización de los procesos de servicios de ultrasonido del departamento de imagenología del Hospital Vivian Pellas mediante simulación computacional, durante el segundo trimestre de 2024 mediante la aplicación de simulación computacional.

La investigación busca, no solo, aumentar la eficiencia y reducir los tiempos de espera, sino también mejorar la experiencia del paciente y la satisfacción del personal sanitario.

A través de un enfoque metodológico riguroso, se pretende proporcionar una solución innovadora y basada en datos que contribuya al desarrollo de prácticas más eficientes y efectivas en el ámbito de la Imagenología médica.

8.1 Marco referencial

En el proceso de recopilación de documentación para esta investigación, es importante destacar los siguientes artículos:

Alarcón, A. & Calderón, W. (2020). A partir de los datos se generó una simulación de la atención mediante el software FlexSim para determinar el comportamiento del sistema y poder establecer qué espacios analizar para la definición de las propuestas de mejora.

La propuesta se realizó buscando reducir los costos con referencia a tener que contratar otro médico, por tanto, se aprovechó el recurso disponible y se definió el camino a seguir para la implementación funcional.

Se realizó una simulación nuevamente, la cual mostró un cambio positivo en los tiempos de espera respecto al sistema normal, finalmente se evaluó el proyecto técnica,

económica y financieramente y se obtuvo mediante la TIR que el proyecto es viable para su implementación.

Sánchez, J. Martínez, S. & Bernal, J. (2005) El objetivo perseguido ha sido conseguir dimensionar el nivel necesario de sesiones quirúrgicas programadas dentro del hospital para evitar demoras y desvíos a otros centros hospitalarios.

Para este fin se ha simulado el funcionamiento actual de la LEQ proponiendo además la utilización de 3 prioridades según el nivel de gravedad de los pacientes, demostrando que esta segunda simulación obtiene mejores resultados que la práctica habitualmente utilizada. Finalmente, se determina qué capacidad debe tener el centro hospitalario para evitar demoras medias superiores a 45 días de espera y conseguir que ningún paciente tenga que esperar más de 180 días.

Gómez (2019) afirma en su estudio realizado que tiene como objetivo principal determinar acciones, mediante la gestión por procesos, que permitan reducir el tiempo de espera de los pacientes, desde que surge la necesidad de la cita médica hasta que esté efectivamente es atendido por un especialista en la consulta externa, en el Hospital Carlos Andrade Marín.

Entre los principales resultados de la investigación, se ha encontrado que existen problemas dentro de los procesos ligados a la consulta externa del Hospital Carlos Andrade Marín.

Ante ello, se propusieron estrategias, actividades, riesgos y sus contramedidas, con la finalidad de resolver los problemas en el proceso de asignación de turnos; es decir, medidas que impacten en mejorar el tiempo de espera para recibir una atención efectiva por un especialista.

Sin embargo, varias acciones sugeridas involucran a instancias externas al HCAM, tales como unidades médicas de la seguridad social, Ministerio de Salud Pública, Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, entre otras, de manera que si no existe una cohesión entre las entidades responsables no se podrá poner fin al problema de los tiempos de espera.

Arribasplata, D y Díaz, C. (2016). En su estudio investigativo de análisis y una evaluación de la influencia de un sistema de simulación aplicando la teoría de colas para reducir tiempos de espera en el área de consultorios externos del Hospital Regional de Cajamarca, para identificar si dicha influencia de un sistema de simulación contribuye a reducir los tiempos de espera en el área de estudios.

Para el desarrollo de la investigación, afirmaron que se realizó previamente un diagnóstico para identificar la causa principal por la que se generan las largas colas. Los resultados de la mejora fueron factibles y viables, puesto que se buscó maximizar los recursos y se logró aumentar en un 94% la eficiencia del servicio.

En cuanto al análisis costo- beneficio obtuvimos que por cada sol invertido se obtendrá un beneficio de 1.25 soles, reafirmando otra vez que esta tesis es factible tanto técnica como económica.

Canchanya Gago, L. D., Quispe Felipe, K. S. (2019). Reflejan la metodología de la teoría de Colas y la simulación.

El objetivo de la investigación fue determinar de qué manera la reducción del tiempo de espera en el área de admisión influye en los ingresos perdidos por los pacientes del centro de salud Túpac Amaru II.

Como resultado se obtuvo que se debía aumentar una ventanilla más para la atención en admisión, el porcentaje del tiempo que el paciente demora en espera se reduce del 95.22% al 88.43% representando un beneficio para los pacientes ya que el

tiempo de espera para ellos tuvo una reducción del 7% aproximadamente, lo cual se ve reflejado en una recuperación de los ingresos que pierden por el tiempo que se encuentran en espera.

8.2 Marco conceptual

8.2.1 Definiciones y Sistematización de Términos Esenciales en la Atención Hospitalaria

Imagenología

La imagenología, que está conformada fundamentalmente por Radiodiagnóstico, Medicina Nuclear y Radioterapia, es un concepto que se utiliza para nombrar al conjunto de técnicas y procedimientos que permiten obtener imágenes del cuerpo humano con fines clínicos y/o científicos.

Dentro de estas técnicas encontramos: la radiología, la termografía médica, la endoscopia, la microscopía, la fotografía médica y la electroencefalografía. AdminAPacs. (2020)

Importancia de la imagenología

Según la información proporcionada en los artículos de SciELO y Kenhub, la imagenología médica es de gran importancia en el ámbito de la salud por las siguientes razones:

- Permite obtener imágenes detalladas del interior del cuerpo humano de manera no invasiva, lo que facilita el diagnóstico preciso de enfermedades, lesiones o anomalías.
- Ayuda a los médicos a planificar y guiar procedimientos quirúrgicos, radioterapia y otros tratamientos de manera más efectiva.
- Posibilita el monitoreo de la evolución de enfermedades y la respuesta a los tratamientos a lo largo del tiempo.
- Reduce la necesidad de realizar procedimientos quirúrgicos invasivos para obtener información sobre el estado de salud del paciente.

- Contribuye a mejorar la calidad y eficiencia de los servicios de salud, lo que redundará en un mejor diagnóstico y tratamiento de los pacientes.

Por lo tanto, la imagenología es un componente fundamental en el sistema de salud moderno, ya que permite obtener información valiosa para el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades de manera menos invasiva y más precisa. Optimizar los procesos del departamento de imagenología de un hospital es crucial para brindar una atención médica de alta calidad a los pacientes.

Ultrasonido

El ultrasonido es una tecnología médica esencial que emplea ondas sonoras de alta frecuencia, generalmente superiores a 20 kHz, para obtener información detallada sobre los órganos y tejidos internos del cuerpo humano.

Su versatilidad, seguridad y carácter no invasivo lo convierten en un instrumento ampliamente utilizado en diversas áreas de la medicina.

A continuación, se describen algunas aplicaciones clave del ultrasonido en el campo médico. Clínica U. Navarra. (s. f.)

Resonancia

La resonancia magnética es una técnica de obtención de imágenes médicas que utiliza un campo magnético y ondas de radio generadas por computadora para crear imágenes detalladas de los órganos y de los tejidos del cuerpo. Mayo Clinic. (2023)

TAC (Tomografía Axial Computarizada)

El TAC, o Tomografía Axial Computarizada, es una prueba diagnóstica utilizada para crear imágenes detalladas de los órganos internos, huesos, tejidos blandos y vasos sanguíneos. Es un examen médico que reproduce múltiples imágenes del interior del cuerpo. A través de un monitor conectado a una máquina de rayos X, el radiólogo o médico especialista en realizar el TAC, puede pre visualizar las imágenes detalladas del cuerpo. Top Doctors (2023).

Radiografía

Una radiografía es una prueba segura e indolora que usa una pequeña cantidad de radiación (rayos X) para generar una imagen de los huesos, órganos y otras partes del cuerpo.

Las imágenes de las radiografías son en blanco y negro. Las partes densas del cuerpo, como los huesos, bloquean el paso de los rayos X a través del cuerpo. Estas partes se ven blancas en la imagen. Los tejidos más blandos, como la piel y los músculos, permiten el paso de los rayos X a través de ellos. Estos tejidos se ven más oscuros en la imagen. Larissa Hirsch (2022).

Bitácora

El concepto de bitácora se refiere a un registro cronológico de actividades, eventos o procesos que se lleva a cabo en diferentes contextos, como proyectos, investigaciones, viajes o incluso en la vida personal.

Originariamente, la bitácora era un mueble en los barcos que contenía la brújula y servía como lugar para registrar el desarrollo de los viajes marítimos. En la actualidad, el término se ha extendido a otros ámbitos, como la informática, donde se asocia con los weblogs o blogs, que son registros virtuales de información sobre una temática específica.

También se utiliza en el ámbito laboral o académico como un cuaderno donde se anotan los avances y resultados de un proyecto, incluyendo hipótesis, observaciones, ideas, datos y obstáculos. Real Academia Española. (s.f.)

Servicios de salud

Para la Organización Mundial de la Salud. (2021). El concepto de servicios de salud se refiere a las actividades y recursos destinados a promover, mantener o restaurar la salud de las personas. Estos servicios abarcan una amplia gama de acciones que van desde la prevención de enfermedades hasta el tratamiento y la atención médica.

Atención al paciente

La atención al paciente es un aspecto crucial en la prestación de servicios de salud, donde la comunicación efectiva, el respeto por la dignidad del paciente y la transparencia en la información son fundamentales.

La calidad de la atención médica se vincula estrechamente con principios éticos que buscan garantizar un trato equitativo y justo para todos los pacientes, independientemente de su condición socioeconómica. Es esencial considerar la limitación de prestaciones sanitarias y la utilización adecuada de tecnologías y tratamientos para asegurar una atención centrada en las necesidades y expectativas de cada individuo.

La comunicación entre el paciente y el equipo de salud desempeña un papel crucial en la experiencia del paciente, influyendo en su satisfacción, comprensión de su diagnóstico y confianza en el cuidado recibido.

Informar al paciente de manera clara y respetuosa, respetando su derecho a la verdad y a la toma de decisiones informadas, contribuye significativamente a su bienestar emocional y a una atención de calidad.

La personalización de la experiencia del paciente, la colaboración entre profesionales de la salud y la documentación detallada de su historial son elementos clave para ofrecer una atención integral y personalizada.

En la actualidad, la atención al cliente en el sector de la salud ha evolucionado hacia un enfoque más centrado en el paciente, donde la empatía, la comunicación cercana y la personalización de los servicios son aspectos valorados.

La optimización del servicio y la atención al cliente en salud se traduce en la mejora de la experiencia del paciente, la eficiencia en la atención y la creación de un ambiente acogedor y orientado a las necesidades individuales de cada persona.

Estos cambios reflejan una tendencia hacia una atención más humanizada y centrada en el bienestar integral del paciente. Latam, S. (2023).

8.2.2 Definición y Sistematización de Términos Fundamentales en Ingeniería

Calidad

La calidad se refiere a la medida en que un producto o servicio cumple o supera las expectativas del cliente. La calidad también puede incluir la fiabilidad, el rendimiento, la durabilidad y otros aspectos que son importantes para el cliente. Hammond, M. (2023).

Importancia de la calidad

La calidad es importante porque afecta directamente la satisfacción del cliente y la reputación de la empresa. Si un producto o servicio no cumple con las expectativas del cliente, es probable que no lo compren de nuevo y que hablen mal de la empresa que se los proporcionó. Vera, J. (2023).

Procesos

Los procesos en el contexto de la imagenología hospitalaria se refieren a las actividades y flujos de trabajo involucrados en la realización de estudios de diagnóstico por imágenes, desde la solicitud inicial hasta la entrega del informe final al médico solicitante. Díaz, Raquel (2014).

Eficiencia

La eficiencia en el departamento de imagenología se refiere a la capacidad de realizar las actividades relacionadas con los estudios de diagnóstico por imágenes de manera óptima y efectiva, maximizando la calidad de los resultados y minimizando el uso de recursos, como tiempo, personal y equipos. Díaz, Raquel (2014).

Tiempo de espera

En el contexto de un hospital, el tiempo de espera se relaciona con el lapso que los pacientes pasan desde su llegada al centro médico hasta que reciben la atención médica necesaria. Zendesk. (2023).

Optimización de procesos

El objetivo principal de la optimización de procesos es maximizar el valor generado para los clientes y stakeholders, minimizando al mismo tiempo el uso de recursos y el tiempo requerido para alcanzar los resultados deseados. Anónimo (s. f)

Mejora continua

En el contexto de una organización de salud, como un hospital, la mejora continua implica la búsqueda constante de formas de optimizar la atención médica, los procesos administrativos, la eficiencia operativa y la satisfacción del paciente.

Al adoptar un enfoque de mejora continua, los hospitales pueden identificar áreas de oportunidad, implementar cambios graduales, medir el impacto de esas mejoras y ajustar continuamente sus prácticas para lograr resultados óptimos. Anónimo (s. f)

Satisfacción del paciente

La satisfacción del paciente es un componente fundamental en la prestación de servicios de salud, ya que un paciente satisfecho no solo es más propenso a seguir las recomendaciones médicas, sino que también es más probable que regrese al mismo proveedor de atención médica en el futuro.

Además, la satisfacción del paciente puede influir en la reputación de un hospital o clínica, así como en la lealtad de los pacientes y su disposición a recomendar los servicios a otros.

Para medir la satisfacción del paciente, se utilizan diversas herramientas como encuestas, entrevistas, análisis de quejas y sugerencias, entre otros métodos. Estos datos recopilados permiten a los proveedores de atención médica identificar áreas de mejora, fortalezas y debilidades en la atención al paciente, lo que a su vez les ayuda a implementar cambios positivos para optimizar la experiencia del paciente. Cueva, J. Castello W (2023).

¿Cuál es el impacto de la gestión de tiempos de espera en la eficacia de los servicios de salud y en los resultados clínicos de los pacientes?

La gestión efectiva de los tiempos de espera en los servicios de salud es fundamental para mejorar la eficacia de la atención médica y los resultados clínicos de los pacientes.

Al reducir los tiempos de espera, se optimiza la utilización de los recursos, se agilizan los procesos clínicos y se aumenta la productividad de los servicios de salud. Esta mejora en la eficacia se traduce en una atención más oportuna y eficiente, lo que contribuye a una mayor satisfacción de los pacientes y a una mejor organización de los servicios de salud.

Además, la reducción de los tiempos de espera tiene un impacto directo en los resultados clínicos de los pacientes. Al recibir atención médica de manera más rápida, se favorece la detección temprana de enfermedades, se facilita un tratamiento más efectivo y se promueve una recuperación más rápida. Esta atención sin largas esperas también contribuye a la reducción de complicaciones, minimizando el riesgo de efectos adversos y favoreciendo una evolución positiva de las condiciones de salud de los pacientes.

En última instancia, una gestión adecuada de los tiempos de espera no solo mejora la eficacia de los servicios de salud y los resultados clínicos, sino que también impacta en la experiencia global de los pacientes.

Una atención sin demoras excesivas no solo mejora la satisfacción del paciente, sino que también puede influir en su adherencia al tratamiento, en su bienestar emocional y en su percepción general de la calidad de la atención recibida. Anónimo (s. f)

Insights

Según Alonso, M. (2024). Los insights son la idea brillante, el descubrimiento de la pista que nos ayuda a resolver un problema y que revela las claves para desarrollar la estrategia adecuada.

8.2.3 Fundamentos y Definiciones Clave en Simulación de Sistemas

Sistema

Se entiende por un sistema a un conjunto ordenado de componentes relacionados entre sí, ya se trate de elementos materiales o conceptuales, dotado de una estructura, una composición y un entorno particulares. Se trata de un término que aplica a diversas áreas del saber, como la física, la biología y la informática o computación. Equipo editorial, Etecé. (2021).

Los sistemas se suelen categorizar como continuos o discretos.

- En un sistema discreto, las variables de estado cambian sólo en instantes concretos (discretos) de tiempo.
- En un sistema continuo, las variables cambian en cualquier instante de tiempo de manera continua.

Simulación

El concepto de simulación en el contexto de la optimización de procesos se refiere al uso de modelos computacionales o matemáticos para imitar el comportamiento y la interacción de un sistema real a lo largo del tiempo.

La simulación permite experimentar con diferentes escenarios y condiciones sin necesidad de intervenir en el sistema real, lo que facilita la evaluación de cambios y la identificación de mejoras potenciales. Belda, Grande (2009)

Modelo

Según la Universidad en Internet un modelo de simulación es una representación de una realidad que tiene como objetivo predecir y analizar el comportamiento de un sistema o proceso. Este modelo se utiliza para investigar, analizar y predecir el comportamiento de sistemas complejos y dinámicos, lo que permite tomar decisiones informadas y optimizar procesos.

Los modelos de simulación pueden ser analíticos, discretos, continuos, orientados a objetos, y otros, cada uno con sus propias características y aplicaciones específicas.

Tipos de modelos de simulación

Según Industrias GSL (2021) los modelos de simulación más comunes son:

- **Métodos analíticos:** Ofrecen apreciaciones sobre hechos agregados con mayor precisión que el análisis correspondiente por series de datos. Consiste en nódulos ensamblados entre que funcionan en una red multinivel.
- **Métodos discretos:** En este procedimiento las variables se desarrollan sobre un conjunto de puntos de forma comedida. En esta técnica los puntos compiten los unos con otros.
- **Métodos continuos:** Este comportamiento se basa en la simulación de ecuaciones diferentes, que expresan la diferenciación de tiempo de cada variable de estado. Son compatibles con procesos de producción constante o de gran volumen.
- **Métodos orientados a objetos:** Entiende a los distintos factores que hacen parte de la simulación como objetos y cada uno de ellos está conformado por una combinación de información y procesos que se combinan para crear un modelo específico, como, por ejemplo. el objeto producto o cliente, en ambos intervienen diversos factores que son orientados con un objetivo.

¿Por qué hacer simulación?

Según la Universidad Autónoma de Madrid la simulación es una representación de la realidad cuyo objetivo es predecir y analizar el comportamiento de un sistema o

proceso. Este modelo permite investigar y prever cómo funcionarán sistemas complejos y dinámicos, ayudando a tomar decisiones más informadas y a optimizar diversos procesos. Su capacidad para recrear situaciones sin necesidad de experimentar en la realidad la hace una herramienta muy valiosa.

En el ámbito del entrenamiento, tanto civil como militar, la simulación es fundamental debido a los altos costos o peligros de usar equipo real en situaciones reales. Esto permite a los aprendices practicar y cometer errores sin consecuencias graves, especialmente en sistemas críticos de seguridad. Así, se prepara al personal para enfrentar situaciones críticas con mayor seguridad y efectividad.

La simulación se clasifica en varias categorías: la simulación de "Vida", donde personas reales utilizan equipos simulados en el mundo real; la simulación "Virtual", en la cual personas reales usan equipos simulados en entornos virtuales; y la simulación "Constructiva", donde personas simuladas operan equipos simulados en entornos simulados.

Cada tipo ofrece beneficios específicos dependiendo del contexto y los objetivos del entrenamiento o análisis.

Además de la capacitación, la simulación es útil para el diseño y evaluación de sistemas, permitiendo prever comportamientos bajo distintos escenarios y optimizar decisiones. Esto es especialmente beneficioso en la industria, donde se pueden anticipar respuestas a cambios y mejorar la eficiencia operativa.

También ayuda a reducir gastos y riesgos, ya que se basa en datos y análisis detallados, mejorando así la toma de decisiones estratégicas. En resumen, la simulación es una herramienta crucial para entender y mejorar el rendimiento de sistemas complejos.

Ventajas e inconvenientes de la simulación

La simulación presenta una serie de ventajas significativas que la convierten en una herramienta poderosa para el análisis y la toma de decisiones.

Es un proceso relativamente eficiente y flexible que permite estudiar situaciones reales complejas sin interferir con los sistemas del mundo real.

Además, en algunos casos es el único método disponible para resolver problemas importantes. La simulación proporciona a los directivos varias opciones de decisión y les permite incluir complicaciones del mundo real en sus análisis.

Otra ventaja importante es que permite acelerar fenómenos y estudiar los efectos interactivos de los componentes de un sistema, lo que facilita un entendimiento profundo del mismo. Finalmente, es más barato mejorar el sistema vía simulación que en el sistema real, y permite analizar sistemas más complejos o con mayor detalle.

Sin embargo, la simulación también presenta algunas desventajas que deben tenerse en cuenta. Puede ser costoso y llevar mucho tiempo desarrollar un buen modelo de simulación, y no genera soluciones óptimas a problemas de análisis cuantitativo.

Los directivos deben generar las condiciones y restricciones para analizar las soluciones, y las soluciones e inferencias no son usualmente transferibles a otros problemas.

Además, la simulación es imprecisa y no se puede medir el grado de imprecisión, por lo que hay peligro de atribuir demasiada validez y precisión a los resultados numéricos. Finalmente, requiere gran cantidad de corridas computacionales para encontrar "soluciones óptimas", lo cual representa altos costos, y es difícil aceptar y vender los modelos de simulación.

En resumen, la simulación es una herramienta poderosa que ofrece importantes ventajas, pero también presenta desafíos que deben ser considerados cuidadosamente antes de su implementación. Es importante tener en cuenta tanto los beneficios como las limitaciones de la simulación para poder aprovechar al máximo su potencial. Desconocido. (s.f.).

Fases de un estudio de simulación:

1. Definir el problema, los objetivos y los requerimientos:

- Definir los objetivos que se desean alcanzar con el modelo de simulación.
- Identificar los requerimientos del proyecto y los recursos necesarios para su ejecución.

2. Diseño del modelo conceptual:

- Crear un modelo conceptual que represente el sistema o proceso a ser simulado.
- Identificar las variables clave y las relaciones entre ellas.

3. Obtención y análisis estadístico de los datos:

- Recopilar y analizar los datos necesarios para el modelo de simulación.
- Verificar la calidad y la precisión de los datos.

4. Construcción del modelo de simulación:

- Crear el modelo de simulación utilizando un lenguaje de programación o software específico.
- Incluir las variables y relaciones identificadas en el diseño del modelo conceptual.

5. Verificación del modelo:

- Verificar que el modelo de simulación sea correcto y funcione según lo diseñado.
- Identificar y corregir errores o inconsistencias.

6. Validación del modelo:

- Validar que el modelo de simulación sea preciso y represente la realidad del sistema o proceso.
- Comparar los resultados del modelo con datos reales y ajustar el modelo según sea necesario.

7. Diseño del experimento de simulación, ejecución y análisis estadístico:

- Diseñar el experimento de simulación para evaluar el comportamiento del sistema o proceso.
- Ejecutar el experimento y recopilar los datos necesarios para el análisis estadístico.

8. Entrega de documentación y presentación de resultados:

- Presentar los resultados del estudio de simulación de manera clara y concisa.
- Incluir un resumen ejecutivo y un manual de usuario para facilitar la implementación del modelo de simulación.

Estas fases son fundamentales para asegurar que el estudio de simulación sea efectivo y que los resultados sean precisos y útiles.

Medidas de desempeño del modelo de simulación

Para medir el seguimiento de un modelo de simulación, se pueden utilizar varias métricas y técnicas. A continuación, se presentan algunas de las más comunes:

Indicadores de rendimiento: Estos son métricas que miden el rendimiento del sistema o proceso simulado. Pueden incluir variables como la eficiencia, la productividad, el tiempo de respuesta, la calidad del producto, etc. Estos indicadores permiten evaluar cómo el sistema o proceso se comporta en diferentes escenarios y condiciones.

Análisis de resultados: El análisis de resultados de la simulación es fundamental para entender cómo el modelo se comporta y qué conclusiones se pueden extraer. Esto

incluye la evaluación de los resultados en diferentes escenarios y condiciones, así como la identificación de tendencias y patrones.

Validación del modelo: La validación del modelo es crucial para asegurarse de que el modelo sea preciso y represente la realidad del sistema o proceso. Esto se logra mediante la comparación de los resultados de la simulación con datos reales y el ajuste del modelo según sea necesario.

Seguimiento y ajuste: El seguimiento y ajuste del modelo de simulación es un proceso continuo que implica la evaluación de los resultados, la identificación de errores y la corrección del modelo. Esto asegura que el modelo se ajuste a los cambios en el sistema o proceso y que los resultados sean precisos y confiables.

Indicadores de calidad: Estas son métricas que miden la calidad del modelo y los resultados de la simulación. Pueden incluir variables como la precisión, la exactitud, la consistencia, etc. Estos indicadores permiten evaluar la calidad del modelo y los resultados de la simulación.

Análisis de sensibilidad: El análisis de sensibilidad es una técnica que evalúa cómo los cambios en los parámetros del modelo afectan los resultados de la simulación. Esto permite identificar los parámetros más críticos y ajustar el modelo según sea necesario.

Modelado de eventos discretos: Este método se utiliza para simular eventos que ocurren en momentos específicos, como la llegada de pedidos o la finalización de procesos. Permite evaluar cómo el sistema o proceso se comporta en diferentes escenarios y condiciones.

Modelado de aprendizaje automático: Este método se utiliza para simular comportamientos complejos y adaptativos, como la toma de decisiones en función de

datos históricos. Permite evaluar cómo el sistema o proceso se comporta en diferentes escenarios y condiciones.

Modelado de redes bayesianas: Este método se utiliza para simular comportamientos probabilísticos y no deterministas, como la incertidumbre en los datos. Permite evaluar cómo el sistema o proceso se comporta en diferentes escenarios y condiciones.

Modelado de agentes: Este método se utiliza para simular comportamientos complejos y adaptativos, como la interacción entre agentes en un sistema. Permite evaluar cómo el sistema o proceso se comporta en diferentes escenarios y condiciones. Estas métricas y técnicas permiten medir y evaluar el seguimiento de un modelo de simulación, asegurando que los resultados sean precisos y confiables. Desconocido. (s.f.).

Teoría de Colas

La teoría de colas es el estudio matemático de las colas o líneas de espera dentro de un sistema:

- Permite modelar situaciones en las que existe una población de agentes (clientes o usuarios) que demandan cierto servicio proporcionado por uno o más servidores.
- Cuando la demanda excede la capacidad de servicio, se forman colas y los clientes deben esperar para ser atendidos.
- La teoría de colas utiliza modelos matemáticos para representar estos sistemas de líneas de espera y determinar cómo operar de manera eficaz.

Los elementos principales de una situación de colas son:

- Fuente de entrada o población potencial: total de clientes que pueden solicitar servicio, de tamaño finito o infinito.
- Clientes: individuos de la población que solicitan servicio.

- Cola: espacio donde los clientes esperan hasta ser servidos, con capacidad finita o infinita.
- Disciplina de la cola: mecanismo para seleccionar el siguiente cliente a servir, por ejemplo, FIFO, LIFO, aleatoria, por prioridad, etc.
- Mecanismo de servicio: número de clientes que pueden ser atendidos simultáneamente por uno o más servidores.

La teoría de colas permite caracterizar el desempeño del sistema en términos de tiempos de espera, capacidad de trabajo, costos, etc. y es ampliamente aplicada en negocios, industria, transporte, telecomunicaciones y otras áreas. Anónimo (s.f)

9. Marco Metodológico

La optimización de los procesos en el ámbito hospitalario es crucial para garantizar la eficiencia operativa y la calidad en la atención médica. En este contexto, el departamento de imagenología desempeña un papel fundamental al proporcionar diagnósticos precisos y oportunos a los pacientes.

Sin embargo, la complejidad de sus procesos y la creciente demanda de servicios pueden generar cuellos de botella y retrasos que afectan tanto la experiencia del paciente como la gestión interna del hospital.

En este marco, la aplicación de técnicas de simulación computacional emerge como una herramienta prometedora para identificar y abordar los puntos críticos en los procesos de imagenología, permitiendo diseñar estrategias de optimización que mejoren la eficiencia, reduzcan los tiempos de espera y optimicen la asignación de recursos.

En este contexto, esta investigación propone una metodología integral de simulación computacional para analizar y mejorar los procesos de servicios del departamento de imagenología de un hospital, con el objetivo de potenciar su desempeño y contribuir a una atención médica más eficiente y centrada en el paciente.

9.1 Tipo de Investigación

La eficiencia y la calidad en la prestación de servicios médicos son aspectos fundamentales para garantizar una atención óptima a los pacientes. En este contexto, el departamento de imagenología desempeña un papel crucial al proporcionar diagnósticos precisos y oportunos que guían el tratamiento y la gestión de enfermedades.

Sin embargo, la complejidad de los procesos dentro de este departamento puede plantear desafíos en términos de eficiencia operativa y calidad del servicio.

En el Hospital Vivian Pellas, como en muchas instituciones de atención médica, la optimización de los procesos de imagenología se ha convertido en una prioridad para mejorar la atención al paciente y aumentar la eficiencia operativa.

En este contexto, la utilización de la simulación computacional emerge como una herramienta fundamental para identificar áreas de mejora. Por lo tanto, a continuación, se describe en detalle el enfoque de esta investigación.

Enfoque de la investigación:

El enfoque cuantitativo seleccionado permitirá una evaluación rigurosa y objetiva de los procesos de imagenología. Se recopilaron datos precisos relacionados con el tiempo de espera, como indicadores clave de desempeño. Este enfoque garantizará que los resultados obtenidos sean sólidos y confiables, lo que respaldará la validez y la utilidad de la propuesta de optimización.

Según la aplicabilidad de sus resultados:

La orientación práctica de los resultados de la investigación asegurará que la propuesta de optimización sea relevante y efectiva en el entorno real del departamento de imagenología. Se considerarán las necesidades y los desafíos específicos del hospital para desarrollar soluciones prácticas y aplicables que puedan implementarse de manera efectiva en la práctica clínica.

Esto garantizará que los beneficios de la investigación se traduzcan directamente en mejoras tangibles en la atención al paciente y en la eficiencia operativa del hospital.

Según el nivel de profundidad del conocimiento:

El enfoque descriptivo permitirá una comprensión exhaustiva de los procesos de imagenología existentes y de la propuesta de optimización. Se llevará a cabo un análisis detallado de cada aspecto de los procesos, desde la preparación del paciente hasta la realización del estudio, identificando oportunidades de mejora.

Esto garantizará que la propuesta de optimización esté fundamentada en un conocimiento sólido y completo de los procesos existentes y sus complejidades.

Según su orientación en el tiempo:

El estudio transversal proporcionará una instantánea clara del estado actual de los procesos de imagenología y permitirá una evaluación directa del impacto de la propuesta de optimización. Al comparar los procesos antes y después de la implementación de la propuesta, se podrá determinar con precisión el efecto de las intervenciones propuestas y su contribución a la mejora de los servicios de imagenología en el hospital.

Según tipo de diseño:

El enfoque no experimental permitirá una observación objetiva de los procesos existentes y sus resultados. Se utilizarán métodos de observación y análisis de datos para comprender la dinámica de los procesos y evaluar el impacto de la propuesta de optimización de manera objetiva y confiable.

Esto garantizará que los hallazgos de la investigación sean válidos y generalizables, y que puedan utilizarse como base para futuras investigaciones y mejoras en el campo de la imagenología médica.

Este marco metodológico integral proporcionará una base sólida para la realización de la investigación y garantizará que los resultados obtenidos sean confiables, relevantes y aplicables en el contexto del departamento de imagenología del Hospital Vivian Pellas.

9.2 Muestra Teórica

En este apartado de muestra representativa, se realizará el cálculo de tamaño de muestra a partir de mediciones de tiempo de espera del estudio hacia los procesos y tiempos de espera experimentados por estos pacientes antes de su ingreso al área de procedimiento para el ultrasonido correspondientes al mes de mayo y días del mes de junio.

En este periodo de análisis se mostró un total de 647 mediciones. Esta muestra se selecciona de manera que incluya una diversidad de datos, garantizando que los resultados obtenidos sean representativos y útiles para mejorar los tiempos de espera de los pacientes que acuden al Hospital y mejorar la calidad en general del servicio que se recibe.

Para asegurar que los resultados del estudio sean representativos de la población total de pacientes, es crucial determinar el tamaño de muestra. Se utilizó una fórmula estadística que toma en cuenta diversos factores, como la proporción esperada de la característica de interés, el nivel de confianza deseado y el margen de error tolerado. A continuación, se presenta el cálculo de la muestra:

Dentro de esta población de pacientes, nos concentramos en aquellos que enfrentan tiempos de espera antes de ser ingresados al área de procedimiento de ultrasonido. Esta población específica es crucial para comprender y abordar los desafíos en la gestión de la atención médica en el hospital, particularmente en lo que respecta a la eficiencia y calidad del servicio en el área de imagenología.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{(N - 1) \cdot E^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

$N = 647$ (tamaño de la población)

$Z = 1.96$ (nivel de confianza del 95%)

$p = 0.5$ (proporción esperada)

$q = 1 - p = 0.5$

$E = 0.05$ (margen de error)

$$n = \frac{647 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{(647 - 1) * 0.05^2 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$Z^2 = 1.96^2 = 3.8416$$

$$p \cdot q = 0.5 * 0.5 = 0.25$$

$$E^2 = 0.05^2 = 0.0025$$

$$n = \frac{647 * 3.8416 * 0.25}{647 - 1 * 0.0025 + 3.8416 * 0.25}$$

$$n = 241.2746 \approx 242$$

Para obtener una muestra representativa, se ha realizado un cálculo en donde se llegó a un nivel de confianza de 95%, un margen de error de 0.05, una probabilidad de éxito de 0.5 y una probabilidad de fallo de 0.5.

Con el auxilio de estos datos se ha demostrado que la muestra será de 242 pacientes, donde se toman una variedad de pacientes, garantizando que los datos que se obtengan sean de utilidad para la mejora continua y la satisfacción del cliente.

Esta muestra permite elaborar conclusiones significativas sobre los tiempos de espera en el área de imagenología siendo más específicos en las salas de ultrasonidos del hospital con un alto grado de precisión y confiabilidad.

Esto proporciona una base sólida para la toma de decisiones clínicas y la implementación de mejoras en la gestión hospitalaria.

9.3 Recopilación de Datos

En el departamento de imagenología del Hospital Vivian Pellas, se realizó un estudio minucioso orientado a mejorar los procedimientos de ultrasonido mediante el uso de simulación computacional.

En este proyecto de investigación se examinó cuidadosamente cada aspecto relacionado con los procedimientos de ultrasonido, lo que resultó en una comprensión detallada de la dinámica operativa del departamento y en la identificación de áreas que podrían ser mejoradas.

El objetivo principal de esta investigación es introducir soluciones que mejoren tanto la eficiencia como la calidad de los servicios de ultrasonido, sentando así las bases para futuras mejoras en la atención médica proporcionada por el Hospital Vivian Pellas.

Para obtener la autorización para realizar esta investigación en el área de imagenología implicó varios pasos y consideraciones importantes. En primer lugar, se tuvo que seleccionar un tema relevante y original que aportará al conocimiento en este campo específico de la medicina. Esto implicó revisar la literatura existente para identificar brechas en el conocimiento y áreas de investigación prometedoras.

Una vez seleccionado el tema, se elaboró este proyecto de investigación que incluye objetivos claros, metodología propuesta y justificación de la relevancia del estudio. Este proyecto posteriormente fue presentado ante las autoridades académicas y el supervisor designado, quienes evaluaron su viabilidad.

Tras la aprobación del proyecto de investigación, se siguió un proceso específico para obtener la autorización para realizar esta investigación en el área de imagenología por parte del Hospital Vivian Pellas.

En primer lugar, se estableció contacto con la vicegerente de experiencia del paciente, quien facilita la comunicación con la gerente del área de imagenología, encargada de todas las actividades relacionadas en el departamento de imagenología del hospital. La gerente del área orientó a su equipo sobre los procedimientos y requisitos para llevar a cabo la investigación dentro del hospital.

A partir de eso inició con las visitas al lugar en cuestión, para solicitar los datos deseados, identificar la ubicación de cada sala en el área de imagenología para poder llevar a cabo el estudio según lo planeado.

Seguidamente, la supervisora del área se convirtió en un punto de contacto directo para el equipo de investigación, proporcionando orientación específica sobre el acceso a datos para llevar a cabo la investigación de manera efectiva y ética.

Durante estas visitas, se observaron los procesos y protocolos utilizados en la captura, procesamiento. Además de observar, se aprovechó la oportunidad para hacer preguntas específicas al personal del área de imagenología.

Las conversaciones con el personal del área de imagenología fueron de gran utilidad para aclarar dudas y obtener información detallada sobre el funcionamiento interno del departamento, proporcionando insights valiosos que ayudaron a entender mejor el contexto de la investigación y a identificar posibles áreas de oportunidad o desafíos.

Luego de recibir los datos, se trasladaron a un documento de Excel, ya que fueron entregados en documentos escritos, lo cual requirió aproximadamente dos tardes para ingresar los datos en hojas de este software. Posteriormente, se realizó una revisión exhaustiva de la documentación de los datos.

9.4 Procedimientos para el Procesamiento y Análisis de Información

Arena 16.2 de Rockwell Automation es una herramienta líder en simulación de procesos, conocida por su capacidad para modelar sistemas complejos y dinámicos con precisión. Utilizando técnicas avanzadas de simulación discreta, este software permite a los usuarios crear modelos detallados de operaciones, incluyendo la interacción entre múltiples variables como la llegada de pacientes, la disponibilidad de recursos, los tiempos de procesamiento y los flujos de trabajo.

La interfaz intuitiva de Arena 16.2 facilita la construcción y visualización de estos modelos, lo que permite a los usuarios explorar diferentes escenarios y evaluar el impacto de cambios potenciales en los procesos.



Ilustración 1: Logo de Arena

Fuente: Google Imágenes

<https://www.rockwellautomation.com/en-us/products/software/arena-simulation.html>

Cuando se trata de abordar problemas de tiempo de espera en entornos hospitalarios, Arena 16.2 ofrece una herramienta crucial para la toma de decisiones informadas.

La simulación permite a los administradores, como Ingenieros y profesionales de la salud comprender mejor la complejidad de los flujos de pacientes y recursos, e identificar áreas de congestión y diseñar estrategias para mejorar la eficiencia operativa.

Al modelar y simular diferentes configuraciones de procesos, el software puede ayudar a optimizar la asignación de recursos, reducir los tiempos de espera y mejorar la experiencia general del paciente.

En el contexto específico del área de imagenología del Hospital Vivian Pellas, los desafíos relacionados con los tiempos de espera pueden ser especialmente críticos.

Los procedimientos de imagenología suelen ser parte integral de la atención médica, pero los tiempos de espera prolongados pueden generar frustración para los pacientes y afectar negativamente la productividad del personal.

Arena 16.2 permite modelar con precisión el flujo de pacientes a través de este departamento, identificando puntos de congestión y proponiendo soluciones para optimizar la utilización de recursos y mejorar los tiempos de espera.

Al implementar estrategias basadas en datos obtenidos a través de la simulación, el Hospital Vivian Pellas puede ofrecer una atención más eficiente y centrada en el paciente en el área de imagenología siendo más específicos en los estudios de Ultrasonido, lo que resulta en una experiencia más satisfactoria para los pacientes y un mejor cumplimiento de los objetivos institucionales de atención médica.

El software Arena 16.2 de Rockwell Automation es una poderosa herramienta de simulación utilizada para modelar y analizar diversos procesos industriales y de servicios.

Este software permite crear simulaciones detalladas que ayudan a visualizar y optimizar flujos de trabajo, identificar cuellos de botella y mejorar la eficiencia operativa.

En el ámbito hospitalario, Arena 16.2 se destaca por su capacidad de modelar procesos complejos y dinámicos, proporcionando una plataforma robusta para evaluar y mejorar procedimientos médicos y administrativos.

En el Hospital Vivian Pellas, Arena 16.2 ha sido aplicado para la simulación de procesos de ultrasonidos en el área de Imagenología.

Esta aplicación permite a los administradores y técnicos de salud analizar el flujo de pacientes, la utilización de equipos y el tiempo de espera en el departamento de ultrasonidos. Mediante la simulación, es posible identificar oportunidades para optimizar el uso de recursos, reducir tiempos de espera y mejorar la experiencia del paciente.

Además, facilita la toma de decisiones informadas sobre la asignación de personal, asegurando una operación más eficiente y efectiva en el hospital.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo el cual ilustra el proceso de atención de un paciente desde su entrada hasta la obtención de los resultados del estudio médico. Este diagrama detalla cada paso del procedimiento, incluyendo decisiones clave que afectan el flujo del proceso, garantizando que cada paciente sea atendido de manera organizada y eficiente.

Descripción del Diagrama de Flujo

1. Entrada del Paciente

- El proceso comienza con la **entrada del paciente** en la instalación médica.

2. Tomar Número

- El paciente debe **tomar un número** para ser atendido en orden de llegada.

3. ¿El Paciente se Registra?

Aquí se toma una decisión:

- Si el paciente se registra, el proceso continúa con la **verificación del paciente**.
- Si el paciente no se registra, se procede a la **salida del paciente**.

4. Contactar al Doctor

- Si el paciente se registra, se puede tomar una decisión adicional para **contactar al doctor** si es necesario.

5. Paciente Verificado

- Una vez que el paciente se registra, se verifica la información del paciente.

6. Espera para Preparación

- Después de la verificación, el paciente espera para la preparación del estudio.

7. Preparación del Paciente

- El paciente se prepara para el estudio correspondiente.

8. Realización del Estudio

- Se procede con la **realización del estudio** médico.

9. ¿El paciente se retira del Área?

- Tras la realización del estudio, se verifica si el paciente se retira del área:
 - Si el paciente se retira, se pasa a la **salida del paciente**.
 - Si el paciente no se retira, se procede con el **procesamiento de las imágenes**.

10. Procesamiento de las Imágenes

- Las imágenes obtenidas durante el estudio se procesan para su análisis.

11. Interpretación del Doctor

- El doctor interpreta las imágenes procesadas.

12. Informe y Resultados

- Finalmente, se elabora un **informe** con los **resultados** del estudio.

13. Salida del Paciente

- En los puntos donde el paciente no se registra o se retira del área, el proceso termina. Flujo sistemático y controlado del proceso de atención, desde la llegada del paciente hasta la entrega de resultados, minimizando errores y optimizando la eficiencia del servicio.

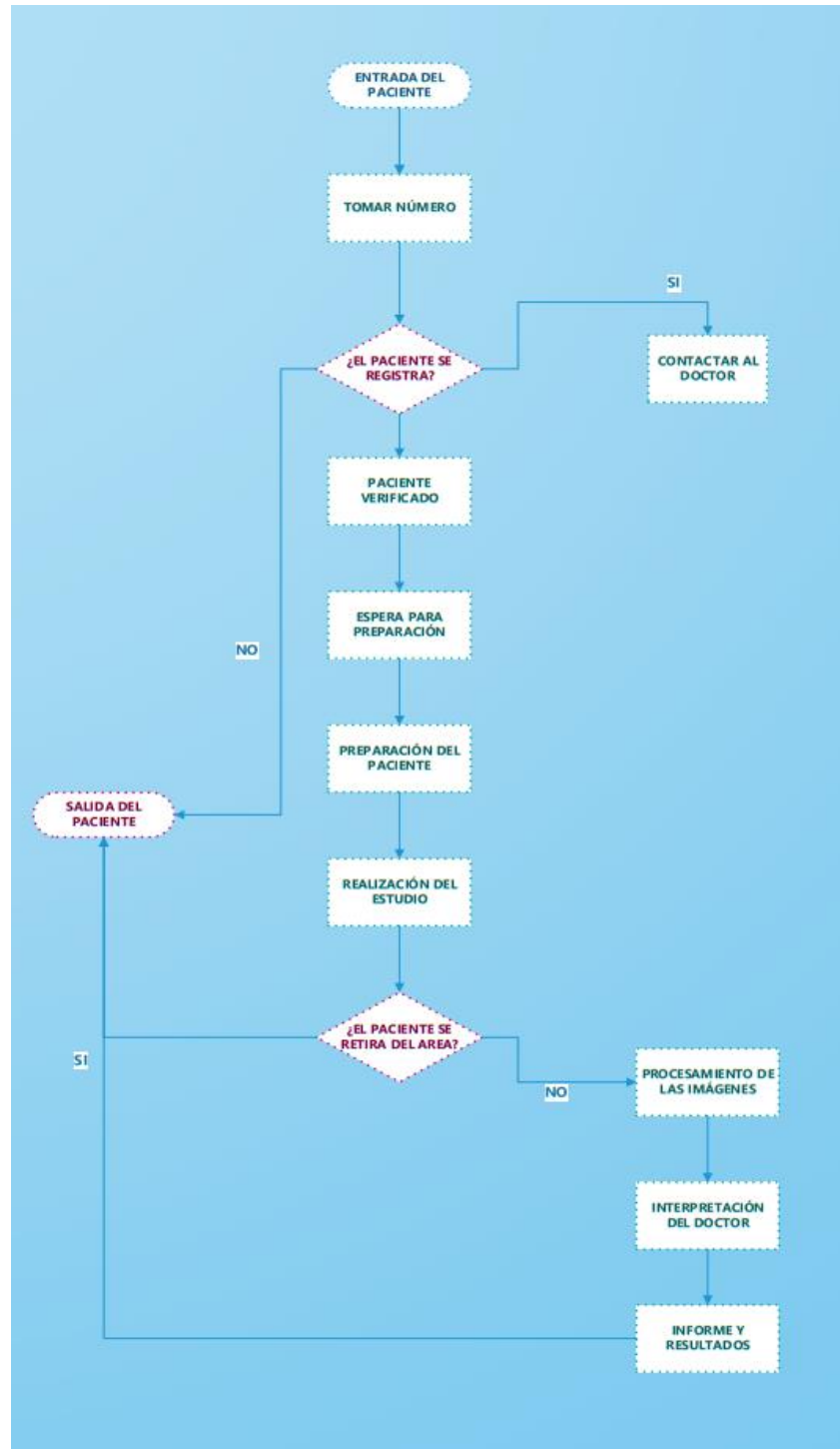


Ilustración 2: Diagrama de flujo

Fuente: Elaboración propia en Visio.

A continuación, se diseñó una distribución de planta para el área de imagenología del Hospital Vivian Pellas. Esta distribución tiene como objetivo proporcionar una visión general del espacio, abarcando desde el área de cajas y sala de espera hasta la ubicación de cada sala de estudios de ultrasonido. En conjunto con los recursos humanos y materiales médicos, esta organización permite ofrecer servicios de salud eficientes a los pacientes. A continuación, se presenta la distribución de planta del área de Imagenología del Hospital Vivian Pellas, realizada en AutoCAD.



Ilustración 3: Distribución de planta del área de Imagenología del Hospital Vivian Pellas.

Fuente: Elaboración Propia en AutoCAD.

Por otra parte, en el área de imagenología de esta instalación médica, se disponen de cuatro salas especializadas en estudios de ultrasonido, cada una destinada a satisfacer las necesidades específicas de distintos grupos de pacientes. Todas las salas proporcionan el mismo nivel de servicio, asegurando un enfoque óptimo y eficiente para cada caso clínico.

Funcionamiento del servicio de las salas de ultrasonido	
No. de Sala	Especificación del Procedimiento
Sala 1	Esta clínica se enfoca en pacientes privados que pagan el costo completo del ultrasonido. Garantiza un entorno confortable y personalizado, asegurando que cada paciente reciba atención de alta calidad y que cumpla con sus expectativas individuales.
Sala 2	Está dedicada exclusivamente a pacientes privados que pagan el costo total del ultrasonido y a pacientes afiliados al Club de la Salud. Ofrecen un ambiente cómodo y personalizado, asegurando atención de alta calidad y acorde a las expectativas de cada paciente.
Sala 3	Está reservada para chequeos ejecutivos por convenio, tanto para pacientes cubiertos por seguros como para miembros de organizaciones con acuerdos específicos. Ofrecen un ambiente cómodo y personalizado, asegurando atención de alta calidad y acorde a las expectativas de cada paciente.
Sala 4	Está destinada exclusivamente a los afiliados al plan Medimás. Ofrecen un ambiente cómodo y personalizado, asegurando atención de alta calidad y acorde a las expectativas de estos pacientes.
Es importante destacar que todas las salas están equipadas con los mismos equipos y recursos para garantizar un estándar de atención uniforme. Además, si es necesario, los médicos pueden ser asignados entre salas para atender a los pacientes según sus necesidades específicas.	

Tabla 1: Funcionamiento del servicio de las salas de ultrasonido

Fuente: Elaboración propia.

9.4 Cronograma de la Investigación.

El cronograma de investigación es una herramienta esencial que funcionó para planificar y ejecutar estudios de manera ordenada. Detalla las etapas desde la conceptualización hasta la presentación de datos, asegurando la coordinación de las partes interesadas y el cumplimiento de objetivos. Este apartado proporciona una descripción detallada de actividades, secuencia temporal e hitos clave para gestionar el tiempo y evaluar el progreso del proyecto.

Fecha	Actividad a realizar	Responsables	Observación
Marzo, 2024	Selección del tema y revisión de literatura	Fernanda Tapia, María Denisse Ramírez, Carlos Villalobos.	Identificación de áreas de investigación relevantes.
Abril, 2024	Elaboración de los objetivos de la investigación	Fernanda Tapia, María Denisse Ramírez.	Presentación a las autoridades para tener claridad de los objetivos
Abril, 2024	Obtención de autorización para realizar la propuesta de optimización	Fernanda Tapia.	Asegurar cumplimiento de requisitos y regulaciones del Hospital
Mayo, 2024	Inicio de visitas al Hospital	Fernanda Tapia, María Denisse Ramírez.	Identificación y registro de ubicación precisa de salas de imagenología
Mayo, 2024	Entrega de primera parte de la investigación	Fernanda Tapia, María Denisse Ramírez, Carlos Villalobos.	Primeros avances de la investigación
Junio, 2024	Traslado y revisión exhaustiva de los datos.	Carlos Villalobos.	Organización meticulosa y verificación de integridad de datos.
Junio, 2024	Ejecución de diagnóstico con modelos analíticos.	Fernanda Tapia, María Denisse Ramírez, Carlos Villalobos.	Análisis detallado del comportamiento de los datos.
Junio, 2024	Entrega de segunda parte de la investigación	Fernanda Tapia, María Denisse Ramírez, Carlos Villalobos.	Incluye sugerencias del trabajo anterior
Julio, 2024	Entrega y defensa pública.	Fernanda Tapia, María Denisse Ramírez, Carlos Villalobos.	Defensa de la investigación completa

Tabla 2: Cronograma de Investigación

Fuente: Elaboración propia

10. Resultados y Discusión

En esta sección de resultados y discusión, se presentan los hallazgos clave derivados del estudio de optimización de los procesos de servicios de ultrasonido en el Hospital Vivian Pellas.

A través de un análisis detallado de los datos recopilados y la implementación de estrategias de simulación computacional, se estudiaron propuestas de mejoras para incrementar la eficiencia y calidad en la atención a los pacientes en el área de Imagenología.

Basándonos en el objetivo general de esta investigación

Tras analizar detalladamente los datos recolectados y modelar los procesos actuales utilizando herramientas estadísticas y técnicas de simulación en el Software Arena, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Se recomendaron acciones específicas para optimizar los procesos, tales como la verificación y actualización de los datos del paciente antes de las citas, así como la implementación de un sistema de clasificación de turnos escalonadas para los ultrasonidos, de igual forma crear una agenda que dé prioridad a los exámenes que necesiten de ayuno y programar en horas de la tarde a pacientes que requieran ultrasonidos sin necesidad de ayunar.
- Se diseñaron estrategias para escalar el servicio, mejorar la experiencia del paciente y aumentar la capacidad del hospital para atender a un mayor número de pacientes.

Estos resultados reflejan una comprensión profunda de los procesos actuales y las áreas de mejora identificadas a través del análisis de datos y la simulación computacional.

Basándonos en los objetivos específicos de esta investigación:

Ejecutar un diagnóstico del funcionamiento del área de ultrasonido por medio de la utilización de modelos analíticos, gráficos y funcionales, utilizando los datos registrados sobre el historial del servicio que se presta.

Para cumplir con el primer objetivo específico, se llevó a cabo un exhaustivo diagnóstico del funcionamiento del área de ultrasonido en el Hospital Vivian Pellas.

Mediante la utilización de Arena basados en los tiempos de llegada de los pacientes se analizaron los datos registrados y se realizó una simulación de 10 horas (Jornada de 7:00 am a 5:00pm) con la muestra, aplicando este modelo se confirmó que el sistema funciona y presta servicio a la cantidad de 29 personas. Este análisis permitió identificar áreas de oportunidad, puntos críticos en los procesos y posibles cuellos de botella que afectan la eficiencia y calidad del servicio de ultrasonido.

Diseñar una simulación programada, utilizando el software Arena 16.2, que permita la identificación de los factores de gestión y de satisfacción en el funcionamiento del área

Se diseñó una simulación utilizando el software Arena 16.2 para modelar detalladamente el funcionamiento del área de ultrasonido.

Esto permitió identificar factores clave de gestión y satisfacción que influyen en la operatividad del servicio, facilitando la evaluación de diferentes escenarios y la toma de decisiones informadas para la mejora continua.

Evaluar los resultados, utilizando los indicadores de calidad, para la realización de conclusiones y recomendaciones considerando el escalamiento en la calidad del servicio.

Se evaluaron los resultados de la simulación, analizando el impacto de las estrategias de optimización propuestas en el área de ultrasonido.

Esta evaluación rigurosa condujo a conclusiones significativas y recomendaciones concretas para mejorar la calidad del servicio, enfocadas en la mejora continua y la excelencia en la atención a los pacientes en el Hospital Vivian Pellas.

10.1 Análisis descriptivo

Este apartado se enfoca en determinar el tipo de distribución de las medidas tomadas para la simulación del sistema y en analizar los resultados obtenidos mediante Arena.

Para identificar la distribución de cada medida, se utiliza el software Arena de la siguiente manera:

Primero, las medidas recopiladas se guardan en un archivo de Word y luego se convierten a un archivo de texto sin formato.

A continuación, se abre el software de simulación y se activa la opción Input Analyzer.

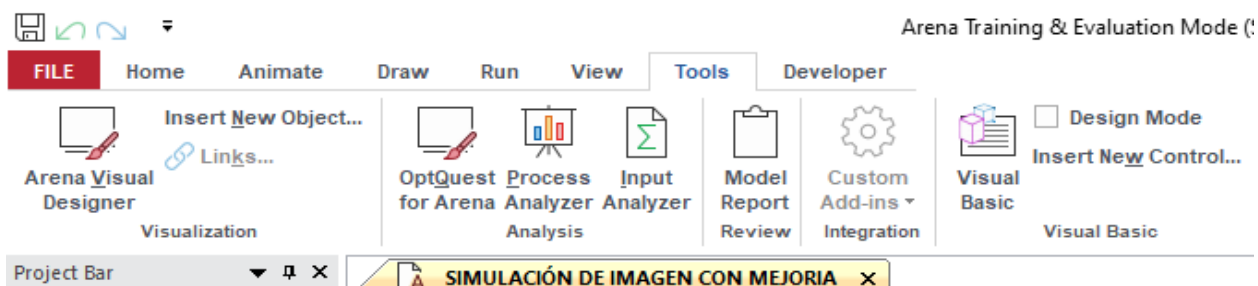


Ilustración 4: Barra de herramientas de Arena

Fuente: Arena

Con la opción activada, se debe abrir el archivo creado seleccionando "File", "Data File", y luego la opción "Use Existing" en Arena. Esto abrirá una ventana con una gráfica.

A partir de ahí, se selecciona la opción "Fit All", que permitirá identificar el tipo de distribución de cada medida.

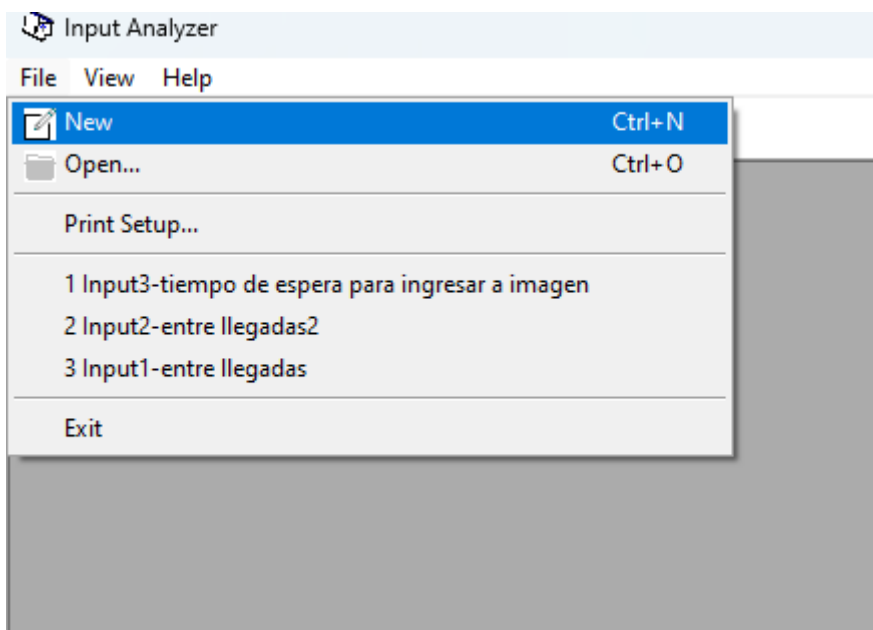


Ilustración 5: Reconocimiento de Input Analyzer

Fuente: Elaboración propia en Arena.

Después de completar estos pasos, las medidas de los tiempos de espera de los pacientes en el Hospital Vivian Pellas arrojaron las siguientes mediciones:

Para el tiempo de llegada entre pacientes se obtuvo la distribución exponencial, siendo la siguiente de $-0.001 + \text{EXPO}()$, para el tiempo de espera para ingresar al ultrasonido se obtuvo la distribución Gamma con la siguiente expresión $-0.001 + \text{GAMM}(0, 0)$

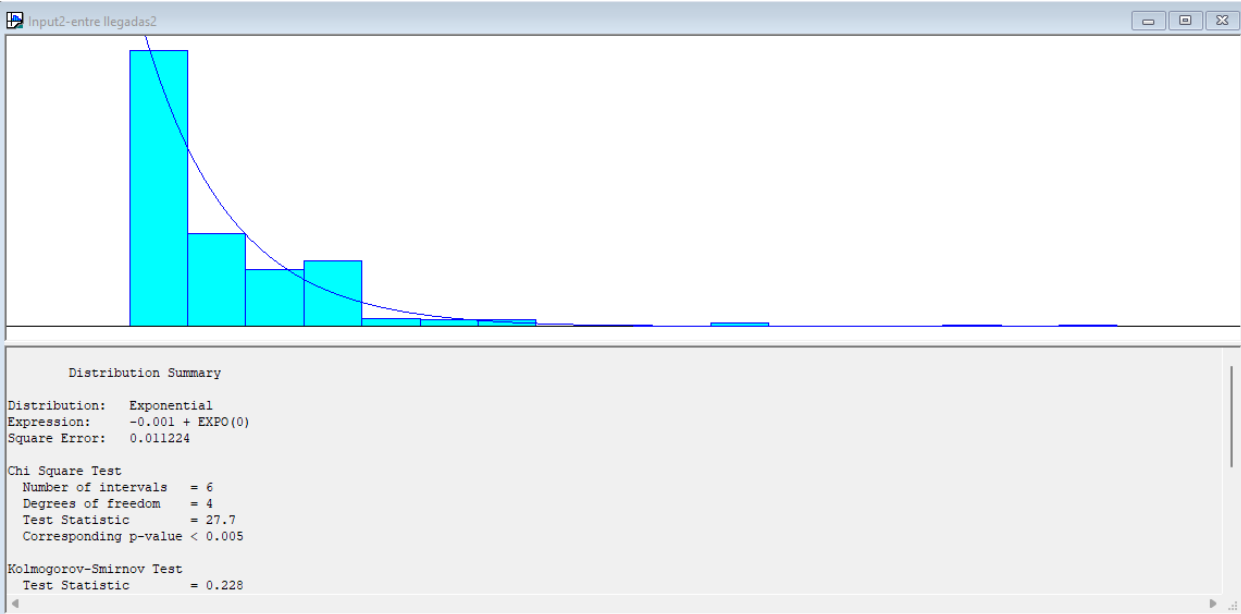


Ilustración 6: Llegada entre Pacientes.

Fuente: Elaboración propia en Arena.

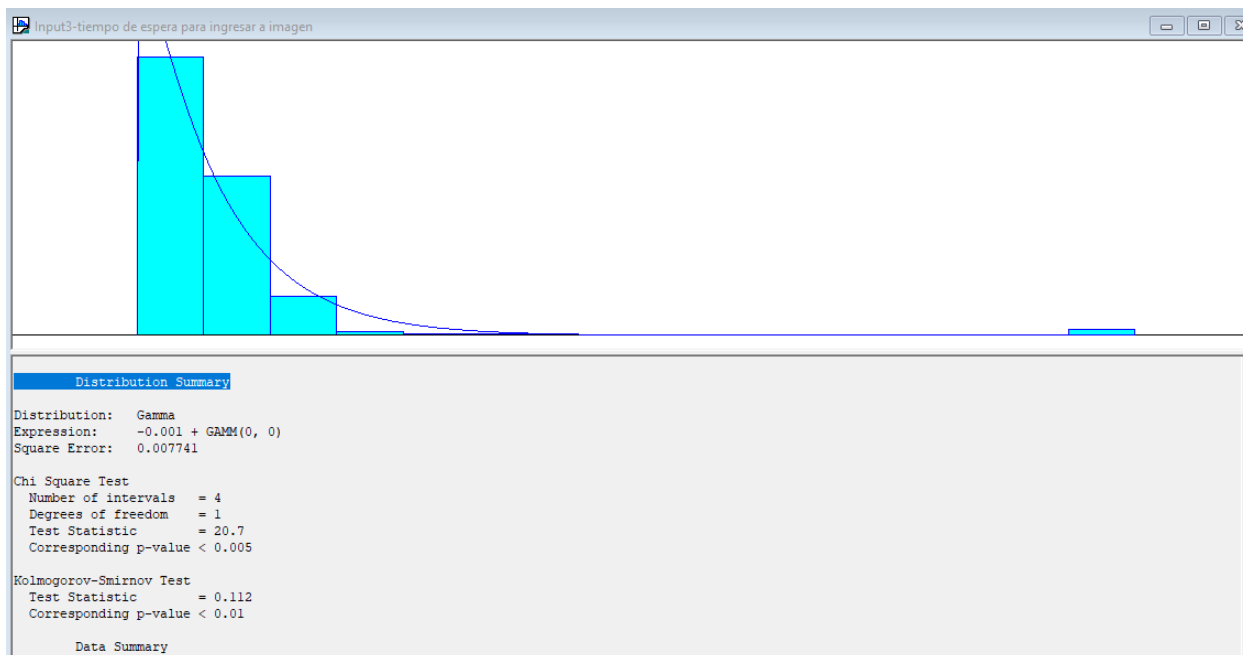


Ilustración 7: Tiempo de espera para ingresar al ultrasonido.

Fuente: Elaboración propia en Arena.

Proceso de Depuración de Datos

Una vez que obtuvimos los datos, procedimos con el proceso de depuración para asegurar la calidad y relevancia de la información. En esta fase, excluimos los tiempos de espera de personas que, por diversas razones, no ingresaron finalmente a las salas de ultrasonido. Esto incluye casos en los que los pacientes abandonaron la espera por razones ajenas como dirigirse a la cafetería.

La depuración de los datos es un paso crítico para garantizar que el análisis refleje únicamente los tiempos de espera efectivos para los pacientes que completaron el proceso de atención en el área de ultrasonido.

Proceso de Muestreo y Selección de Muestra Aleatoria

Para el análisis, realizamos un muestreo y seleccionamos una muestra aleatoria de los datos depurados. De un total de 647 pacientes, seleccionamos aleatoriamente una muestra de 242 pacientes. Este proceso es esencial para asegurar que los resultados del análisis sean aplicables a toda la población de pacientes atendidos en el área de imagenología.

La muestra aleatoria se eligió de manera que cada paciente tuviera la misma probabilidad de ser seleccionado, lo que garantiza que la muestra sea representativa de todos los pacientes del segundo trimestre de 2024. Esto nos permite hacer inferencias precisas sobre la totalidad de los pacientes a partir del análisis de la muestra seleccionada.

La combinación de una cuidadosa obtención, depuración y selección de una muestra aleatoria de 242 pacientes de un total de 647 nos proporciona una base sólida para realizar un análisis descriptivo robusto de los tiempos de espera en el área de imagenología. Este análisis nos ha permitido identificar patrones y áreas de mejora en el proceso de atención.

Al implementar estrategias basadas en estos hallazgos, se pueden optimizar los procesos y reducir los tiempos de espera, mejorando así la experiencia y la satisfacción de los pacientes.

Continuando con el apartado de procesamiento de datos, después de ingresar la información en Excel, se tomó una muestra representativa de 242 datos, seleccionados durante el muestreo.

Estos datos se guardaron en un documento de texto (TXT) y luego se importaron a Arena. Utilizando la herramienta Input Analyzer, se añadieron los datos al sistema para su análisis.

10.2 Análisis de simulación

El primer paso en la creación de un modelo de simulación para el área de imagenología hospitalaria fue comenzar con una hoja en blanco.

En esta hoja se delinearon las estructuras y variables esenciales del modelo, estableciendo así las bases para la integración de los datos necesarios.

Esta etapa inicial no solo marcó el inicio del proceso creativo, sino que también fue fundamental para planificar cómo optimizar los flujos de tiempo de espera dentro del entorno hospitalario.

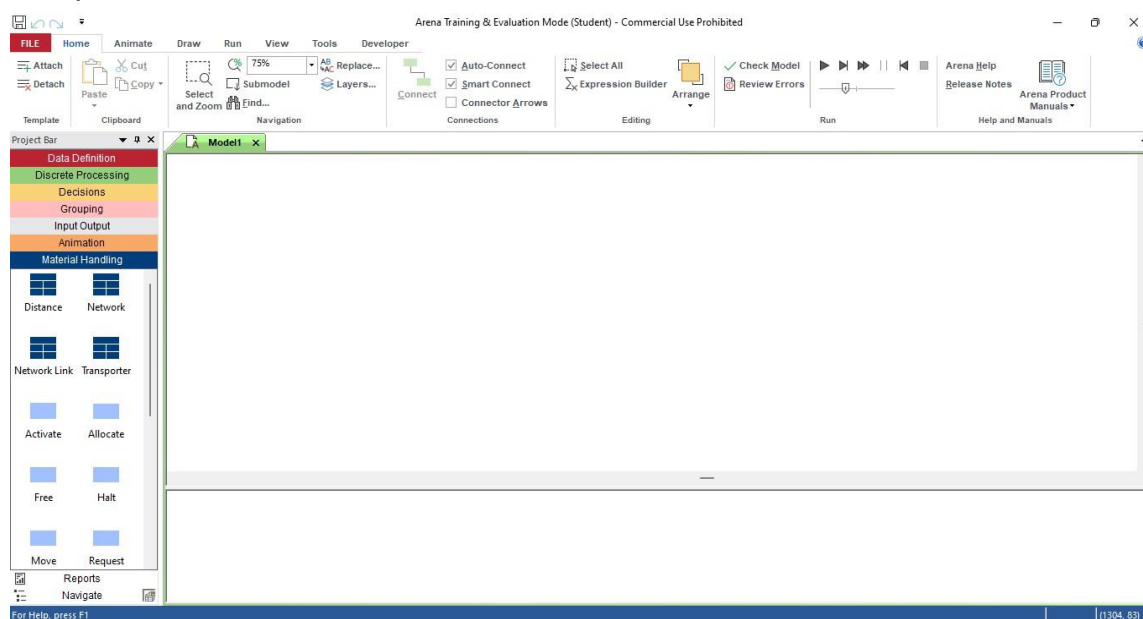


Ilustración 8: Hoja en blanco de Arena.

Fuente: Elaboración propia en Arena.

A continuación, se presenta el modelo completo del área de imagenología hospitalaria. Este modelo detallado integra todos los elementos y variables definidas en la etapa inicial, permitiendo simular de manera precisa y dinámica los flujos de trabajo, la asignación de recursos y la planificación estratégica dentro del hospital.

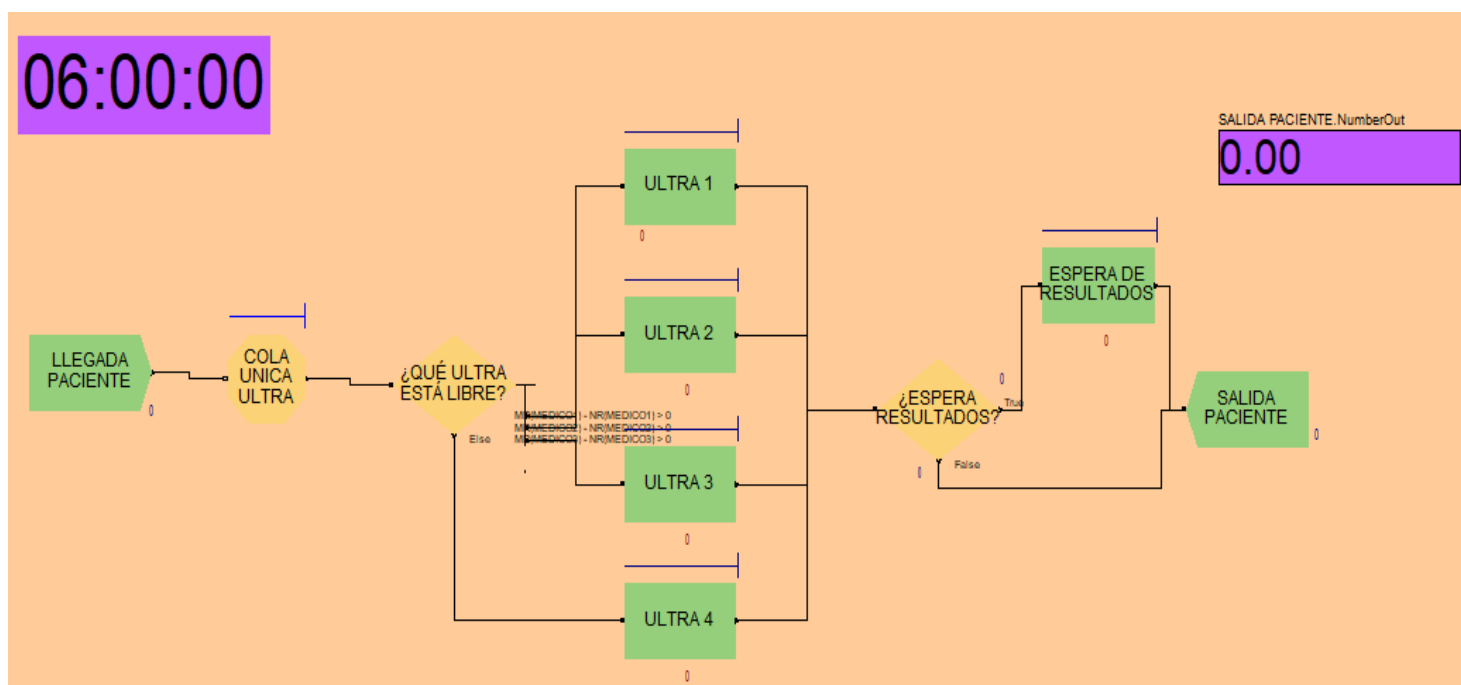


Ilustración 9: Diseño de modelo de simulación actual para el Área de Imagenología Hospital Vivian Pellas

Fuente: Elaboración Propia en Arena.

En el segundo paso del proceso implicó ingresar los datos relevantes en la función Create. Estos datos fueron extraídos y detallados a partir de la bitácora, proporcionando así información crucial y precisa para la configuración adecuada del modelo.

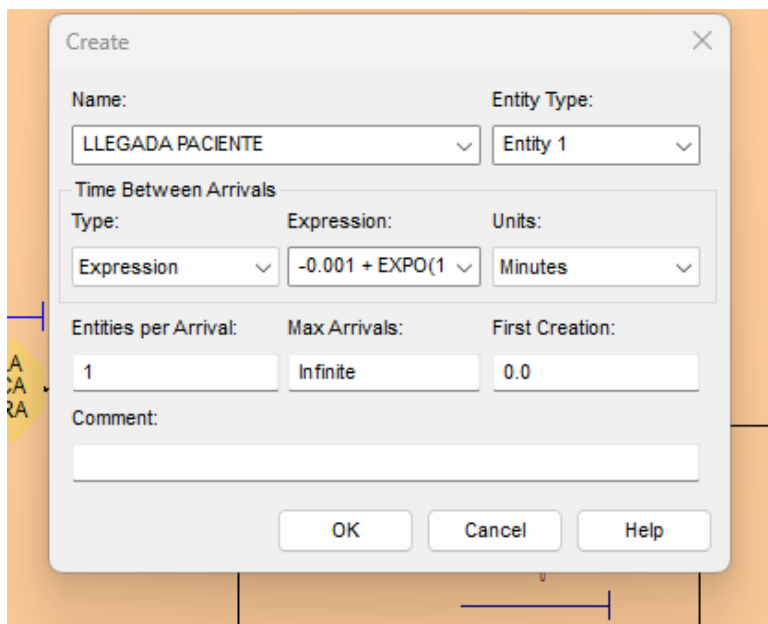


Ilustración 10: Añadir datos a Create.

Fuente: Elaboración Propia en Arena.

El tercer paso consistió en agregar los datos a un Hold para establecer una cola única. Esto asegura que los datos ingresados anteriormente, provenientes de la bitácora, sean gestionados de manera ordenada y eficiente dentro del modelo de simulación.

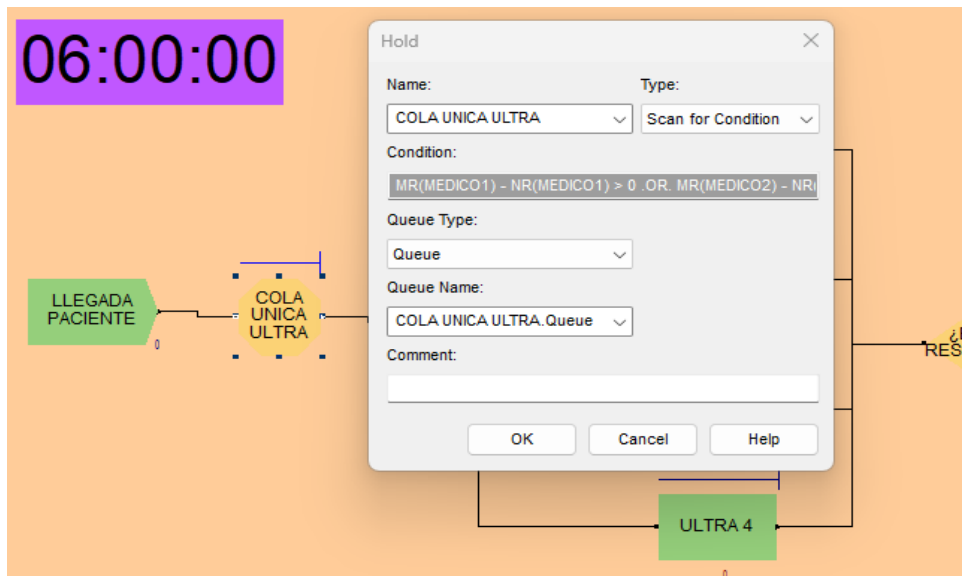


Ilustración 11: Añadir datos al Hold.

Fuente: Elaboración propia en Arena.

El paso cuatro consistió en incorporar una decisión clave dentro del modelo de simulación. Esta decisión fue diseñada para gestionar de manera eficaz los datos que ingresaron al Hold en el paso anterior.

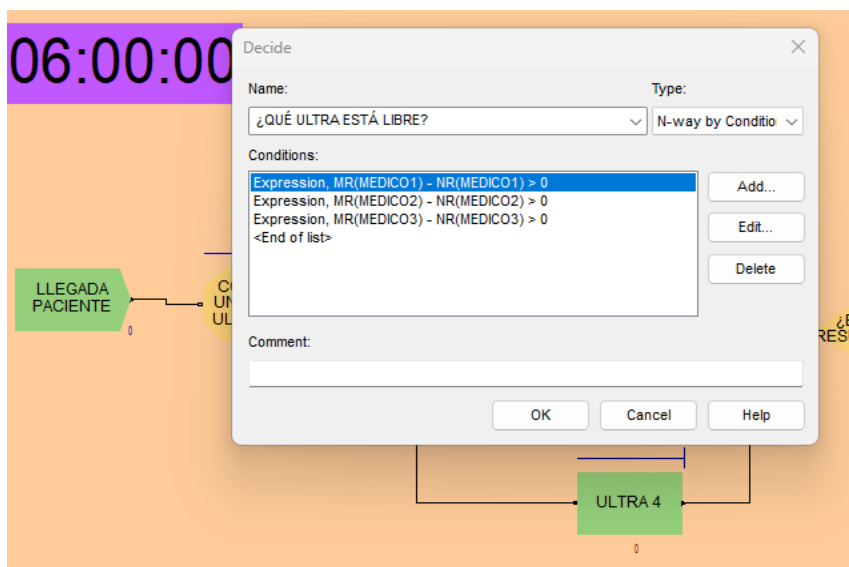


Ilustración 12: Añadir datos al Decide.

Fuente: Elaboración propia en Arena.

El paso cinco consistió en incorporar en los cuatro procesos de ultrasonido, los datos proporcionados al utilizar la función Input Analyzer. Esta herramienta es fundamental dentro del modelo de simulación de imagenología hospitalaria, ya que permite analizar y utilizar datos reales para simular escenarios operativos. Al integrar estos datos precisos y detallados, el modelo puede generar resultados que ayudan a mejorar la eficiencia.

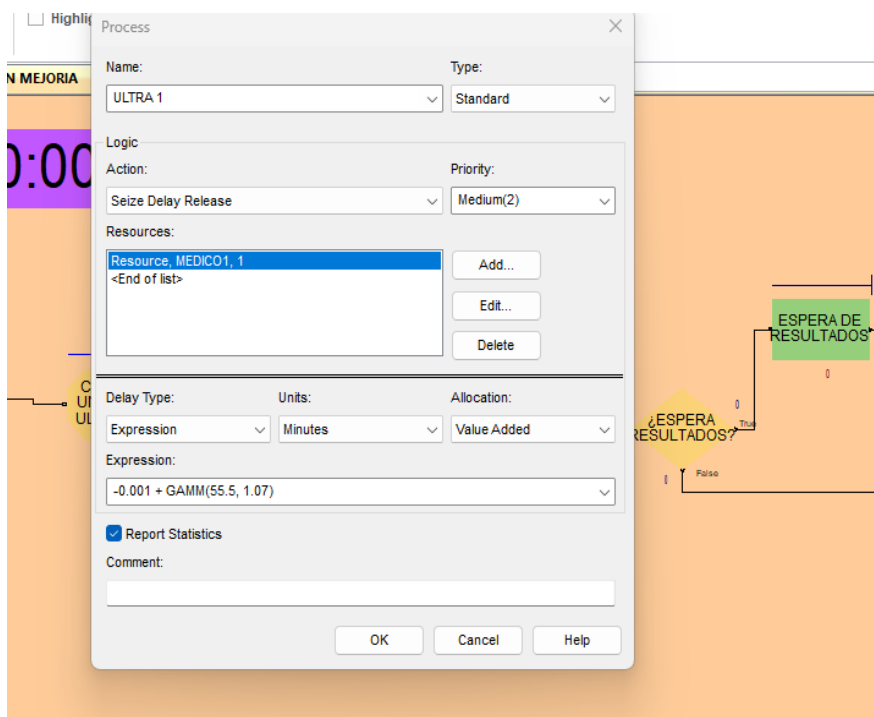


Ilustración 13: Añadir datos brindados por Input Analyzer.

Fuente: Elaboración propia en Arena.

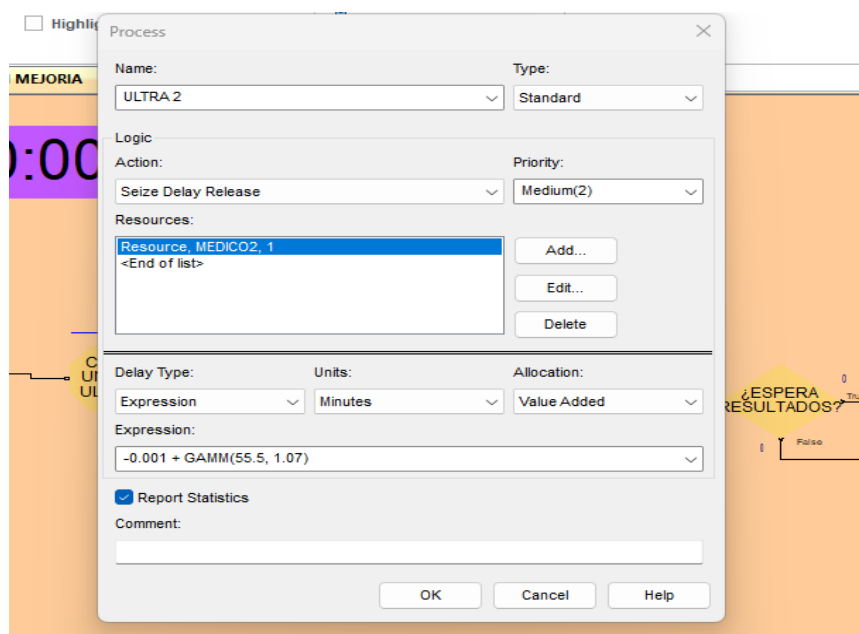


Ilustración 14: Añadir datos brindados por Input Analyzer.

Fuente: Elaboración propia en Arena.

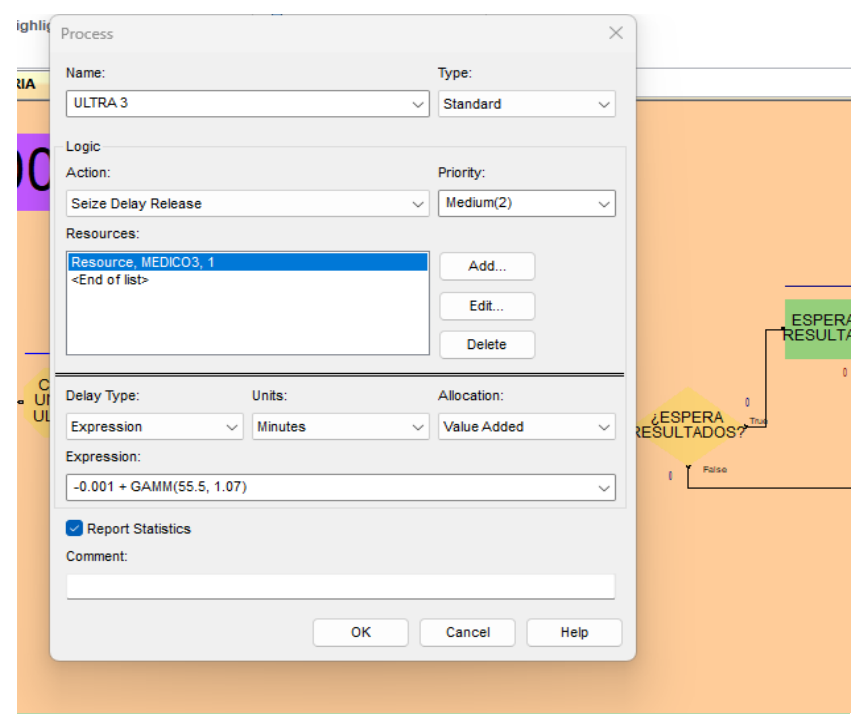


Ilustración 15: Añadir datos brindados por Input Analyzer.

Fuente: Elaboración propia en Arena.

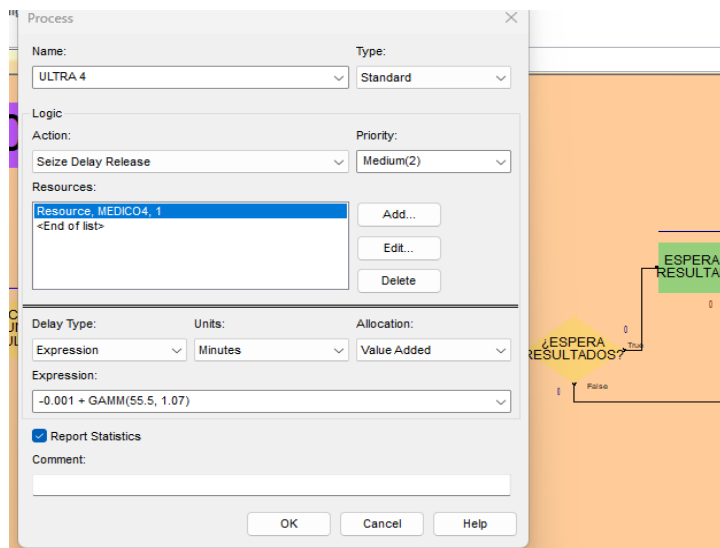


Ilustración 16: Añadir datos brindados por Input Analyzer.

Fuente: Elaboración propia en Arena.

El paso seis implicó añadir otra decisión al modelo para determinar si los pacientes deben esperar por los resultados o no. Esta nueva variable permite simular con precisión cómo se gestionan los tiempos de espera y la satisfacción del paciente en el área de imagenología hospitalaria.

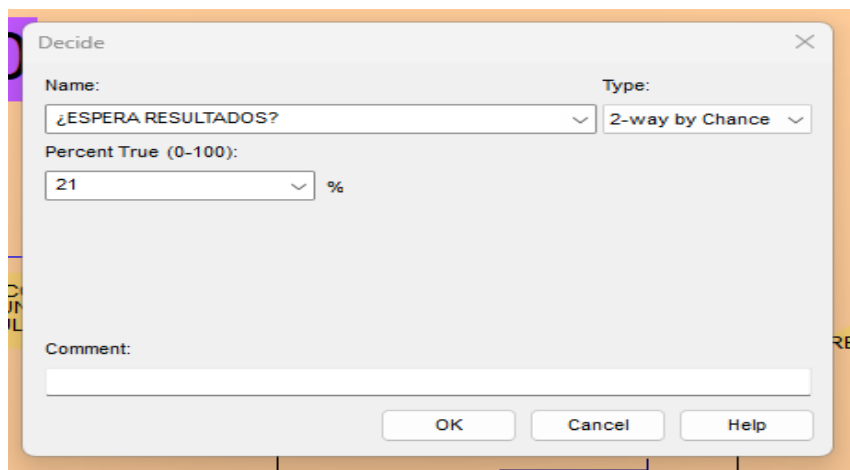


Ilustración 17: Añadir porcentaje de pacientes que esperan resultados.

Fuente: Elaboración propia en Arena.

El paso siete consistió en incorporar el proceso de espera de resultados y el tiempo de espera dentro del modelo de simulación. Esta etapa es crucial para simular con precisión los tiempos de espera que enfrentan los pacientes después de someterse a pruebas de imagenología.

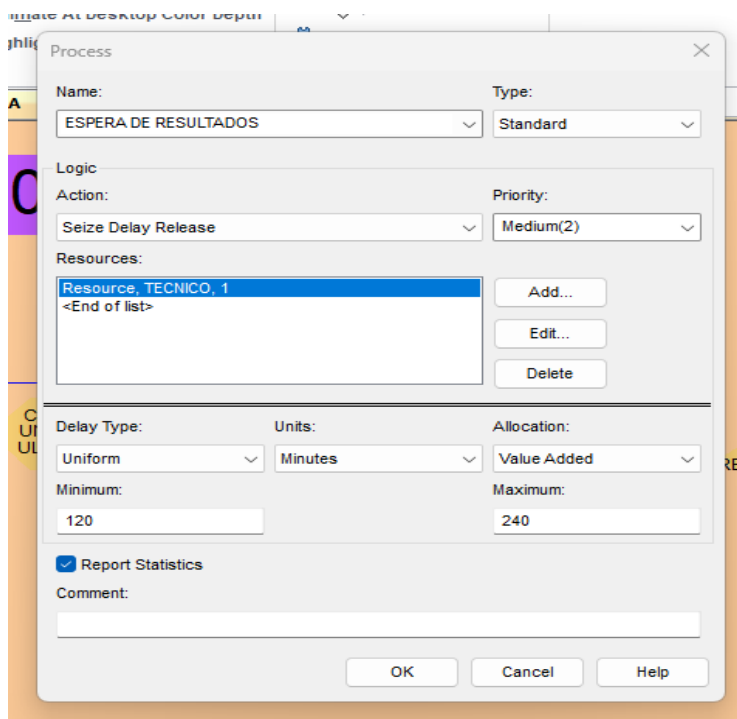


Ilustración 18: Añadir los tiempos de espera para recibir resultados.

Fuente: Elaboración propia en Arena.

El paso ocho implicó añadir una función Dispose al modelo de simulación. Esta función es fundamental para gestionar la finalización una vez completado el proceso de espera de resultados por parte de los pacientes en el área de imagenología hospitalaria.

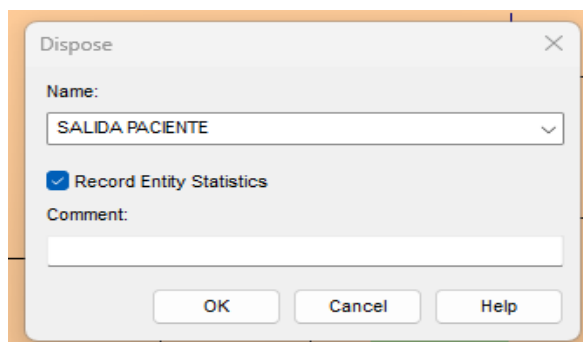


Ilustración 19: Agregar Dispose.

Fuente: Elaboración propia en Arena.

El paso nueve consistió en añadir una variable para registrar la cantidad de pacientes que salen del sistema después de completar el proceso de imagenología en el hospital.

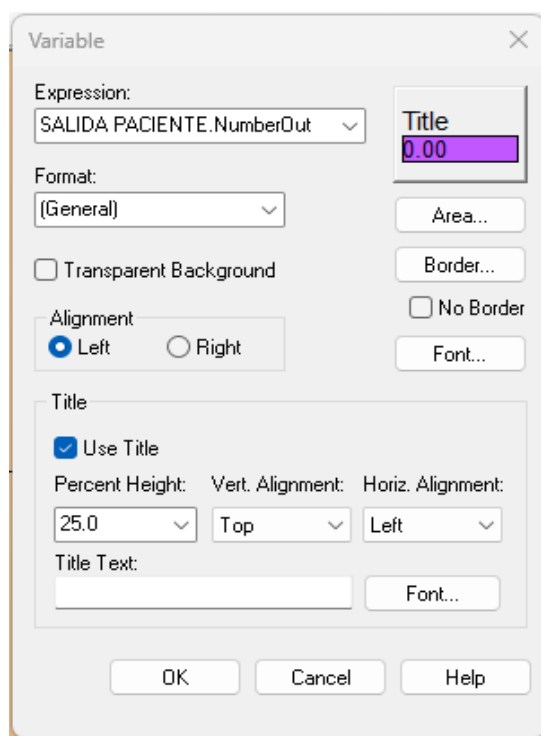


Ilustración 20: Variable de salidas.

Fuente: Elaboración propia en Arena.

El paso diez consistió en añadir un reloj al modelo de simulación. Este componente esencial permite llevar un registro del tiempo simulado dentro del sistema de imagenología hospitalaria. El reloj facilita la sincronización y la gestión de los eventos y procesos dentro del modelo, asegurando que todas las actividades se realicen en el orden y tiempo adecuados.

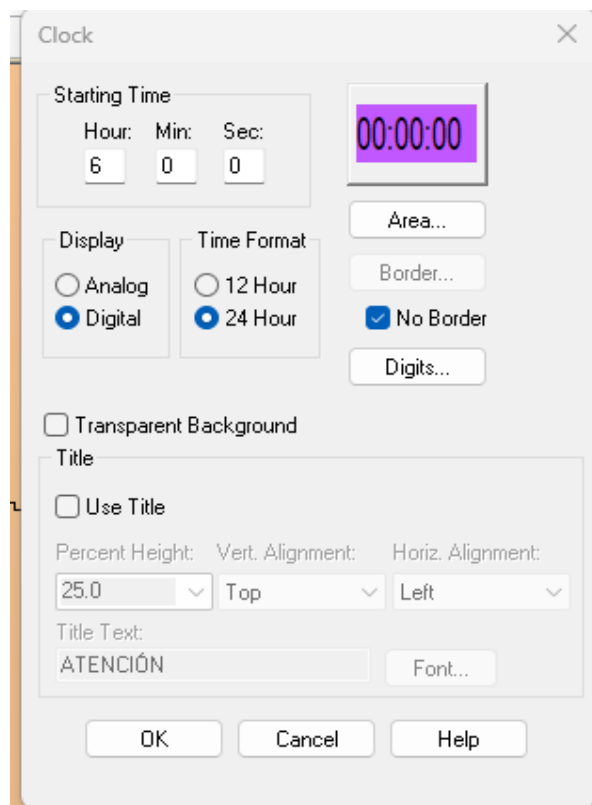


Ilustración 21: Reloj en Arena.

Fuente: Elaboración propia en Arena.

10.3 Propuesta de mejora

En busca de reducir los tiempos de espera en el área de imagenología del hospital, se han desarrollado y evaluado dos propuestas de mejora. Estas propuestas están diseñadas para abordar las ineficiencias identificadas en el proceso actual, con el objetivo de incrementar la cantidad de pacientes atendidos y mejorar la distribución de trabajo entre las unidades de ultrasonido. A continuación, se presenta una comparación detallada de cada propuesta en relación con la situación actual, destacando los cambios y beneficios observados.

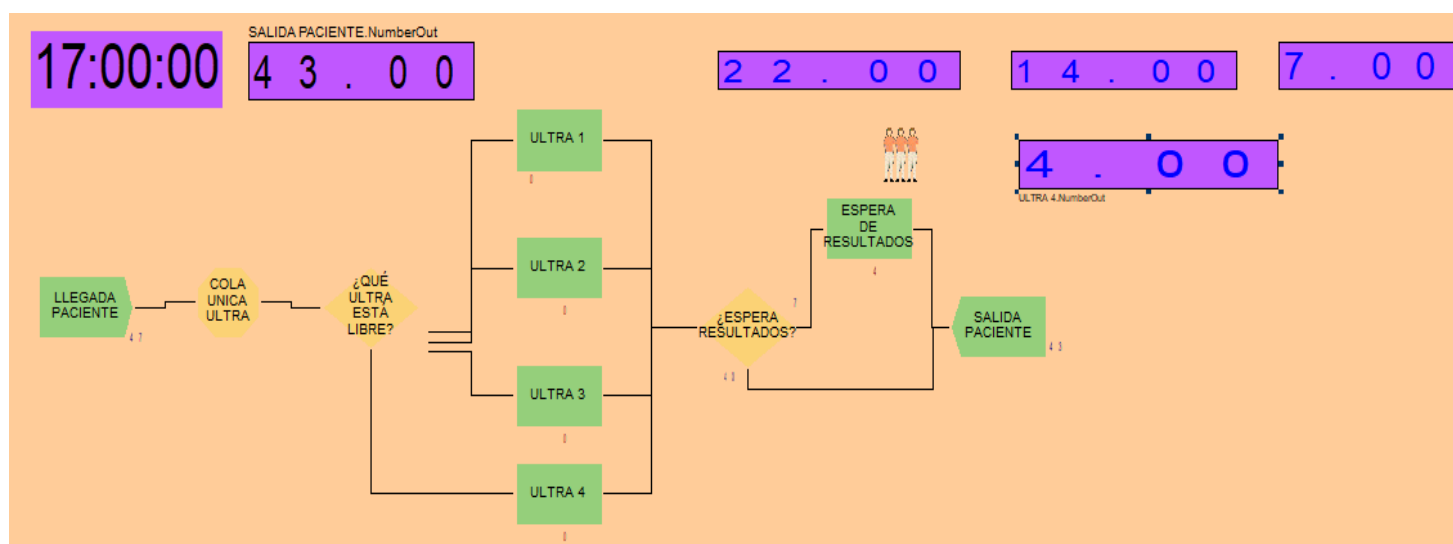


Ilustración 22: Propuesta 1 de diseño de simulación para el Departamento de Imagenología Hospital Vivian Pellas.

Fuente: Elaboración propia en Arena.

En la situación actual del área de Imagenología del hospital, podemos observar que a las 17:00 horas, 29 pacientes han salido del proceso. Hay cuatro unidades de ultrasonido (ULTRA 1, ULTRA 2, ULTRA 3, ULTRA 4) operando, pero el flujo de pacientes parece estar limitado por tiempos de espera, especialmente en la espera de resultados.

Propuesta 1:

En la primera propuesta de mejora, a la misma hora (17:00 horas), el número de pacientes que han salido ha aumentado significativamente a 43. Esto sugiere una mejora notable en la eficiencia del proceso.

Número de Pacientes Procesados:

Situación Actual: 29 pacientes

Propuesta 1: 43 pacientes

Eficiencia de ULTRA:

- ULTRA 1: 22 pacientes procesados
- ULTRA 2: 14 pacientes procesados
- ULTRA 3: 7 pacientes procesados
- ULTRA 4: 4 pacientes procesados

También se observa que, en la propuesta 1, quedan 3 pacientes esperando resultados. Para mejorar aún más la experiencia del paciente y la eficiencia del proceso, se sugiere seguir incentivando a los pacientes a ingresar al Portal Web para ver los resultados de sus estudios. Esta medida permitiría liberar espacio en la sala de espera y reducir el tiempo total de espera para los pacientes.

La propuesta 1 parece distribuir mejor la carga de trabajo entre las unidades de ultrasonido, lo que contribuye a la mejora general en el flujo de pacientes. Además, el número de pacientes en espera de resultados parece estar mejor gestionado, reduciendo los cuellos de botella en esta etapa del proceso.

Después de analizar la primera propuesta de mejora y observar sus beneficios en la distribución de pacientes y la capacidad de atención, pasamos a la segunda propuesta. Esta nueva alternativa introduce distintos ajustes en la gestión del flujo de pacientes para explorar otras posibilidades de optimización en el área de Imagenología.

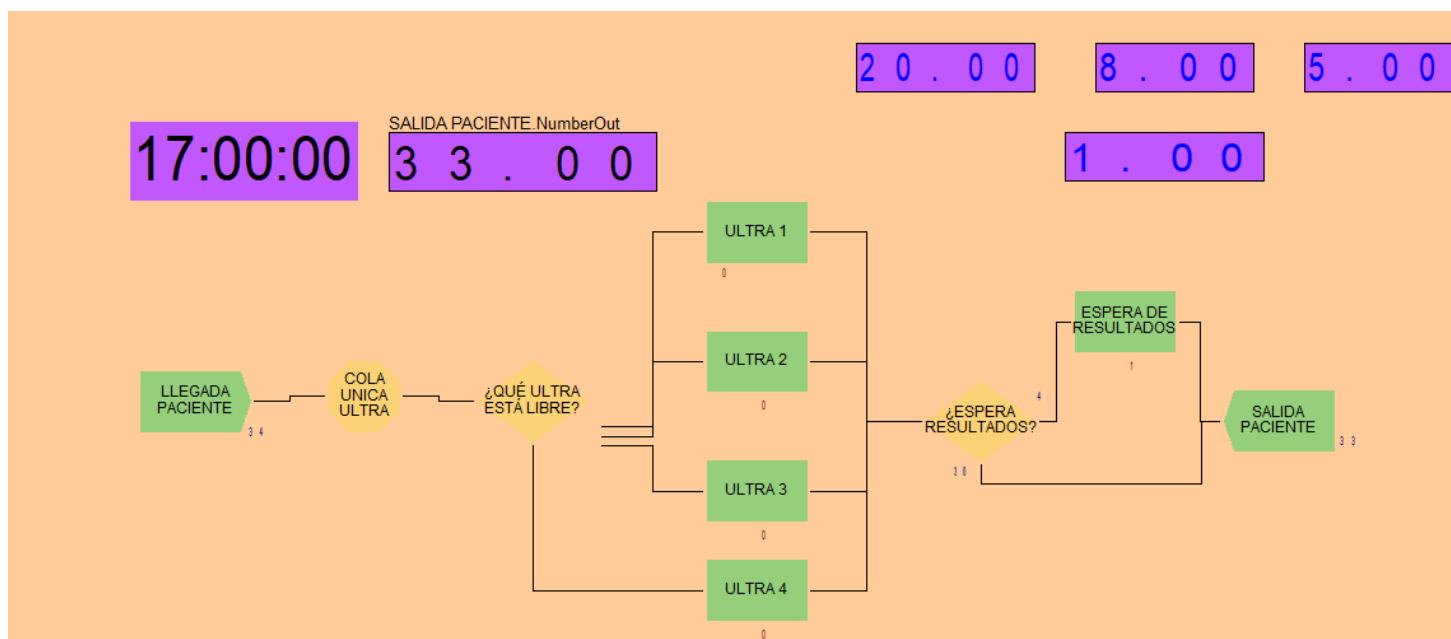


Ilustración 23: Propuesta 2 de diseño de simulación para el Departamento de Imagenología Hospital Vivian Pellas.

Fuente: Elaboración propia en Arena.

En la segunda propuesta de mejora, a las 17:00 horas, el número de pacientes que han salido es 33, lo cual es una mejora con respecto a la situación actual, pero no tan drástica como en la primera propuesta.

Propuesta 2:

Número de Pacientes Procesados:

Situación Actual: 29 pacientes

Propuesta 2: 33 pacientes

Eficiencia de ULTRA:

ULTRA 1: 20 pacientes procesados

ULTRA 2: 8 pacientes procesados

ULTRA 3: 5 pacientes procesados

ULTRA 4: 1 paciente procesado

Aunque la propuesta 2 también muestra una mejora, parece que la distribución de la carga de trabajo entre las unidades de ultrasonido no es tan equilibrada como en la propuesta 1. ULTRA 1 sigue procesando una gran cantidad de pacientes, mientras que ULTRA 4 procesa muy pocos, lo que podría indicar un problema en la asignación de pacientes o en la capacidad operativa de las diferentes unidades.

Resumen: Propuesta 1 muestra una mejora significativa en el número de pacientes procesados y una mejor distribución de la carga de trabajo entre las unidades de ultrasonido, lo que resulta en una mayor eficiencia global del proceso.

Propuesta 2 también mejora la situación actual, pero no tan eficientemente como la propuesta 1. La distribución de pacientes entre las unidades de ultrasonido podría mejorarse para alcanzar una eficiencia óptima.

Ambas propuestas sugieren mejoras, pero la Propuesta 1 parece ser la más efectiva en términos de reducir los tiempos de espera y mejorar el flujo de pacientes en el área de Imagenología del hospital.

11. Conclusiones

La simulación computacional como herramienta en la evaluación de los procesos de Imagenología en el Hospital Vivian Pellas ha permitido identificar áreas de mejora potencial.

El modelo desarrollado proporcionó conocimientos detallados sobre cambios en los procesos de ultrasonido, facilitando la identificación de estrategias efectivas. Esta metodología rigurosa brindó una visión precisa de cómo los ajustes podrían impactar positivamente en la calidad del servicio y en la experiencia del paciente.

En la propuesta de mejora para los servicios de ultrasonido en el Hospital Vivian Pellas, se destacan medidas específicas. Entre ellas, la actualización de los sistemas de programación de citas, la optimización de los tiempos de espera y la implementación de un sistema de clasificación de turnos.

Estas acciones se diseñaron con base en los resultados de la simulación computacional, apuntando a agilizar el servicio y a fortalecer la reputación del hospital.

La implementación de la simulación computacional y la propuesta de mejoras para los servicios de ultrasonido en el Hospital Vivian Pellas representa un enfoque integral para optimizar los procesos de Imagenología.

Estas acciones, respaldadas por datos y análisis rigurosos, tienen el potencial de transformar positivamente la eficiencia y la calidad del servicio. Esto mejorará la experiencia tanto para los pacientes como para el personal sanitario.

En conclusión, la presente investigación ha representado un esfuerzo exhaustivo y riguroso para mejorar los procesos de servicios de ultrasonido en el Hospital Vivian Pellas a través de la simulación computacional.

Mediante un enfoque metodológico sólido y la aplicación de herramientas avanzadas, se han identificado áreas clave de optimización que no solo buscan aumentar la eficiencia operativa, reducir los tiempos de espera y mejorar la experiencia del paciente, sino también fortalecer la posición del hospital como una institución de salud de vanguardia.

Las recomendaciones específicas derivadas de este estudio tienen el potencial de impactar positivamente en la calidad de la atención médica y en la satisfacción de todos los involucrados, sentando las bases para un futuro de excelencia en la Imagenología médica.

11.1 Conclusiones respecto a objetivos

En base a los objetivos planteados y los resultados obtenidos en la investigación para optimizar los procesos de servicios de ultrasonido, en el Hospital Vivian Pellas, mediante simulación computacional, se proponen las siguientes nuevas preguntas de investigación:

- ¿Cuál sería el efecto de la personalización de los servicios de ultrasonido basada en las preferencias y necesidades individuales de los pacientes en la percepción de calidad y satisfacción del servicio?
- ¿Qué estrategias de gestión del cambio serían más efectivas para garantizar la adopción exitosa de las mejoras propuestas en los procesos de ultrasonido y su sostenibilidad a largo plazo?

Además, en relación a aspectos que no pudieron abordarse por limitaciones de tiempo o que generaron curiosidad durante el proceso de investigación, se destaca la necesidad de explorar:

- El impacto potencial de la optimización de procesos en otros departamentos o servicios del hospital para lograr una mejora integral en la eficiencia operativa y la calidad asistencial.
- La viabilidad de implementar un sistema de seguimiento y evaluación en tiempo real de los procesos de ultrasonido para una toma de decisiones más ágil y basada en datos.
- La evaluación de la percepción y aceptación de las mejoras propuestas por parte de los diferentes actores involucrados, incluyendo pacientes, personal médico y administrativo, para garantizar una implementación exitosa y una experiencia positiva para todos los implicados.

12. Referencias

- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación, Introducción a la metodología científica* (6th ed.). Episteme. Caracas, República Bolivariana de Venezuela.
- Gómez, A., & Gómez, P. (2015). La imagenología médica en el laboratorio de morfología: iconografía. *Revista Colombiana de Radiología*, 26(1), 4260-4263.
- Gross, D., Shortle, J. F., Thompson, J. M., & Harris, C. M. (2008). *Fundamentals of Queueing Theory* (4th ed.). Wiley-Interscience.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). McGraw-Hill Education. México D.F.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2015). *Introduction to Operations Research* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P., & Zupick, N. B. (2015). *Simulation with Arena* (6th ed.). McGraw-Hill Education. Printed in the United States of America.
- Kenhub. (s.f.). *Imagenología médica y anatomía radiológica*. Recuperado de <https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/imagenologia-medica-y-radiologia-anatomica>
- Kleinrock, L. (1975). *Queueing Systems, Volume I: Theory*. Wiley-Interscience.
- Martínez, J. (2017). Ética médica e imagenología. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 55(1), 5-7.
- Sánchez, A., Sánchez, J., & Sánchez, L. (2016). *Imagenología médica: Fundamentos y alcance*. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*, 14(3), 102-114.
- Taha, H. A. (2017). *Operations Research: An Introduction* (10th ed.). Pearson.
- Winston, W. L. (2003). *Operations Research: Applications and Algorithms* (4th ed.). Brooks/Cole.

13. Anexos

Bitácora de enfermeras del estudio de Ultrasonidos

No. De pacientes	Sala de Ultrasonido	Fecha	Tipo de Ultrasonido	Hora de Llegada	Hora de Atención	Tiempo de espera	Duración de los ultrasonidos
1	3	20/5/2024	Abdomen Completo	14:59	15:25	00:26	00:30
2	1	18/5/2024	transvaginal	11:58	12:35	00:37	00:30
3	1	17/5/2024	Mamografía	07:44	08:30	00:46	00:30
4	4	25/5/2024	Cuello	08:37	09:47	01:10	00:30
5	3	1/5/2024	Cuello	07:17	08:10	00:53	00:35
6	2	3/5/2024	Abdomen Superior	11:25	11:40	00:15	00:20
7	2	16/5/2024	Mamografía	14:35	15:30	12:55	00:30
8	1	1/5/2024	Abdomen Completo	10:30	12:35	02:05	00:30
9	1	1/5/2024	Cuello	08:00	09:00	01:00	00:30
10	1	8/5/2024	Abdomen Superior	09:30	09:52	00:22	00:20
11	1	6/5/2024	Mamografía	14:30	15:55	01:25	00:30
12	1	20/5/2024	Mamografía	13:30	14:25	00:55	00:30
13	1	7/5/2024	Partes Blandas	16:35	17:10	00:35	00:45
14	1	14/5/2024	Abdomen Completo	13:07	13:34	00:27	00:30
15	3	3/5/2024	Pediatrico	11:05	11:10	00:05	00:30
16	1	16/5/2024	Cuello	11:00	11:00	00:00	00:30
17	2	9/5/2024	Partes Blandas	12:59	13:15	00:16	00:45
18	2	14/5/2024	Abdomen Completo	09:50	10:40	00:50	00:30
19	1	20/5/2024	Doppler	14:30	14:48	00:18	01:00
20	1	17/5/2024	Abdomen Completo	11:30	11:50	00:20	00:30
21	4	21/5/2024	Abdomen Completo	10:30	10:50	00:20	00:30
22	2	22/5/2024	Hombro	14:25	15:00	00:35	00:30

Tabla 3: Bitácora de enfermeras**Fuente: Elaboración propia en Excel.****Bitácora de enfermeras del estudio de Ultrasonidos**

No. De pacientes	Sala de Ultrasonido	Fecha	Tipo de Ultrasonido	Hora de Llegada	Hora de Atención	Tiempo de espera	Duración de los ultrasonidos
23	3	25/5/2024	Pediatrico	10:00	10:35	00:35	00:30
24	1	1/5/2024	Escrotal	10:45	11:50	01:05	00:25
25	2	10/5/2024	Pelvico	13:00	13:20	00:20	00:40
26	2	17/5/2024	Abdomen Completo	15:12	15:30	00:18	00:30
27	3	22/5/2024	Transvaginal	13:07	13:50	00:43	00:30
28	3	1/5/2024	Renal Prostatico	07:58	08:15	00:17	00:30
29	2	9/5/2024	Mamografía	14:06	15:05	00:59	00:30
30	1	15/5/2024	Abdomen Completo	06:40	07:50	01:10	00:30
31	1	21/5/2024	Carotidas	10:35	11:08	00:33	00:15
32	3	1/5/2024	Mamografía	14:30	15:30	01:00	00:30
33	1	14/5/2024	Pediatrico	13:42	13:50	00:08	00:30
34	4	29/5/2024	Abdomen Superior	10:30	10:40	00:10	00:30
35	1	13/5/2024	Transvaginal	16:45	17:30	00:45	00:30
36	2	17/5/2024	Mamografía	08:00	09:00	01:00	00:30
37	1	20/5/2024	Abdomen Completo	08:30	09:49	01:19	00:30
38	2	4/5/2024	Cuello	13:00	13:14	00:14	00:30
39	2	21/5/2024	Abdomen Completo	09:30	10:00	00:30	00:30
40	2	15/5/2024	Pelvico	08:57	09:16	00:19	00:30
41	1	2/5/2024	Abdomen Completo	07:25	08:00	00:35	00:30
42	4	14/5/2024	Cuello	10:30	10:45	00:15	00:30
43	2	1/5/2024	Obstetrico	10:14	10:38	00:24	00:38
44	2	25/5/2024	Transvaèinal	09:50	10:29	00:39	00:45

Tabla 4: Bitácora de enfermeras**Fuente: Elaboración propia en Excel.**

Bitacora de enfermeras del estudio de Ultrasonidos							
No. De pacientes	Sala de Ultrasonido	Fecha	Tipo de Ultrasonido	Hora de Llegada	Hora de Atención	Tiempo de espera	Duración de los ultrasonidos
45	3	1/5/2024	Abdomen Completo	11:28	12:35	01:07	00:30
46	3	30/5/2024	Transvaginal	13:37	13:45	00:08	00:30
47	1	1/5/2024	Mamografía	09:30	10:10	00:40	00:30
48	2	1/5/2024	Partes Blandas	14:00	15:08	01:08	00:45
49	1	6/5/2024	Pediatrico	17:50	17:55	00:05	00:30
50	1	7/5/2024	Abdomen Superior	07:22	07:25	00:03	00:20
51	3	20/5/2024	Partes Blandas	15:00	16:25	01:25	00:45
52	1	29/5/2024	Renal Prostatico	09:30	10:44	01:14	00:20
53	2	1/5/2024	Abdomen Completo	07:06	07:20	00:14	00:30
54	2	7/5/2024	Mamografía	16:00	16:40	00:40	00:30
55	3	15/5/2024	Pediatrico	09:34	09:40	00:06	00:30
56	3	30/5/2024	Cuello	09:00	12:30	03:30	00:30
57	3	14/5/2024	Abdomen Completo	08:00	09:10	01:10	00:30
58	3	16/5/2024	Mamografía	09:30	10:48	01:18	00:30
59	2	14/5/2024	Mamografía	14:02	14:25	00:23	00:30
60	4	15/5/2024	Mamografía	09:00	09:00	00:00	00:30
61	1	3/5/2024	Mamografía	15:52	16:22	00:30	00:30
62	1	22/5/2024	Transvaginal	07:30	07:40	00:10	00:30
63	2	24/5/2024	Pelvico	14:06	14:20	00:14	00:30
64	3	22/5/2024	Hombro	12:57	13:20	00:23	00:30
65	1	9/5/2024	Escrotal	15:24	15:32	00:08	00:30
66	2	10/5/2024	Cuello	09:59	10:35	00:36	00:30

Tabla 5: Bitácora de enfermeras

Fuente: Elaboración propia en Excel.

Bitacora de enfermeras del estudio de Ultrasonidos							
No. De pacientes	Sala de Ultrasonido	Fecha	Tipo de Ultrasonido	Hora de Llegada	Hora de Atención	Tiempo de espera	Duración de los ultrasonidos
67	1	16/5/2024	Renal Prostatico	09:58	10:37	00:39	00:30
68	1	18/5/2024	clastografía hepatica	10:30	11:30	01:00	00:15
69	3	2/5/2024	Cuello	08:43	08:46	00:03	00:30
70	2	15/5/2024	Hombro	08:30	09:40	01:10	00:30
71	3	25/5/2024	Abdomen Completo	07:48	10:07	02:19	00:30
72	1	1/5/2024	Abdomen Completo	15:16	15:55	00:39	00:30
73	2	27/5/2024	Abdomen Completo	13:28	14:26	00:58	00:30
74	2	28/5/2024	Pelvico	12:30	13:45	01:15	00:20
75	2	2/5/2024	Rodilla	11:01	11:15	00:14	00:20
76	3	8/5/2024	Renal Prostatico	10:30	11:38	01:08	00:30
77	2	23/5/2024	Abdomen Completo	09:35	10:00	00:25	00:30
78	3	10/5/2024	Abdomen Superior	13:31	13:50	00:19	00:20
79	3	16/5/2024	Hombro	10:25	10:30	00:05	00:30
80	3	2/5/2024	Biopsia	14:00	15:00	01:00	00:25
81	3	7/5/2024	Mamografía	07:30	08:03	00:33	00:30
82	4	23/5/2024	Abdomen Completo	08:30	09:56	01:26	00:30
83	1	24/5/2024	Abdomen Completo	08:30	09:17	00:47	00:30
84	4	8/5/2024	Abdomen Completo	10:00	10:26	00:26	00:30
85	2	3/5/2024	Pelvico	13:40	14:55	01:15	00:40
86	2	27/5/2024	Cuello	12:25	12:50	00:25	00:30
87	1	10/5/2024	Mamografía	07:00	08:30	01:30	00:30
88	2	3/5/2024	Mamoerafia	10:00	11:48	01:48	00:30

Tabla 6: Bitácora de enfermeras

Fuente: Elaboración propia en Excel.

Bitácora de enfermeras del estudio de Ultrasonidos

No. De pacientes	Sala de Ultrasonido	Fecha	Tipo de Ultrasonido	Hora de Llegada	Hora de Atención	Tiempo de espera	Duración de los ultrasonidos
89	1	14/5/2024	Mamografía	15:07	15:36	00:29	00:30
90	2	20/5/2024	Mamografía	16:24	17:30	01:06	00:30
91	2	22/5/2024	Cuello	12:50	13:40	00:50	00:30
92	1	20/5/2024	Pelvico	08:25	09:02	00:37	00:30
93	1	11/5/2024	Mamografía	10:00	11:15	01:15	00:30
94	3	21/5/2024	Abdomen Completo	09:00	09:35	00:35	00:30
95	3	7/5/2024	Abdomen Completo	07:00	08:12	01:12	00:30
96	1	22/5/2024	Cuello	07:58	08:30	00:32	00:30
97	2	27/5/2024	Abdomen Completo	11:30	12:00	00:30	00:30
98	1	14/5/2024	Abdomen Completo	09:50	09:53	00:03	00:30
99	1	2/5/2024	Abdomen Superior	11:50	12:25	00:35	00:20
100	2	4/5/2024	Abdomen Superior	09:00	09:54	00:54	00:20
101	1	28/5/2024	Abdomen Completo	07:45	08:00	00:15	00:30
102	4	16/5/2024	Abdomen Superior	09:00	10:30	01:30	00:20
103	1	6/5/2024	Mamografía	16:00	17:18	01:18	00:30
104	2	9/5/2024	Mamografía	14:30	14:40	00:10	00:30
105	1	9/5/2024	Abdomen Completo	11:38	14:48	03:10	00:30
106	2	14/5/2024	Mamografía	13:00	14:50	01:50	00:30
107	1	21/5/2024	Abdomen Completo	11:00	12:44	01:44	00:30
108	3	14/5/2024	Mamografía	09:30	09:50	00:20	00:30
109	4	14/5/2024	Pelvico	09:08	09:54	00:46	00:30
110	4	22/5/2024	Abdomen Completo	15:00	15:15	00:15	00:30

Tabla 7: Bitácora de enfermeras**Fuente: Elaboración propia en Excel.****Bitácora de enfermeras del estudio de Ultrasonidos**

No. De pacientes	Sala de Ultrasonido	Fecha	Tipo de Ultrasonido	Hora de Llegada	Hora de Atención	Tiempo de espera	Duración de los ultrasonidos
111	1	27/5/2024	Partes blandas	10:00	10:52	00:52	00:30
112	3	17/5/2024	Partes Blandas	10:37	12:32	01:55	00:45
113	2	7/5/2024	Abdomen Completo	08:40	09:17	00:37	00:30
114	2	11/5/2024	Doppler	07:00	11:52	04:52	01:00
115	1	13/5/2024	Cuello	06:40	07:15	00:35	00:30
116	3	25/5/2024	Cuello	10:07	10:58	00:51	00:30
117	3	7/5/2024	Partes Blandas	11:00	11:43	00:43	00:45
118	1	22/5/2024	Abdomen Superior	08:13	08:57	00:44	00:30
119	1	23/5/2024	Prostata	11:37	12:05	00:28	00:30
120	3	14/5/2024	Abdomen Completo	08:36	09:30	00:54	00:30
121	4	3/5/2024	Transvaginal	08:00	09:00	01:00	00:30
122	1	1/5/2024	Abdomen Superior	11:00	12:10	01:10	00:18
123	2	11/5/2024	Cuello	11:06	11:25	00:19	00:30
124	2	14/5/2024	Mamografía	09:00	10:00	01:00	00:30
125	2	2/5/2024	Partes Blandas	12:25	13:25	01:00	00:45
126	1	11/5/2024	Pediatrico	15:19	16:05	00:46	00:30
127	4	23/5/2024	Abdomen Completo	10:30	10:40	00:10	00:30
128	2	1/5/2024	Cuello	10:50	12:09	01:19	00:20
129	2	10/5/2024	Escrotal	13:55	14:25	00:30	00:30
130	2	23/5/2024	Abdomen Completo	09:13	10:02	00:49	00:30
131	3	29/5/2024	Abdomen Completo	08:40	10:05	01:25	00:20
132	3	18/5/2024	Abdomen Completo	10:10	10:22	00:12	00:30

Tabla 8: Bitácora de enfermeras.

Fuente: Elaboración propia en Excel.

Bitacora de enfermeras del estudio de Ultrasonidos							
No. De pacientes	Sala de Ultrasonido	Fecha	Tipo de Ultrasonido	Hora de Llegada	Hora de Atención	Tiempo de espera	Duración de los ultrasonidos
133	4	22/5/2024	Transvaginal	14:00	15:05	01:05	00:30
134	2	13/5/2024	Abdomen Completo	08:30	09:00	00:30	00:30
135	4	20/5/2024	Abdomen Completo	08:30	09:55	01:25	00:30
136	3	3/5/2024	Abdomen Superior	08:00	09:35	01:35	00:20
137	3	24/5/2024	Transvaginal	07:00	07:35	00:35	00:20
138	2	28/5/2024	Abdomen Completo	14:10	14:30	00:20	00:30
139	3	10/5/2024	Mamografía	09:08	10:15	01:07	00:30
140	2	28/5/2024	Pelvico	14:00	15:00	01:00	00:30
141	2	28/5/2024	Abdomen Completo	08:30	09:10	00:40	00:30
142	1	16/5/2024	Pediatrico	10:37	11:05	00:28	00:30
143	4	17/5/2024	Transvaginal	10:09	11:23	01:14	00:30
144	3	14/5/2024	Transvaginal	15:04	15:44	00:40	00:30
145	4	14/5/2024	Renal Prostatico	09:30	10:15	00:45	00:30
146	4	21/5/2024	Abdomen Completo	11:58	12:50	00:52	00:30
147	3	7/5/2024	Renal Prostatico	16:33	16:55	00:22	00:30
148	2	22/5/2024	Transvaginal	08:00	08:40	00:40	00:20
149	3	11/5/2024	Renal Prostatico	10:32	11:45	01:13	00:30
150	1	7/5/2024	Pelvico	07:30	07:52	00:22	00:40
151	1	23/5/2024	Cuello	12:59	15:47	02:48	00:30
152	3	15/5/2024	Abdomen Superior	07:35	08:48	01:13	00:20
153	2	23/5/2024	Transvaginal	13:56	14:00	00:04	00:30
154	2	1/5/2024	Abdomen Completo	07:42	08:45	01:03	00:35

Tabla 9: Bitácora de enfermeras.

Fuente: Elaboración propia en Excel.

Bitacora de enfermeras del estudio de Ultrasonidos							
No. De pacientes	Sala de Ultrasonido	Fecha	Tipo de Ultrasonido	Hora de Llegada	Hora de Atención	Tiempo de espera	Duración de los ultrasonidos
155	1	2/5/2024	Abdomen Completo	15:30	15:55	00:25	00:30
156	2	3/5/2024	Mamografía	08:30	10:34	02:04	00:30
157	1	22/5/2024	Pediatrico	14:30	16:15	01:45	00:30
158	3	28/5/2024	Abdomen Completo	08:20	09:00	00:40	00:30
159	3	8/5/2024	Abdomen Completo	09:30	10:25	00:55	00:30
160	1	20/5/2024	Cuello	14:55	15:00	00:05	00:30
161	1	1/5/2024	Mamografía	10:45	10:57	00:12	00:20
162	1	3/5/2024	Biopsia	14:00	15:37	01:37	00:25
163	1	7/5/2024	Abdomen Completo	12:17	12:58	00:41	00:30
164	2	18/5/2024	Abdomen Superior	08:42	10:55	02:13	00:20
165	2	23/5/2024	Abdomen Completo	08:27	09:40	01:13	00:30
166	3	16/5/2024	Mamografía	14:00	14:30	00:30	00:30
167	1	10/5/2024	Transvaginal	12:00	14:05	02:05	00:30
168	4	16/5/2024	Transvaginal	09:00	10:15	01:15	00:30
169	3	14/5/2024	Cuello	10:41	10:50	00:09	00:30
170	4	2/5/2024	Abdomen Completo	08:30	08:38	00:08	00:30
171	4	2/5/2024	Pediatrico	14:38	14:40	00:02	00:30
172	1	8/5/2024	Pelvico	09:30	09:35	00:05	00:40
173	4	23/5/2024	Abdomen Completo	10:07	10:16	00:09	00:30
174	1	28/5/2024	Abdomen Completo	12:00	13:00	01:00	00:20
175	2	7/5/2024	Partes Blandas	10:00	10:30	00:30	00:45
176	3	10/5/2024	Abdomen Completo	08:00	09:49	01:49	00:30

Tabla 10: Bitácora de enfermeras.**Fuente: Elaboración propia en Arena.**

Bitacora de enfermeras del estudio de Ultrasonidos

No. De pacientes	Sala de Ultrasonido	Fecha	Tipo de Ultrasonido	Hora de Llegada	Hora de Atención	Tiempo de espera	Duración de los ultrasonidos
177	2	3/5/2024	Abdomen Completo	07:30	09:00	01:30	00:30
178	3	3/5/2024	Mamografía	07:37	08:50	01:13	00:30
179	2	7/5/2024	Abdomen Completo	09:07	09:25	00:18	00:30
180	2	27/5/2024	Abdomen Completo	08:30	09:45	01:15	00:30
181	3	22/5/2024	Abdomen Superior	08:45	10:30	01:45	00:20
182	1	24/5/2024	Transvaginal	07:20	08:50	01:30	00:40
183	1	22/5/2024	Cuello	12:30	13:55	01:25	00:30
184	2	18/5/2024	Rodilla	10:42	11:10	00:28	00:30
185	2	2/5/2024	Mamografía	10:45	11:18	00:33	00:30
186	2	24/5/2024	Hombro	10:00	11:08	01:08	00:30
187	4	6/5/2024	Abdomen Completo	15:00	15:15	00:15	00:30
188	1	21/5/2024	Abdomen Completo	11:30	13:52	02:22	01:00
189	3	21/5/2024	Abdomen Completo	09:03	09:45	00:42	00:30
190	4	13/5/2024	Mamografía	07:45	08:55	01:10	00:30
191	3	24/5/2024	Pediatrico	11:00	11:25	00:25	00:30
192	3	28/5/2024	Abdomen Completo	12:00	13:45	01:45	00:40
193	2	1/5/2024	Mamografía	10:00	11:00	01:00	00:25
194	2	7/5/2024	Abdomen Completo	07:00	08:25	01:25	00:30
195	3	10/5/2024	Abdomen Superior	08:00	08:15	00:15	00:20
196	3	16/5/2024	Mamografía	15:00	15:03	00:03	00:30
197	2	8/5/2024	Cuello	11:00	12:25	01:25	00:30
198	1	14/5/2024	Pediatrico	15:12	15:35	00:23	00:30

Tabla 11: Bitácora de enfermeras.**Fuente: Elaboración propia en Excel.**

Bitacora de enfermeras del estudio de Ultrasonidos

No. De pacientes	Sala de Ultrasonido	Fecha	Tipo de Ultrasonido	Hora de Llegada	Hora de Atención	Tiempo de espera	Duración de los ultrasonidos
199	2	9/5/2024	Abdomen Completo	07:00	08:00	01:00	00:30
200	1	11/5/2024	Mamografía	13:59	15:15	01:16	00:30
201	3	17/5/2024	Abdomen Completo	07:00	07:30	00:30	00:30
202	2	20/5/2024	Mamografía	08:30	08:56	00:26	00:30
203	1	23/5/2024	Transvaginal	10:11	10:25	00:14	00:20
204	4	29/5/2024	Abdomen Completo	08:00	09:45	01:45	00:30
205	4	21/5/2024	Abdomen Completo	09:30	10:15	00:45	00:30
206	1	7/5/2024	Pediatrico	09:12	09:22	00:10	00:30
207	3	7/5/2024	Pelvico	10:04	10:30	00:26	00:40
208	1	22/5/2024	Cuello	01:05	13:30	12:25	00:30
209	2	24/5/2024	Pelvico	07:48	09:42	01:54	00:30
210	2	14/5/2024	Mamografía	15:30	15:31	00:01	00:30
211	3	11/5/2024	Transvaginal	15:30	16:10	12:40	00:30
212	1	21/5/2024	Abdomen Completo	10:07	10:12	00:05	00:30
213	1	2/5/2024	Rodilla	10:18	11:30	01:12	00:20
214	3	3/5/2024	Cuello	10:21	11:25	01:04	00:30
215	2	7/5/2024	Pelvico	11:03	11:40	00:37	00:40
216	1	14/5/2024	Pediatrico	14:35	15:00	00:25	00:30
217	1	29/5/2024	Cuello	08:20	09:10	00:50	00:30
218	2	6/5/2024	Pediatrico	17:07	17:30	00:23	00:30
219	1	20/5/2024	Abdomen Completo	08:30	09:14	00:44	00:30
220	2	20/5/2024	Pediatrico	15:20	15:25	00:05	00:30

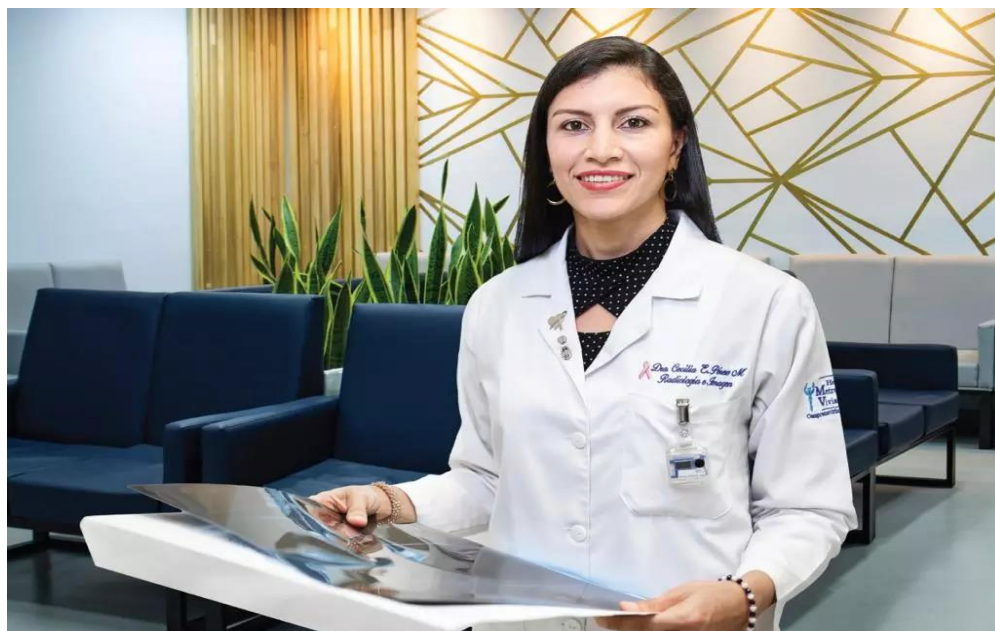
Bitacora de enfermeras del estudio de Ultrasonidos

No. De pacientes	Sala de Ultrasonido	Fecha	Tipo de Ultrasonido	Hora de Llegada	Hora de Atención	Tiempo de espera	Duración de los ultrasonidos
221	4	3/5/2024	Abdomen Completo	07:30	08:40	01:10	00:30
222	2	1/5/2024	Abdomen Completo	12:00	13:25	01:25	00:30
223	1	27/5/2024	Transvaginal	11:20	11:35	00:15	00:30
224	3	1/5/2024	Abdomen Completo	10:16	11:15	00:59	00:30
225	1	16/5/2024	Hombro	09:37	10:30	00:53	00:30
226	1	23/5/2024	Abdomen Completo	09:57	12:10	02:13	00:30
227	2	21/5/2024	Abdomen Completo	09:30	11:18	01:48	00:30
228	1	7/5/2024	Abdomen Completo	15:30	16:20	00:50	00:30
229	1	24/5/2024	Abdomen Completo	07:00	08:17	01:17	00:30
230	2	17/5/2024	Mamografía	07:43	08:20	00:37	00:30
231	2	1/5/2024	Abdomen Completo	09:00	10:10	01:10	00:30
232	1	4/5/2024	Abdomen Completo	09:35	10:30	00:55	00:30
233	3	18/5/2024	Rodilla	10:30	11:00	00:30	00:30
234	1	17/5/2024	Cuello	14:20	14:25	00:05	00:30
235	2	21/5/2024	Transvaginal	09:00	09:55	00:55	00:30
236	1	16/5/2024	Pediatrico	14:30	14:45	00:15	00:30
237	3	17/5/2024	Pediatrico	07:12	09:20	02:08	00:30
238	3	21/5/2024	Abdomen Completo	07:37	08:15	00:38	00:30
239	3	6/5/2024	Mamografía	13:00	13:45	00:45	00:30
240	2	7/5/2024	Abdomen Completo	08:18	09:10	00:52	00:30
241	4	24/5/2024	Pediatrico	13:11	14:00	00:49	00:40
242	3	3/5/2024	Pediatrico	15:13	15:40	00:27	00:30

Tabla 12: Bitácora de enfermeras**Fuente: Elaboración propia****Ilustración 24: Proceso de ultrasonido****Fuente: Página web Hospital Vivian Pellas**



***Ilustración 25: Proceso de ultrasonido de Mama
Fuente: Página web Hospital Vivian Pellas***



***Ilustración 26: Sala de espera de Imagenología
Fuente: Página web Hospital Vivian Pellas.***

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN

Nosotros, María Denisse Ramírez Guido con cédula de identidad 001-050602-1047U, Fernanda Anaid Tapia Niño con cédula de identidad 001-111002-1045G, y Carlos Alberto Villalobos Jiménez con cédula de identidad 001-130801-1016W, egresados del programa académico, Tesis monográfica para optar al título de Ingeniero Industrial; declaramos que:

El contenido del presente documento es un reflejo de nuestro trabajo personal, y toda la información que se presenta está libre de derechos de autor, por lo que, ante cualquier notificación de plagio, copia o falta a la fuente original, nos hacemos responsables de cualquier litigio o reclamación relacionada con derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad a la Universidad Católica Redemptoris Mater (UNICA).

Así mismo, autorizamos a UNICA por este medio, publicar la versión aprobada de nuestro trabajo de investigación, bajo el título Propuesta de optimización de los procesos de servicios de ultrasonido del departamento de Imagenología del Hospital Vivian Pellas mediante simulación computacional, durante el segundo trimestre de 2024 en el campus virtual y en otros espacios de divulgación, bajo la licencia Atribución-No Comercial-Sin derivados, irrevocable y universal para autorizar los depósitos y difundir los contenidos de forma libre e inmediata.

Todo esto lo hacemos desde nuestra libertad y deseo de contribuir a aumentar la producción científica. Para constancia de lo expuesto anteriormente, se firma la presente declaración en la ciudad de Managua, Nicaragua a los 10 días del mes Julio de 2024.

Atentamente,

María Denisse Ramírez Guido

mramirez17@unica.edu.ni

Firma:



Fernanda Anaid Tapia Niño

ftapia6@unica.edu.ni

Firma:



Carlos Alberto Villalobos Jiménez

cvillalobos@unica.edu.ni

Firma:

