



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CIRUGÍAS HOSPITALARIAS UTILIZANDO  
PYTHON Y POSTGRESQL”**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERA BIOMÉDICA**

**PRESENTADO POR:**

**22111160 ANDREA LINELL MARTÍNEZ ORELLANA**

**22111231 VALERIE NICOLE PAREDES EDER**

**ASESOR: REYNA VALLE**

**SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.**

**JUNIO, 2025**

## DEDICATORIA

A mi mamá, Alba Orellana, por enseñarme con tanto amor buenos hábitos y valores que han sido la base de mi perseverancia, por escucharme y hacerme sentir acompañada.

A mi papá, Juan Martínez, cuyo sacrificio y esfuerzo han hecho posible este logro. Por ser mi mayor admirador y estar orgulloso de cada paso que doy.

A mis trotis, Rachel, Valerie y Mónica, por todo lo que vivimos juntas en esta etapa y por su amistad tan sincera.

- **Andrea Martinez**

Dedico esta tesis a mis padres, Ivan Paredes y Claudia Eder, por su apoyo incondicional y todo el esfuerzo que hacen para que yo cumpla las metas que me propongo y por siempre creer en mí. Este logro también es de ustedes por toda su guía y amor incondicional.

A mi hermana, Victoria Paredes, por ser un ejemplo a seguir, apoyarme durante toda mi vida y siempre motivarme.

A mis tíos, Edgardo Paredes y Karen Eder por ser un gran apoyo en mi vida y siempre motivarme a dar lo mejor de mí.

A las hermanas que me dio la carrera, Andrea, Rachel y Mónica, por acompañarme en todo momento sin importar las circunstancias y por ser un apoyo constante en mi vida.

- **Valerie Paredes**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecerle a Dios, por darme sabiduría y fortaleza para llegar hasta aquí y por cuidar de mí durante todo este tiempo.

A mis padres, gracias por el amor incondicional, por apoyarme en todo momento y por mirar mis logros con los ojos más brillantes.

A Valerie, quien ha sido parte importante de todo este recorrido desde el primer día de clases y con quien tengo la dicha de terminarlo.

A Sheryl, por estar presente, aunque estemos lejos, por siempre escucharme y animarme.

A mi novio, Yoshiaki, por escuchar mis crisis y darme palabras de amor y apoyo.

Finalmente, a todas las personas que me han acompañado en este viaje, especialmente a mis amigos, que con todas las risas hicieron más llevadero este tiempo.

- **Andrea Martínez**

Quiero comenzar agradeciendo a Dios por darme la fortaleza y sabiduría a lo largo de este camino y por guiarme ya que con su ayuda pude superar cada reto que se presentó.

A mis padres, por su amor incondicional y esfuerzo para poder brindarme una educación de calidad. Gracias por su paciencia y por todas las enseñanzas que me dan.

A mi hermana y mi cuñado por siempre creer en mí, por ser personas en las cuales puedo contar, por su apoyo y motivación a lo largo de esta etapa.

A mis tíos por siempre apoyarme, motivarme y celebrar junto a mi cada logro.

A Andrea, por estar siempre para mí desde el primer día, ayudarme a superar los retos que se me presentan, animarme y con quien terminé esta increíble etapa.

A Elisa y María José que pese a la distancia siempre me apoyan y motivan.

A Ariana por ser quien me impulsó a escoger esta carrera y por apoyarme siempre.

A mis amigos que estuvieron desde el primer día y a los que se fueron sumando, por todo su apoyo, motivación y por hacer que mi etapa universitaria fuera increíble.

- **Valerie Paredes**

Juntas queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que formaron parte de este camino y nos acompañan en la realización de nuestra tesis.

A la Ing. Reyna Valle, por su guía como asesora de tesis y por su constante apoyo como jefa de carrera, su compromiso con nuestra formación ha sido una parte fundamental para este logro.

Al Ing. Gabriel Rico, por su asesoría técnica, por cada recomendación para ayudarnos a convertir nuestras ideas en un mejor proyecto.

A nuestras amistades del Departamento de Biomédica del HNMCR, quienes con disposición nos brindaron ayuda y facilitaron el camino para que esta tesis fuera posible.

A Mónica y Rachel, nuestras mejores amigas y colegas, gracias por compartir no solo los años de estudio, sino también los momentos que realmente hicieron de esta carrera algo especial e inolvidable.

## RESUMEN EJECUTIVO

La trazabilidad y viabilidad de la información quirúrgica son elementos fundamentales para una gestión hospitalaria eficiente y segura. En diversos hospitales públicos de Honduras, el proceso de programación, registro y seguimiento de cirugías actualmente se realiza con métodos manuales, lo que dificulta el acceso oportuno a datos relevantes, limita la coordinación entre los distintos departamentos y reduce la capacidad de respuesta antes situaciones de emergencia. La falta de integración hace que la eficiencia operativa y la toma de decisiones se vea comprometida.

Ante dicha problemática, el presente proyecto de investigación tuvo como objetivo desarrollar y validar un sistema de gestión de quirófano como apoyo a la toma de decisiones enfocado en fortalecer la trazabilidad y viabilidad de la información relacionada al proceso quirúrgico. El sistema fue diseñado para integrar varios criterios, como ser la disponibilidad de quirófano, programación diaria, asignación de recursos y carga operativa, lo que ofrece una visualización detallada y clara, en tiempo real del bloque quirúrgico.

Para evaluar la funcionalidad, se utilizaron datos reales del Hospital Nacional Mario Catarino Rivas (HNMCR) y se realizaron encuestas y entrevistas dirigidas al personal de salud y personal administrativo involucrado en la gestión de cirugías. Los resultados reflejaron una aceptación positiva del sistema desarrollado y resaltaron la funcionalidad del sistema al organizar de manera clara la información, reducir tiempos de espera y mejorar la coordinación entre áreas. El personal que fue encuestado resaltó el beneficio de tener las funciones de visualización de disponibilidad de quirófanos y la trazabilidad de cirugías canceladas, mencionando que el sistema facilita la toma de decisiones y permite trazabilidad de información relevante. En comparación con métodos manuales, el sistema reduce errores y duplicidad de registros, lo que fortalece la transparencia operativa.

El sistema propuesto es una herramienta innovadora para el entorno hospitalario, debido a que permite digitalizar procesos claves, garantizando la trazabilidad de las etapas quirúrgicas. La implementación promueve una gestión eficiente y orientada a datos claves en el bloque quirúrgico, con un potencial de escalabilidad en distintos contextos hospitalarios.

**Palabras clave:** *gestión de quirófanos, ORMS, sistemas hospitalarios, trazabilidad quirúrgica.*

## **ABSTRACT**

A system with data traceability and visibility of surgical information is essential for an effective and safe hospital management. In diverse public hospitals in Honduras, surgical scheduling, documentation and follow ups are still conducted through manual methods or fragmented digital platforms. The lack of system integration limits the access to critical data, interferes in the coordination among departments, and reduces the ability to respond effectively to unforeseen situations, which affects operational efficiency and clinical decision making.

In order to address this issue, the objective of this study was to develop and validate a digital decision support system aimed at enhancing the traceability and visibility of surgical process. The proposed system integrates key variables such as operating room availability, daily surgical schedules, procedural workload and resource distribution, which provides a visualization of the operating room and surgery status.

The system was tested simulating data from Hospital Nacional Mario Catarino Rivas. Operational simulations, surveys, and interviews with medical, technical and administrative staff were conducted to assess usability, functionality and perceived value. The results demonstrated a positive acceptance of the developed system and highlighted the functionality of organizing information clearly, reducing waiting times, and improving coordination between departments. The surveyed personnel emphasized the benefits of having features such as the visualization of the availability of operating rooms and the traceability of canceled surgeries, noting that the system facilitates decision making and enables the tracking of relevant information for the hospital. Compared to the manual methods that are used, the developed system reduces errors and duplicated records, thereby strengthening operational transparency.

This tool represents an innovative approach for hospital environments, enabling the digitalization of surgical management processes and ensuring traceability. The implementation encourages more efficient, transparent and data driven hospital operations, with potential scalability to similar healthcare settings across the country.

**Keywords:** hospital system, information traceability, operating room management system, surgical management, surgical traceability

## TABLA DE CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	15
<b>II. ESTADO DEL ARTE</b> .....	17
<b>2.1. ANTECEDENTES</b> .....	17
2.1.1. TECNOVIGILANCIA .....	17
2.1.2. INTEROPERABILIDAD .....	19
2.1.3. SISTEMA DE INFORMACIÓN EN SALUD .....	20
2.1.3.1. Sistema de Información Hospitalaria (HIS) .....	20
2.1.3.2. Registros de Salud Electrónicos (EHR) .....	21
2.1.3.3. Sistema de Información de Laboratorios (LIS) .....	22
2.1.3.4. Sistema de Información Radiológica (RIS) .....	22
2.1.3.5. Sistema de Gestión de Quirófanos (ORMS) .....	23
2.1.4. CASOS DE INEFICIENCIA POR FALTA DE MONITOREO DIGITAL .....	24
2.1.5. CASOS DE SISTEMAS EXISTENTES .....	26
2.1.6. ORGANIZACIÓN EN EL QUIRÓFANO .....	30
<b>2.2. PROBLEMÁTICA</b> .....	33
<b>2.3. IMAGEN INTEGRADORA</b> .....	36
<b>2.4. TABLA DE LIMITANTES</b> .....	37
<b>III. OBJETIVOS</b> .....	38
<b>3.1. OBJETIVO GENERAL</b> .....	38
<b>3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	38
<b>IV. MÉTODOS</b> .....	39
<b>4.1. ENFOQUE</b> .....	39
<b>4.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN</b> .....	40
4.2.1. VARIABLES DEPENDIENTES .....	40

4.2.2.	VARIABLES INDEPENDIENTES.....	40
<b>4.3.</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS .....</b>	<b>41</b>
4.3.1.	SOFTWARE.....	42
4.3.1.1.	PGADMIN.....	42
4.3.1.2.	VISUAL STUDIO CODE .....	42
4.3.2.	INSTRUMENTOS.....	42
4.3.2.1.	REVISIÓN DOCUMENTAL.....	43
4.3.2.2.	ENTREVISTAS.....	43
4.3.2.3.	ENCUESTAS.....	43
<b>4.4.</b>	<b>MÉTODO DE ESTUDIO .....</b>	<b>44</b>
4.4.1.	RECOPIACIÓN DE DATOS .....	44
4.4.2.	DISEÑO DEL SISTEMA .....	44
4.4.3.	IMPLEMENTACIÓN.....	44
4.4.4.	PRUEBAS Y VALIDACIÓN .....	44
4.4.5.	DOCUMENTACIÓN Y RESULTADOS .....	45
<b>4.5.</b>	<b>METODOLOGÍA DE VALIDACIÓN .....</b>	<b>46</b>
4.5.1.	PRUEBAS DE SIMULACIÓN .....	46
4.5.2.	EVALUACIÓN DE EFICIENCIA .....	46
4.5.3.	VALIDACIÓN CON EXPERTOS CLÍNICOS Y TÉCNICOS .....	46
4.5.4.	ENCUESTA DE SATISFACCIÓN AL PERSONAL USUARIO .....	46
<b>4.6.</b>	<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....</b>	<b>47</b>
<b>4.7.</b>	<b>OPERACIONES DE LAS VARIABLES .....</b>	<b>48</b>
<b>4.8.</b>	<b>MATRIZ METODOLÓGICA .....</b>	<b>50</b>
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS Y ANÁLISIS .....</b>	<b>52</b>
5.1.	ENTREVISTAS.....	52

5.1.1.	DEPARTAMENTO DE BIOMÉDICA.....	52
5.1.2.	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO .....	53
5.1.3.	DEPARTAMENTO QUIRÚRGICO .....	54
5.1.4.	DEPARTAMENTO DE GESTIÓN DE PACIENTES .....	55
5.1.5.	CIRUJANO .....	60
<b>5.2.</b>	<b>DESARROLLO DEL SOFTWARE .....</b>	<b>64</b>
5.2.1.	BASE DE DATOS EN PGADMIN .....	64
5.2.2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SOFTWARE.....	67
5.2.3.	ESTRUCTURA DEL SOFTWARE .....	68
<b>5.3.</b>	<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....</b>	<b>80</b>
5.3.1.	VISUAL STUDIO CODE – PYTHON.....	80
5.3.2.	POSTGRESQL – PGADMIN.....	80
5.3.3.	SISTEMA INTEGRADO .....	81
<b>5.4.</b>	<b>PERCEPCIÓN DEL PERSONAL INVOLUCRADO EN EL BLOQUE QUIRÚRGICO .....</b>	<b>82</b>
<b>5.5.</b>	<b>TIEMPO DE PROGRAMACIÓN DE CIRUGÍAS DE FORMA MANUAL VS. CON EL SISTEMA DESARROLLADO .....</b>	<b>87</b>
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>90</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>95</b>
5.1.	CONCLUSIÓN GENERAL .....	95
5.2.	CONCLUSIONES ESPECÍFICAS .....	95
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>97</b>
<b>VIII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>99</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Imagen Integradora.....	36
---------------------------------------	----

Ilustración 2 Variable dependiente e independientes.....	41
Ilustración 3 Método de Estudio .....	45
Ilustración 4 Situación Actual de Lista de Espera y Mora Quirúrgica.....	56
Ilustración 5 Pantalla de visualización del código desarrollado.....	64
Ilustración 6 Almacenamiento del registro de cirugías .....	65
Ilustración 7 Registro del historial de cirugías realizadas .....	65
Ilustración 8 Registro de cirugías canceladas.....	66
Ilustración 9 Registro de disponibilidad de quirófano.....	66
Ilustración 10 Código desarrollado .....	67
Ilustración 11 Módulos de funciones del código.....	68
Ilustración 12 Módulos de funciones del código.....	68
Ilustración 13 Visualización del inicio de la aplicación .....	69
Ilustración 14 Visualización desde el perfil de Jefatura .....	69
Ilustración 15 Visualización desde el perfil del Personal Medico .....	70
Ilustración 16 Visualización desde el perfil de Administración.....	70
Ilustración 17 Visualización de pantalla para registrar cirugías.....	71
Ilustración 18 Visualización de pantalla de cirugías programadas .....	72
Ilustración 19 Visualización de pantalla para validar cirugía .....	72
Ilustración 20 Visualización de pantalla para cancelar cirugía.....	73
Ilustración 21 Pantalla de visualización de disponibilidad de quirófanos .....	73
Ilustración 22 Pantalla de visualización de cirugías realizadas .....	74
Ilustración 23 Pantalla de visualización de cirugías canceladas .....	74
Ilustración 24 Pantalla de visualización de lista de indicadores .....	75
Ilustración 25 Visualización de estadística de número de cirugías por especialidad.....	76
Ilustración 26 Visualización de estadística de tipos cirugía según especialidad .....	76

Ilustración 27 Visualización de estadística de distribución de cirugías realizadas vs canceladas .....	77
Ilustración 28 Visualización de estadística de la distribución de motivos de cancelaciones ...	77
Ilustración 29 Visualización de estadística del estado del paciente post-cirugía .....	78
Ilustración 30 Visualización de estadística de pacientes con historial completo .....	78
Ilustración 31 Visualización de estadística de puntualidad de inicio de cirugías .....	79
Ilustración 32 Visualización de estadística de motivos de inhabilitación de quirófanos .....	79
Ilustración 33 Gráfico de facilidad de uso .....	84
Ilustración 34 Gráfico sobre el diseño de la interfaz .....	84
Ilustración 35 Gráfico sobre seguridad de datos .....	85
Ilustración 36 Gráfico sobre errores de programación de cirugías .....	85
Ilustración 37 Gráfico sobre coordinación entre áreas .....	86
Ilustración 38 Gráfico sobre implementación .....	86
Ilustración 39 Autorización de parte del director general del Hospital Nacional Dr. Mario Catarino Rivas .....	110
Ilustración 40 Consentimiento Departamento de Biomédica .....	111
Ilustración 41 Consentimiento Departamento Quirúrgico .....	112
Ilustración 42 Consentimiento Departamento de Mantenimiento .....	113
Ilustración 43 Consentimiento Departamento de Gestión de Pacientes .....	114
Ilustración 44 Demostración del sistema desarrollado a jefa del bloque quirúrgico .....	115
Ilustración 45 Demostración del sistema desarrollado y encuestas .....	115
Ilustración 46 Encuesta de Satisfacción .....	116
Ilustración 47 Encuesta de Satisfacción .....	116
Ilustración 48 Encuesta de Satisfacción .....	117
Ilustración 49 Encuesta de Satisfacción .....	117

Ilustración 50 Encuesta de Satisfacción .....	118
Ilustración 51 Encuesta de Satisfacción .....	118
Ilustración 52 Encuesta de Satisfacción .....	119
Ilustración 53 Encuesta de Satisfacción .....	119
Ilustración 54 Encuesta de Satisfacción .....	120
Ilustración 55 Encuesta de Satisfacción .....	120
Ilustración 56 Encuesta de Satisfacción .....	121
Ilustración 57 Encuesta de Satisfacción .....	121
Ilustración 58 Encuesta de Satisfacción .....	122
Ilustración 59 Encuesta de Satisfacción .....	122
Ilustración 60 Encuesta de Satisfacción .....	123
Ilustración 61 Encuesta de Satisfacción .....	123

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de SIS.....	24
Tabla 2 Comparación de ORMS.....	29
Tabla 3 Causas más comunes de inhabilitación de quirófanos .....	32
Tabla 4 Tabla de Limitaciones .....	37
Tabla 5 Enfoque de la Investigación.....	40
Tabla 6 Cronograma de Actividades .....	47
Tabla 7 Operación de Variables.....	48
Tabla 8 Matriz Metodológica .....	50
Tabla 9 Información de los indicadores obtenidos en Gestión de Pacientes .....	58
Tabla 10 Hallazgos Relevantes por Departamento Entrevistado .....	59
Tabla 11 Cirugías Frecuentes según Especialidad .....	60

Tabla 12 Características Técnicas de Visual Studio Code-Python .....	80
Tabla 13 Características técnicas de PostgreSQL- pgAdmin.....	80
Tabla 14 Características Técnicas del Sistema Integrado.....	81
Tabla 15 Comparación de los ORMS con el sistema propuesto .....	82
Tabla 16. Comparación de tiempo entre el sistema manual actual y el sistema propuesto.....	88

## LISTA DE SIGLAS

<b>SIS</b>	Sistemas de Información en Salud
<b>HIS</b>	Health Information System
<b>EMR</b>	Electronic Medical Records
<b>EHR</b>	Electronic Health Record
<b>LIS</b>	Laboratory Information System
<b>RIS</b>	Radiology Information System
<b>ORMS</b>	Operating Room Management System
<b>HNMCR</b>	Hospital Nacional Mario Catarino Rivas
<b>VS Code</b>	Visual Studio Code
<b>SQL</b>	Structured query language
<b>PGAdmin</b>	PostgreSQL Administration Tool

## GLOSARIO

1. EHR: Registro digital completo de la salud del paciente que se puede compartir entre diferentes instituciones de salud, lo que facilita la atención médica continua y coordinada (Bell, 2022).
2. HIS: Sistema de información que gestiona las operaciones clínicas, administrativas y financieras de un hospital, permitiendo un acceso coordinado a la información confidencial del paciente (Rajkumar et al., 2024).
3. Interoperabilidad: Capacidad de los sistemas de información en salud para intercambiar y usar información clínica de manera segura entre diferentes plataformas (Canova-Barrios & Machuca-Contreras, 2022).
4. ORMS: Sistema para la gestión y coordinación de los quirófanos, que permite monitorear, programar y optimizar los procedimientos quirúrgicos (Rochira et al., 2020).
5. Quirófano Inoperable: Condición en la cual una sala quirúrgica no puede ser utilizada debido a factores estructurales, técnicos, de personal o de insumos (Koushan et al., 2021).
6. Bloque quirúrgico: Área del hospital que se conforma por quirófanos y servicios de apoyo donde se realizan diferentes procedimientos quirúrgicos (Hernández Gancedo, 2022).
7. Ineficiencia operativa: Uso inadecuado de recursos hospitalarios. (Piubello Orsini et al., 2021)

## I. INTRODUCCIÓN

En los hospitales públicos de Honduras, uno de los desafíos más importantes en la atención quirúrgica es la falta de visibilidad y trazabilidad de la información relacionada con la programación, disponibilidad y ejecución de las cirugías. Dicho obstáculo limita la capacidad de respuesta del personal de salud ante distintas situaciones como ser cancelaciones, cambios de prioridad, trazabilidad de información y fallas en la infraestructura o los quipos médicos de quirófano, lo que afecta directamente la eficiencia operativa y la calidad asistencial (Bellini et al., 2024).

En la actualidad, gran parte del registro quirúrgico en hospitales públicos del país, como ser en el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas (HNMCR), se realiza de forma manual o en formatos digitales con falta de integración, lo que causa la duplicidad de datos, retrasos en la toma de decisiones y una escasa trazabilidad de los procesos quirúrgicos (Monzón, 2022). Dicha situación contribuye a la subutilización de recursos disponibles, imposibilidad de realizar análisis retrospectivos confiables que permitan la mejora de la gestión hospitalaria y a largo plazo, afecta en el aumento de la mora quirúrgica.

La ausencia de sistemas digitales con capacidad de monitoreo constante impide que el personal clínico tenga acceso a la información relevante sobre la disponibilidad de quirófanos, carga quirúrgica diaria, asignación de personal o de recursos técnicos necesarios para realizar operaciones eficientemente (van Essen et al., 2012). En comparación, diversas experiencias internacionales han demostrado que la implementación de plataformas de gestión quirúrgica con enfoque en interoperabilidad y trazabilidad, mejora significativamente los indicadores de eficiencia, fortalece las decisiones clínicas basadas en datos esenciales y por ende ayuda a reducir la mora quirúrgica (Sheikhtaheri et al., 2024).

La finalidad del proyecto es el diseño de un sistema de apoyo a la toma de decisiones que permita fortalecer la visibilidad y trazabilidad del proceso quirúrgico a través de la digitalización del registro de cirugías, estructuración de variables importantes y el análisis de la disponibilidad de quirófanos. El sistema será desarrollado con tecnologías compatibles con entornos hospitalarios y validado por medio del personal del bloque quirúrgico del HNMCR.

En un entorno sanitario en el cual la escasez de recursos es muy frecuente, así como la falta de interoperabilidad y las crecientes demandas asistenciales, el desarrollo de soluciones tecnológicas que son orientadas a la trazabilidad de información representa un avance operativo significativo y una necesidad estratégica para brindar una atención quirúrgica segura, eficiente y centrada en el paciente (OPS/OMS , 2025).

## II. ESTADO DEL ARTE

A continuación, se abordan los antecedentes relacionados con la disponibilidad de servicios e infraestructura en el sistema de salud, con un enfoque en quirófanos. Se investigan los métodos actuales para reportar y monitorear los recursos, las dificultades que enfrentan países que están en desarrollo, especialmente Honduras, para poder brindar un acceso eficiente, y las implicaciones que se tienen en la gestión, adquisición y mantenimiento de la tecnología sanitaria. Así mismo, se analizan diferentes modelos de tecnovigilancia que han sido implementados en países similares a Honduras, resaltando la importancia de tener un sistema de monitoreo que brinde una visión completa del estado de funcionamiento y la disponibilidad de los recursos a nivel nacional. Se plantea la problemática que recalca la importancia de crear y fortalecer un proceso de vigilancia y evaluación para que se tomen decisiones eficientes en cuanto a los servicios e infraestructura en el sector salud.

### 2.1. ANTECEDENTES

Los sistemas de salud deben poder visualizar los recursos hospitalarios en tiempo real ya que es importante para poder brindar procesos de atención eficaces, no obstante, la incorporación de dichas herramientas se ve limitada en países subdesarrollados. (Organización Mundial de la Salud, 2021). La falta de infraestructuras adecuadas y sistemas integrados puede ser un obstáculo para que el sistema sanitario actúe de manera rápida ante emergencias, lo que resalta la necesidad de desarrollar herramientas necesarias o mejorar los recursos ya disponibles (*Sistemas y Servicios de Salud - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud*, 2025).

#### 2.1.1. TECNOVIGILANCIA

La tecnovigilancia se basa en acciones sistemáticas cuyo objetivo es identificar, evaluar, gestionar y comunicar efectivamente las incidencias relacionadas a dispositivos médicos con el propósito de garantizar calidad, eficacia y seguridad (Agencia de Regulación Sanitaria ARSA, 2024). Al integrar un sistema de monitoreo en fases iniciales en el diseño hospitalario, se previenen riesgos tecnológicos y en las instalaciones, lo que permite garantizar un servicio eficaz debido a que permite tener una respuesta rápida a diferentes eventos adversos (Serrate Trigo, 2025). Además, no solo se enfoca en detectar los eventos adversos, brinda un rol importante en la gestión de riesgos que están vinculados a dispositivos médicos. Al identificar y analizar que causó el evento adverso, se implementan medidas correctivas y preventivas que

ayudan a optimizar la calidad en la atención hospitalaria (OPS,2020). La vigilancia constante de las tecnologías medicas es una herramienta esencial dentro del sistema de gestión de tecnologías medicas ya que, al implementarla, se minimizan riesgos relacionados a dispositivos médicos. Así mismo, ayuda en la toma de decisiones administrativas por medio de la retroalimentación de información importante, lo que lleva a una disminución de costos por fallas tecnológicas u operativas, y la eficiencia operativa aumenta, así como la calidad y seguridad brindada a momento de dar servicios.

Dicha práctica se basa en monitorear y prevenir riesgos que están vinculados al uso de dispositivos médicos e inculca una cultura de seguridad en los servicios de salud (Barrios Pacheco et al., 2020). A nivel internacional, países como Estados Unidos, Brasil y Suiza, demuestran que la tecnovigilancia predictiva y el monitoreo constante reduce eventos adversos relacionados a dispositivos médicos (Serrate Trigo, 2025). No obstante, la tecnovigilancia también enfrenta problemas significativos como ser la complejidad de los sistemas de salud modernos y la integración de tecnologías avanzadas, debido que pueden dificultar la recolección y análisis de datos útiles (Newaz et al., 2020). Al no tener una infraestructura ideal y al carecer de personal capacitado en países que aún están en vías de desarrollo provocan que la efectividad de los diferentes sistemas se ve limitada, siendo esta una problemática que ya ha sido evidenciada en países donde los marcos regulatorios para dispositivos médicos presentan debilidades muy similares, un claro ejemplo son los países africanos (Nasir et al., 2023). Actualmente, la tecnovigilancia no debería ser un requisito legal, también debería verse como una herramienta muy útil para poder dar una mejor calidad de atención ya que si se fomentan programas de formación continua y se adaptan tecnologías según la necesidad de cada a país, se tendrá un sistema de monitoreo sostenible y efectivo.

Los sistemas de monitoreo en tiempo real en las instalaciones hospitalarias han demostrado ser de gran utilidad para incrementar la eficiencia operativa. Al tener un sistema de vigilancia que se basa en registros electrónicos de salud, se puede monitorear la ocupación de las camas hospitalarias y la actividad en las diferentes áreas del hospital así como se muestra en el estudio de Abbas Sheikhtaheri et al. (2024), el cual indica que durante la pandemia de COVID-19, gracias al sistema de vigilancia pudieron tomar decisiones de manera efectiva y utilizar sus recursos adecuadamente. La disponibilidad de quirófanos es esencial para realizar procedimientos quirúrgicos, en especial cuando hay casos de emergencia. Al asignar quirófanos para casos de emergencia únicamente, se demuestra que se mejora el

acceso y se reducen tiempos de espera para procedimientos quirúrgicos de emergencia (Heng & Wright, 2013). El sistema de clasificación conocido como TACS, brinda una gestión eficiente de flujo en los quirófanos, lo cual disminuye la lista de espera de cirugías y permite un mejor orden. En distintos hospitales, usualmente en países en vías de desarrollo, la falta de disponibilidad de salas quirúrgicas y la gestión inadecuada afectan la atención brindada a los pacientes debido a las largas lista de espera e incluso cancelaciones de cirugías (De Simone et al., 2023).

### 2.1.2. INTEROPERABILIDAD

La implementación de estándares de interoperabilidad ayuda a mejorar la calidad de los sistemas de salud al ofrecer una integración efectiva de los diferentes componentes (Canova-Barrios & Machuca-Contreras, 2022). Uno de los principales factores que han influenciado en la innovación digital en el ámbito de la salud es la interoperabilidad, permitiendo un acceso a datos de calidad de manera fácil y al mismo tiempo, mejorando la toma de decisiones (OPS, 2023). Al no tener interoperabilidad en los diferentes sistemas de información, se ve limitado el acceso a los datos clínicos y de esta manera se ve afectada los servicios continuos y de alta calidad al paciente (Luna et al., 2019). Al tener una comunicación constante entre los sistemas de salud, se disminuye la fragmentación de información lo que es sumamente importante en ciertos casos para poder dividir los recursos adecuadamente según las necesidades de cada área.

La interoperabilidad en los sistemas es esencial para mejorar la eficiencia operativa y garantizar una atención centrada en el paciente. El uso adecuado de la historia clínica electrónica facilita la integración de datos clínicos, lo que permite que distintos profesionales de salud puedan compartir información importante del paciente y que se reduzcan los errores médicos (Oviedo-Sarmiento et al., 2020). Los sistemas son diseñados para que puedan compartir información en tiempo real entre sí, lo que optimiza los diagnósticos y facilita los tratamientos, por lo tanto, esto se convierte en un cuidado más oportuno para el paciente. Al tener estándares de interoperabilidad que son implementados adecuadamente, se promueve la equidad en cuanto al acceso a los servicios de salud ya que se reducen las desigualdades organizacionales dentro del sistema de salud (Canova-Barrios & Machuca-Contreras, 2022). Así mismo, la interoperabilidad ayuda a que la gestión clínica se integre con distintos sistemas médicos, lo que proporciona asistencia de calidad y ayuda a mejorar la

continuidad y efectividad de la atención (Morales-Camargo & Meneses-Claudio, 2023).

### 2.1.3. SISTEMA DE INFORMACIÓN EN SALUD

Sistema de Información en Salud (SIS) es un conjunto de elementos tecnológicos y humanos que recopilan, almacenan, procesan y transmiten información relacionada con la atención médica, la gestión de servicios de salud y la tecnovigilancia (Addo & Agyepong, 2024). Estos sistemas ayudan a que hospitales, clínicas, centros de salud y organizaciones gubernamentales manejen datos clínicos y de administración de manera optimizada, y de esta manera ayudar a la toma de decisiones operativas y estratégicas (Canela-Soler et al., 2010). El objetivo de un SIS debe ser mejorar la calidad de la atención médica y optimizar los recursos que se tengan disponibles, garantizando que la información sea correcta y esté disponible en el momento y lugar necesario. Epizitone et al. (2023) mencionan que los SIS promueven la continuidad del cuidado del paciente y permiten un mejor seguimiento de sus tratamientos.

Un aspecto que no puede faltar en los SIS es que deben asegurar la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad de los datos, debido a que manejan información sensible (Wu et al., 2022). De igual manera es importante que cuenten con interoperabilidad, es decir, que se puedan comunicar y compartir información con otros sistemas de forma segura y estandarizada (Torab-Miandoab et al., 2023).

A continuación, se presentan los tipos más comunes de SIS:

#### 2.1.3.1. *Sistema de Información Hospitalaria (HIS)*

Un HIS es una plataforma informática que está diseñada para gestionar todos los aspectos de la operación de un hospital. El propósito principal de un HIS es la optimización de los datos clínicos, administrativos y financieros, ayudando tanto a la atención al paciente como a los procesos internos de la institución (Rajkumar et al., 2024). Estos sistemas permiten que los médicos, las enfermeras, el personal administrativo y gestores de salud trabajen de manera coordinada, haciendo posible el acceso en tiempo real a información crucial que ayuda en la toma de decisiones médicas y operativas (Bell, 2022). Según Nguyen (2024) los HIS modernos facilitan desde el registro de pacientes hasta la facturación, empezando por la programación de citas, luego se almacenan los historiales médicos, se controlan los inventarios de medicamentos y se maneja el resultado de los exámenes de laboratorio.

Implementar un HIS en una institución de salud no siempre es fácil, existen muchas barreras como ser la resistencia del personal a adaptarse a nuevas tecnologías, los costos de

implementación y la complicación de integrar un nuevo sistema con uno preexistente. Un estudio realizado en hospitales públicos de Sudáfrica muestra que la falta de alineación entre el diseño del HIS y las necesidades reales de cada hospital fue una de las principales razones por las que el sistema fracasó en su fase inicial (Makumbani & Tsibolane, 2024). Es por esto que hay que destacar la importancia de desarrollar sistemas adaptables a las situaciones y contextos locales, así como de proporcionar la capacitación adecuada al personal.

### 2.1.3.2. *Registros de Salud Electrónicos (EHR)*

Los registros médicos electrónicos (EMR) y los registros de salud electrónicos (EHR) son herramientas digitales que tienen el propósito de reemplazar los historiales clínicos en papel y de esta manera facilitar el manejo de los datos clínicos, estos datos incluyen la información de salud del paciente, resultados de exámenes, citas médicas y tratamientos (Bell, 2022). Estos conceptos suelen utilizarse como sinónimos, pero la distinción importante entre ambos es que un EMR es la versión digital del historial médico de un paciente dentro de un hospital o clínica, y un EHR es más grande ya que también está diseñado para compartir la información con otras instituciones de salud, permitiendo que la atención médica sea continua y más coordinada en distintos contextos y a lo largo del tiempo (Garrett, 2011).

Los EHR permiten integrar diferente tipo de información médica como ser diagnósticos, alergias, medicamentos, resultados de laboratorio, imágenes médicas y sus resultados (Kim et al., 2019). Por lo general, los EHR modernos suelen estar conectados a sistemas de apoyo a la decisión clínica (CDSS), que alertan a los médicos sobre errores en los medicamentos, alergias o seguimientos pendientes (Zikos & DeLellis, 2018). La adopción de estos sistemas se relaciona con una mejora en la calidad asistencial porque hay una mayor seguridad para el paciente y mejor eficiencia operativa de parte de las instituciones de salud.

La mayor ventaja de un EHR es la capacidad que tiene para facilitar la interoperabilidad con médicos de distintas áreas, clínicas, hospitales e incluso países y compartir la información de un paciente, respetando los protocolos de privacidad (Kim et al., 2019). Múltiples estudios han demostrado que la adopción de un EHR ha ayudado a mejorar la coordinación entre niveles de atención, siempre y cuando haya inclusión con el personal de salud, entrenamiento en competencias digitales básicas, soporte técnico, financiamiento adecuado y una buena integración con los procesos ya existentes (Fennelly et al., 2020).

### 2.1.3.3. *Sistema de Información de Laboratorios (LIS)*

Un LIS es una herramienta informática que se especializa en gestionar todos los aspectos del flujo de trabajo de los laboratorios clínicos, esta herramienta ayuda a registrar, procesar, almacenar y compartir la información relacionada desde la solicitud del examen de laboratorio, hasta la entrega de los resultados ya sea al médico o al paciente (Lukić, 2017). El propósito de un LIS es mejorar la eficiencia y precisión de las actividades del laboratorio, reducir el error humano y ayudar a la toma de decisiones (Alenazi & Bugis, 2023).

El funcionamiento de un LIS comienza cuando se solicita un examen de laboratorio, puede ser de microbiología, hematología, química o inmunología (Bell, 2022). La solicitud se ingresa al sistema, este organiza las muestras, etiqueta los tubos con códigos de barra legibles, gestiona la secuencia para el análisis y, por último, recibe los resultados. Estos resultados deben validarse e ingresarse al HIS o EHR, ya que esta conexión disminuye los errores de interpretación de los datos clínicos (Henricks, 2015).

Un LIS eficiente no solo se limita a los procesos internos de cada laboratorio, sino que también tiene implicaciones en la salud pública. Durante la pandemia de Covid-19, los LIS fueron cruciales para poder procesar y reportar resultados de pruebas a gran escala, de una manera ordenada y rápida, favoreciendo al conteo de los casos y a la toma de decisiones a nivel mundial (Weemaes et al., 2020).

### 2.1.3.4. *Sistema de Información Radiológica (RIS)*

Un RIS es una plataforma digital especializada en la gestión de los servicios de radiología. Tiene como propósito es optimizar los procesos como ser la programación de los estudios de imagen, el registro de pacientes, el seguimiento de los resultados y la administración general de esta área (Gichoya et al., 2018). En otras palabras, un RIS es el eje organizador de todo lo que ocurre en un departamento de imagenología médica que asegura una mejor atención al paciente y trazabilidad precisa. En muchos casos el RIS está estrechamente vinculado a un sistema PACS (Picture Archiving and Communication System), el cual se encarga del almacenamiento y de la visualización de las imágenes médicas (Sheikhtaheri et al., 2023). Un RIS hace que la administración sea más eficiente en el servicio de radiología. Por ejemplo, cuando un médico solicita una radiografía para un paciente, el RIS es el encargado de hacer la programación, registrar los datos clínicos, y asignar un radiólogo. Luego de hacer el estudio, el radiólogo accede al PACS para poder visualizar las imágenes y

de esta manera redacta el informe diagnóstico, y este mismo puede integrarse al EHR del paciente. De esta manera se reducen los errores de transcripción y se mejoran los tiempos de respuesta.

#### 2.1.3.5. *Sistema de Gestión de Quirófanos (ORMS)*

Los sistemas de gestión de quirófanos o en inglés, los Operating Rooms Management System (ORMS) son un aspecto crítico en los hospitales modernos ya que los quirófanos representan uno de los recursos más costosos e importantes de las instituciones de salud, estos sistemas están diseñados para programar y coordinar cirugías, así como para optimizar el uso de los quirófanos y el equipo médico y humano (Rochira et al., 2020). Tomando el ejemplo del sistema de (Picis, 2025) un ORMS permite gestionar todo el flujo relacionado con las cirugías: desde la solicitud y programación de procedimientos, la asignación de quirófanos y del equipo quirúrgico (cirujanos, anestesiólogos, enfermeros), hasta el seguimiento del paciente antes, durante y después de la intervención. Estos sistemas también controlan la disponibilidad de los materiales quirúrgicos necesarios, monitorean en tiempo real los tiempos de preparación, intervención y recuperación, y generan reportes automáticos sobre el desempeño del quirófano y de los equipos médicos.

En muchos casos se integra el ORMS dentro del HIS del hospital, de este modo, toda la información clínica de los pacientes que sea relevante para un procedimiento quirúrgico estará disponible para los médicos antes de la cirugía. Además, los ORMS permiten gestionar de manera automática las listas de espera, priorizar los casos de emergencia y analizar patrones dentro del historial (Stepaniak et al., 2009).

Entre los ejemplos de plataformas de ORMS destacadas se encuentra Epic OpTime, el cual es el módulo para quirófanos de Epic Systems, está diseñado para ofrecer soluciones integradas a los hospitales, permitiendo la programación eficiente de cirugías, así como la gestión de recursos quirúrgicos, documentación intraoperatoria y coordinación del equipo quirúrgico en tiempo real. Se integra muy bien con otros módulos de Epic como ser el EHR, farmacia y LIS, lo que facilita la atención continua del paciente (Epic, 2025). Cerner Surginet, el cual se encuentra dentro del ecosistema de Cerner Millenium, está diseñado específicamente para apoyar todo el proceso de cirugía, desde la programación preoperatoria hasta la documentación postoperatoria, también permite al personal gestionar la disponibilidad de quirófanos, equipos y personal, así como el seguimiento de insumos (Trinity Health, 2025). Picis OR Manager se enfoca en la gestión de quirófanos de manera detallada, dando soporte

a la programación documentación quirúrgica y seguimiento de insumos, permite ver los horarios de las cirugías y facilita la comunicación entre el personal (cirujanos, enfermeras, anestesiólogos, etc) (Picis, 2025). También podemos mencionar a SurgiCase de Materialise, el cual está más orientado a planificación preoperartoria de cirugías complejas como ser de ortopedia, maxilofacial y neurocirugía. Se enfoca en la gestión logística del quirófano y permite cargar imágenes médicas para crear modelos 3D del área y poder planificar de mejor manera la intervención. (GIE Media, Inc, 2025).

**Tabla 1. Comparación de SIS**

<b>Sistema</b>	<b>Descripción</b>	<b>Impacto</b>	<b>Cita</b>
<i>HIS</i>	Gestiona operaciones clínicas, administrativas y financieras de un hospital.	Mejora la coordinación del personal médico y administrativo, aunque enfrenta barreras como resistencia al cambio y problemas de integración.	(Rajkumar et al., 2024)
<i>EHR/EMR</i>	Reemplaza los historiales médicos en papel.	Mejoran la seguridad del paciente, la eficiencia operativa y la continuidad de la atención médica entre instituciones.	(Bell, 2022)
<i>LIS</i>	Gestiona el flujo de trabajo de los laboratorios clínicos.	Reduce errores humanos, optimiza procesos internos y es clave para la gestión de crisis sanitarias como la pandemia de COVID-19.	(Lukić, 2017)
<i>RIS</i>	Gestiona servicios de imagenología médica.	Mejora la eficiencia en radiología, disminuye errores de transcripción y acelera los tiempos de diagnóstico.	(Gichoya et al., 2018)
<i>ORMS</i>	Organiza la programación de cirugías y asignación de quirófanos.	Optimiza los recursos en los quirófanos	(Rochira et al., 2020)

Fuente: elaboración propia.

#### 2.1.4. CASOS DE INEFICIENCIA POR FALTA DE MONITOREO DIGITAL

A continuación, se presentan casos reales que evidencian el impacto que tiene la falta o el mal monitoreo de los servicios en las instituciones de salud.

En Véneto, Italia, se analizó la eficiencia de 43 hospitales públicos en los años 2018 y 2019. Los resultados revelan que la falta de sistemas de monitoreo adecuados en la asignación

de recursos y de procesos administrativos contribuyó significativamente a la ineficiencia operativa. Factores como ser la falta de controles efectivos, procesos ineficientes y una mala supervisión son las causas principales de la reducción de eficiencia en estos hospitales. El estudio propone la implementación de mejores sistemas de información y monitoreo para atacar el problema (Piubello Orsini et al., 2021).

En un hospital de Asia, el uso de formularios en papel para la solicitud de exámenes radiológicos causó que la ineficiencia del hospital fuera significativa. Había errores en los datos y las demoras en el proceso afectaron negativamente la atención al paciente. La implementación de un RIS interno posteriormente eliminó estos problemas (Nordin et al., 2024).

Cresswell et al. (2017) realizaron un estudio en seis hospitales de Inglaterra y se reveló que la falta de integración e interoperabilidad entre los sistemas de prescripción electrónica y los demás SIS de cada hospital llevó a riesgos para la seguridad del paciente, ya que la información no se transfería de manera efectiva, resultando en duplicación de datos, errores en la medicación y retrasos en el proceso de atención.

En el Hospital Universitario de Múnich, la falta de un sistema un ORMS resultó en la deficiencia operativa del hospital, la programación manual de cirugías y la falta de integración con otros sistemas resultaron en retrasos, errores en la asignación de recursos y una carga administrativa elevada para el personal (Nissen-Meyer et al., 2002).

En Buenos Aires, Argentina, se realizó una auditoría a los laboratorios de cinco hospitales públicos. La auditoría reveló, entre otras cosas, que el horario de atención estaba muy limitado debido principalmente a la ausencia de un sistema informático adecuado para agilizar el acceso a información clave. Se encontró que los laboratorios no estaban implementando el Sistema de Gestión de Hospitales (SIGEHOS), esta herramienta fue desarrollada por la Dirección General de Sistemas Informáticos del Ministerio de Salud, y tiene el objetivo de ser un sistema informático integral y unificado para los hospitales gubernamentales (Daneri, 2022).

En Latinoamérica, la falta de RIS eficientes en los hospitales públicos afecta a la población más vulnerable. El año pasado en Perú, el Instituto Nacional de Salud del Niño (INSN) se detectaron ineficiencias en la atención a los pacientes pediátricos, entre ellas los equipos de rayos X inoperativos, el uso inadecuado de las instalaciones y la falta de radiólogos (Soto, 2024). En San Pedro Sula, Honduras, para el 2023 solo se contaban con 9 radiólogos y

de los pocos equipos disponibles, muchos se encuentran en mal estado en el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas y el Instituto Hondureño de Seguridad Social. Además, debido a la falta de personal, otro problema es la intrusión de médicos de otras especialidades en la interpretación de las imágenes, lo que podría causar diagnósticos imprecisos (Monzón, 2023). La implementación de un RIS en estos hospitales permitiría la gestión digital de los procesos de radiología, optimizando el tiempo de trabajo del poco personal y equipo disponible.

Acerca de los ORMS, en México se quiere implementar nuevo sistema de coordinación de atención quirúrgica, en donde se dará reapertura a 99 quirófanos que estaban cerrados por falta de equipamiento, problemas de infraestructura o falta de personal. Por ejemplo, el Hospital de Papantla está cerrado por fallas en el aire acondicionado o el Hospital de Tamazunchale que tiene equipo médico nuevo pero no hay personal quirúrgico (José, 2025). En el Tikur Anbessa Specialized Hospital de Etiopía se realizó un estudio que reveló que el 35% de las cirugías eran canceladas debido a la falta de tiempo en los quirófanos, es decir, por retrasos en el tiempo asignado para cada cirugía (Negash et al., 2022). La ausencia o deficiencia de un ORMS no solo afecta la eficiencia operativa, sino que también puede comprometer la seguridad y la calidad de la atención al paciente.

#### 2.1.5. CASOS DE SISTEMAS EXISTENTES

En Reino Unido, donde el NHS (National Health Service) enfrenta crisis financieras recurrentes (Tartar et al., 2024) la tecnología es una solución importante. La empresa TeleTracking ha ayudado en gran manera a modernizar la gestión hospitalaria mediante un software que permite rastrear a los pacientes en tiempo real, optimizando los tiempos de espera de camas hospitalarias. Esta tecnología se implementó en 2020 en hospitales como ser el Maidstone and Tunbridge Wells NHS Trust y como resultado, se ha reducido el tiempo de espera en urgencias en una hora por paciente y liberado en promedio 15 camas adicionales por día, ahorrando alrededor de £2.1 millones anuales (Huber, 2024).

TeleTracking es una empresa privada que fue fundada en 1991 y se especializa en solucionar la gestión de operaciones hospitalarias al mejorar la eficiencia y la coordinación de pacientes, personal y recursos. Hoy en día, ofrece brazaletes electrónicos que rastrean en tiempo real a los pacientes dentro del hospital, salas de control para monitorizar los flujos de trabajo y sistemas de alerta para el personal cuando es necesario preparar una cama o mover un paciente mediante la plataforma Healthcare Operations Cloud (TeleTracking, 2025).

Huber, 2024 menciona que entre otras compañías líderes en Reino Unido se puede mencionar a Oracle Health, Auta Health y Qventus.

Oracle Health ofrece sistemas para gestionar información médica de los pacientes (Oracle Health, 2025). En noviembre de 2023, Oracle lanzó una nueva herramienta llamada Oracle Clinical Digital Assistant, pensada para convertir las consultas médicas en un proceso más fácil tanto para los médicos como para los pacientes. Utilizando inteligencia artificial, este asistente combina el uso de voz y pantalla y puede acompañar a los médicos durante las citas, toma notas automáticamente y sugiere acciones como recetar medicamentos, exámenes de laboratorio o citas de seguimiento, los médicos pueden hablarle directamente para acceder al expediente médico del paciente y los pacientes pueden usar el asistente para pedir citas o resolver preguntas rápidas (Raza et al., 2024).

Auta Health es una empresa alemana que se especializa en gestión hospitalaria basada en inteligencia artificial. Su sistema de gestión de ocupación automatizada permite planificar las estancias hospitalarias de manera eficiente. Este sistema permite visualizar en tiempo real la ocupación de las camas, reduce la necesidad de llamadas entre departamentos y utiliza IA para sugerir las asignaciones de las camas, y además ofrece análisis detallados sobre la situación de las unidades, ayudando a la toma de decisiones (Auta Health, 2024).

En América Latina existe Alephoo, la cual es una plataforma de gestión integral para hospitales, clínicas y redes de centros de salud (Cavalie, 2021). Ofrece soluciones desde historia clínica electrónica, hasta la administración de quirófanos, farmacia, facturación y relaciones médico-paciente. La plataforma se ha implementado en 12 países, incluyendo México, Colombia, Perú, Panamá, Argentina y República Dominicana (Alephoo, 2025).

Qventus que de igual manera utiliza inteligencia artificial, pero se enfoca más en la automatización del flujo hospitalario, en salas de emergencia puede prever cuándo habrá un pico de pacientes, en áreas quirúrgicas mejora la programación de cirugías y de esta manera se evitan cancelaciones o retrasos que son costosos para el hospital y también optimiza el proceso de dada de alta para liberar camas para nuevos ingresos. (Qventus, 2025). Su plataforma AI Operational Assistants y su solución para hospitalizaciones evitó más de 36,000 días hospitalarios innecesarios, ahorrando millones de dólares a sus socios. Su herramienta llamada Surgical Growth ayuda a los hospitales a aumentar el volumen de cirugías y optimizar la programación de quirófanos. Analiza datos para identificar nuevas oportunidades de

procedimientos, llenar espacios disponibles y mejorar la productividad quirúrgica (Sinnard, 2025).

Para ORMS también tenemos iQueue for Operating Rooms, una herramienta desarrollada por LeanTaaS, la cual utiliza inteligencia artificial y machine learning para optimizar la gestión de quirófanos en hospitales. Ofrece análisis en tiempo real y recomendaciones para mejorar el uso de los quirófanos, equipo médico y personal, incluye la gestión de bloques de tiempo quirúrgico para liberar tiempo no utilizado y proporciona herramientas para predecir la duración de las cirugías, ayudando a la planificación (LeanTaaS, 2025). Esta herramienta recibió una calificación de 96.5/100 basada en entrevistas con 20 clientes, los cuales consideran que lo que destaca del sistema es el acceso transparente a datos, simplificación de la programación quirúrgica y la colaboración continua. El sistema se usa en más de 2,500 quirófanos en EE. UU y se estima que genera un impacto económico promedio de \$500,000 por año por quirófano (Services, 2020).

**Tabla 2 Comparación de ORMS**

Sistema	Cita	Descripción	Características claves
Epic OpTime	(Epic, 2025)	Coordina todos los procesos perioperatorios, desde la solicitud hasta el alta. Usado en grandes redes hospitalarias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programación quirúrgica basada en disponibilidad en tiempo real</li> <li>- Seguimiento del uso de quirófanos y desempeño quirúrgico</li> <li>- Registro detallado de intervenciones y eventos quirúrgicos</li> </ul>
Cerner SurgiNet	(Trinity Health, 2025)	Utilizada para documentar procedimientos y optimizar la eficiencia intraoperatoria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualización y ajuste dinámico de programación quirúrgica</li> <li>- Documentación en tiempo real durante el procedimiento</li> <li>- Gestión automatizada de suministros quirúrgicos</li> <li>- Interoperabilidad con módulos de farmacia, laboratorio y EMR</li> </ul>
Picis OR Manager	(Picis, 2025)	Administra cada fase del proceso quirúrgico, incluyendo planificación, ejecución y cierre.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguimiento del estado de cada cirugía (en preparación, en curso, finalizada)</li> <li>- Gestión centralizada de recursos, materiales y personal</li> <li>- Informes de productividad por cirujano y tipo de cirugía</li> </ul>
Materialise SurgiCase	(GIE Media, Inc, 2025)	Orientada a la planificación prequirúrgica basada en imágenes médicas 3D. Ideal para cirugía ortopédica, maxilofacial o personalizada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de modelos 3D a partir de TAC/RM</li> <li>- Planificación virtual del abordaje quirúrgico</li> <li>- Comunicación entre cirujano e ingenieros clínicos</li> <li>- Producción de guías quirúrgicas personalizadas</li> </ul>
Qventus Surgical Growth	(Qventus, 2025)	Optimiza la programación quirúrgica con IA y aumenta el volumen de procedimientos al identificar nuevas oportunidades quirúrgicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Predicción de demanda quirúrgica a corto y mediano plazo</li> <li>- Sugerencias para asignación de casos a quirófanos disponibles</li> <li>- Análisis de desempeño quirúrgico para impulsar crecimiento de volumen</li> </ul>
iQueue for ORs (LeanTaas)	(Services, 2020)	Impulsada por IA y machine learning, diseñada para maximizar el uso de bloques quirúrgicos, reducir cancelaciones y prever duración de casos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis prescriptivo para reutilizar tiempo no aprovechado</li> <li>- Visualización de bloqueos y disponibilidad en tiempo real</li> <li>- Predicciones precisas de duración quirúrgica según histórico</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

### 2.1.6. ORGANIZACIÓN EN EL QUIRÓFANO

El quirófano es un espacio clínico que debe estar equipado adecuadamente y es altamente especializado debido a que es diseñado para realizar intervenciones quirúrgicas con condiciones estrictas de seguridad y esterilidad. El proceso quirúrgico es muy complejo e incluye actividades asistenciales y no asistenciales para poder realizar una cirugía, lo cual resalta la importancia de la planificación y gestión del área quirúrgica para mejorar la calidad y la seguridad en la atención sanitaria (Hernández Gancedo, 2022). También, implementar acciones cruciales para brindar la seguridad al paciente es esencial para asegurar la eficacia de los quirófanos, algunas de estas acciones involucran la capacitación continua del personal de salud, mantenimiento adecuado de los equipos médicos (Astier-Peña et al., 2021). Así mismo, integrar las Acciones Esenciales para la Seguridad del Paciente (AESP) en todos los procesos quirúrgicos, en especial en el quirófano, es de gran utilidad ya que ayuda a prevenir errores al tener procesos de verificación de identidad del paciente y uso de listas de verificación de los procedimientos quirúrgicos a realizarse (Ministerio de Salud de México., 2023).

Un funcionamiento eficiente y adecuado de quirófano se logra teniendo el equipamiento adecuado y la cantidad necesaria de personal capacitado. El equipamiento esencial que debe tener un quirófano son mesas quirúrgicas, lámparas quirúrgicas, sistema de aspiración, monitores que sean multiparámetros, desfibriladores y equipos de anestesia con ventilación integrada (MOTILDE, 2025). Al implementar el uso de sistemas de información de gestión de quirófanos, se puede planificar de una manera más eficaz el horario de uso de quirófanos, así como también predecir el uso de las salas, lo que permite optimizar recursos y mejorar la toma de decisiones (Martínez del Amo, 2024). Una parte esencial para poder gestionar los quirófanos de la mejor manera es trabajar en equipo interdisciplinario, en donde cada persona cumple con un rol en específico y de esta manera garantizan la seguridad y eficacia de cada procedimiento quirúrgico realizado (Hernández Gancedo, 2022).

La duración de las cirugías y entre cirugías varía constantemente ya que depende del tipo de procedimiento que se va a realizar y de las condiciones de salud del paciente. Entre ellos factores que influyen en la duración, se debe considerar la complejidad del procedimiento quirúrgico y la disponibilidad de los recursos ya que esto afecta directamente la eficiencia del quirófano (Peralta et al., 2022). Muchas veces, los quirófanos están agendados con procedimientos quirúrgicos ya programados pero surgen cirugías de emergencia, por lo cual

muchas veces la actividad quirúrgica electiva se debe reducir y se deben reorganizar los tiempos quirúrgicos para poder priorizar los procedimientos que son urgentes (Pou et al., 2021). Los procedimientos quirúrgicos complejos se pueden reducir en tiempo si se cuenta con tecnologías avanzadas y con un personal de salud que este en constante capacitación ya que de esta manera se mejora la eficiencia y siempre se mantiene como prioridad garantizar la seguridad del paciente (Hernández Gancedo, 2022).

Un quirófano se puede volver inoperable debido a varios factores, sin embargo, todos los factores afectan directamente la programación y la realización de cirugías. Entre las causas más comunes de cancelación de cirugías programadas, se encuentran factores que están relacionados directamente al paciente, al hospital o al médico, es por eso que se recalca la importancia de una planificación cautelosa y una comunicación constante entre el personal de salud (Díaz Perez et al., 2025). El mantenimiento preventivo y la obsolescencia de la tecnología médica son otros factores muy comunes que tienen un impacto en la disponibilidad de los quirófanos (Ministerio de Salud de México., 2023). Las interrupciones constantes o los distintos incidentes que ocurren inoportunamente, afectan negativamente la mora quirúrgica, lo cual es la acumulación de pacientes en la lista de espera. Al tener una larga lista de espera, los pacientes sufren por un tiempo prolongado y muchas veces incierto, así mismo, se ve afectada la salud de los pacientes lo que conlleva a un desafío para los sistemas de salud públicos (Hernández Gancedo, 2022).

**Tabla 3 Causas más comunes de inhabilitación de quirófanos**

<b>CAUSA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CITA</b>
<b>FALTA DE TIEMPO QUIRÚRGICO</b>	Retrasos que se acumulan, por lo tanto, impiden la programación de cirugías nuevas.	(Koushan et al., 2021)
<b>INCONVENIENTES DE PROGRAMACIÓN</b>	Errores en la asignación de horarios o quirófanos, ya que muchas veces se puede sobrecargar un mismo quirófano.	(Koushan et al., 2021)
<b>FALTA DE CAMAS EN UCI O EN RECUPERACIÓN</b>	Las cirugías no pueden realizarse sin contar con un espacio adecuado para trasladar a los pacientes a un cuidado postoperatorio adecuado.	(Koushan et al., 2021)
<b>RETRASO O AUSENCIA DEL PACIENTE</b>	Muchas veces los pacientes tienen cirugías programadas y no se presentan o llegan tarde, por lo que esto afecta la programación.	(Koushan et al., 2021)
<b>FALTA DE INSUMOS O EQUIPO MÉDICO NO FUNCIONAL</b>	Instrumental necesario para realizar la cirugía es incompleto. Hay fallas en los equipos médicos o ausencia de materiales estériles	(saludbydiaz, 2023)
<b>AUSENCIA DE PERSONAL DE SALUD</b>	No hay disponibilidad de anestesiólogos, cirujanos o personal de enfermería para realizar cirugías.	(Koushan et al., 2021)
<b>EMERGENCIAS IMPREVISTAS</b>	Cirugías de emergencia ocupan quirófanos que estaban programados para cirugías electivas.	(Koushan et al., 2021)
<b>PROBLEMAS ADMINISTRATIVOS</b>	Errores en la documentación o falta de comunicación entre los distintos departamentos.	(Koushan et al., 2021)
<b>DESASTRES NATURALES</b>	Terremotos, inundaciones, tormentas tropicales o huracanes que afectan la infraestructura hospitalaria.	(OPS, 2025)
<b>FALLAS ESTRUCTURALES EN EL QUIRÓFANO</b>	Techos colapsados, fugas, fallas eléctricas, etc.	(Maldonado, 2024)
<b>PANDEMIAS</b>	Se suspenden cirugías electivas ya que de esta manera se previenen contagios o la redirección de recursos.	(Koushan et al., 2021)

Fuente: elaboración propia

## 2.2. PROBLEMÁTICA

En el entorno hospitalario, la demanda quirúrgica y la alta mora pueden llegar a ser muy desafiantes y problemáticas para un hospital. Factores como las diferentes duraciones de las cirugías y las emergencias que surgen de manera imprevista generan complicaciones en la programación diaria de cirugías, lo que provoca una sobrecarga en el sistema de salud (Van Essen et al., 2012). También se toma en consideración la falta de mecanismos eficientes para poder reprogramar cirugías en tiempo real, lo que aumenta el tiempo de espera y reduce la eficiencia operativa. Al analizar como esto impacta el sector salud y por ende, a los pacientes, se vuelve necesario desarrollar herramientas de simulación que sean capaces de asemejar simular situaciones críticas, como ser la inoperatividad de un quirófano y así estar preparados con soluciones de manera rápida (Bellini et al., 2024). La necesidad de innovar en la gestión quirúrgica en el hospital se ve resaltada, no solo con tecnología avanzada, sino que también con una cultura organizacional más flexible. La adaptación de herramientas de simulación no es solo un apoyo técnico, también es una estrategia esencial para estar preparados en escenarios de emergencia y así mejorar la toma de decisiones, lo cual podría traducirse a una atención más oportuna a los pacientes y una utilización de recursos hospitalarios de manera más eficaz.

La creciente demanda de procedimientos quirúrgicos tanto en el sector público como en el sector privado, ha provocado una alta presión sobre los recursos disponibles en especial en los quirófanos. Esta situación se ve gravemente afectada por la falta de un sistema flexible de planificación que sea adaptable a sucesos imprevistos, en este caso cirugías que son de emergencia o alguna falla técnica que haga la sala quirúrgica un lugar inoperable. La rigidez de los modelos usados tradicionalmente para programar cirugías impide una redistribución de casos lo que lleva a la cancelación de cirugías, aumento de tiempo muerto entre cirugías y un aumento significativo en la lista de espera quirúrgica. Dicha ineficiencia afecta tanto al paciente como al personal médico debido al desgaste y el desaprovechamiento de la infraestructura hospitalaria (van Essen et al., 2012).

La mora quirúrgica en el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas (HNMCR) de San Pedro Sula ha sido un problema constante. En el 2022, se reportaron más de 3,700 pacientes adultos en la lista de espera para realizarse una cirugía, lo que muestra una carga significativa para el sistema de salud local. La mora quirúrgica pediátrica también se ve presente en el hospital, sin embargo, la mora quirúrgica en adultos es más notable (Redaccion Web, 2022). Para poder

disminuir el tiempo de espera para poder realizar una cirugía, se han ampliado las jornadas quirúrgicas y se ha contratado personal adicional, sin embargo, la mora quirúrgica continua afectando la calidad de atención y la salud de los pacientes (Corea, 2022). Así mismo, la infraestructura adecuada es una gran limitante, como ser quirófanos en funcionamiento, equipo médico e insumos, para poder atender la demanda quirúrgica (Hondudiario, 2022).

El HNMCR ha puesto en práctica varias formas para optimizar la gestión de los quirófanos y así reducir la mora quirúrgica. Una de las iniciativas más reconocibles fue la reapertura del quirófano pediátrico, el cual está equipado con tecnología de última generación, las cuales fueron donadas por distintas organizaciones como World Surgical Foundation y la empresa Gildan. Entre las donaciones estaba una máquina de anestesia computarizada, monitor de signos vitales y un electrocauterio, lo que permitió volver a realizar cirugías pediátricas (Silva, 2023). El Hospital cuenta con 11 quirófanos, de los cuales para 2022, solo estaban funcionando 9 de ellos ya que no contaban con equipamiento y recursos humanos. Para poder cubrir más cirugías, el personal amplió el horario de cirugías de 7:00 a.m. a 7.00 p.m., así como también contrataron personal extra (Monzón, 2022). Durante el 2023, se registraron 1,208 personas en listas de espera para cirugía en el HNMCR, de los cuales 794 tenían criterios de mora quirúrgica, lo que representa el 66%. Para ese año, solo estaban habilitados 4 quirófanos por falta de personal médico y algunos recursos, por lo cual la mora quirúrgica era bastante alta (Foro Nacional de Convergencia (FONAC), 2023). En 2024, El Hospital Nacional Mario Catarino Rivas logró reducir la mora quirúrgica, teniendo una lista de espera de 4,000 pacientes que se convirtió en una lista de espera de 920 pacientes, debido a la inversión que se ha hecho en insumos médicos y a las realizaciones de 1,200 cirugías aproximadamente al mes, incluyendo cirugías de emergencia y programadas (Mercado, 2025).

La implementación de modelos de simulación para apoyar la toma de decisiones en tiempo real se vuelve muy importante y más cuando muchas vidas dependen de una respuesta rápida. Una herramienta de simulación puede anticipar escenarios críticos, como la indisponibilidad de un quirófano y así evaluar las posibles redistribuciones para que el impacto en la productividad quirúrgica no se vea afectado negativamente. La simulación permite probar múltiples alternativas sin afectar el flujo clínico real, dando una base sólida para planificar respuestas ante emergencias. Sin embargo, poder abordar dicha problemática no solo requiere una visión clínica, también se necesita de una perspectiva técnico-operativa que ayude a facilitar una gestión quirúrgica eficaz basada en datos reales (Bellini et al., 2024).

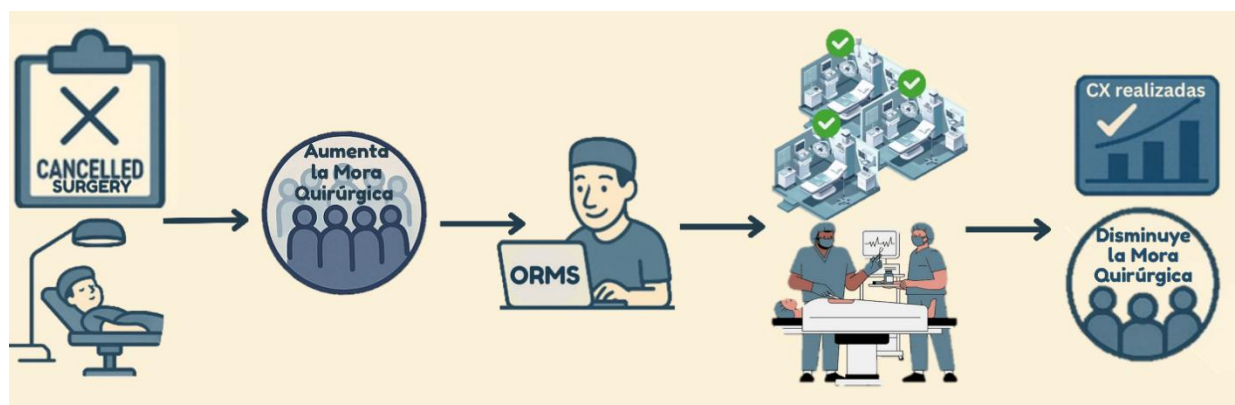
La optimización de la gestión quirúrgica no depende solamente de avances tecnológicos, también depende de la flexibilidad organizacional que hay dentro de un hospital. Las herramientas de simulación y el uso de modelos predictivos ayudan a anticipar emergencias y gestionar recursos de manera eficiente, lo que lleva a la mejora de la toma de decisiones. Al incorporar las diferentes tecnologías, los hospitales se preparan para cualquier situación inesperada que se les presente, lo que reduce la mora quirúrgica y garantiza una mayor disponibilidad de quirófanos, así como de personal. Así mismo, el tener un apoyo tecnológico, permite tener visibilidad y trazabilidad de información esencial de pacientes, así como de los recursos hospitalarios. Sin duda alguna, implementar soluciones innovadoras ayuda en la eficiencia operativa de los hospitales, lo cual está relacionado con la salud de la población que es atendida.

### 2.3. IMAGEN INTEGRADORA

La gestión de cirugías en distintos hospitales puede ser muy compleja, en especial la programación quirúrgica en hospitales públicos, ya que es un desafío constante cada vez que un quirófano no está habilitado. Al cancelar o reprogramar cirugías (Cx), los pacientes en la lista de espera se van acumulando y se aumenta la mora quirúrgica, lo que afecta directamente la calidad de atención médica dada. En la actualidad, la reasignación de cirugías canceladas suele hacerse manualmente, lo que puede causar retrasos, toma de decisiones no certeras, uso ineficiente de recursos y confusión en la logística hospitalaria. La imagen integradora, representa el proceso que se busca implementar para enfrentar dicha problemática. Se observa la cancelación de una cirugía, lo cual genera una lista de espera debido a todas las cirugías que se tendrán que cancelar o reprogramar. Al llevar al paciente cuya cirugía fue cancelada, el personal de salud utiliza un ORMS para poder reagendar las cirugías canceladas, optimizando la utilización de quirófanos disponibles y reduciendo el impacto de las cancelaciones de Cx. Al tener una organización eficiente, los pacientes que están la lista de espera son atendidos de forma rápida y eficiente. Por lo tanto, se verá una mejora significativa en los indicadores de cirugías completadas exitosamente y disminución de pacientes en la lista de espera.

El uso de ORMS, busca garantizar una respuesta rápida y eficiente ante imprevistos quirúrgicos, para así reducir los tiempos de espera, mejorar el acceso a intervenciones quirúrgicas en distintos hospitales públicos, así como tener visibilidad y trazabilidad de información relevante.

**Ilustración 1 Imagen Integradora**



Fuente: Elaboración propia.

## 2.4. TABLA DE LIMITANTES

**Tabla 4 Tabla de Limitaciones**

AUTOR(ES)	AÑO	PAÍS DE ESTUDIO	ENFOQUE DEL ESTUDIO	TIPO DE LIMITACIÓN	DETALLE DE LIMITACIÓN
<b>VLADU ET AL.</b>	2024	Rumania	Experimental	Metodológica y contextual	Estudio limitado a un solo hospital; no se evaluaron resultados clínicos ni hubo medición cuantitativa de la dinámica del equipo. Posible efecto Hawthorne. Seguimiento corto.
<b>BOCCIA ET AL.</b>	2024	Italia	Experimental	Metodológica y práctica	El estudio está limitado a un solo hospital, lo que puede no reflejar la variabilidad en otros entornos, y la herramienta aún está en fase de validación, sin una implementación generalizada.
<b>FALLAHOUPUR ET AL.</b>	2024	Catar	Teórico (Modelo Matemático)	Metodológica	El modelo no es escalable para grandes volúmenes de pacientes y se asumió que un solo cirujano realiza cada cirugía, lo que excluye la posibilidad de programar procedimientos que requieren múltiples cirujanos.
<b>VIEIRA ET AL.</b>	2025	Brasil	Teórico (Modelo Matemático)	Metodológica	No está completamente diseñado para manejar cambios dinámicos en tiempo real, como emergencias inesperadas o cancelaciones.
<b>XIE ET AL.</b>	2022	USA	Experimental	Tecnológica y de implementación	La implementación del algoritmo BEDS fue limitada por la infraestructura técnica de los EMRs, que tienen capacidades limitadas para manejar algoritmos complejos.

Fuente: elaboración propia.

La limitación a superar es la incapacidad para gestionar cambios imprevistos, como emergencias o cancelaciones.

### **III. OBJETIVOS**

A continuación, se presentan los objetivos de este proyecto de investigación, los cuales ayudan a establecer una guía para orientar el desarrollo del estudio y determinar las acciones necesarias para alcanzar los propósitos establecidos.

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema de apoyo a la toma de decisiones que mejore la trazabilidad y visibilidad de la información relacionada al registro de cirugías, con el fin de optimizar la asignación de recursos en los hospitales públicos de Honduras.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

3.2.1. Analizar los flujos de programación quirúrgica y las causas más comunes de cancelación de cirugías en el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas.

3.2.2. Desarrollar un sistema que permita la visibilidad y trazabilidad de información relevante para el registro de cirugías, que considere distintas variables como el tipo de cirugía, prioridad médica y disponibilidad de los quirófanos.

3.2.3. Validar la eficacia del sistema mediante simulaciones con datos reales de programación quirúrgica del Hospital Nacional Mario Catarino Rivas.

## **IV. MÉTODOS**

Este capítulo describe los pasos para realizar la investigación, asegurando el cumplimiento de los objetivos establecidos previamente. Se presentan el enfoque del estudio, las variables dependientes e independientes, las técnicas e instrumentos utilizados, la metodología de validación, el método de estudio, el cronograma de actividades, operacionalización de las variables y matriz metodológica.

### **4.1. ENFOQUE**

El enfoque de la presente investigación es mixto, debido que combina métodos cuantitativos y cualitativos para evaluar la efectividad de un sistema de apoyo al momento de tomar decisiones para asignar y programar de manera eficiente las cirugías. El método cuantitativo se aplica por medio de uso de datos reales del bloque quirúrgico del hospital, como ser la programación quirúrgica, la disponibilidad de quirófanos y la carga diaria de cirugías. Los datos mencionados previamente se utilizarán en simulaciones para evaluar de forma objetiva la capacidad del sistema propuesto para mejorar la visibilidad y trazabilidad de la información quirúrgica. Esto permitirá identificar en tiempo real la disponibilidad de quirófanos, recursos humanos y materiales, así como registrar y analizar los cambios que se realizaron durante la programación quirúrgica. El método cualitativo se basa en la recolección de valoraciones y opiniones del personal de salud que se ve involucrado en el proceso quirúrgico. Por medio de entrevistas y encuestas, se evaluará la utilidad, aceptabilidad y facilidad del uso del sistema para así obtener una visión integral sobre el funcionamiento en un entorno real.

El alcance de la investigación es explicativo ya que busca analizar las relaciones causales entre las distintas variables como la disponibilidad de quirófanos, el diseño del sistema y su impacto en la visibilidad y trazabilidad de la información quirúrgica.

El diseño de la investigación es cuasiexperimental en consecuencia que se utilizaran algunos escenarios simulados mediante datos reales ya que no se tiene control total sobre todas las variables ni asignación aleatoria.

El Hospital Nacional Mario Catarino Rivas fue seleccionado debido a que es el hospital público más grande a nivel de San Pedro Sula y por ser un hospital con un entorno clínico complejo en donde se evidencias varios desafíos en la gestión de quirófanos. Además de tener una mora quirúrgica elevada, presenta limitaciones en cuanto a la visibilidad y

trazabilidad de información relacionada con la programación, ejecución y registro de cirugías. Se ha seleccionado a través de un muestreo no probabilístico por conveniencia, para la recolección de datos quirúrgicos, así como también para la aplicación de encuestas y entrevistas al personal de salud.

**Tabla 5 Enfoque de la Investigación**

<b>Enfoque de investigación</b>	Mixto
<b>Alcance de investigación</b>	Explicativo
<b>Diseño de investigación</b>	Cuasiexperimental
<b>Tipo de muestra</b>	No probabilístico por conveniencia e intencional

Fuente: Elaboración Propia

## **4.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN**

Para esta investigación se toman en cuenta variables dependientes y variables independientes. Las variables dependientes hacen referencia a los indicadores que evaluarán los resultados del sistema propuesto. Por otro lado, las variables independientes son aquellos elementos que se puedan modificar o gestionar dentro del sistema. Analizar la manera en que se relacionan estas variables permitirá valorar la efectividad del sistema en la optimización del flujo quirúrgico.

### **4.2.1. VARIABLES DEPENDIENTES**

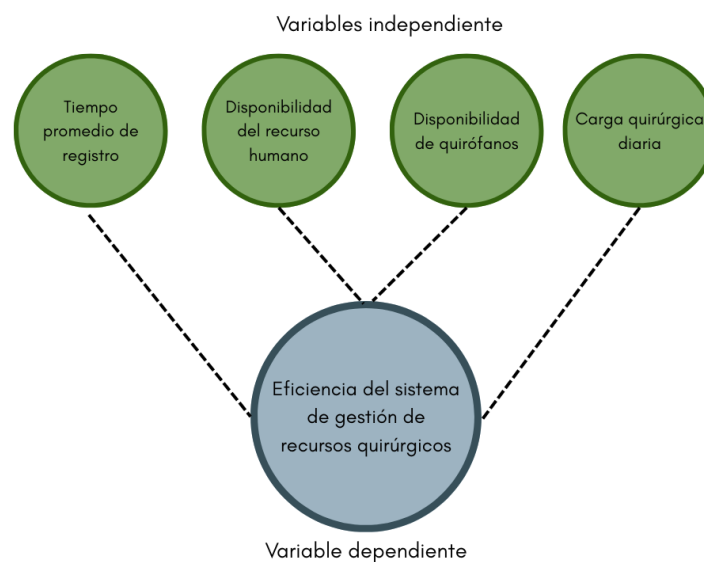
- Eficiencia del sistema de gestión de recursos quirúrgicos: se refiere a la capacidad del sistema propuesto para la optimización del uso de los quirófanos, reducir los tiempos de espera, mantener la continuidad de las cirugías programadas y establecer trazabilidad en los procesos.

### **4.2.2. VARIABLES INDEPENDIENTES**

- Tiempo promedio de registro: esta variable compara el tiempo requerido para registrar una cirugía en el formato actual (en papel y Excel) versus el tiempo necesario usando el software digital de gestión. Su análisis permite evidenciar mejoras en eficiencia operativa y reducción de tiempos administrativos gracias al uso del sistema informático.
- Disponibilidad del recurso humano: se refiere a la presencia efectiva del personal médico, de enfermería y administrativo necesario para llevar a cabo la programación,

gestión y ejecución de los procedimientos quirúrgicos. Esta disponibilidad puede verse afectada por horarios, turnos, carga laboral, licencias, emergencias y redistribución de personal.

- Disponibilidad de quirófanos: esta variable se refiere a la cantidad de quirófanos operativos y su capacidad para atender las cirugías programadas. Esta disponibilidad puede verse afectada por factores como ser fallas técnicas, estado de la infraestructura, disponibilidad del equipo médico y de insumos, mantenimiento programado o situaciones imprevistas. Esta variable influye directamente en la eficiencia del sistema de gestión, debido a que determina la cantidad de quirófanos que se van a considerar.
- Carga quirúrgica diaria: Se refiere al número total de cirugías programadas y realizadas por día en un centro hospitalario. Esta variable mide la demanda quirúrgica y sugiere el nivel de exigencia al que está sometido el sistema hospitalario. Una alta carga quirúrgica puede influir en la eficiencia operativa, tiempos de espera y disponibilidad



**Ilustración 2 Variable dependiente e independientes**

Fuente: Elaboración propia.

### 4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Para el desarrollo y simulación del software de gestión de cirugías dentro de un bloque quirúrgico, se utilizaron las siguientes herramientas de desarrollo de software e instrumentos de recopilación de datos y de evaluación de desempeño.

#### 4.3.1. SOFTWARE

En el desarrollo de un sistema de gestión de recursos quirúrgicos, se recurrió a distintas herramientas de software que permiten organizar la información quirúrgica, el procesamiento y análisis de datos, y brindar una plataforma al usuario. Las herramientas fueron seleccionadas en base a su compatibilidad con entornos hospitalarios, su utilidad en la construcción de un sistema eficiente, y su adaptabilidad para las necesidades del proyecto.

##### 4.3.1.1. PGADMIN

PGAdmin será la herramienta principal para la gestión de la base de datos relacionados con el proyecto. Es una interfaz gráfica para trabajar con PostgreSQL, un sistema de gestión de bases de datos robusto y de código abierto. Ofrece una interfaz amigable que permite realizar tareas como la creación, consulta y modificación de bases de datos. Su uso es común en entornos académicos y profesionales debido a su capacidad para manejar grandes volúmenes de datos de manera organizada, segura y eficiente.

Una de sus principales ventajas es su capacidad para integrarse con múltiples lenguajes de programación, incluyendo Python, esto facilita la conexión entre aplicaciones que son desarrolladas con este lenguaje y la base de datos. De igual manera, esta compatibilidad permite automatizar tareas, procesar información y desarrollar soluciones dinámicas.

##### 4.3.1.2. VISUAL STUDIO CODE

Visual Studio Code (VS Code) es un editor de código desarrollado por Microsoft y es ampliamente utilizado en entornos de desarrollo profesional y académico. Se destaca por ser liviano, altamente configurable y compatible con una gran variedad de lenguajes de programación como ser Python, JavaScript, HTML, SQL, entre otros. Un aspecto importante de Visual Studio Code es que permite integrar otras herramientas, como ser bases de datos, servicios en la nube, o entornos visuales, desde una sola ventana. También, su interfaz es intuitiva y permite organizar todos los recursos necesarios para el proyecto, convirtiéndose en una herramienta muy útil.

#### 4.3.2. INSTRUMENTOS

Los instrumentos seleccionados son esenciales para llevar a cabo el proyecto y para su validación. A continuación, se presentan los instrumentos utilizados en este proyecto.

#### 4.3.2.1. REVISIÓN DOCUMENTAL

La revisión documental consiste en el análisis sistemático de material escrito relacionado con la gestión hospitalaria y el funcionamiento del bloque quirúrgico. Esta revisión permite obtener información esencial acerca de la estructura organizativa del hospital, el estado actual de los bienes y equipos médicos, así como datos más relevantes sobre la programación de las cirugías y la mora quirúrgica. Estos documentos proporcionan un panorama general del contexto institucional y ayudan a comprender la situación actual.

#### 4.3.2.2. ENTREVISTAS

Se realizarán entrevistas a personal clave del hospital incluyendo a la licenciada encargada de la programación quirúrgica, la doctora responsable del bloque quirúrgico, el director general del hospital, la ingeniera jefa del departamento de biomédica y el jefe del área de mantenimiento del hospital. Estas entrevistas permitirán obtener información cualitativa sobre los desafíos que enfrenta el hospital actualmente, las limitaciones técnicas y la percepción institucional que se tiene sobre la gestión quirúrgica.

#### 4.3.2.3. ENCUESTAS

Las encuestas se aplicarán como técnica de validación para evaluar la funcionalidad, utilidad y aceptación del sistema de gestión quirúrgica propuesto. A través de formularios estructurados en Google Forms, se recogerán las opiniones del personal médico, administrativo y técnico sobre la efectividad de la herramienta. Estas opiniones permitirán identificar fortalezas y oportunidades de mejora en la implementación del sistema.

#### **4.4. MÉTODO DE ESTUDIO**

La metodología utilizada en este estudio será la secuencial con retroalimentación, el cual se desarrolla con distintas fases progresivas con un enfoque mixto integrando métodos cualitativos y cuantitativos para el análisis de la eficiencia del sistema de gestión quirúrgica. La retroalimentación obtenida será clave para mejorar el sistema.

##### **4.4.1. RECOPIACIÓN DE DATOS**

En primer lugar, se obtendrá información esencial sobre el funcionamiento actual del bloque quirúrgico del Hospital Nacional Mario Catarino Rivas, se debe conocer el proceso de programación de cirugías, las causas y efectos de la inhabilitación temporal de los quirófanos, resaltando las consecuencias que tiene sobre la mora quirúrgica. Para esto, se acudirá a revisión documental oficial y entrevistas con personal clave de enfermería, dirección médica, biomédica y mantenimiento). Esta información permitirá comprender la situación quirúrgica actual y los elementos críticos que el sistema propuesto debe abordar.

##### **4.4.2. DISEÑO DEL SISTEMA**

Con la información obtenida de las entrevistas se diseñará el funcionamiento del sistema, el cual debe permitir el registro, análisis y gestión de los datos de cirugías y quirófanos. Aquí se incluirá el diseño lógico, la estructura de la base de datos y la planificación de las interfaces del usuario.

##### **4.4.3. IMPLEMENTACIÓN**

Se diseñará una base de datos que pueda almacenar la información de las cirugías como ser el registro de quirófanos, la programación de cirugías y la reasignación de las mismas en PGAdmin con PostgreSQL. Conectado a esta base de datos se debe diseñar un sistema que permita el registro de cirugías, almacenando los datos del paciente y del procedimiento utilizando Python en Visual Studio Code. Entre sus funciones también se incluye la cancelación de cirugías con su historial para mayor trazabilidad de los pacientes que ya fueron atendidos, así como de los que están pendientes.

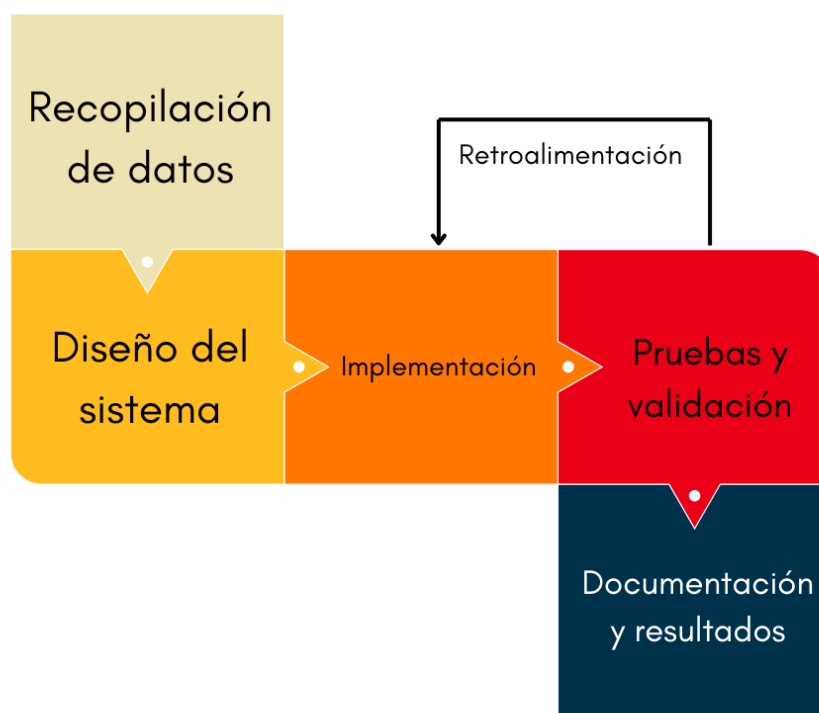
##### **4.4.4. PRUEBAS Y VALIDACIÓN**

Después del desarrollo inicial, el sistema será sometido a pruebas con datos reales para evaluar su funcionamiento, eficiencia y adaptabilidad. La validación se realizará mediante simulaciones de cierre de quirófanos y se analizará si el sistema propone una solución viable que permite la visibilidad y trazabilidad de información del bloque quirúrgico. Además, se

realizarán encuestas al personal involucrado para conocer su opinión sobre la utilidad del sistema y sugerencias de mejora.

#### 4.4.5. DOCUMENTACIÓN Y RESULTADOS

Como último paso, se documentarán todos los hallazgos, avances y resultados obtenidos durante el desarrollo, validación y retroalimentación del sistema. Se analizará su impacto potencial en la eficiencia del manejo de recursos hospitalarios, la reducción de la mora quirúrgica, la visibilidad y trazabilidad de la información. Los resultados permitirán emitir conclusiones sobre la viabilidad de implementar este tipo de solución tecnológica en hospitales públicos de alta demanda, como ser el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas.



**Ilustración 3 Método de Estudio**

Fuente: Elaboración propia.

## **4.5. METODOLOGÍA DE VALIDACIÓN**

### **4.5.1. PRUEBAS DE SIMULACIÓN**

Se harán pruebas de simulación utilizando datos reales del Hospital Nacional Mario Catarino Rivas, basándose en la programación y cancelación de cirugías. Dichas simulaciones permitirán crear diferentes escenarios en los que uno o más quirófanos se presenten inhabilitados. De esta manera se evaluará como el sistema propuesto reacciona ante los imprevistos y que tan eficiente resulta el reprogramar los procedimientos quirúrgicos. Así mismo, se evaluará el número de cirugías reprogramadas exitosamente, el tiempo de respuesta del sistema, la visualización y trazabilidad de la información.

### **4.5.2. EVALUACIÓN DE EFICIENCIA**

La evaluación de eficiencia incluye una comparación entre indicadores previos y posteriores a la implementación del sistema. Se tomará en cuenta el porcentaje de ocupación de quirófanos, tasa de cancelaciones y la variación en lista de espera. Los indicadores permitirán medir de manera objetiva si el sistema ayuda en la eficiencia de la gestión de los recursos quirúrgicos. Las simulaciones se harán varias veces para garantizar que los resultados sean consistentes.

### **4.5.3. VALIDACIÓN CON EXPERTOS CLÍNICOS Y TÉCNICOS**

Se realizará una validación cualitativa a través de entrevistas de retroalimentación a profesionales de la salud, esto incluye a médicos cirujanos, personal de enfermería quirúrgica, ingenieros biomédicos y gestores hospitalarios. Su criterio es esencial para valorar la utilidad clínica del sistema, su integración y el potencial que tiene para mejorar la toma de decisiones en situaciones críticas.

### **4.5.4. ENCUESTA DE SATISFACCIÓN AL PERSONAL USUARIO**

Con el objetivo de conocer el punto de vista del personal que utilizará el sistema, se aplicará una encuesta de satisfacción, la cual incluirá puntos relacionados con la usabilidad, claridad de la interfaz, tiempo de respuesta y utilidad percibida para poder obtener la visualización y trazabilidad de información en el bloque quirúrgico, lo cual a largo plazo también podría ayudar en la reducción de la mora quirúrgica. Los resultados se utilizarán como retroalimentación para el diseño y posibles mejoras.

#### 4.6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se presenta el cronograma de actividades en el cual se observan las actividades que fueron realizadas (Tabla 3).

**Tabla 6 Cronograma de Actividades**

Actividades realizadas	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
Realización de entrevistas a personal en quirófano y departamento de biomédica.										
Diseño y estructura del software.										
Desarrollo de Base de Datos										
Programación del software										
Pruebas Iniciales y ajustes										
Implementación del software en quirófano del Hospital Nacional Mario Catarino Rivas										
Encuestas y Evaluación de Efectividad										
Análisis de los Resultados										
Cierre del Proyecto										

Fuente: elaboración propia.

#### 4.7. OPERACIONES DE LAS VARIABLES

A continuación, se presenta la tabla de operacionalización de las variables, estableciendo las variables que serán analizadas durante el desarrollo del proyecto.

**Tabla 7 Operación de Variables**

OBJETIVOS	VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>General</b>	<b>Dependiente</b>			
Diseñar un sistema de apoyo a la toma de decisiones que mejore la trazabilidad y visibilidad de la información relacionada a la asignación y reprogramación de cirugías, con el fin de optimizar la asignación de recursos en los hospitales públicos de Honduras.	Eficiencia del sistema de gestión de recursos quirúrgicos.	Habilidad del sistema desarrollado para optimizar el uso de quirófanos, obtener visibilidad y trazabilidad de información, y evitar la cancelación de cirugías ante imprevistos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimización de quirófanos.</li> <li>Continuidad de servicios quirúrgicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visibilidad y trazabilidad de información.</li> <li>Disminución de tiempo de registro.</li> </ul>
<b>Específicos</b>	<b>Independientes</b>			
Analizar los flujos de programación quirúrgica y las causas más comunes de cancelación de cirugías debido a la inhabilitación de los quirófanos en el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disponibilidad de quirófanos</li> <li>Fallas técnicas</li> <li>Insumos quirúrgicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de quirófanos habilitados para realizar cirugías según programación diaria.</li> <li>Problemas técnicos, electrónicos o estructurales que afectan el funcionamiento de quirófanos.</li> <li>Existencia de insumos quirúrgicos necesarios para procedimientos quirúrgicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infraestructura quirúrgica, mantenimiento y asignación de turnos.</li> <li>Equipamiento, electricidad y climatización</li> <li>Materiales estériles, equipo médico, medicamentos disponibles y kits quirúrgicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cantidad de quirófanos habilitados vs. Total de quirófanos</li> <li>Frecuencia de cancelaciones por inhabilitación.</li> <li>Tipo de fallas más comunes</li> </ul>

<p>Desarrollar un sistema que permita la visibilidad y trazabilidad de información relevante para la asignación de quirófanos, que considere distintas variables como el tipo de cirugía, prioridad médica y disponibilidad de los quirófanos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño del sistema.</li> <li>• Carga quirúrgica diaria.</li> <li>• Prioridad médica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura lógica que redistribuye eficazmente las cirugías canceladas basándose en variables operativas y clínicas.</li> <li>• Numero de cirugías programadas al día.</li> <li>• Clasificación clínica según la urgencia de la cirugía para poder reasignar quirófanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lógica de reasignación y priorización médica.</li> <li>• Tipo de cirugías y horarios de programación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo promedio utilizando el sistema vs el método utilizado actualmente.</li> </ul>
<p>Validar la eficacia del sistema mediante simulaciones con datos reales de programación quirúrgica del Hospital Nacional Mario Catarino Rivas.</p>	<p>Validación del Sistema</p>	<p>Evaluación del desempeño del sistema desarrollado bajo escenarios simulados con datos reales recopilados del hospital.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultados de la simulación</li> <li>• Comparación del antes y después en la visualización y trazabilidad de información.</li> <li>• Aceptación por los usuarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuesta al personal de salud sobre la efectividad del sistema.</li> <li>• Tiempo promedio de respuesta del sistema.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.8. MATRIZ METODOLÓGICA

A continuación, se presenta la matriz metodológica, la cual permite estructurar y organizar el proceso metodológico del proyecto. De tal manera, se asegura que el desarrollo de la investigación sea realizado de manera coherente.

**Tabla 8 Matriz Metodológica**

<b>Problema de investigación</b>	<b>Pregunta de investigación</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Variables</b>	<b>Metodología y herramientas</b>
<i>¿Cómo se puede optimizar la reprogramación y asignación de procedimientos quirúrgicos ante la inhabilitación de quirófanos, mediante un sistema que mejore la visibilidad y trazabilidad de la información en el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas?</i>	<b>General</b>		<b>Dependiente</b>	
	¿De qué forma un sistema de apoyo tecnológico en la toma de decisiones que se base en simulaciones, puede mejorar la visibilidad y trazabilidad de la información para optimizar el registro de cirugías en el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas?	Diseñar un sistema de apoyo a la toma de decisiones que mejore la trazabilidad y visibilidad de la información relacionada a la asignación y reprogramación de cirugías, con el fin de optimizar la asignación de recursos en los hospitales públicos de Honduras.	Eficiencia del sistema de gestión de recursos quirúrgicos (visibilidad y trazabilidad de información, reducción de mora quirúrgica, uso de quirófanos, etc.)	Entrevistas, encuestas, simulación de escenarios, observación directa.  Herramientas: Visual Studio Code, PgAdmin
	<b>Específicos</b>		<b>Independientes</b>	
	¿Cuáles son los principales factores que provocan la cancelación de cirugías debido a la inhabilitación de quirófanos en el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas?	Analizar los flujos de programación quirúrgica y las causas más comunes de cancelación de cirugías debido a la inhabilitación de los quirófanos en el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas.	Disponibilidad de quirófanos, fallas técnicas, falta de insumos.	Revisión de documentación, entrevistas.

<b>Preguntas de investigación</b>	<b>Objetivos</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>Metodología y Herramientas</b>
	<b>Específicos</b>	<b>Independientes</b>	
¿Qué factores se deben tomar en consideración en un sistema utilizado para reasignar cirugías de manera eficiente al inhabilitar un quirófano?	Desarrollar un sistema que permite la visibilidad y trazabilidad de información relevante para la asignación de quirófanos, que considere distintas variables como el tipo de cirugía, prioridad médica y disponibilidad de los quirófanos.	Tipo de cirugía, prioridad médica, tiempo estimado del procedimiento, disponibilidad de quirófanos y del personal de salud, carga quirúrgica.	Análisis de la programación quirúrgica, entrevistas y revisión de documentación.  Herramientas: Simulación con datos reales, programación en Visual Studio Code.
¿El sistema propuesto mejora la eficiencia operativa al facilitar la visibilidad y trazabilidad de la información en el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas?	Validar la eficacia del sistema mediante simulaciones con datos reales de programación quirúrgica del Hospital Nacional Mario Catarino Rivas.	Diseño del sistema	Comparación de la mora quirúrgica por medio de indicadores, encuestas al personal, entrevistas, herramientas de simulación.

Fuente: Elaboración propia.

## **V. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos durante la implementación y evaluación del sistema de gestión quirúrgica que ha sido desarrollado para optimizar la programación y seguimiento del bloque quirúrgico. Se analizan los datos recopilados por medio de entrevistas con personal clave del bloque quirúrgico, así como la identificación de problemáticas actuales en la gestión de quirófanos. Se evalúa la visibilidad y el impacto de un ORMS para mejorar la eficiencia operativa y la trazabilidad de pacientes.

### **5.1. ENTREVISTAS**

Como parte del análisis de la gestión y programación de los recursos quirúrgicos en el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas, se realizaron distintas entrevistas con personal clave de distintos departamentos dentro del hospital. Estas entrevistas hicieron posible la recolección de información valiosa sobre la programación y cancelación de cirugías, la infraestructura y condiciones de los quirófanos, el manejo de equipos médicos, logística hospitalaria ante situaciones imprevistas y el rol de estos departamentos en la mejora de la eficiencia del bloque quirúrgico. En este apartado se presentan los hallazgos más importantes obtenidos de las entrevistas con los departamentos del hospital.

#### **5.1.1. DEPARTAMENTO DE BIOMÉDICA**

Durante la entrevista a la jefatura del departamento de ingeniería biomédica, se identificó que el hospital cuenta con 11 quirófanos, de los cuales 10 están operativos. Cada uno cuenta con equipamiento específico de acuerdo a la especialidad médica que atienden. Entre el equipamiento básico de quirófano se encuentra la mesa quirúrgica, aspirador de secreciones, máquina de anestesia, electrocauterio y lámparas quirúrgicas. Se indicó que algunos de estos equipos han sobrepasado la vida útil recomendada y que incluso, algunos llevan más de 10 años en funcionamiento, lo cual puede comprometer su funcionamiento. El hospital cuenta con equipos de respaldo para algunos equipos como ser electrocauterios, máquinas de anestesia y succionadores portátiles, pero la mesa quirúrgica no cuenta con una alternativa de reemplazo inmediato en caso de falla.

Un punto crítico que fue señalado es la limitación en la infraestructura eléctrica. Por ejemplo, actualmente existen tres arcos en C para procedimientos que requieren imágenes intraoperatorias, pero la instalación eléctrica del bloque quirúrgico solo permite el uso simultáneo de dos para evitar sobrecargas, esta restricción ya ha generado cancelaciones de cirugías varias veces.

Para el mantenimiento se realiza una inspección técnica al menos dos veces por semana en cada quirófano y la respuesta ante fallas durante una cirugía es rápida, ya que el personal biomédico conoce la disponibilidad de los equipos de respaldo. Respecto al registro del mantenimiento, se utiliza Excel para documentar todas las actividades correctivas y preventivas. El inventario de equipo biomédico se mantiene actualizado pero la falta de un sistema digital especializado limita la trazabilidad y accesibilidad a la información.

#### 5.1.2. DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

La jefatura del área de mantenimiento reportó que se encarga de múltiples tareas técnicas, incluyendo mantenimiento de infraestructura física, redes eléctricas, climatización y soporte a equipos biomédicos. El mantenimiento de aires acondicionados convencionales, aunque no ideal para un entorno quirúrgico, se realiza semanalmente, principalmente en forma de limpieza de filtros. Por otro lado, el mantenimiento eléctrico se gestiona de forma reactiva, ya que la falta de personal e infraestructura ha impedido establecer una planificación preventiva.

Entre los problemas frecuentes se encuentran fallas de fontanería debido al uso incorrecto del personal de salud durante el lavado de instrumentos, así como interrupciones eléctricas puntuales.

En relación a la comunicación interdepartamental, el reporte de fallas sigue un protocolo jerárquico: el personal de enfermería informa al encargado de mantenimiento o ingeniería biomédica, quienes coordinan la atención técnica. En cuanto al registro de intervenciones, se utiliza un documento denominado orden de trabajo, disponible tanto en formato físico como digital, que alimenta una base de datos interna. Se considera que un sistema automatizado para gestionar alertas técnicas podría integrarse progresivamente, especialmente ahora que el personal muestra mayor disposición hacia la innovación tecnológica.

### 5.1.3. DEPARTAMENTO QUIRÚRGICO

En cuanto a la entrevista realizada a la jefatura del Departamento Quirúrgico se identificaron diversas limitaciones operativas y organizativas que afectan la gestión de las cirugías, particularmente en lo relacionado con los procesos de programación, cancelación y utilización de quirófanos.

Actualmente, el procedimiento de cancelación de cirugías carece de un sistema de trazabilidad que permita identificar claramente al paciente afectado, ya que en los formularios no se incluye el nombre del paciente, únicamente se registra la causa de la cancelación y la fecha. El personal entrevistado expresó la necesidad de incorporar datos identificativos en dichos formularios, con el fin de mejorar la trazabilidad y análisis de casos.

En cuanto a las causas de cancelación, se señaló que el hospital lleva un control mensual sobre la cantidad y motivos, siendo la falta de personal (como anestesiólogos o técnicos instrumentistas) y las condiciones clínicas de los pacientes (como hipertensión no controlada) las razones más frecuentes. Se recalcó que las cancelaciones por fallas en el equipo médico son poco comunes.

Respecto a la organización quirúrgica, se explicó que la programación se realiza con un día de anticipación mediante una hoja de Excel, donde se especifica qué servicio utilizará cada quirófano, qué insumos se requerirán y qué tecnología médica será necesaria. Esta planificación se comunica a todas las jefaturas para asegurar una coordinación eficiente.

El quirófano número 11 se encuentra reservado exclusivamente para emergencias, lo que permite atender casos críticos sin interrumpir las cirugías previamente programadas. No obstante, si todos los quirófanos están ocupados, el paciente de emergencia debe esperar a que finalice la cirugía en curso. Actualmente, el quirófano número 6 permanece inhabilitado debido a la falta de tecnología médica y de personal. Entre las principales deficiencias se mencionó la ausencia de un vacutrón (sistema de succión de pared), el cual ha sido sustituido temporalmente por un equipo portátil con menor potencia.

Acerca de la lista de espera quirúrgica, se informó que esta se encuentra digitalizada y se actualiza semanalmente. Un punto crítico identificado es que, cuando una cirugía es cancelada, esta no se reprograma automáticamente, sino que el paciente

es considerado posteriormente como un caso de emergencia cuando esté nuevamente disponible y preparado. Esta práctica limita la eficiencia de la gestión quirúrgica y refuerza la necesidad de un sistema que permita registrar, priorizar y reprogramar casos cancelados de forma sistemática.

También se abordó la deshabilitación de los quirófanos, se mencionó que esto ocurre principalmente debido a fallas en los sistemas de aire acondicionado, falta de mesas quirúrgicas o interrupciones del sistema eléctrico. Todos los miércoles se lleva a cabo una reunión en donde se distribuyen los quirófanos entre los diferentes servicios y se organiza la ejecución de brigadas médicas. Esta planificación es clave para asegurar la continuidad de los procedimientos, incluso durante fenómenos climáticos adversos. En caso de cortes de energía eléctrica, la continuidad de las actividades quirúrgicas depende del funcionamiento adecuado de la planta eléctrica de respaldo.

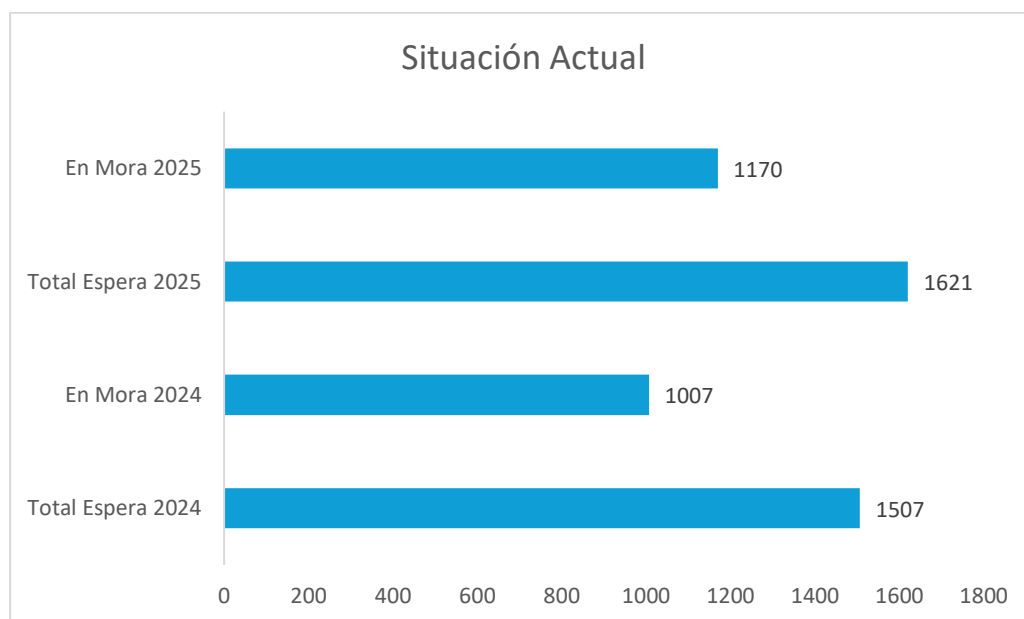
#### 5.1.4. DEPARTAMENTO DE GESTIÓN DE PACIENTES

Durante la entrevista realizada a la encargada de la gestión de la lista de espera quirúrgica se identificó que el ingreso de los pacientes al sistema de la lista de espera se realiza mediante un formulario físico, es un documento que contiene información básica y clínica del paciente, una vez completado se le entrega a un asistente que transcribe los datos a una hoja de Excel. Cabe destacar que el hospital no cuenta con un sistema digital automatizado para este proceso, lo cual genera vulnerabilidades asociadas a errores de transcripción, pérdida de información y lentitud en la gestión de datos.

La hoja de Excel utilizada para el control de pacientes quirúrgicos está organizada de forma cronológica y clasificada según el tipo de cirugía (mayor, menor o ambulatoria), así como por prioridad clínica: prioridad 1 (menos de 15 días), prioridad 2 (15 días a 2 meses), y prioridad 3 (2 a 3 meses). Sin embargo, en la práctica, estas prioridades no se cumplen debido a la acumulación de casos en mora. Por ejemplo, en mayo de 2025 se seguían realizando cirugías a pacientes ingresados en junio del año anterior.

La situación actual de la lista de espera es crítica. Hasta abril de 2025, se contabilizaban 1,621 pacientes pendientes de cirugía, de los cuales 1,170 se encontraban en mora, es decir, con más de 90 días de espera. Solo en el año 2024 se registraron 1,507 nuevos pacientes en lista, con 1,007 en mora. Por especialidades,

urología es actualmente la más afectada, con 559 pacientes en espera, superando por primera vez a cirugía general, que reporta 554 pacientes.



**Ilustración 4 Situación Actual de Lista de Espera y Mora Quirúrgica**

Fuente: Elaboración propia.

Aunque el hospital dispone de 11 quirófanos, únicamente 10 están habilitados, y no siempre operan de manera simultánea debido a la escasez de personal asistencial, incluyendo enfermería, circulantes y anestesiólogos. Además, la sobrecarga de casos provenientes de hospitales regionales, muchos de los cuales cuentan con especialistas y recursos propios, obliga al HNMCR a cancelar cirugías previamente programadas para atender emergencias referidas. A ello se suma el incumplimiento por parte de algunos pacientes, quienes no se presentan en la fecha asignada o no completan sus exámenes preoperatorios, afectando así la planificación diaria del quirófano.

Ante este contexto, el hospital ha implementado diversas estrategias para mitigar el impacto de la lista de espera. Entre ellas destacan la realización de brigadas quirúrgicas durante fines de semana, priorización de procedimientos quirúrgicos cortos, referencia activa de pacientes a otros hospitales con disponibilidad, y coordinación interna entre cirujanos para ceder espacios a colegas con mayor carga de pacientes en mora.

En cuanto al contexto tecnológico, se ha enfatizado la necesidad de un sistema digital automatizado para la gestión de la lista de espera. Aunque desde 2019 se ha

intentado implementar formularios digitales más seguros, el sistema principal sigue siendo una hoja de Excel 2010 que no puede ser actualizada sin riesgo de pérdida de información. Debido al gran volumen de pacientes registrados (más de 10,000), el archivo se vuelve lento e ineficiente, por lo que para fines estadísticos y de reporte únicamente se consideran alrededor de 6,000 registros. La falta de interoperabilidad entre departamentos también representa una barrera, ya que los pacientes deben proporcionar la misma información en múltiples áreas, lo que retrasa los procesos y duplica el trabajo administrativo

En la tabla 9, se resumen las percepciones técnicas de los distintos departamentos que se ven involucrados en la operación del bloque quirúrgico del Hospital Nacional Mario Catarino Rivas. Cada departamento brindó su punto de vista e idéntico las debilidades estructurales, tecnológicas y organizativas que afectan la eficiencia quirúrgica. Los distintos hallazgos demuestran un funcionamiento fragmentado y deficiente del bloque quirúrgico, con problemas frecuentes derivados de equipos

obsoletos, mantenimiento insuficiente, gestión manual e inexistente de sistemas integrados de información. Existe concordancia interdepartamental en la necesidad de modernizar equipo médico, infraestructura y procesos administrativos, así como también fortalecer el recurso humano. Los distintos departamentos mencionan que, para mejorar la operatividad, se recomienda la implementación de un sistema de gestión quirúrgica digital e interoperable, acompañado de una actualización tecnológica y de infraestructura eléctrica que pueda garantizar la continuidad y calidad del servicio quirúrgico.

La implementación de un sistema de gestión responde a una necesidad operativa identificada por el personal técnico y clínico, así como también está vinculado con mejorar la trazabilidad y visibilidad de la información quirúrgica mediante el desarrollo de un sistema de apoyo. Al tener información relevante como ser la programación de cirugías, disponibilidad de quirófanos y asignación de recursos en una plataforma digital, se habilita una gestión más eficiente, transparente y orientada a datos relevantes, lo que permite actuar de forma proactiva frente a imprevistos, lo cual permite la optimización de los recursos disponibles. Por lo tanto, el sistema que se propone representa una herramienta esencial para innovar los procesos quirúrgicos actuales, convirtiéndolos en un proceso más seguro, coordinado y sostenible con el paso del tiempo.

**Tabla 9 Información de los indicadores obtenidos en Gestión de Pacientes**

<b>Indicador</b>	<b>Detalle</b>
Pacientes pendientes de cirugía en abril 2025	1,621
Pacientes en mora (más de 90 días de espera)	1,170
Pacientes en lista de espera durante 2024	1,507
Pacientes en mora durante 2024	1,007
Pacientes en espera de urología	559
Pacientes en espera de cirugía general	554
Prioridades utilizadas	Prioridad 1 (menos de 15 días – Emergencia) Prioridad 2 (15 días a 2 meses – Urgente) Prioridad 3 (2 a 3 meses – Programada)

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10 Hallazgos Relevantes por Departamento Entrevistado**

<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>VALORACIÓN DEL ESTADO FUNCIONAL DEL QUIRÚRGICO</b>	<b>PERSPECTIVA POR DEPARTAMENTO</b>
<b>INGENIERÍA BIOMÉDICA</b>	Operatividad condicionada debido a la obsolescencia tecnológica y limitaciones en infraestructura eléctrica.	Se identifica la necesidad de renovación de equipo médico, mejoras en la infraestructura y digitalización de los procesos de gestión de tecnología médica para garantizar seguridad y continuidad operativa.
<b>MANTENIMIENTO</b>	Infraestructura vulnerable y limitada por falta de mantenimiento preventivo.	Se identifica que es necesario implementar un sistema de mantenimiento preventivo en las instalaciones y fortalecer las capacidades técnicas para reducir recurrencia de fallas debido que de esta manera puede incrementar la disponibilidad operativa del bloque quirúrgico.
<b>DEPARTAMENTO QUIRÚRGICO</b>	Eficiencia operativa comprometida por deficiencias en programación, recursos humanos y equipamiento.	Se identifica la urgencia de optimizar la gestión de quirófanos mediante digitalización, optimizar el recurso humano, disponibilidad de equipamiento quirúrgico mínimo para evitar interrupciones inesperadas.
<b>GESTIÓN DE PACIENTES</b>	Procesos de gestión saturados por carga asistencial y ausencia de herramientas interoperables.	Se identifica la necesidad de implementar un sistema informático integrado que permita trazabilidad, actualización automática y priorización dinámica de la lista de espera quirúrgica ya que esto permitiría una mejora significativa en la eficiencia y calidad asistencial.

Fuente: Elaboración propia

El personal entrevistado enfatizó que las mejoras prioritarias incluyen la habilitación de más quirófanos, ampliación de la sala de recuperación, contratación de personal asistencial adicional, e implementación de un sistema informático que permita la gestión segura, eficiente y coordinada de la lista de espera quirúrgica.

### 5.1.5. CIRUJANO

Un médico del Hospital Nacional Mario Catarino Rivas proporcionó un listado de las cirugías que se realizan de forma más frecuente según la especialidad, este listado será utilizado para alimentar las opciones de tipos de cirugías en el software. El listado incluye distintas áreas como ser Cirugía Plástica, Urología, Ginecología y Obstetricia, Neurocirugía, Cirugía Pediátrica, Cirugía General, Ortopedia, Oftalmología, Oncología Quirúrgica, Emergencia, Cirugía Maxilofacial, Coloproctología y Cirugía Vascolar.

**Tabla 11 Cirugías Frecuentes según Especialidad**

<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>CIRUGÍAS FRECUENTES/ RELEVANTES</b>
<b>CIRUGÍA PLÁSTICA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Injertos y colgajos por quemaduras</li><li>• Reconstrucción por trauma</li><li>• Reconstrucción de labio/paladar hendido</li><li>• Reparación de cicatrices queloides o hipertróficas</li><li>• Reconstrucción mamaria post-mastectomía</li><li>• Sutura pediátrica extensa</li></ul>
<b>UROLOGÍA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Resección transuretral de próstata (RTU)</li><li>• Litotricia o nefrolitotomía por cálculos renales</li><li>• Nefrectomía</li><li>• Colocación de catéter doble J, Circuncisión (menos frecuente)</li></ul>
<b>GINECOLOGÍA/ OBSTETRICIA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cesáreas</li><li>• Ooforectomía bilateral + salpingectomía</li><li>• Legrado uterino</li><li>• Histerectomía</li><li>• Ligadura tubárica</li><li>• Conización cervical</li><li>• Reparación de prolapso genital</li></ul>
<b>NEUROCIROLOGÍA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Evacuación de hematomas intracraneales</li></ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derivación ventriculoperitoneal</li> <li>• Laminectomía</li> <li>• Craneotomía</li> <li>• Cirugía por malformaciones congénitas</li> <li>• Craniectomía descompresiva</li> </ul>
<b>CIRUGÍA PEDIÁTRICA</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herniorrafia umbilical/inguinal</li> <li>• Cirugía de testículo no descendido</li> <li>• Labio/paladar hendido</li> <li>• Apendicectomía pediátrica</li> <li>• Malformaciones anorrectales</li> <li>• Circuncisión</li> <li>• Píloromiotomía</li> <li>• Laparotomía exploratoria</li> </ul>
<b>CIRUGÍA GENERAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apendicectomía</li> <li>• Colectomía</li> <li>• Herniorrafias</li> <li>• Laparotomía por trauma</li> <li>• Resección intestinal</li> <li>• Cirugías de eventración</li> <li>• Gastrostomía / colostomía</li> <li>• Whipple</li> <li>• Perforación intestinal</li> <li>• Laparotomía exploratoria</li> <li>• Desbridamiento y limpieza quirúrgica</li> </ul>
<b>ORTOPEDIA TRAUMATOLOGÍA</b>	<b>Y</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción y fijación de fracturas</li> <li>• Amputaciones,</li> <li>• Artroscopía</li> <li>• Corrección de deformidades</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cirugía de columna</li> <li>• Colocación de clavos, placas y prótesis</li> <li>• Reparación de LCA</li> <li>• Fijación RAIF</li> </ul>
<b>OFTALMOLOGÍA</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cirugía de catarata</li> <li>• Pterigion</li> <li>• Cirugía de glaucoma</li> <li>• Reparación de trauma ocular</li> <li>• Extracción de cuerpo extraño ocular</li> </ul>
<b>ONCOLOGÍA QUIRÚRGICA</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mastectomía</li> <li>• Histerectomía oncológica</li> <li>• Resección de tumores (colon, estómago, piel)</li> <li>• Linfadenectomía</li> <li>• Biopsias/resecciones paliativas</li> <li>• Colostomía</li> <li>• Tumorectomía mamaria</li> <li>• Tiroidectomía</li> </ul>
<b>CIRUGÍA EMERGENCIA TRAUMA</b>	<b>DE /</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apendicectomía de urgencia</li> <li>• Laparotomía por trauma</li> <li>• Toracotomía por trauma</li> <li>• Reparación de heridas complejas</li> <li>• Drenaje de abscesos</li> <li>• Amputaciones traumáticas</li> <li>• Sutura de heridas y control de hemorragias</li> </ul>
<b>CIRUGÍA MAXILOFACIAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extracciones quirúrgicas complicadas</li> <li>• Fracturas mandibulares/maxilares</li> <li>• Labio/paladar hendido</li> <li>• Trauma facial</li> <li>• Abscesos dentales</li> </ul>

<b>COLOPROCTOLOGÍA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Injertos óseos simples</li> <li>• Hemorroidectomía</li> <li>• Fistulectomía / drenaje de abscesos</li> <li>• Colostomías</li> <li>• Resección de pólipos</li> <li>• Cirugía por prolapso rectal</li> <li>• Esfinteroplastía (limitada)</li> </ul>
<b>CIRUGÍA VASCULAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fístulas arteriovenosas para hemodiálisis</li> <li>• Amputaciones por isquemia/diabetes</li> <li>• Trombectomía</li> <li>• Resección de aneurismas periféricos</li> <li>• Catéter venoso central</li> <li>• Ligadura de varices</li> <li>• Reparación de grandes vasos</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

## 5.2. DESARROLLO DEL SOFTWARE

A continuación, se detalla más a fondo las características y las funciones del programa de gestión de cirugías desarrollado en Visual Studio Code. esta aplicación permite registrar, visualizar, validar y analizar cirugías programadas, realizadas y canceladas. Esta herramienta está orientada para el uso por parte del personal médico, administrativo y de jefatura, ofreciendo un sistema con control por roles.

### 5.2.1. BASE DE DATOS EN PGADMIN

En el entorno de pgAdmin se desarrolló y gestionó la base de datos que da soporte a la aplicación de gestión de cirugías hospitalarias. Esta base de datos fue configurada en un servidor local PostgreSQL, bajo el nombre de postgres, y es accesible a través de las siguientes credenciales:

```
28
29 # ----- CONEXIÓN A BASE DE DATOS -----
30 DB_PARAMS = {
31     "dbname": "postgres",
32     "user": "postgres",
33     "password": "basedatos1",
34     "host": "localhost",
35     "port": "5432"
36 }
```

***Ilustración 5 Pantalla de visualización del código desarrollado***

Fuente: Elaboración propia

El primer paso fue el diseño del modelo de datos. Se crearon múltiples tablas relacionales que almacenan la información necesaria para las operaciones del sistema. Estas tablas son:

- registro\_cirugías: almacena las cirugías programadas con todos los datos relevantes como paciente, especialidad médica, tipo de cirugía, fecha, hora, quirófano, cirujanos involucrados, prioridad y observaciones.

The screenshot shows a pgAdmin 4 window with a SQL query executed: `SELECT * FROM public.registro_cirugias ORDER BY id ASC`. The results are displayed in a table with the following data:

id	nombre_paciente	especialidad_medica	duracion_estimada	fecha_programada	hora_programada	quirofano	cirujano_principal	cirujano_asistente	observaciones	prioridad
1	Josue Hernandez	Cirugia General	60	2025-06-16	09:00:00	QX5	Dr. Orellana			Programa
2	Sofia Manzanares	Ginecologia	30	2025-06-10	10:00:00	QX8	Dra. Alvarado	Dra. Yanes		Programa
3	Sergio Zaldivar	Vascular	30	2025-06-11	12:00:00	QX5		Dr. Gonzales		Urgente
4	Guillermo Cruz	Emergencia	60	2025-06-12	10:00:00	QX8	Dr. Nieto	Dr. López	Tipo de sangre O+	Emergenc

**Ilustración 6 Almacenamiento del registro de cirugías**

Fuente: Elaboración propia

- historial\_cirugias\_realizadas: contiene el registro final de todas las cirugías efectuadas, combinando datos de programación y validación.

The screenshot shows a pgAdmin 4 window with a SQL query executed: `SELECT * FROM public.historial_cirugias_realizadas`. The results are displayed in a table with the following data:

id	nombre_paciente	especialidad_medica	duracion_estimada	fecha_programada	hora_programada	quirofano	cirujano_principal	cirujano_asistente	observaciones	prioridad	
1	[null]	Valerie Paredes	Pediatría	60	2025-05-23	16:00:00	QX2	Robbins		Progna	
2	[null]	Jose Diaz	General	30	2025-05-27	10:00:00	QX9	Dra. Paz		Progna	
3	[null]	Genesis Aguilar	OBGYN	60	2025-05-27	17:00:00	QX5	Dra. Castro	Dra. Herrera	Progna	
4	[null]	Juan Perez	Neuro	90	2025-05-28	08:00:00	QX3	Dr. Gonzalez	Dr. Lopez	Urgent	
5	[null]	Maria Bueso	Pediatría	60	2025-05-28	11:00:00	QX4	Dr. Portillo		Urgent	
6	[null]	Susana Miller	Ortopedia	120	2025-06-13	10:00:00	QX6	Dr. Torres		Progna	
7	[null]	Andrea Martinez	Cirugia General	60	2025-06-11	08:00:00	QX2	Dr. López	Dr. Herrera	Progna	
8	[null]	Andrea Martinez	Ortopedia	120	2025-06-12	06:00:00	QX6	Dra. Torres		Progna	
9	[null]	Ryuk Supriyama	Pediatría	30	2025-06-05	06:30:00	QX3	Yoshiaki Yanes	Antonio Martinez	Gatito	Progna

**Ilustración 7 Registro del historial de cirugías realizadas**

Fuente: Elaboración propia

- cirugias\_canceladas: mantiene una bitácora de las cirugías que fueron suspendidas, con sus motivos clasificados y fecha de cancelación.

id	id_cirugia	motivo	fecha_cancelacion	nombre_paciente	fecha_programada	cirujano_principal	motivo_esp
1	1	ac malo	2025-05-22	[null]	[null]	[null]	[null]
2	2	Falta equipo	2025-05-23	[null]	[null]	[null]	[null]
3	3	paciente no disponible	2025-05-28	Jairo Alvarado	2025-05-30	Dra. Torres	[null]
4	4	ac malo	2025-05-29	Hector Martufe	2025-05-29	Dr. Pineda	[null]
5	5	Paciente	2025-05-31	Andrea Martinez	2025-06-03	Montgomery	Sin ayuno adecuado
6	6	Técnicos	2025-06-02	Maria	2025-06-12	Dr. Martinez	Falta eléctrica
7	7	Paciente	2025-06-02	Jorge Gutierrez	2025-06-13	Dra. Cruz	Otro
8	8	Personal Médico	2025-06-02	Valerie Paredes	2025-06-09	Dra. Rodriguez	Se inundó el quirófano
9	9	Paciente	2025-06-04	Pepe Martinez	2025-06-05	Tito Martinez	Sin ayuno adecuado

**Ilustración 8 Registro de cirugías canceladas**

Fuente: Elaboración propia

- disponibilidad\_quirofanos: permite llevar un seguimiento del estado operativo diario de cada quirófano, registrando si están habilitados o inhabilitados y las razones correspondientes.

id	fecha	quirófano_id	estado_estado_quirofano	motivo_motivo_inhabilitacion
1	2025-06-03	OX4	No Habilitado	Sin Equipos
2	2025-06-03	OX1	No Habilitado	Sin Equipos
3	2025-06-04	OX2	No Habilitado	Sin Equipos

**Ilustración 9 Registro de disponibilidad de quirófano**

Fuente: Elaboración propia

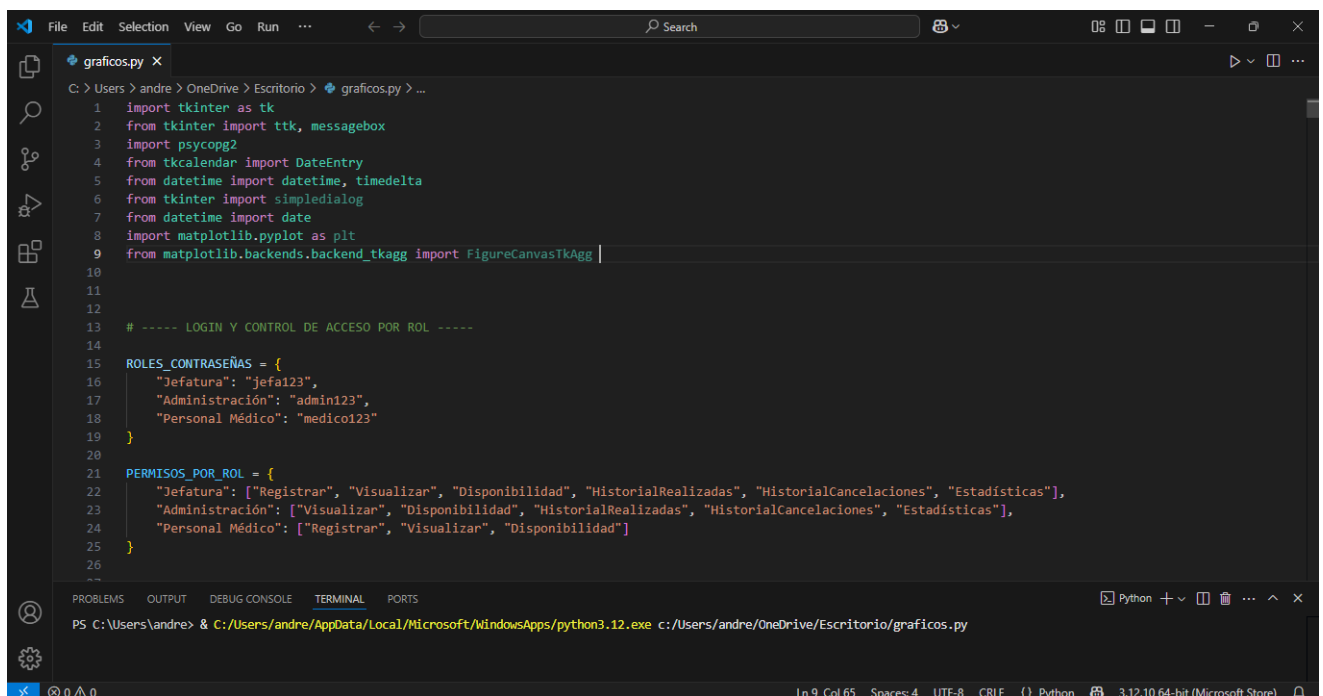
Las tablas fueron creadas mediante un script SQL personalizado que define la estructura de cada una, se implementaron restricciones lógicas desde la aplicación para asegurar la integridad de los datos, como evitar la superposición de cirugías en el mismo quirófano o duplicación de reportes de inhabilitación.

Durante el desarrollo, pgAdmin fue utilizado tanto para ejecutar los scripts de creación de tablas como para consultar y verificar los datos que se insertaban desde la aplicación. Esto permitió mantener un entorno controlado y confiable para la app.

## 5.2.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SOFTWARE

La aplicación de gestión de cirugías fue desarrollada con el objetivo de optimizar el proceso de planificación, seguimiento y control de procedimientos quirúrgicos en un entorno hospitalario. Está diseñada como una interfaz gráfica interactiva que permite a distintos usuarios del personal hospitalario interactuar con un sistema que almacena y organiza la información relevante de las cirugías. La aplicación se desarrolló en Python utilizando Visual Studio Code como entorno de desarrollo, y se conecta a una base de datos relacional PostgreSQL gestionada desde pgAdmin.

La interfaz gráfica de la aplicación se construyó con la librería tkinter, complementada por ttk y ttkbootstrap para aplicar estilos modernos. Para componentes interactivos adicionales se emplearon librerías como tkcalendar (para la selección de fechas) y matplotlib (para la visualización de estadísticas mediante gráficos). La conexión con la base de datos se implementó usando la librería psycopg2, la cual permite ejecutar consultas SQL y manipular registros desde la aplicación.



```
graficos.py
C:\Users\andre> OneDrive\Escritorio> graficos.py ...
1 import tkinter as tk
2 from tkinter import ttk, messagebox
3 import psycopg2
4 from tkcalendar import DateEntry
5 from datetime import datetime, timedelta
6 from tkinter import simpledialog
7 from datetime import date
8 import matplotlib.pyplot as plt
9 from matplotlib.backends.backend_tkagg import FigureCanvasTkAgg
10
11
12
13 # ----- LOGIN Y CONTROL DE ACCESO POR ROL -----
14
15 ROLES_CONTRASEÑAS = {
16     "Jefatura": "jefa123",
17     "Administración": "admin123",
18     "Personal Médico": "medico123"
19 }
20
21 PERMISOS_POR_ROL = {
22     "Jefatura": ["Registrar", "Visualizar", "Disponibilidad", "HistorialRealizadas", "HistorialCancelaciones", "Estadísticas"],
23     "Administración": ["Visualizar", "Disponibilidad", "HistorialRealizadas", "HistorialCancelaciones", "Estadísticas"],
24     "Personal Médico": ["Registrar", "Visualizar", "Disponibilidad"]
25 }
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2232
2233
2234
2235
2236
2237
2238
2239
2240
2241
2242
2243
2244
2245
2246
2247
2248
2249
2250
2251
2252
2253
2254
2255
2256
2257
2258
2259
2260
2261
2262
2263
2264
2265
2266
2267
2268
2269
2270
2271
2272
2273
2274
2275
2276
2277
2278
2279
2280
2281
2282
2283
2284
2285
2286
2287
2288
2289
2290
2291
2292
2293
2294
2295
2296
2297
2298
2299
2300
2301
2302
2303
2304
2305
2306
2307
2308
2309
2310
2311
2312
2313
2314
2315
2316
2317
2318
2319
2320
2321
2322
2323
2324
2325
2326
2327
2328
2329
2330
2331
2332
2333
2334
2335
2336
2337
2338
2339
2340
2341
2342
2343
2344
2345
2346
2347
2348
2349
2350
2351
2352
2353
2354
2355
2356
2357
2358
2359
2360
2361
2362
2363
2364
2365
2366
2367
2368
2369
2370
2371
2372
2373
2374
2375
2376
2377
2378
2379
2380
2381
2382
2383
2384
2385
2386
2387
2388
2389
2390
2391
2392
2393
2394
2395
2396
2397
2398
2399
2400
2401
2402
2403
2404
2405
2406
2407
2408
2409
2410
2411
2412
2413
2414
2415
2416
2417
2418
2419
2420
2421
2422
2423
2424
2425
2426
2427
2428
2429
2430
2431
2432
2433
2434
2435
2436
2437
2438
2439
2440
2441
2442
2443
2444
2445
2446
2447
2448
2449
2450
2451
2452
2453
2454
2455
2456
2457
2458
2459
2460
2461
2462
2463
2464
2465
2466
2467
2468
2469
2470
2471
2472
2473
2474
2475
2476
2477
2478
2479
2480
2481
2482
2483
2484
2485
2486
2487
2488
2489
2490
2491
2492
2493
2494
2495
2496
2497
2498
2499
2500
2501
2502
2503
2504
2505
2506
2507
2508
2509
2510
2511
2512
2513
2514
2515
2516
2517
2518
2519
2520
2521
2522
2523
2524
2525
2526
2527
2528
2529
2530
2531
2532
2533
2534
2535
2536
2537
2538
2539
2540
2541
2542
2543
2544
2545
2546
2547
2548
2549
2550
2551
```

```
File Edit Selection View Go ... Search
proyecto final.py
C:\Users\andre\OneDrive\Escritorio\proyecto final.py
45 def configurar_estilos():
109 # ----- REGISTRAR CIRUGIA -----
111 > def registrar_cirugia():...
242 > }
308 > }
411 # ----- VISUALIZAR CIRUGIAS -----
433 > def visualizar_cirugias(rol):
441 > }
466 # -----VALIDACION-----
645 # ----- DISPONIBILIDAD DE QUIROFANOS -----
648 > def disponibilidad_quirofanos():...
735 # -----Cancelar Cirugías-----
737 > }
739 > def cancelar_cirugia(trees):...
881 # ----- HISTORIAL DE CANCELACIONES -----
884 > def mostrar_historial_cancelaciones():...
998 # -----Historial de Cirugías Realizadas-----
992 > def mostrar_historial_realizadas():...
1034 > def mostrar_estadisticas_cirugias():...
1035 > def exportar_grafico_a_pdf(figura, nombre_default="grafico"):...
1269 # -----CIRUS POR ESPECIALIDAD-----
1270 > def graficar_cirugias_por_especialidad(frame_destino, funcion_obtener_rango):...
1333 # ----- Tipos Cirus -----
1341 > def exportar_todos_graficos_pdf(figuras, nombre_default="cirugias_por_especialidad"):...
1372 > def graficar_tipos_por_especialidad(frame_destino, funcion_obtener_rango):...
Ln 952, Col 72 | Spaces: 4 | UTF-8 | CRF | 1 | Python | Select Interpreter
```

**Ilustración 11 Módulos de funciones del código**

Fuente: Elaboración propia

```
File Edit Selection View Go ... Search
proyecto final.py
C:\Users\andre\OneDrive\Escritorio\proyecto final.py
1530 # ----- Realizadas vs Canceladas -----
1531 > def graficar_realizadas_vs_canceladas(frame_destino, funcion_obtener_rango):...
1621 # ----- Causas Inhabilitación QX -----
1622 > def graficar_motivos_inhabilitación(frame_destino, funcion_obtener_rango):...
1703 # ----- Estado post cirugía -----
1705 > def graficar_estado_paciente(frame_destino, funcion_obtener_rango):...
1788 # ----- Causas Cancelaciones -----
1790 > def graficar_causas_cancelacion(frame_destino, funcion_obtener_rango):...
1808 # ----- Historial Completo -----
1809 > def graficar_historial_completo(frame_destino, funcion_obtener_rango):...
2021 # ----- Puntualidad -----
2022 > def graficar_puntualidad_inicio(frame_destino, funcion_obtener_rango):...
2121 # ----- MENU PRINCIPAL -----
2122 # ----- FUNCION PARA MOSTRAR MENU SEGUN ROL -----
2124 > def mostrar_menu_principal(rol):...
2178 # ----- LOGIN -----
2180 > def mostrar_login():...
2214 if __name__ == "__main__":
2215     mostrar_login()
2217     tk.mainloop()
Ln 952, Col 72 | Spaces: 4 | UTF-8 | CRF | 1 | Python | Select Interpreter
```

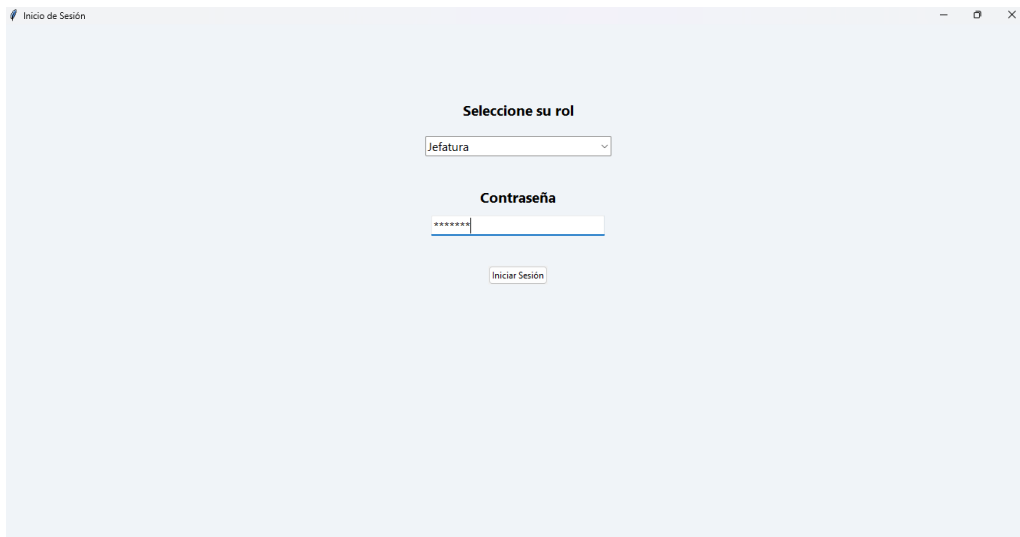
**Ilustración 12 Módulos de funciones del código**

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.3. ESTRUCTURA DEL SOFTWARE

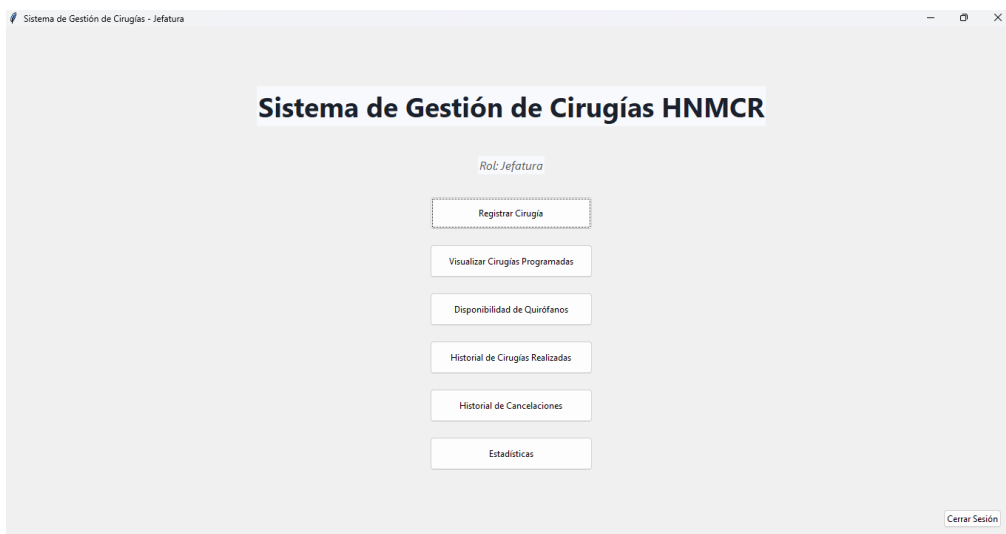
Al iniciar la aplicación, el usuario debe seleccionar su rol (Jefatura, Administración o Personal Médico) e ingresar la contraseña correspondiente. Este mecanismo,

implementado con un sencillo diccionario de credenciales, garantiza que cada tipo de usuario ve únicamente las opciones que le están permitidas. Así, la Jefatura cuenta con acceso completo a todas las funciones, la Administración puede visualizar y generar reportes, y el Personal Médico se limita a registrar y consultar cirugías. Este enfoque de “menú por rol” asegura trazabilidad y evita que usuarios sin permisos modifiquen datos críticos.



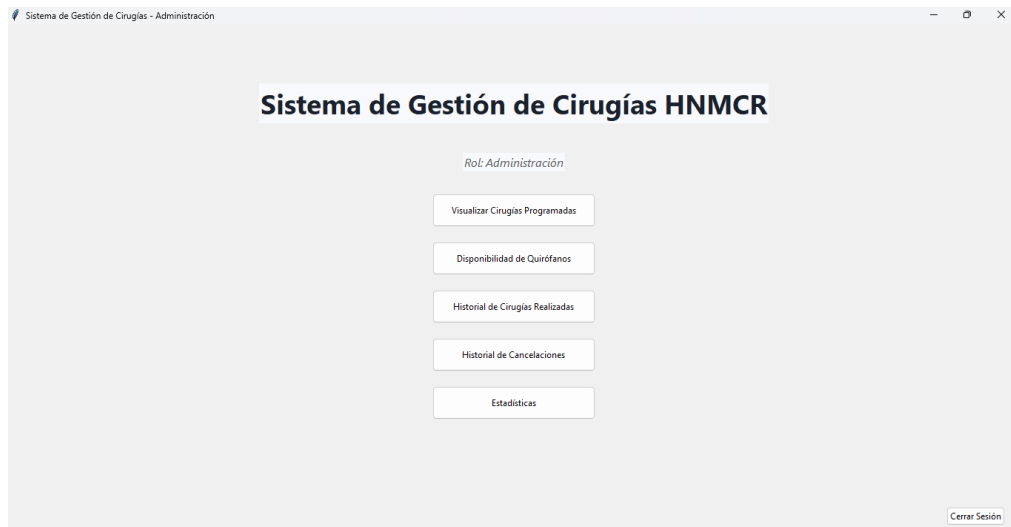
**Ilustración 13 Visualización del inicio de la aplicación**

Fuente: Elaboración propia



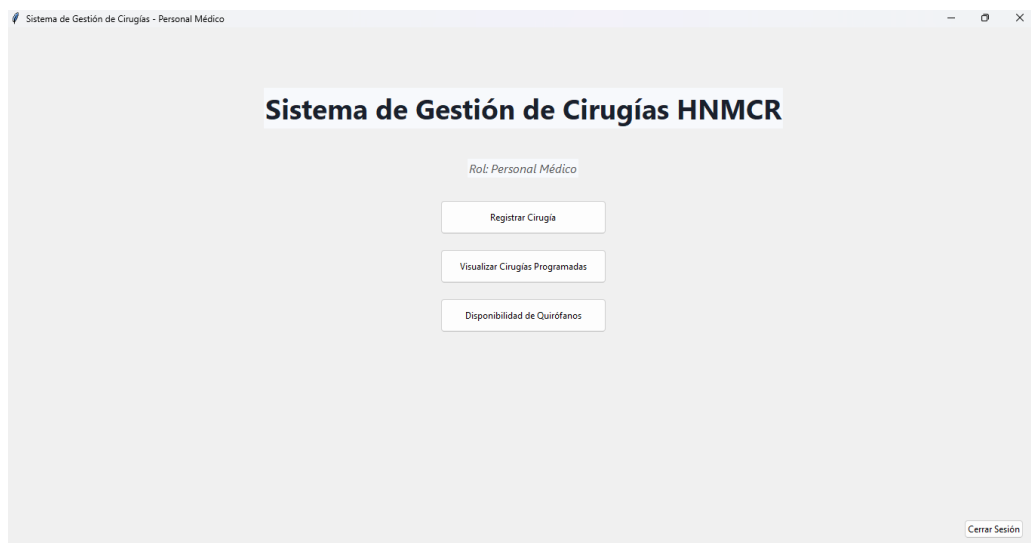
**Ilustración 14 Visualización desde el perfil de Jefatura**

Fuente: Elaboración propia



**Ilustración 15 Visualización desde el perfil del Personal Médico**

Fuente: Elaboración propia



**Ilustración 16 Visualización desde el perfil de Administración**

Fuente: Elaboración propia

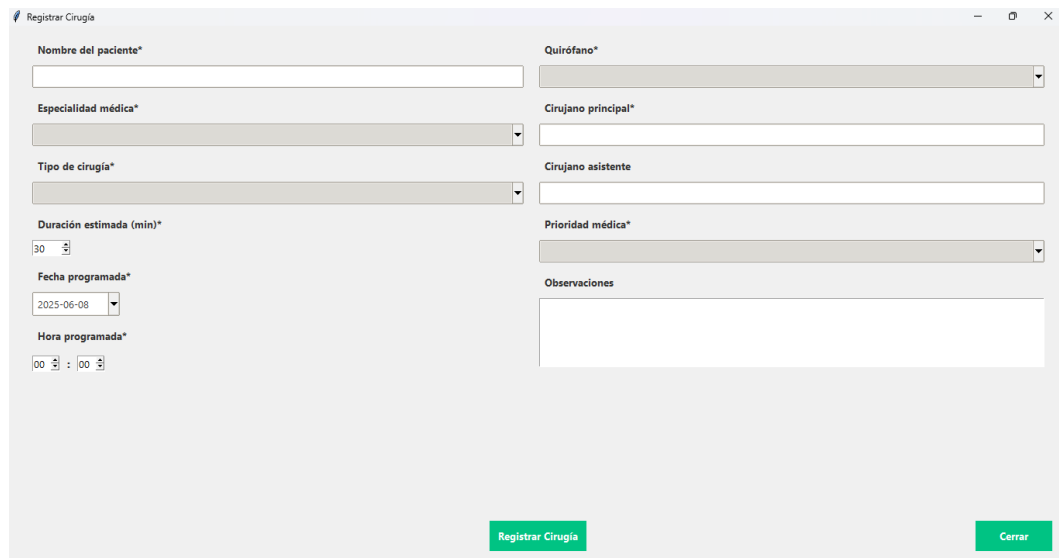
A continuación, se detallan las funciones mostradas en el menú principal:

- **Registrar Cirugía**

Esta función abre un formulario dividido en dos columnas: la columna izquierda recoge datos del paciente (nombre), especialidad médica y tipo de intervención. El campo "Tipo de cirugía" es un combobox dinámico: al elegir una especialidad, se actualiza al instante la lista de tipos disponibles, y si se selecciona "Otra" aparece un cuadro de texto adicional para describirla. Mientras que la columna derecha captura

datos operativos (duración estimada, fecha y hora programada, quirófano asignado) y el equipo quirúrgico (cirujano principal y asistente). También incluye prioridad médica y un espacio para observaciones.

Antes de guardar, el sistema comprueba en la base de datos que no exista solapamiento de horarios en el mismo quirófano, mostrando un error si detecta conflictos. Finalmente inserta el registro en la tabla correspondiente en la base de datos y notifica al usuario.



***Ilustración 17 Visualización de pantalla para registrar cirugías***

Fuente: Elaboración propia

- **Visualizar Cirugías Programadas**

Al seleccionar "Visualizar Cirugías Programadas", la app muestra una tabla con todas las intervenciones pendientes, ordenadas por fecha y hora. Desde esta sección se puede:

ID	Paciente	Especialidad	Tipo de Cirugía	Duración (min)	Fecha Programada	Hora	Quirófano	Cirujano Principal	Cirujano Asistente	Prioridad
396	Victoria Paredes	Urología	Nefrectomía	120	2025-06-12	00:00:00	QX7	Bueso		Programada
4	Miguel Vargas	Cirugía General	Resección intestinal	120	2025-07-01	07:00:00	QX10	Dr. Patricia Ramírez	Dr. Juan Castillo	Programada
2	Camila Torres	Plástica	Reconstrucción de tal	120	2025-07-01	08:30:00	QX3	Dr. Pedro Gómez	Dr. Pedro Pérez	Programada
3	Sofía Torres	Neurocirugía	Laminectomía	120	2025-07-01	08:30:00	QX4	Dr. Valeria Martínez	Dr. Pedro Castillo	Programada
1	Camila Ramírez	Coloproctología	Resección de pólipos	90	2025-07-01	11:00:00	QX1	Dr. Carlos Sánchez	Dr. José Flores	Emergencia
10	Patricia López	Ginecología	Legrado uterino	45	2025-07-02	08:15:00	QX11	Dr. Luis Romero	Dr. María Vargas	Programada
8	Sofía Ramírez	Neurocirugía	Otra	60	2025-07-02	08:45:00	QX4	Dr. María Pérez	Dr. Patricia Pérez	Emergencia
7	Elena Pérez	Plástica	Reconstrucción por t	75	2025-07-02	09:30:00	QX3	Dr. Valeria Castillo	Dr. José Flores	Programada
6	Valeria Romero	Neurocirugía	Cirugía por malform	90	2025-07-02	11:30:00	QX11	Dr. Pedro Díaz	Dr. Lucía Ramírez	Programada
9	Diego Hernández	Emergencia	Otra	90	2025-07-02	12:30:00	QX5	Dr. Camila Hernández	Dr. Juan Hernández	Emergencia
12	Miguel García	Vascular	Trombectomía	45	2025-07-03	06:45:00	QX1	Dr. José Díaz	Dr. Pedro Díaz	Programada
15	Carlos Martínez	Vascular	Reparación de grandi	150	2025-07-03	08:45:00	QX6	Dr. Ana Flores	Dr. Raúl Sánchez	Programada
11	Camila Castillo	Oftalmología	Pterigión	90	2025-07-03	10:00:00	QX7	Dr. María Morales	Dr. Sofía Morales	Emergencia
13	Sofía Gómez	Oftalmología	Cirugía de glaucoma	90	2025-07-03	10:00:00	QX3	Dr. Lucía Flores	Dr. Camila Vargas	Emergencia
19	Luis Castillo	Emergencia	Amputaciones traum	60	2025-07-04	06:00:00	QX5	Dr. Raúl Flores	Dr. Valeria Gómez	Programada
17	Lucía Castillo	Urología	Colocación de catéte	45	2025-07-04	07:45:00	QX8	Dr. Camila Ramírez	Dr. Carlos Flores	Urgente
18	Juan Rivera	Maxilofacial	Otra	75	2025-07-04	07:45:00	QX5	Dr. Valeria Hernández	Dr. Diego Castillo	Urgente
20	Pedro Ramírez	Neurocirugía	Laminectomía	45	2025-07-04	09:30:00	QX4	Dr. Lucía Díaz	Dr. Lucía Rivera	Programada
16	Miguel García	Neurocirugía	Otra	45	2025-07-04	10:45:00	QX2	Dr. Valeria Rivera	Dr. Valeria Flores	Programada
25	María Ramírez	Ortopedia	Fijación Rafi	90	2025-07-05	06:15:00	QX5	Dr. Raúl López	Dr. Raúl Torres	Programada
24	Carlos López	Cirugía General	Limpieza quirúrgica y	150	2025-07-05	07:00:00	QX9	Dr. Camila Sánchez	Dr. Elena Torres	Programada
22	Lucía Vargas	Cirugía General	Gastrostomía o colos	150	2025-07-05	09:15:00	QX4	Dr. José Martínez	Dr. Valeria Martínez	Programada
21	Lucía Ramírez	Maxilofacial	Cirugía de labio (nata	75	2025-07-05	10:30:00	QX2	Dr. Diana Sánchez	Dr. Miguel Morales	Urgente

**Ilustración 18 Visualización de pantalla de cirugías programadas**

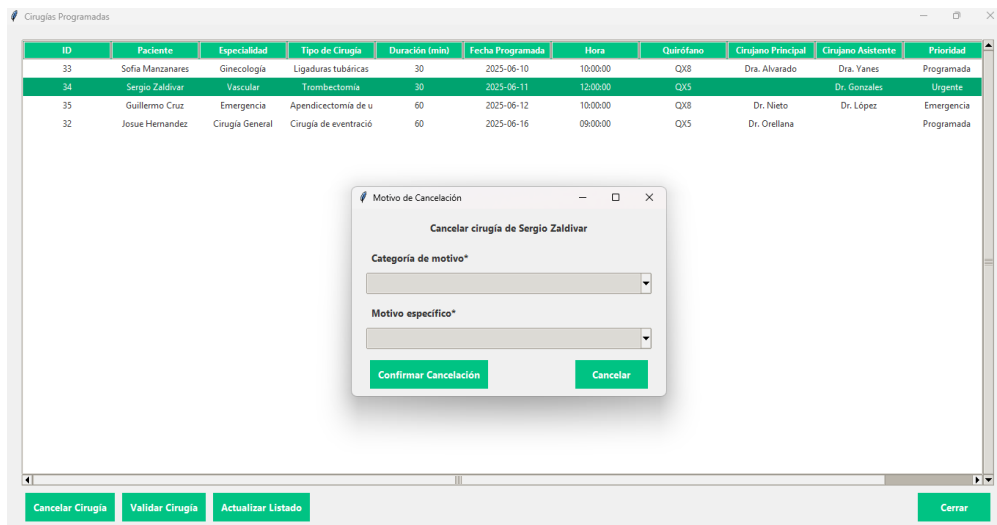
Fuente: Elaboración propia

- Validar una cirugía: abre un diálogo para ingresar la hora real de inicio y fin, el estado del paciente (estable, crítico o fallecido) y el resultado (exitosa, suspendida, incompleta), junto con información adicional. Al guardar, estos datos se vinculan al registro, se trasladan a la tabla del historial de cirugías realizadas y se eliminan de la tabla de cirugías programadas.

**Ilustración 19 Visualización de pantalla para validar cirugía**

Fuente: Elaboración propia

- Cancelar una cirugía: solicita el motivo, dividido en categorías (Paciente, Personal Médico, Técnicos). Si se elige "Otro", permite escribir la causa específica. El registro se mueve al historial de cirugías canceladas y se elimina de la lista de programadas.



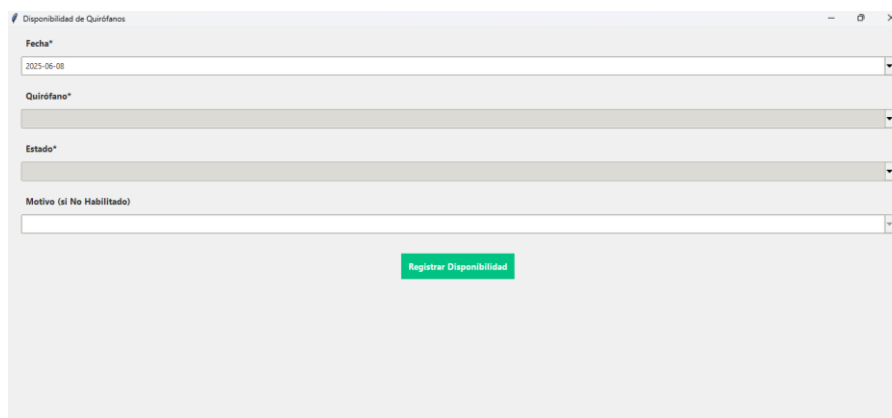
**Ilustración 20 Visualización de pantalla para cancelar cirugía**

Fuente: Elaboración propia

Ambas acciones respetan las restricciones de rol: solo la Jefatura puede validar o cancelar, mientras que otros perfiles solo actualizan la vista.

- **Disponibilidad de Quirófanos**

Esta función permite marcar un quirófano como habilitado o inhabilitado para un día concreto. En caso de inhabilitación, se activa un combobox de motivos (fallas eléctricas, mantenimiento, etc.). Al registrar, se comprueba que no exista ya un reporte igual para evitar duplicados. Los datos se almacenan en la base de datos proporcionando un histórico de cuándo y por qué cada sala dejó de estar operativa.



**Ilustración 21 Pantalla de visualización de disponibilidad de quirófanos**

Fuente: Elaboración propia

- **Historial de cirugías realizadas /canceladas**

El historial de cirugías realizadas muestra todas las intervenciones completadas, con sus datos operativos y de validación. Permite revisar tiempos reales, estados de paciente y anotaciones finales. Mientras que el historial de cirugías canceladas enlista las cirugías que fueron suspendidas, junto con la fecha de cancelación, el nombre del paciente, el cirujano y el motivo detallado.

Paciente	Especialidad	Duración (min)	Fecha Programada	Hora	Quirófano	Cirujano Principal	Cirujano Asistente	Observaciones	Prioridad	Inicio
Juan Díaz	Pediatría	120	2025-07-03	11:30:00	QX4	Dr. Miguel Sánchez	Dr. Ana Torres	Requiere cuidados pc	Urgente	01:10:00
Pedro Pérez	Oftalmología	90	2025-06-30	07:30:00	QX3	Dr. Valeria Pérez	Dr. Elena Gómez	Requiere observación	Emergencia	07:30:00
María Flores	Emergencia	60	2025-06-30	06:30:00	QX11	Dr. María Vargas	Dr. Pedro Flores	None	Urgente	06:30:00
Miguel Gómez	Neurocirugía	45	2025-06-30	09:00:00	QX1	Dr. Camila Rivera	Dr. Patricia Vargas	Requiere observación	Emergencia	09:00:00
Raúl Flores	Oncología	45	2025-06-30	12:00:00	QX11	Dr. Miguel Gómez	Dr. María Ramírez	Requiere observación	Urgente	12:00:00
Pedro Díaz	Vascular	90	2025-06-30	08:15:00	QX2	Dr. Sofía Díaz	Dr. Luis Sánchez	None	Urgente	08:15:00
Camila García	Oncología	90	2025-06-28	09:00:00	QX2	Dr. Patricia García	Dr. Valeria Martínez	Requiere observación	Emergencia	09:00:00
Lucía López	Oncología	75	2025-06-28	06:15:00	QX5	Dr. Sofía Vargas	Dr. Valeria Hernández	Requiere observación	Emergencia	06:15:00
Ana Gómez	Oftalmología	60	2025-06-28	07:30:00	QX10	Dr. Carlos Díaz	Dr. Valeria Flores	None	Urgente	07:30:00
Raúl Castillo	Oncología	45	2025-06-28	09:00:00	QX5	Dr. Lucía Hernández	Dr. Sofía Romero	Requiere observación	Emergencia	09:00:00
Patricia Martínez	Oncología	75	2025-06-28	09:15:00	QX11	Dr. Elena Sánchez	Dr. Ana Flores	None	Urgente	09:15:00
Pedro Torres	Vascular	90	2025-06-27	06:00:00	QX11	Dr. José Hernández	Dr. Raúl López	None	Programada	06:00:00
Raúl Hernández	Plástica	120	2025-06-27	06:15:00	QX1	Dr. Lucía Rivera	Dr. Ana Vargas	None	Programada	06:15:00
Lucía Vargas	Urología	60	2025-06-27	11:30:00	QX1	Dr. Carlos Rivera	Dr. José Hernández	Requiere observación	Urgente	11:30:00
Sofía Martínez	Maxilofacial	45	2025-06-27	09:30:00	QX9	Dr. Miguel Vargas	Dr. Patricia Rivera	Paciente estable al in:	Emergencia	09:30:00
Sofía Pérez	Plástica	75	2025-06-27	07:30:00	QX8	Dr. Diego Flores	Dr. José Morales	Paciente estable al in:	Emergencia	07:30:00
Valeria Romero	Emergencia	45	2025-06-26	09:00:00	QX7	Dr. Diego Rivera	Dr. Ana Rivera	None	Urgente	09:00:00
Ana Flores	Vascular	90	2025-06-26	10:00:00	QX4	Dr. Pedro Díaz	Dr. Raúl Morales	None	Programada	10:00:00
José Díaz	Oftalmología	75	2025-06-26	11:15:00	QX11	Dr. Lucía Romero	Dr. Pedro Martínez	Requiere observación	Emergencia	11:15:00
Pedro Hernández	Vascular	60	2025-06-26	06:00:00	QX10	Dr. Patricia Pérez	Dr. Raúl Torres	None	Programada	06:00:00
Camila Flores	Pediatría	75	2025-06-26	08:15:00	QX9	Dr. Carlos García	Dr. José Ramírez	Paciente estable al in:	Programada	08:15:00
Patricia Castillo	Oncología	120	2025-06-25	06:30:00	QX2	Dr. Ana Vargas	Dr. María Romero	None	Programada	06:30:00
Patricia Romero	Oftalmología	90	2025-06-25	06:00:00	QX11	Dr. Luis López	Dr. Sofía Romero	None	Programada	06:00:00

**Ilustración 22 Pantalla de visualización de cirugías realizadas**

Fuente: Elaboración propia

ID	ID Cirugía	Paciente	Fecha Programada	Cirujano	Motivo de Cancelación	Fecha de Cancelación
74	1073	Lucía Pérez	2025-06-30	Dr. Patricia Torres	Falta de personal	2025-06-30
75	1074	Lucía Díaz	2025-06-30	Dr. Sofía Gómez	Condición médica no óptima el	2025-06-30
73	1072	Miguel López	2025-06-30	Dr. Diego Morales	Falta de camas postoperatorias	2025-06-30
70	1069	Miguel Sánchez	2025-06-28	Dr. Raúl Gómez	No se presentó	2025-06-28
72	1071	Luis Morales	2025-06-28	Dr. Patricia García	Falta de personal	2025-06-28
71	1070	Carlos Díaz	2025-06-28	Dr. Elena Hernández	Falla eléctrica	2025-06-28
68	1067	Lucía García	2025-06-27	Dr. Lucía Torres	No se presentó	2025-06-27
69	1068	Ana Romero	2025-06-27	Dr. Camila Torres	Otro	2025-06-27
67	1066	Elena Hernández	2025-06-27	Dr. Valeria Sánchez	Cambios en el diagnóstico	2025-06-27
65	1064	Patricia Flores	2025-06-26	Dr. Valeria Torres	Falta de personal	2025-06-26
66	1065	Elena Rivera	2025-06-26	Dr. Pedro Rivera	Otro	2025-06-26
64	1063	José López	2025-06-26	Dr. Ana Flores	Otro	2025-06-26
62	1061	Raúl Ramírez	2025-06-25	Dr. Ana Romero	Falta de personal	2025-06-25
63	1062	Carlos Flores	2025-06-25	Dr. Lucía Gómez	Falla en fontanería	2025-06-25
61	1060	Raúl Vargas	2025-06-25	Dr. Luis Romero	Paro laboral	2025-06-25
58	1057	Elena Ramírez	2025-06-24	Dr. Miguel Pérez	Cambios en el diagnóstico	2025-06-24
60	1059	Luis Martínez	2025-06-24	Dr. Juan Gómez	Paro laboral	2025-06-24
59	1058	Lucía Hernández	2025-06-24	Dr. Patricia Hernández	Falta de personal	2025-06-24
57	1056	Miguel Flores	2025-06-23	Dr. Juan Castillo	Falta de personal	2025-06-23
56	1055	Lucía Castillo	2025-06-23	Dr. Miguel Castillo	Falla o falta de equipos médico:	2025-06-23
55	1054	Carlos Romero	2025-06-23	Dr. Miguel Flores	Falla en fontanería	2025-06-23
52	1051	Patricia Romero	2025-06-21	Dr. Elena Gómez	Otro	2025-06-21
54	1053	Camila Gómez	2025-06-21	Dr. Luis Sánchez	Fuga o falla del sistema de para	2025-06-21

**Ilustración 23 Pantalla de visualización de cirugías canceladas**

Fuente: Elaboración propia

- **Estadísticas**

El módulo de estadísticas permite al usuario analizar de manera gráfica y resumida los datos almacenados en las distintas tablas del sistema, tiene el objetivo facilitar la evaluación del desempeño en el bloque quirúrgico, identificar tendencias y apoyar la toma de decisiones clínicas y administrativas.

Cuenta con una barra lateral en la izquierda en donde se seleccionan los filtros de tiempo e indicadores y en el área principal a la derecha se visualizan los gráficos. El usuario puede elegir entre distintos períodos de análisis: semanal, mensual, o todos los registros disponibles. Cada indicador cuenta con un botón de "Exportar PDF" el cual permite al usuario guardar las gráficas en su ordenador y asignarles un nombre, en el caso del indicador de "Tipos de cirugías por especialidad" permite guardar las gráficas de las 13 especialidades en un solo documento PDF.

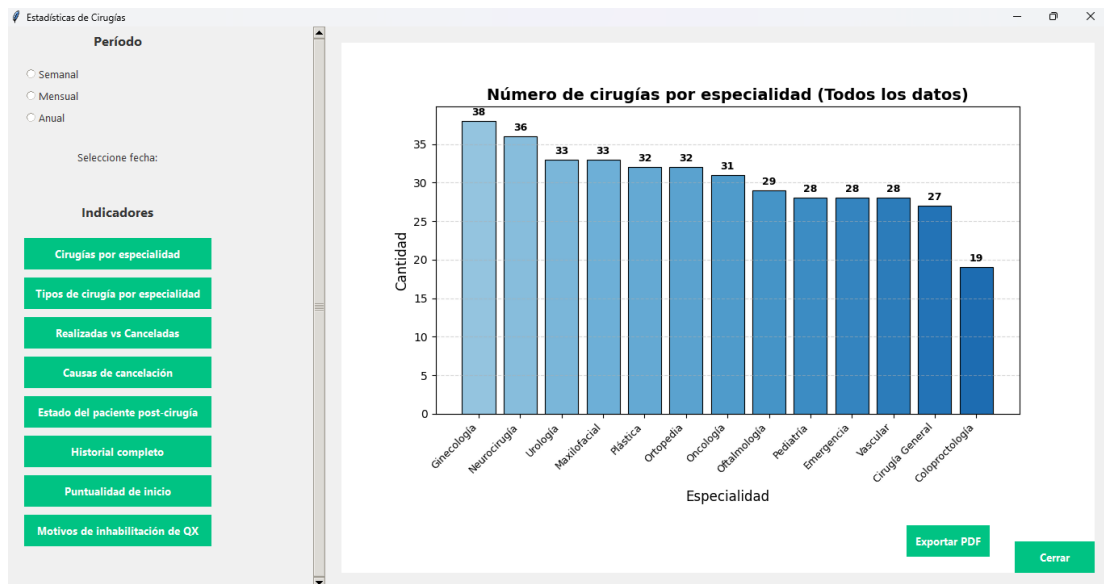


***Ilustración 24 Pantalla de visualización de lista de indicadores***

Fuente: Elaboración propia

Las gráficas representan los siguientes indicadores:

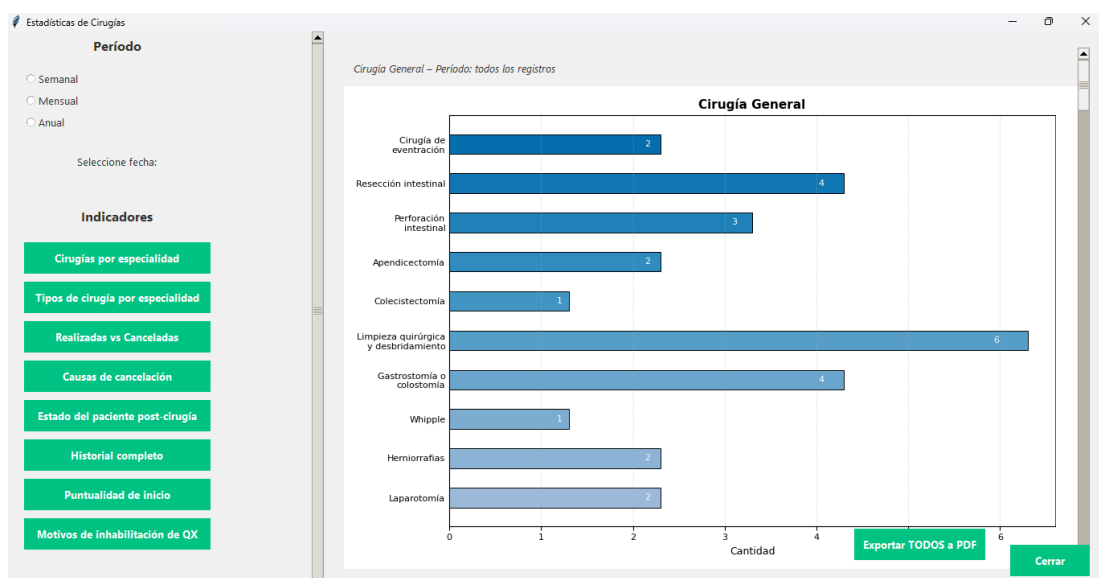
- *Cirugías por especialidad*: muestra el número total de cirugías realizadas por cada especialidad.



**Ilustración 25 Visualización de estadística de número de cirugías por especialidad**

Fuente: Elaboración propia

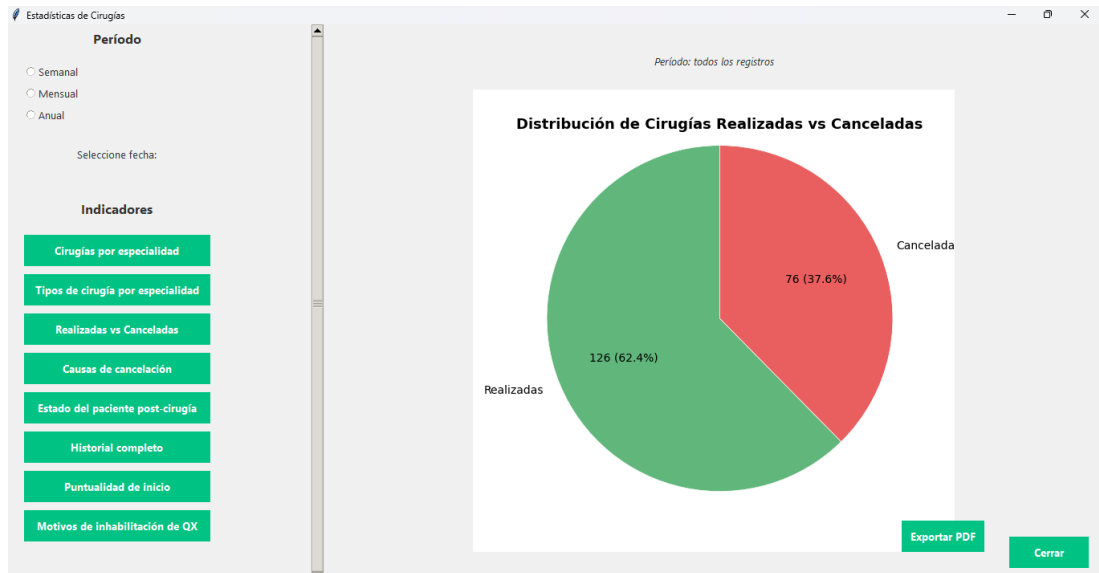
- *Tipos de cirugía por especialidad*: genera un gráfico individual por especialidad, detallando la frecuencia de cada tipo de procedimiento.



**Ilustración 26 Visualización de estadística de tipos cirugía según especialidad**

Fuente: Elaboración propia

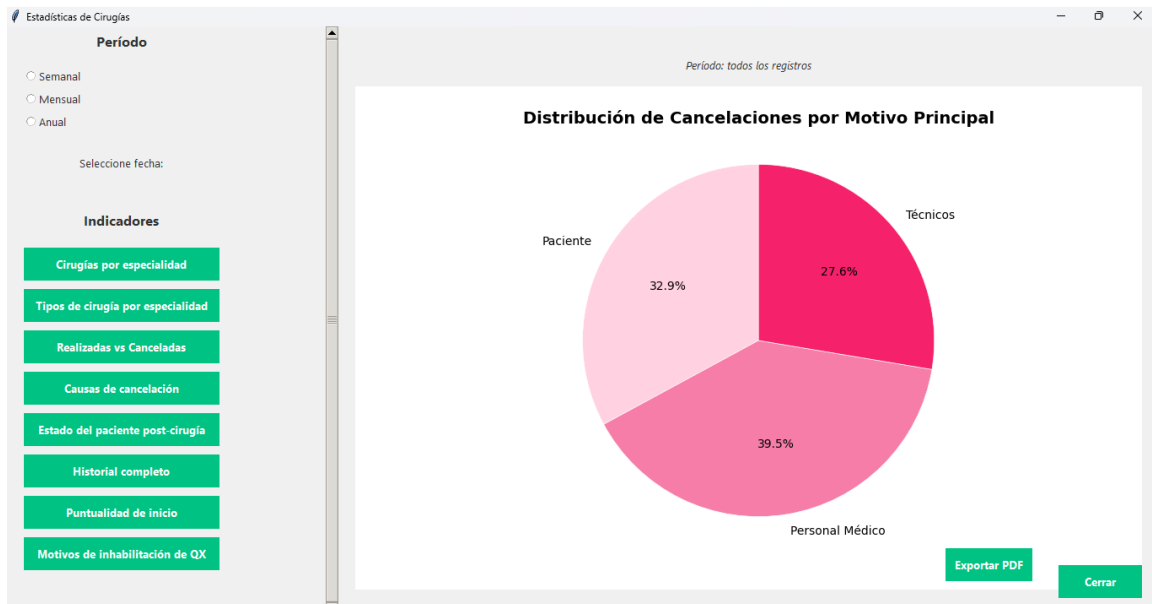
- *Cirugías realizadas vs. canceladas*: presenta un gráfico de pastel que compara la proporción entre cirugías validadas y aquellas que fueron canceladas.



**Ilustración 27 Visualización de estadística de distribución de cirugías realizadas vs canceladas**

Fuente: Elaboración propia

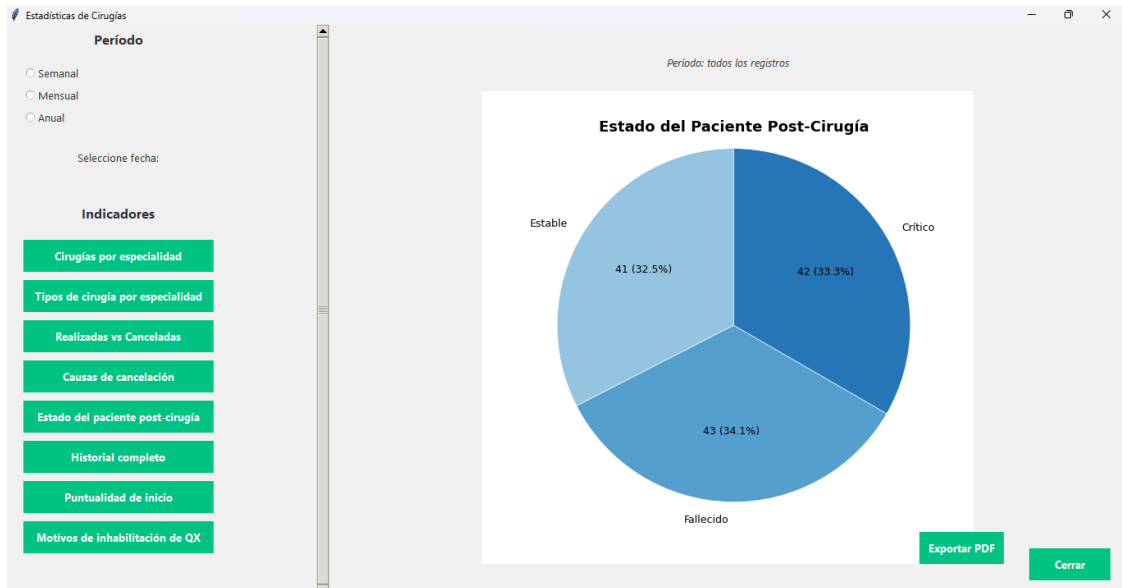
- *Causas de cancelación*: visualiza las causas por los que se cancelan cirugías agrupándolos en tres categorías: Paciente, Personal Médico y Técnicos.



**Ilustración 28 Visualización de estadística de la distribución de motivos de cancelaciones**

Fuente: Elaboración propia

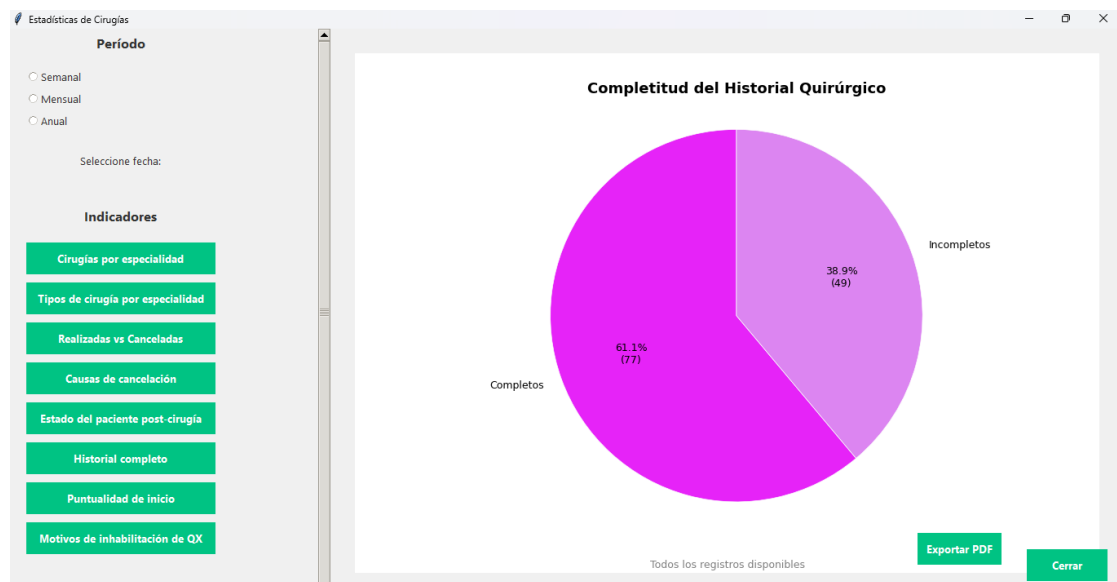
- *Estado del paciente post-cirugía*: muestra la distribución del estado clínico del paciente al finalizar la cirugía (estable, crítico o fallecido)



**Ilustración 29 Visualización de estadística del estado del paciente post-cirugía**

Fuente: Elaboración propia

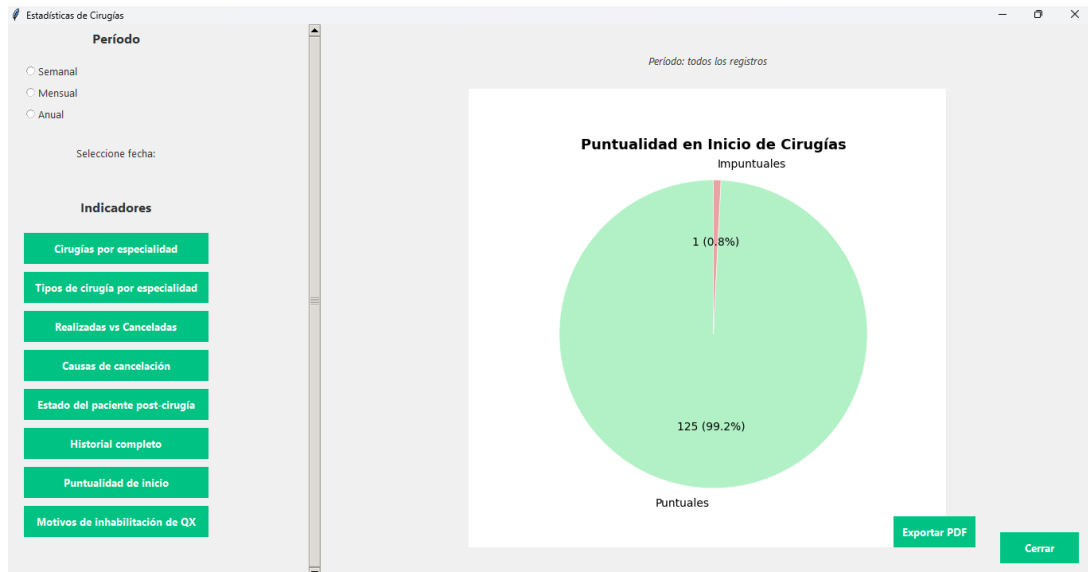
- *Historial completo*: evalúa la calidad del registro quirúrgico, mostrando la proporción de cirugías con historial completo frente a aquellas con información incompleta.



**Ilustración 30 Visualización de estadística de pacientes con historial completo**

Fuente: Elaboración propia

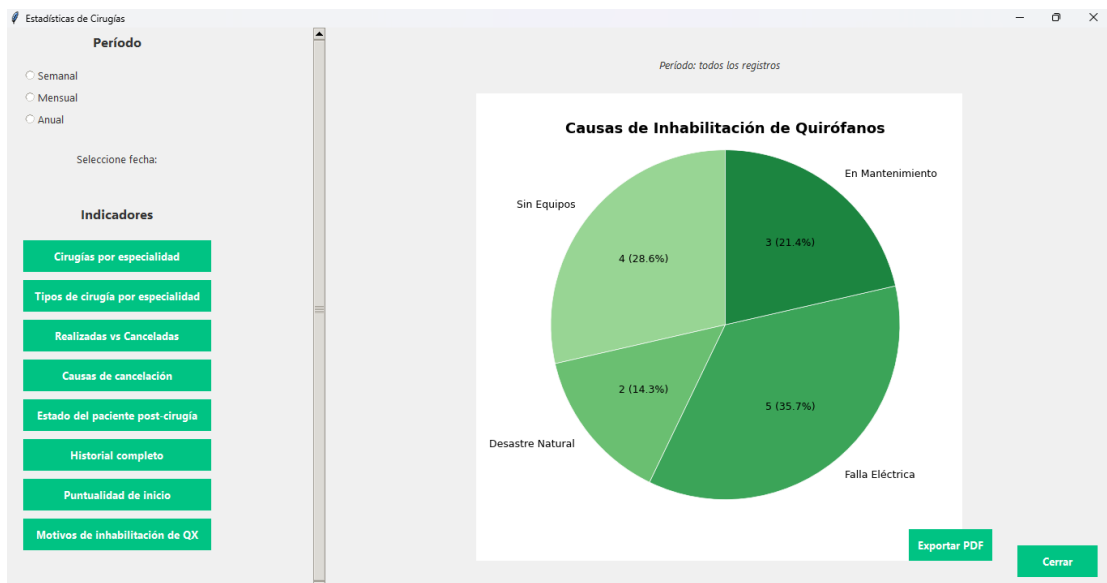
- *Puntualidad de inicio*: este indicador analiza si las cirugías comenzaron a la hora programada, comparando la hora real de inicio con la planificada.



**Ilustración 31 Visualización de estadística de puntualidad de inicio de cirugías**

Fuente: Elaboración propia

- *Motivos de inhabilitación de QX*: presenta la distribución de las causas por las que los quirófanos fueron inhabilitados temporalmente.



**Ilustración 32 Visualización de estadística de motivos de inhabilitación de quirófanos**

Fuente: Elaboración propia

### 5.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

En este apartado se presentan las características técnicas del sistema desarrollado, el cual fue elaborado con herramientas de software de acceso abierto, lo que permiten la implementación sin costos de licencia. Se detallan los componentes claves que fueron utilizados, la gestión de base de datos y las diferentes funcionalidades que han sido integradas en el sistema. Dicha selección se ha realizado para garantizar una solución escalable, eficiente y adaptable a los hospitales públicos, así como hospitales privados de Honduras, posiblemente. A continuación, se describen los elementos más importantes en cuanto a la programación, almacenamiento y funcionamiento del sistema.

#### 5.3.1. VISUAL STUDIO CODE – PYTHON

**Tabla 12 Características Técnicas de Visual Studio Code-Python**

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>
Versión	Python 3.10+
Entorno de desarrollo	Visual Studio Code
Interfaz gráfica	Tkinter + ttkbootstrap (Litera)
Tipo de aplicación	Escritorio (multiplataforma)
Facilidad de uso	Interfaz intuitiva, sin necesidad de conocimientos técnicos previos
Interoperabilidad	Compatible con sistemas operativos Windows y Linux
Licencia	Código abierto (open source)
Costo	Gratuito

Fuente: Elaboración propia

#### 5.3.2. POSTGRESQL – PGADMIN

**Tabla 13 Características técnicas de PostgreSQL- pgAdmin**

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>
Gestor de base de datos	PostgreSQL 13+
Interfaz de administración	pgAdmin4
Seguridad	Acceso restringido mediante credenciales, validación de roles

Capacidad de almacenamiento	Escalable según el servidor, actualmente simulado con ~500 registros sin pérdida de rendimiento
Transacción	Control ACID
Respaldo	Copias de seguridad exportables en .sql o .backup desde pgAdmin
Importación de datos	Permite importar datos desde archivos CSV o SQL.
Interoperabilidad	Conectividad con aplicaciones externas a través de psycopg2, ODBC o APIs
Costos	Gratuito. PostgreSQL y pgAdmin son de uso libre y sin licencias comerciales.

Fuente: Elaboración propia

### 5.3.3. SISTEMA INTEGRADO

**Tabla 14 Características Técnicas del Sistema Integrado**

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>
Funciones principales	Registro, visualización y cancelación de cirugías hospitalarias
Gestión de quirófanos	Control de disponibilidad.
Historial quirúrgico	Registro de cirugías realizadas y canceladas
Módulo estadístico	Gráficos de ocho distintos indicadores
Seguridad	Diferentes permisos según el tipo de usuario
Interoperabilidad	Fácil integración en centros hospitalarios con PCs estándar y PostgreSQL
Escalabilidad	Base preparada para adaptarse a mayor volumen de datos
Mantenimiento	Bajo, permite ajustes rápidos en Python y PostgreSQL
Requisitos mínimos del sistema	Python 3.10+, PostgreSQL13+, 8GB RAM, 2GB de espacio disponible
Costo	Licencias y suscripciones del software: \$0  <b>Mano de obra</b>  Pago único de instalación y soporte por 3 meses: \$3,000  Pago único de instalación y soporte por 6 meses: \$5,800  Pago único de instalación y soporte por 12 meses: \$11,500

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15 Comparación de los ORMS con el sistema propuesto**

Sistema	Tecnologías clave	Público objetivo	Nivel de personalización	Costo estimado
Epic OpTime	Seguimiento en tiempo real	Grandes redes hospitalarias	Bajo (sistema estandarizado)	Alto (licencia + mantenimiento)
Cerner SurgiNet	Visualización dinámica	Hospitales de gran tamaño	Bajo – medio	Alto (licencia + soporte anual)
Piscis OR Manager	Seguimiento de fases quirúrgicas	Hospitales medianos a grandes	Medio	Alto
Materialise SurgiCase	Imágenes médicas con planificación en 3D	Cirugía especializada	Alto	Muy alto (por caso)
Qventus Surgical Growth	Analítica predictiva con IA	Hospitales medianos a grandes	Medio – alto	Alto (modelo por suscripción)
iQueue for ORs	Análisis prescriptivo con IA	Hospitales con alta rotación quirúrgica	Medio	Alto
Sistema propuesto	Python, PostgreSQL	Hospitales públicos o de recursos limitados	Alto (hecho a medida)	Bajo (desarrollo interno sin licencias comerciales)

Fuente: Elaboración propia

#### **5.4. PERCEPCIÓN DEL PERSONAL INVOLUCRADO EN EL BLOQUE QUIRÚRGICO**

Como parte del proceso de validación, se aplicaron encuestas al personal clave del Hospital Mario Catarino Rivas, específicamente a 3 de las 5 encargadas responsables del manejo del sistema de información del bloque quirúrgico, posterior a la demostración del sistema desarrollado. Además, se encuestó a un cirujano de un hospital privado que actualmente utiliza un sistema digital para la gestión de cirugías, con el objetivo de conocer su perspectiva

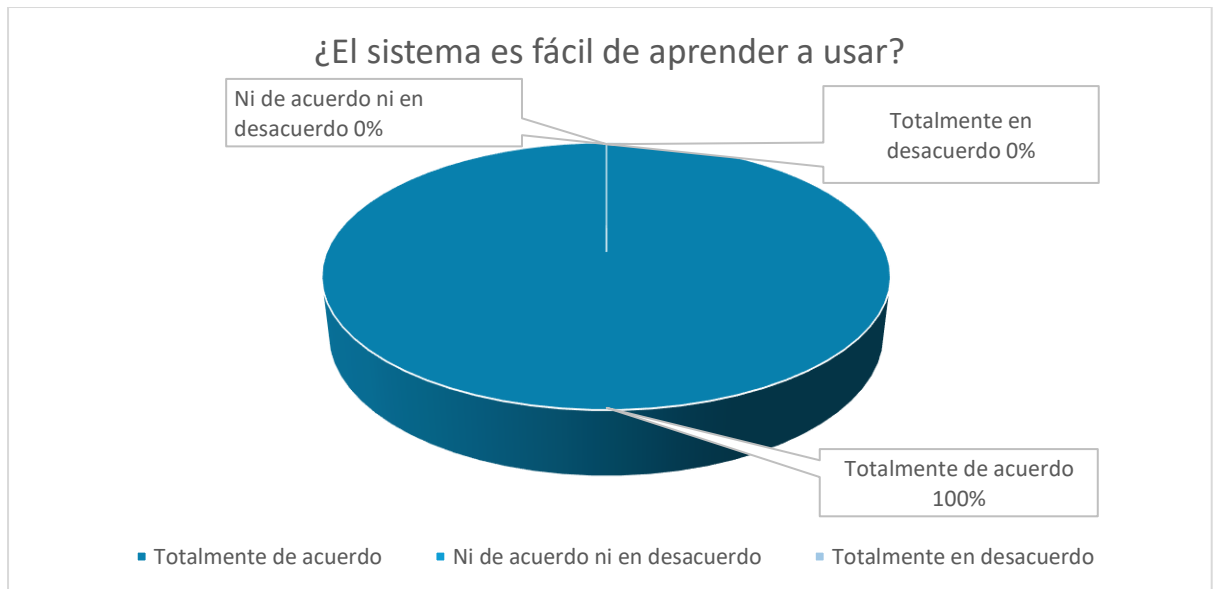
desde el ámbito privado y comparar experiencias en el uso de tecnologías para la planificación quirúrgica.

Los resultados de las encuestas evidencian una fuerte aceptación del sistema propuesto ya que el 100% de los encuestados afirma estar totalmente de acuerdo en que el sistema es fácil de aprender a usar, su interfaz es clara y organizada, y que las funciones que se encuentran disponibles cubren todas las necesidades básicas en el bloque quirúrgico. También, se les hizo de gran utilidad poder ver el historial quirúrgico, así como el funcionamiento de la opción de cancelar cirugías. En cuanto a la seguridad del programa, se obtuvo una percepción favorable respecto al control según los roles de usuario, así como la protección de los datos ingresados.

Aparte de los datos cuantitativos que fueron adquiridos a través de las encuestas, se observaron datos cualitativos durante las encuestas y conversaciones informales durante las visitas al Hospital Nacional Mario Catarino Rivas. Una persona añadió que el sistema es muy parecido al que se utiliza en el Hospital del Valle, el cual es un hospital privado en Honduras. Dicho comentario, valida que el diseño del sistema que se ha creado está alineado con estándares funcionales ya existentes en instituciones privadas del país. Se valoró de manera positiva la opción de los diferentes accesos según el tipo de usuario, ya que esto genera confianza en la distribución de responsabilidades. Se menciona la importancia de que el sistema se vea implementado en todas las áreas del hospital y que se vea adaptado en los diferentes servicios. También, el personal recalca que la resistencia del personal puede ser un gran obstáculo en la implementación del sistema ya que hay muchas personas arcaicas, lo que sugiere que la implementación debería ir acompañada de un plan educativo sólido para garantizar una adopción efectiva y generar confianza en el uso de un sistema nuevo e innovador.

Al realizar las encuestas, se realizaron gráficos con la información obtenida a través de preguntas claves sobre el uso, el diseño, la seguridad, beneficios, mejoras y a viabilidad de la implementación. A continuación, se muestran algunos de los gráficos:

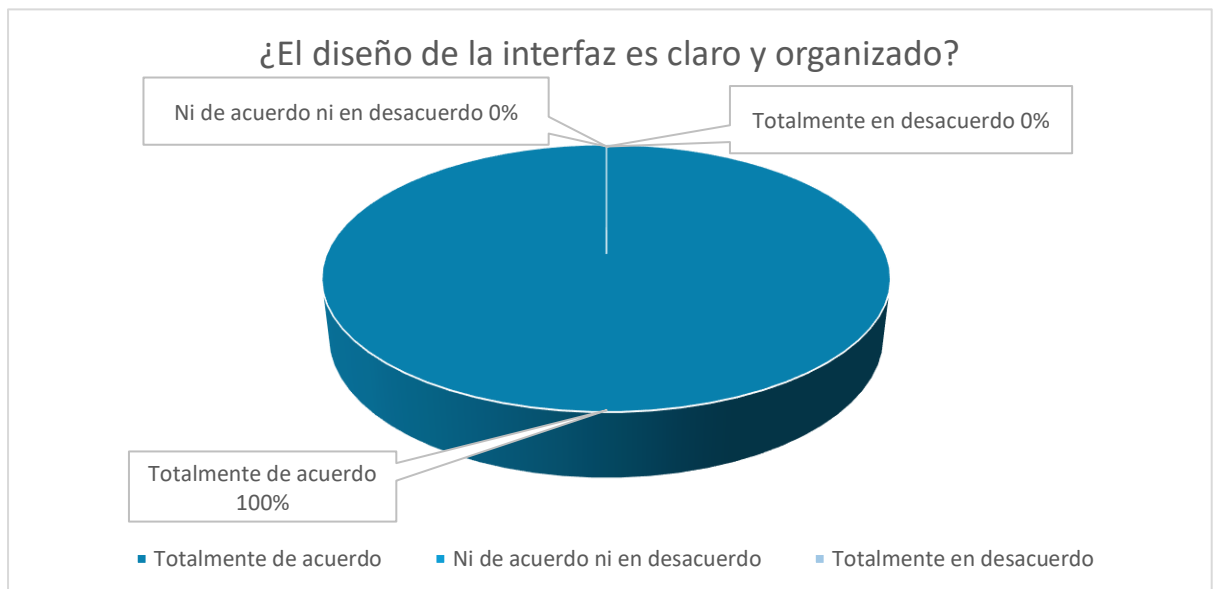
Facilidad de uso: El personal que tuvo la oportunidad de interactuar con el sistema indicó estar totalmente de acuerdo en que el sistema es fácil de usar. Por lo tanto, se ve validado que el sistema tiene un enfoque intuitivo.



**Ilustración 33 Gráfico de facilidad de uso**

Fuente: Elaboración propia

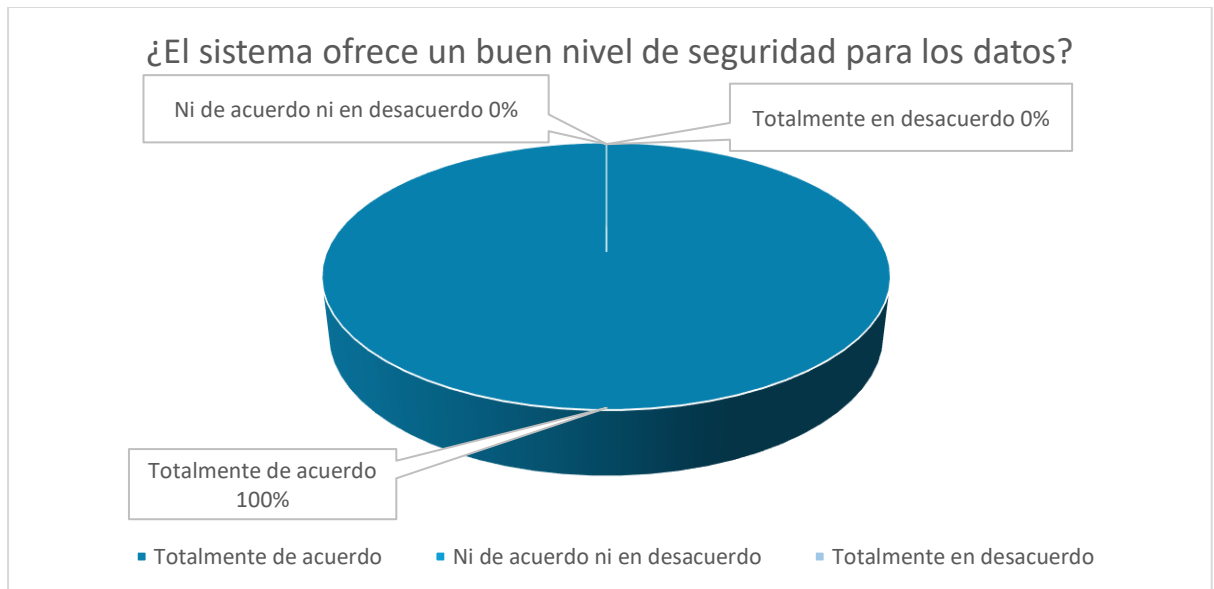
Interfaz: El 100% del personal encuestado está de acuerdo que el diseño del sistema es ordenado y claro, lo cual es clave para el personal, en especial para el personal que carece o que tiene poca formación técnica.



**Ilustración 34 Gráfico sobre el diseño de la interfaz**

Fuente: Elaboración propia

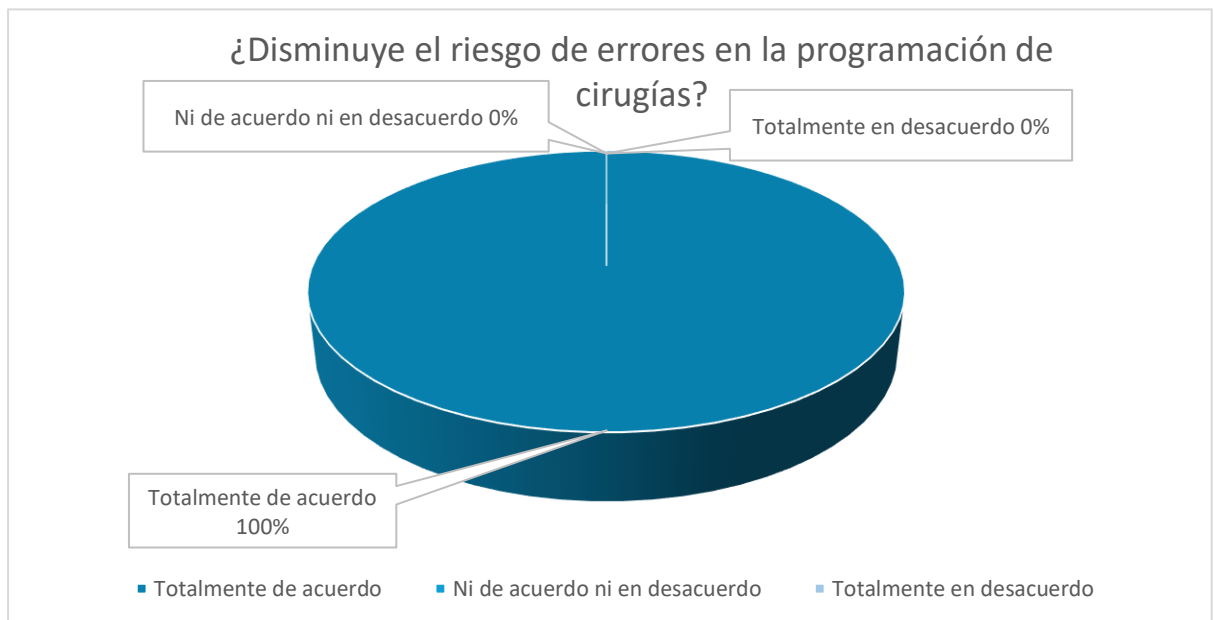
Seguridad: El personal confía en que el nivel de seguridad que ha sido implementado es muy bueno para mantener la confidencialidad de datos, ya que se necesita validar los roles con usuario y contraseña para poder acceder a la plataforma como medida efectiva de control.



**Ilustración 35 Gráfico sobre seguridad de datos**

Fuente: Elaboración propia

Errores de programación de cirugías: En general, el personal indica que el sistema si ayuda en la disminución de errores y duplicidad de información en la programación de cirugías, lo que mejora la efectividad operativa y la calidad de atención al paciente,

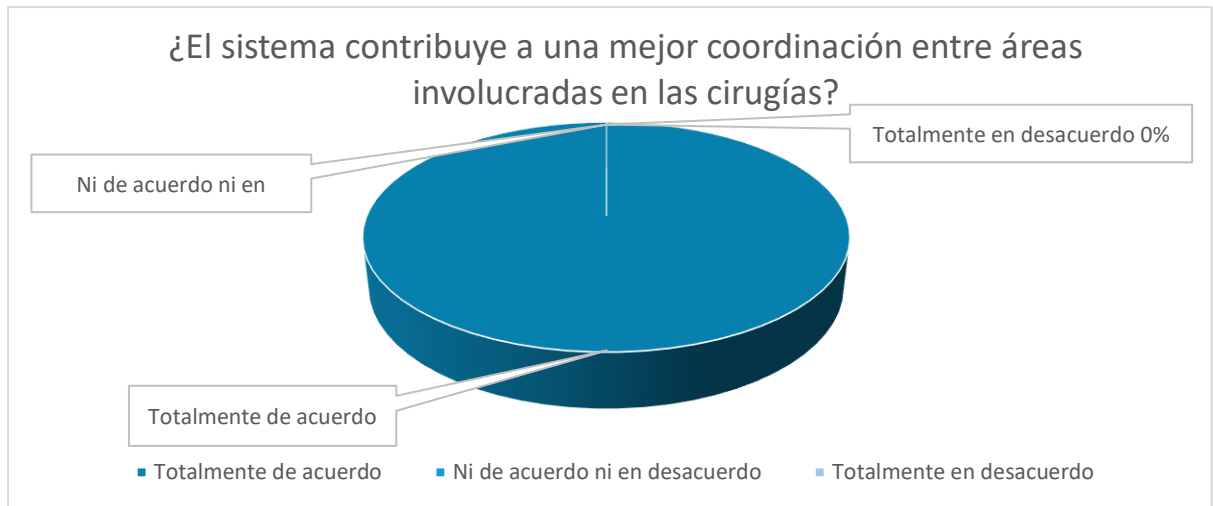


**Ilustración 36 Gráfico sobre errores de programación de cirugías**

Fuente: Elaboración propia

Coordinación interdepartamental: El personal concuerda con que el sistema contribuye en la coordinación entre áreas que trabajan en conjunto durante el proceso quirúrgico. Al tener

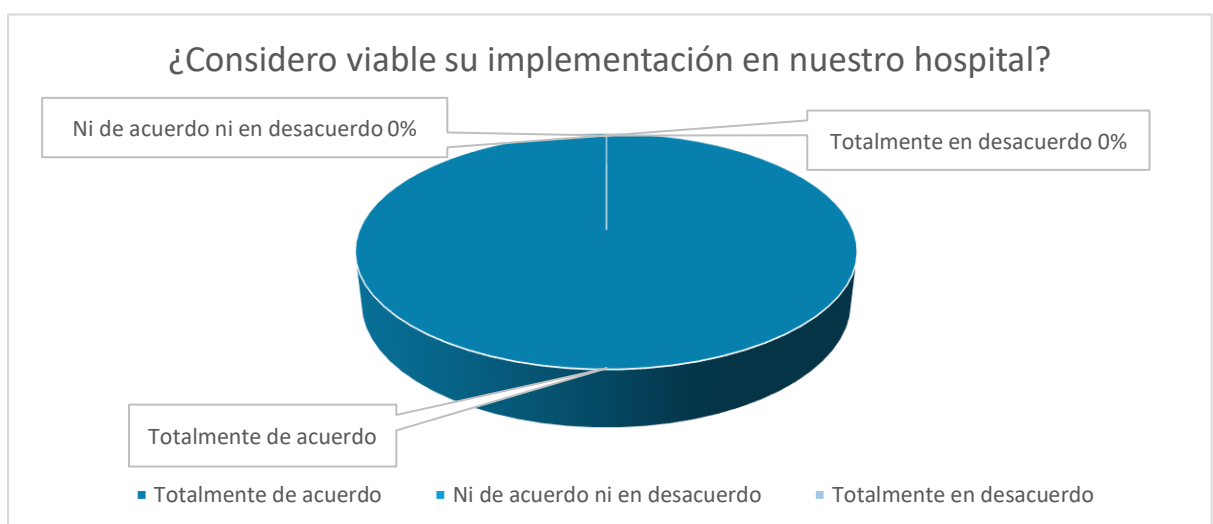
una mejor coordinación, se ve una mejora en la atención al paciente, los procesos son realizados de forma eficaz, y sobre todo, ayuda a que la gestión hospitalaria sea más integrada.



**Ilustración 37 Gráfico sobre coordinación entre áreas**

Fuente: Elaboración propia

Implementación: El personal está de acuerdo con que es viable la implementación del sistema en el HNMCR debido a que ayudan en la trazabilidad y visualización de datos relevantes en el bloque quirúrgico. Esto indica que existe disposición institucional, sin embargo, hay que tener en cuenta que se debe capacitar al personal para el uso adecuado del programa y pueden existir barreras de resistencia al cambio.



**Ilustración 38 Gráfico sobre implementación**

Fuente: Elaboración propia

## **5.5. TIEMPO DE PROGRAMACIÓN DE CIRUGÍAS DE FORMA MANUAL VS. CON EL SISTEMA DESARROLLADO**

Durante las entrevistas realizadas al personal sobre el proceso de programación de cirugías en el HNMCR, se identificó que el proceso de programación quirúrgica actual depende de procesos manuales. La programación de una cirugía inicia con la elaboración de un documento en físico que debe ser firmado por distintos niveles jerárquicos, como ser médicos y jefatura del departamento quirúrgico. El documento pasa por distintos departamentos como Admisiones, Banco de Sangre, Enfermería y Sala de Operaciones, etc, lo cual genera una dependencia relevante del personal administrativo y también el tiempo para validar las cirugías es prolongado. Se resalta que no hay una fuente central de información quirúrgica actualmente, por lo tanto, muchas ocasiones se deben realizar llamadas o visitas físicas para validar la disponibilidad de quirófanos, personal y recursos,

El proceso utilizado actualmente está fragmentado lo que conlleva una serie de problemas que afectan negativamente la eficiencia hospitalaria. Uno de los problemas más comunes es la duplicidad de información debido a que hay información que se anota varias veces en distintos formularios. Así mismo, al realizar todo manualmente y contar con tanta papelería, en reiteradas ocasiones se pierden los papeles, lo que lleva a retrasos por falta de autorizaciones o documentos incompletos y dificultades para hacer auditorías al no tener una trazabilidad. En algunas ocasiones, el tiempo total para programar una cirugía puede extenderse varios días, especialmente cuando hay una carga de trabajo pesada, pérdida de documentación o problemas administrativos.

En cambio, el sistema que ha sido desarrollado elimina la necesidad de procesos físicos ya que toda la información quirúrgica está en una plataforma que es fácil de utilizar, accesible, ordenada y proporciona trazabilidad y visualización de información relevante. Los usuarios autorizados pueden ingresar a la plataforma y visualizar datos de programación quirúrgica desde su perfil, con distintos permisos que diferencian a cada persona según su rol. El sistema ayuda en la reducción de pérdida de documentos, así como también evita la duplicidad y ayuda en la coordinación entre departamentos, lo que permite confirmar disponibilidad de quirófanos, personal médico y recursos. La cancelación y validación de cirugías se realiza de manera rápida, clara y sobre todo documentada, lo que reduce tiempos de espera y mejora la atención a los pacientes debido a que mejora la capacidad de respuesta de parte del hospital.

Al tener un sistema que guarda información y permite la visualización de gráficos de indicadores, se facilita la elaboración de informes en los distintos departamentos, reportes para supervisión y evaluación de desempeño sin necesidad de tener que recolectar la información de forma manual, lo cual tomará bastante tiempo. Es por eso que, la automatización aporta significativamente en el ahorro de tiempo para el personal administrativo y médico ya que de esta manera se pueden enfocar más en una atención de calidad para los pacientes.

**Tabla 16. Comparación de tiempo entre el sistema manual actual y el sistema propuesto**

<b>Etapas del proceso</b>	<b>Proceso manual (Estimado)</b>	<b>Sistema propuesto (estimado)</b>
Registro completo	5-10 minutos	~2 minutos
Recolección de firmas	30-60 minutos (puede tardar más en caso de ausencia del personal)	Inmediata (debido al acceso por roles)
Envío físico entre departamentos	2-4 horas (según disponibilidad del personal y carga de trabajo)	Inmediata
Validación de disponibilidad entre quirófanos	1-2 horas (llamadas o visitas físicas)	Automático
Revisión y confirmación manual de todos los documentos	30-60 minutos	Inmediata

Fuente: Elaboración propia

El resultado de esta comparativa evidencia una mejora sustancial en la eficiencia del proceso de programación quirúrgica. Mientras que con el método manual actual el tiempo total para registrar y validar una cirugía puede extenderse entre 4 a 8 horas, e incluso prolongarse hasta uno o dos días hábiles en casos de alta carga laboral o pérdida de documentación, el sistema desarrollado permite realizar este mismo proceso en

aproximadamente 2 minutos. Esta diferencia significativa se debe a que el sistema automatizado elimina la necesidad de formularios físicos, firmas manuales y validaciones presenciales entre departamentos, permitiendo que toda la información esté disponible de forma digital, organizada y con trazabilidad en tiempo real.

## V. DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo general, desarrollar un sistema de apoyo a la toma de decisiones que mejore la trazabilidad y visibilidad de la información relacionada al registro de cirugías, con el fin de optimizar la asignación de recursos en los hospitales públicos de Honduras. Los resultados obtenidos afirman que la herramienta que ha sido diseñada no solo cubre la necesidad crítica del sistema hospitalario de Honduras, sino que incita el desarrollo de una base sólida para la digitalización progresiva del bloque quirúrgico, facilitando la planificación, supervisión y el análisis de todas las actividades quirúrgicas.

El desarrollo del sistema de gestión quirúrgica digital para el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas ha demostrado ser una solución funcional, adaptable y adecuada en el entorno hospitalario en el cual fue implementado. El sistema ha sido desarrollado con herramientas de código abierto y con estructura modular, lo que permite registrar y visualizar información esencial sobre procedimientos quirúrgicos, disponibilidad de quirófanos, cirugías según prioridad médica, causas de cancelaciones y eventos adversos. El diseño centrado en la experiencia de los usuarios, principalmente en el personal de quirófano y en el personal administrativo, representa la optimización de procesos y la oportunidad de fortalecer la toma de decisiones clínicas y administrativas basándose en evidencia actualizada.

La inclusión de estadísticas en el sistema desarrollado es una herramienta importante y de gran utilidad para la gestión quirúrgica basada en datos. Al incorporar gráficos, se pueden visualizar indicadores relevantes como ser cantidad de cirugías realizadas y canceladas, causas de cancelación, especialidades con más cirugías, etc. Dicha visualización facilita el monitoreo de la actividad en el bloque quirúrgico y permite realizar informes de manera más rápida ya que genera los indicadores que deben ser enviados a las autoridades hospitalarias o instancias gubernamentales. También, ayuda a tomar decisiones de manera rápida e informada, reduce la carga administrativa y la carga a las jefas del bloque quirúrgico, y fortalece la transparencia operativa.

Debido a que el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas no brindó la base de datos utilizada para alimentar el sistema, se utilizó inteligencia artificial para generar una base de datos para poder simular información quirúrgica. Al realizar esto, se pudo validar la funcionalidad del sistema en escenarios reales, sin comprometer la confidencialidad de los datos clínicos de los pacientes. Se resalta que, al integrar una base de datos real, se puede

fortalecer el sistema, permitiendo una adaptación más precisa a las actividades y necesidades del bloque quirúrgico.

Uno de los aportes más importantes de la investigación fue el análisis de los flujos de programación quirúrgica en el HNMCR, así como la identificación de las causas más comunes de la cancelación de cirugías. Dicho análisis reveló varias deficiencias estructurales y operativas que afectan la eficiencia del bloque quirúrgico. Entre las causas más comunes resaltan la escasa coordinación entre unidades, la ausencia de mecanismos de trazabilidad documental, la falta de herramientas de visualización en tiempo real y la debilidad en la gestión de los recursos críticos como ser falta del personal de salud e insumos, y equipo e instalaciones en mal estado. Estos hallazgos fueron esenciales para orientar el diseño del sistema, priorizando funcionalidades que respondieran directamente a las problemáticas mencionadas previamente.

El sistema que ha sido desarrollado responde al segundo objetivo específico al incorporar diversas variables relevantes en la toma de decisiones. Las variables que fueron tomadas en cuenta son el tipo de cirugía, prioridad médica, disponibilidad de quirófano, unidad quirúrgica responsable, historial de cancelaciones y datos básicos de los pacientes sometidos a cirugía. La integración de los datos permite visualizar el estado operativo del bloque quirúrgico, lo cual es relevante para la planificación eficiente y la mitigación de riesgos. Se diseñaron mecanismos para registrar de forma estandarizada las causas de cancelación, permitiendo así realizar distintos análisis periódicos sobre los factores que afectan la productividad quirúrgica y calidad de atención.

Para la validación del sistema se utilizaron datos reales proporcionados por el hospital como ser la solicitud y programación de quirófano utilizada actualmente, cantidad de quirófanos en total, cantidad de quirófanos disponibles, tipo de especialidades y la calendarización de cirugías según el día de la semana, de esta manera se simularon escenarios de programación quirúrgica con distintos niveles de complejidad. Los resultados obtenidos durante la validación del sistema fueron positivos en cuanto a la utilidad, la accesibilidad de la interfaz y la capacidad del sistema para organizar y presentar información importante para el bloque quirúrgico. El personal de salud de sala de operaciones junto al personal administrativo expresó que el sistema facilita la toma de decisiones al permitir tener una visualización integral del proceso ya de esta manera se reducen los errores asociados a la duplicación de registros, la falta de coordinación interdepartamental y la pérdida de documentos físicos.

Sin embargo, durante el proceso de validación también se presentaron algunas limitaciones tanto técnicas como humanas. Desde la perspectiva técnica, una de las principales limitantes es la carencia de infraestructura tecnológica adecuada en el hospital, la insuficiencia de computadoras funcionales, la falta de una red estable y la inexistencia de un sistema de información hospitalario interoperable lo cual limita la capacidad de que el hospital opte por soluciones digitales. Dicha realidad resalta la necesidad de invertir en la infraestructura tecnológica para la transformación digital del sistema de salud público. Como limitante humana, se identifica la resistencia significativa del personal hospitalario al cambio. Se expresó un cierto nivel de desconfianza, apatía y temor ante el uso de plataformas digitales y se evidenció una brecha generacional en cuanto a las habilidades tecnológicas. Las limitantes mencionadas previamente destacan la importancia de acompañar la implementación de nuevas tecnologías con procesos educativos continuos y estrategias de gestión al cambio.

El desarrollo del sistema fue hecho con sensibilidad hacia la información institucional del hospital. Se evitó imponer soluciones de manera directa sin antes considerar la opinión de los usuarios ya que se promovió un enfoque participativo desde etapas tempranas del diseño. Dicho enfoque permitió incorporar mejoras basadas en la retroalimentación del usuario final, asegurando así una mayor apropiación del sistema y aumentando las probabilidades de adopción.

Para validar la efectividad del sistema desarrollado, se realizaron encuestas y entrevistas al personal de salud y administrativo del HNMCR. Todos los encuestados respondieron que estaban totalmente de acuerdo en que el sistema es fácil de utilizar, lo cual valida el enfoque de diseño centrado en el usuario final. Por lo tanto, se indica que el sistema tiene una curva de aprendizaje baja, lo cual es importante e ideal para su futura implementación. Así mismo, se evidenció que la interfaz es clara, organizada y segura lo cual afirma que cumple con los principios básicos de usabilidad, accesibilidad y genera confianza al personal al saber que hay un control de acceso según los roles asignados para mantener la confidencialidad de la información expuesta.

Entre las respuestas de los encuestados, se afirma que el sistema desarrollado es efectivo ya que resuelve una problemática real que se basa en errores y duplicaciones de información al utilizar métodos manuales. El sistema ayuda a organizar datos y permite una mejor comunicación entre distintos departamentos. La aceptación general valida que le

sistema tiene alto potencial de adopción en el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas, así como en diferentes hospitales en Honduras.

Al comparar softwares comerciales de gestión quirúrgica como Epic OpTime, Cerner SurgiNet o Piscis OR Manager, el sistema desarrollado resalta al ser más accesible, flexible y adaptable al contexto de hospitales públicos en el país. Actualmente, los sistemas comerciales existentes dan soluciones robustas, pero requieren altos costos de licenciamiento, infraestructura tecnológica, personal altamente capacitado, mientras que el sistema desarrollado ha sido diseñado con herramientas de código abierto. De tal manera, se eliminan costos de licencias y se puede implementar en contextos hospitalarios con limitaciones presupuestarias. A diferencia de varios ORMS comerciales que suelen ser complejos y dependientes de un sistema de información integrado, el sistema desarrollado prioriza la usabilidad, la eficiencia y la adaptabilidad. El diseño modular permite realizar adaptaciones de manera rápida, integración futura de nuevos módulos, así como también brinda autonomía y seguridad a los usuarios. Al contar con las características mencionadas previamente, el sistema es una opción realista y sostenible para innovar dentro del hospital para realizar una digitalización quirúrgica en hospitales donde aún se utilizan métodos manuales y fragmentados.

El sistema evidenció mejoras en la capacidad de visualizar, ordenar y analizar información relevante del bloque quirúrgico. Su estructura modular, de código abierto, sin dependencia de licencias, convierte el sistema en una alternativa viable para otros hospitales del país cuyos recursos son limitados. Su potencial de replicabilidad es alto, en especial en situaciones que enfrenten los mismos problemas como ser alta demanda quirúrgica, deficiencia en los sistemas de información y procesos administrativos manuales. Se tomó en cuenta tener una visión futurística ya que su estructura modular y abierta permite la incorporación de componentes nuevos como un historial clínico electrónico, farmacia, laboratorio clínico, hospitalización y atención ambulatoria, lo cual hace que sea un sistema prometedor para avanzar hacia un sistema de información hospitalario. Tener un sistema con posibilidades de ser escalable es clave para fortalecer la digitalización del sector salud del país, promoviendo una atención segura, eficiente y centrada en el paciente. Así como también, la integración de datos, trazabilidad, de procedimientos, generación de estadísticas por periodos y la adaptabilidad del sistema hacen que el sistema desarrollado sea una solución estratégica para mejorar la eficiencia hospitalaria, la toma de decisiones y la atención al paciente. A pesar

de los desafíos técnicos y humanos identificados, el sistema desarrollado marca una diferencia precedente en la digitalización progresiva del sector salud de Honduras y fundamenta las bases para una futura integración de módulos clínicos que permitan tener un hospital con un sistema de información moderno e interconectado.

El sistema ha sido desarrollado con criterios fundamentales de calidad, interoperabilidad y seguridad, con el propósito de garantizar su utilidad en entornos hospitalarios reales de forma segura. Desde el diseño, se consideró un desarrollo de software orientado a la salud, tomando en cuenta principios como el control de acceso a información, trazabilidad de datos y segmentación de información según el perfil de usuario, lo cual refuerza la confidencialidad de datos clínicos. Se incluyen mecanismos de registro del historial, protección de credenciales y restricciones según el rol para evitar el acceso no autorizado. Dichos elementos son esenciales ante situaciones de ciberseguridad, pérdida de datos o manipulación inadecuada.

El sistema es compatible con estándares internacionales como ser el HL7 (Health Level 7) y FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources), los cuales garantizan la integración constante con otros sistemas hospitalarios, de esta manera se promueve la interoperabilidad clínica. Para motivos de certificación y validación, el sistema se alinea perfectamente con ISO 27001 ya que hace referencia a la gestión de seguridad de la información, ISO 27799 debido a que garantiza la seguridad de datos en salud. Para garantizar la calidad de software incluyen los lineamientos de ISO 25010, los cuales hacen referencia a la usabilidad, fiabilidad, eficiencia y compatibilidad. En caso que el sistema sea escalable y se convierta en una herramienta de soporte clínico, se aplica el estándar de IEC 62304 el cual trata sobre el ciclo de vida de software para dispositivos médicos y la ISO 13485 ya que se relaciona con sistemas de gestión de calidad en tecnologías médicas.

A nivel nacional, el sistema desarrollado se alinea a los requisitos establecidos por la Agencia de Regulación Sanitaria (ARSA), en especial cuando se relaciona con tecnovigilancia, gestión de riesgos tecnológicos y trazabilidad de procesos clínicos. También, se alinea con los objetivos estratégicos de innovación del sector de salud, los cuales son impulsados por la secretaria de Salud de Honduras (SESAL). Los objetivos son fortalecer la transformación digital, la atención basada en datos y la interoperabilidad entre las diferentes instituciones del país.

## **VI. CONCLUSIONES**

### **5.1. CONCLUSIÓN GENERAL**

El sistema de gestión de quirófano que ha sido desarrollado representa un aporte importante a la digitalización de procesos hospitalario en entornos públicos, como en el del Hospital Nacional Mario Catarino Rivas. Al tener una estructura modular, la cual se basa en código abierto, se logró diseñar una herramienta que fortalece la trazabilidad, visibilidad y organización de la información del bloque quirúrgico. Esto contribuye directamente a la toma de decisiones más eficientes y optimiza los recursos hospitalarios. El sistema demuestra ser funcional, adaptable y tiene un alto potencial de replicabilidad en distintos hospitales del país, siempre tratando de tener un sistema digital más transparente, ordenado y focalizado en el paciente.

### **5.2. CONCLUSIONES ESPECÍFICAS**

- A. Se analizaron los flujos actuales de programación quirúrgica en el HNMCR y las causas más frecuentes de cancelación de cirugías, lo que permitió identificar deficiencias operativas como ser la duplicidad de información, la pérdida de información y la limitada coordinación entre distintos departamentos. Estos hallazgos fueron esenciales para definir los módulos del sistema y garantizar que las soluciones propuestas respondieran a las necesidades actuales del entorno hospitalario.
- B. Se diseñó e implementó un sistema de información que registra y visualiza los datos esenciales del proceso quirúrgico, tomando en consideración variables como tipo de cirugía, prioridad médica, disponibilidad de quirófanos y causas de cancelaciones. La interfaz fue diseñada de acuerdo al perfil del usuario, lo que facilita el uso intuitivo del sistema. El sistema fue desarrollado con herramientas de código abierto lo cual garantizó un costo mínimo de implementación y viabilidad en entornos hospitalarios con recursos económicos limitados.
- C. Para la validación del sistema, se realizaron simulaciones y se realizaron encuestas al personal clínico y administrativo, obteniendo resultados positivos respecto a la facilidad de uso, claridad de interfaz, seguridad y utilidad. La mayoría de los encuestados manifestó que el sistema mejora la coordinación entre departamentos, reduce errores comunes y frecuentes del registro manual, y representa una mejora

significativa en la toma de decisiones quirúrgicas. Aunque no se utilizó una base de datos oficial del hospital, la simulación fue realizada con información proporcionada por inteligencia artificial, lo cual permitió demostrar la viabilidad del sistema, dando una posibilidad a una integración total en caso de que se brinde el acceso a datos reales del hospital.

## VII. RECOMENDACIONES

Al considerar las limitaciones y los hallazgos durante el desarrollo, validación e implementación del sistema, se proponen algunas recomendaciones para fortalecer a largo plazo la funcionalidad, sostenibilidad y adopción del sistema. Las recomendaciones buscan mejorar el funcionamiento, facilitar la implementación real en hospitales, garantizar que el sistema responda a necesidades operativas del bloque quirúrgico y que su adopción pueda ser escalable de forma efectiva en diferentes hospitales ya sea del sector público o privado del país.

- A. Establecer acuerdos de colaboración con el bloque quirúrgico del HNMCR que faciliten el acceso a la base de datos de la institución bajo protocolos de ética y confidencialidad de la información.
- B. En caso de continuar con el proyecto, se sugiere realizar más pruebas del sistema en diferentes hospitales, tanto del sector público como privado, con el fin de evaluar la adaptabilidad, desempeño y utilidad del sistema en distintos contextos clínicos y organizativos. Estas pruebas van a determinar la detección de posibles necesidades particulares en cada institución, la validación de la escalabilidad del sistema frente a distintos volúmenes de datos y usuarios, y la identificación de mejoras funcionales que fortalezca la implementación real.
- C. Como mejora futura del sistema, se recomienda implementar un servicio de hosting para la base de datos PostgreSQL, con el objetivo de permitir el acceso remoto, facilitar la colaboración entre múltiples usuarios y asegurar una mayor disponibilidad y respaldo de la información. Esta mejora representaría un paso importante hacia la escalabilidad del sistema, permitiendo su integración en redes hospitalarias más amplias o incluso su implementación multi-sede en el futuro.
- D. Se sugiere implementar un sistema de notificaciones y alertas internas que ayude a mejorar la coordinación entre el personal involucrado en las cirugías. Estas alertas podrían incluir recordatorios de cirugías programadas, cirugías que están en mora quirúrgica, cirugías pendientes de validación, entre otras.
- E. Otra recomendación relevante es la posibilidad de integrar el sistema con plataformas de historia clínica electrónica ya existentes en hospitales. Esta interoperabilidad permitiría el intercambio automatizado de información clínica

relevante como antecedentes quirúrgicos, evolución postoperatoria y diagnósticos, lo que favorecería una atención más coordinada y eficiente del paciente.

- F. Se recomienda la incorporación de un mecanismo de firma digital o validación por usuario autorizado al registrar, validar o cancelar una cirugía. Esto fortalecería la seguridad, trazabilidad y confiabilidad del sistema, asegurando que solo usuarios debidamente autorizados puedan validar esta información.
- G. Se recomienda fortalecer la infraestructura tecnológica del hospital como parte de la preparación para implementar el sistema ya que se identificaron limitaciones como escasez de computadoras y conexión inestable.
- H. Se sugiere crear manuales técnicos y guías para los usuarios, de esta manera tendrán la información de forma clara, visual y adaptable al nivel tecnológico del usuario final lo que facilitará el aprendizaje autónomo y servirá de referencia ante problemas operativos.
- I. Se sugiere detallar hallazgos con relación a programas o plataformas ya existentes.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addo, K., & Agyepong, P. K. (2024). Evaluating the Health Information system implementation and utilization in healthcare delivery. *Health Informatics Journal*, 30(4), 14604582241304705. <https://doi.org/10.1177/14604582241304705>
- Agencia de Regulación Sanitaria ARSA. (2024). REPÚBLICA DE HONDURAS - TEGUCIGALPA, M.D.C., 28 DE DICIEMBRE DEL 2024 No. 36,726. *ACUERDO No. 0534-ARSA-2024*, 36,726.
- Alenazi, S. M., & Bugis, B. A. (2023). The Role of Laboratory Information System in Improving the Delivery of Laboratory Services: A Recent Systematic Review. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening*, 26(8), 1451–1460. <https://doi.org/10.2174/1386207325666220914112713>
- Alephoo. (2025). *Nuestros clientes* | Alephoo. [www.alephoo.com](http://www.alephoo.com). <https://www.alephoo.com/clientes/>
- Astier-Peña, M. P., Martínez-Bianchi, V., Torijano-Casalengua, M. L., Ares-Blanco, S., Bueno-Ortiz, J.-M., & Fernández-García, M. (2021). El Plan de acción mundial para la seguridad del paciente 2021-2030: Identificando acciones para una atención primaria más segura. *Atencion Primaria*, 53(Suppl 1), 102224. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2021.102224>
- Auta Health. (2024). *Auta Health*. <https://www.auta.health/>
- Barrios Pacheco, M., Martínez Donoso, P., & Valdés León, C. (2020). *Guía del Sistema Nacional de Tecnovigilancia* (No. 3.ª ed.). Instituto de Salud Pública de Chile. <https://www.ispch.cl/sites/default/files/GuiaTecnovigilanciaAbril2020.pdf>
- Bell, A. (2022, August 22). Types of Health Information Systems. *Scott-Clark Medical*. <https://www.scott-clark.com/blog/types-of-information-systems-used-in-healthcare-facilities/>
- Bellini, V., Russo, M., Domenichetti, T., Panizzi, M., Allai, S., & Bignami, E. G. (2024). Artificial Intelligence in Operating Room Management. *Journal of Medical Systems*, 48(1), 19. <https://doi.org/10.1007/s10916-024-02038-2>

- Boccia, M., Mancuso, A., Masone, A., & Sterle, C. (2024). Integrated operating room planning and scheduling: An ILP-Based off-line approach for emergency responsiveness at a local hospital in Naples. *Soft Computing*, 28(20), 11987–12003. <https://doi.org/10.1007/s00500-024-09945-z>
- Canela-Soler, J., Elvira-Martínez, D., Labordena-Barceló, M. J., & Loyola-Elizondo, E. (2010). Sistemas de Información en Salud e indicadores de salud: Una perspectiva integradora. *Medicina Clínica*, 134, 3–9. [https://doi.org/10.1016/S0025-7753\(10\)70002-6](https://doi.org/10.1016/S0025-7753(10)70002-6)
- Canova-Barrios, C., & Machuca-Contreras, F. (2022). Estándares de interoperabilidad en los Sistemas de Información en Salud: Revisión sistemática. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.56294/mw20227>
- Cavalié, F. (2021). *Business Plan: Cimebox. Tu consultorio en la Nube*. <https://repositorio.utdt.edu/handle/20.500.13098/12593>
- Corea, A. (2022). *Hospital Mario Catarino Rivas tiene Mora Quirúrgica de unas 800 operaciones—HCH.TV*. [https://hch.tv/2022/10/20/hospital-mario-catarino-rivas-tiene-mora-quirurgica-de-unas-800-operaciones/?utm\\_source=chatgpt.com](https://hch.tv/2022/10/20/hospital-mario-catarino-rivas-tiene-mora-quirurgica-de-unas-800-operaciones/?utm_source=chatgpt.com)
- Cresswell, K. M., Mozaffar, H., Lee, L., Williams, R., & Sheikh, A. (2017). Safety risks associated with the lack of integration and interfacing of hospital health information technologies: A qualitative study of hospital electronic prescribing systems in England. *BMJ Quality & Safety*, 26(7), 530–541. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2015-004925>
- Daneri, M. (2022, September 9). *Laboratorios en hospitales: Fallas en el sistema y demoras en la atención al público*. El Auditor. [https://elauditor.info/informes-de-auditoria/laboratorios-en-hospitales--fallas-en-el-sistema-y-demoras-en-la-atencion-al-publico\\_a63190636d00069b77f4cda11](https://elauditor.info/informes-de-auditoria/laboratorios-en-hospitales--fallas-en-el-sistema-y-demoras-en-la-atencion-al-publico_a63190636d00069b77f4cda11)
- De Simone, B., Kluger, Y., Moore, E. E., Sartelli, M., Abu-Zidan, F. M., Coccolini, F., Ansaloni, L., Tebala, G. D., Di Saverio, S., Di Carlo, I., Sakakushev, B. E., Bonavina, L., Sugrue, M., Galante, J. M., Ivatury, R., Picetti, E., Chirica, M., Wani, I., Bala, M., ... WSES TACS panel of experts. (2023).

- The new timing in acute care surgery (new TACS) classification: A WSES Delphi consensus study. *World Journal of Emergency Surgery*, 18(1), 32. <https://doi.org/10.1186/s13017-023-00499-3>
- Diaz Perez, A., Vega-Ochoa, A., Dominguez, B., & Gonzalez, S. (2025). (PDF) Factores atribuibles a la cancelación de cirugías programadas. *ResearchGate*.  
<https://doi.org/10.24875/CIRU.20001008>
- Epic. (2025). *Epic | ...With the patient at the heart*. <https://www.epic.com/>
- Epizitone, A., Moyane, S. P., & Agbehadji, I. E. (2023). A Systematic Literature Review of Health Information Systems for Healthcare. *Healthcare*, 11(7), 959.  
<https://doi.org/10.3390/healthcare11070959>
- Fallahpour, Y., Rafiee, M., Elomri, A., Kayvanfar, V., & El Omri, A. (2024). *A multi-objective planning and scheduling model for elective and emergency cases in the operating room under uncertainty*. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2024.100475>
- Fennelly, O., Cunningham, C., Grogan, L., Cronin, H., O'Shea, C., Roche, M., Lawlor, F., & O'Hare, N. (2020). Successfully implementing a national electronic health record: A rapid umbrella review. *International Journal of Medical Informatics*, 144, 104281.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104281>
- Foro Nacional de Convergencia (FONAC). (2023). *Informe de Veeduría Social a la Red Hospitalaria de Honduras*. <https://fonac.hn/wp-content/uploads/2024/09/INFORME-HOSPITAL-MARIO-CATARINO-RIVAS-PERFIL-DE-HOSPITAL-FONAC-ULTIMA-VERSION-1.pdf>
- Garrett, P. (2011, January 4). *EMR vs EHR – What is the Difference?* Health IT Buzz.  
<https://www.healthit.gov/buzz-blog/electronic-health-and-medical-records/emr-vs-ehr-difference>
- Gichoya, J. W., Kohli, M., Ivange, L., Schmidt, T. S., & Purkayastha, S. (2018). A Platform for Innovation and Standards Evaluation: A Case Study from the OpenMRS Open-Source Radiology

- Information System. *Journal of Digital Imaging*, 31(3), 361–370.  
<https://doi.org/10.1007/s10278-018-0088-5>
- GIE Media, Inc. (2025). *Materialise's SurgiCase software*. Today's Medical Developments.  
<https://www.todaysmedicaldevelopments.com/product/materialise-surgicase-software-medical-device-clinicians/>
- Heng, M., & Wright, J. G. (2013). Dedicated operating room for emergency surgery improves access and efficiency. *Canadian Journal of Surgery*, 56(3), 167–174.  
<https://doi.org/10.1503/cjs.019711>
- Henricks, W. H. (2015). Laboratory Information Systems. *Surgical Pathology Clinics*, 8(2), 101–108.  
<https://doi.org/10.1016/j.path.2015.02.016>
- Hernández Gancedo, C. (2022). *Gestión del área quirúrgica hospitalaria. Perspectivas directiva y asistencial*.  
[https://www.researchgate.net/publication/366501308\\_Gestion\\_del\\_area\\_quirurgica\\_hospitalaria\\_Perspectivas\\_directiva\\_y\\_asistencial](https://www.researchgate.net/publication/366501308_Gestion_del_area_quirurgica_hospitalaria_Perspectivas_directiva_y_asistencial)
- Hondudiario. (2022, April 12). Mora de cirugía pediátrica en el Hospital Mario Catarino Rivas es de unos 400 casos. *Hondudiario*. <https://www.hondudiario.com/2022/04/12/mora-de-cirurgia-pediatica-en-el-hospital-mario-catarino-rivas-es-de-unos-400-casos/>
- Huber, N. (2024, November 13). TeleTracking proves that efficiency is the best medicine. *Financial Times*. <https://www.ft.com/content/0d6188d8-9238-4276-92b1-33b65ac64577>
- José, E. S. (2025, April 1). *El Gobierno reabrirá 99 quirófanos cerrados por falta de personal o fallos en las instalaciones*. El País México. <https://elpais.com/mexico/2025-04-01/el-gobierno-reabrira-99-quiroyfanos-cerrados-por-falta-de-personal-o-fallos-en-las-instalaciones.html>
- Kim, E., Rubinstein, S. M., Nead, K. T., Wojcieszynski, A. P., Gabriel, P. E., & Warner, J. L. (2019). The Evolving Use of Electronic Health Records (EHR) for Research. *Seminars in Radiation Oncology*, 29(4), 354–361. <https://doi.org/10.1016/j.semradonc.2019.05.010>

- Koushan, M., Wood, L. C., & Greatbanks, R. (2021). Evaluating factors associated with the cancellation and delay of elective surgical procedures: A systematic review. *International Journal for Quality in Health Care*, 33(2), mzab092. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzab092>
- LeanTaaS. (2025). iQueue for Operating Rooms. *LeanTaaS*. <https://leantaas.com/products/operating-rooms/>
- Lukić, V. (2017). Laboratory Information System – Where are we Today? *Journal of Medical Biochemistry*, 36(3), 220–224. <https://doi.org/10.1515/jomb-2017-0021>
- Luna, D., Campos, F., & Otero, C. (2019). Interoperabilidad para principiantes: La base de la salud digital. *IDB Publications*. <https://doi.org/10.18235/0001929>
- Makumbani, H., & Tsibolane, P. (2024). *Design-Reality Gap Analysis of Health Information Systems Failure* (No. arXiv:2411.03187). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2411.03187>
- Maldonado, S. (2024, November 25). Quirófanos en mal estado aumenta mora quirúrgica en Hospital Escuela. *Tiempo.hn | Noticias de última hora y sucesos de Honduras. Deportes, Ciencia y Entretenimiento en general*. <https://tiempo.hn/quiroyfanos-mal-estado-aumenta-mora-quirurgica-hospital-escuela/>
- Martínez del Amo, F. (2024). *Sistema de información de gestión de quirófanos*. <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/149764/1/fmartinez59TFM0124memoria.pdf>
- Ministerio de Salud de México. (2023). *Acciones Esenciales para la Seguridad del Paciente*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/920141/AESP\\_CSG-DGCES\\_16\\_junio\\_2023.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/920141/AESP_CSG-DGCES_16_junio_2023.pdf)
- Monzon, J. (2022). *En diciembre funcionarán once quirófanos del Catarino Rivas*. [https://www.laprensa.hn/sanpedro/honduras-san-pedro-sula-diciembre-estaran-funcionando-once-quiroyfanos-catarino-rivas-IC11024297?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.laprensa.hn/sanpedro/honduras-san-pedro-sula-diciembre-estaran-funcionando-once-quiroyfanos-catarino-rivas-IC11024297?utm_source=chatgpt.com)
- Monzón, J. (2023). *Apenas nueve radiólogos atienden al sistema público en la ciudad*. [www.laprensa.hn](https://www.laprensa.hn). <https://www.laprensa.hn/sanpedro/honduras-nueve-radiologos-atienden-sistema-publico-ciudad-AC16145353>

Morales-Camargo, J., & Meneses-Claudio, B. (2023). *La historia clínica electrónica y su impacto en la atención y gestión sanitaria*. [REVISIÓN SISTEMÁTICA].

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9871944.pdf>

MOTILDE. (2025). *El equipamiento esencial para un quirófano integrado | Motilde*.

<https://motilde.com/es/equipamiento-esencial-para-un-quirofano-integrado/>

Nasir, N., Molyneux, S., Were, F., Aderoba, A., & Fuller, S. S. (2023). Medical device regulation and oversight in African countries: A scoping review of literature and development of a conceptual framework. *BMJ Global Health*, 8(8). <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2023-012308>

Negash, S., Anberber, E., Ayele, B., Ashebir, Z., Abate, A., Bitew, S., Derbew, M., Weiser, T. G., Starr, N., & Mammo, T. N. (2022). Operating room efficiency in a low resource setting: A pilot study from a large tertiary referral center in Ethiopia. *Patient Safety in Surgery*, 16, 3.

<https://doi.org/10.1186/s13037-021-00314-5>

Newaz, A. I., Sikder, A. K., Rahman, M. A., & Uluagac, A. S. (2020, May 15). *A Survey on Security and Privacy Issues in Modern Healthcare Systems: Attacks and Defenses*. arXiv.Org.

<https://arxiv.org/abs/2005.07359v1>

Nguyen, A. (2024, August 22). Hospital information system (HIS): Features, benefits & cautions. *Synodus*. <https://synodus.com/blog/healthcare/hospital-information-system/>

Nissen-Meyer, S., Holzknrecht, N., Wieser, B., Francke, M., Küttner, B., Adelhard, K., Villain, S., Weber, J., & Reiser, M. (2002). [Improving productivity by implementing RIS and PACS throughout the clinic: A case study]. *Der Radiologe*, 42(5), 351–360. <https://doi.org/10.1007/s00117-002-0718-1>

Nordin, M. M. N. M., Sobri, M. M. N. M., Zolkiflee, M. N., & Ridzwan, M. S. F. M. (2024). High Complaints on Radiology Examination Request: The Efficiency of an In-house RIS Solution. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 55(3).

<https://doi.org/10.1016/j.jmir.2024.101490>

- OPS. (2025). *Hospitales Seguros—OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud*.  
<https://www.paho.org/es/emergencias-salud/hospitales-seguros>
- Oracle Health. (2025). *Oracle Health*. <https://www.oracle.com/health/>
- Organización Mundial de la Salud. (2021). *Estrategia mundial sobre salud digital 2020–2025*.  
<https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240020924>
- Organización Panamericana de la Salud. (2020). *Vigilancia posterior a la autorización de productos médicos durante una emergencia pandémica, 21 de julio del 2020*.  
<https://iris.paho.org/handle/10665.2/52513>
- Organización Panamericana de la Salud. (2023). *Interoperabilidad*.  
<https://iris.paho.org/handle/10665.2/57350>
- Oviedo-Sarmiento, N., Álvarez, B., Pérez Alvarado, A., & Delgado Sánchez, J. L. (2020). Considerations regarding the use of the electronic medical record. *ResearchGate*.  
<https://doi.org/10.29193/rmu.36.4.18>
- Peralta, T., Santos, A. A. dos, Bourscheit, F., Oliveira Junior, N. J. de, Somensi, R. M., & Treviso, P. (2022). FACTORES QUE INTERFIEREN EN EL INTERVALO DE TIEMPO ENTRE CIRUGÍAS: ESTUDIO OBSERVACIONAL. *Cogitare Enfermagem*, 27, e80800.  
<https://doi.org/10.5380/ce.v27i0.80800>
- Picis. (2025). *Operating Room Management System | OR Manager Software*.  
<https://www.picis.com/solution/government-suite/or-manager/>
- Piubello Orsini, L., Leardini, C., Vernizzi, S., & Campedelli, B. (2021). Inefficiency of public hospitals: A multistage data envelopment analysis in an Italian region. *BMC Health Services Research*, 21(1), 1281. <https://doi.org/10.1186/s12913-021-07276-5>
- Pou, N., Peix, T., Trias, S., Trilla, A., Varela, P., Martínez, G., & Castells, A. (2021). Gestión de la actividad quirúrgica electiva de un hospital terciario durante la pandemia por SARS-CoV-2. *Journal of Healthcare Quality Research*, 36(3), 136–141.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhqr.2021.01.002>

- Qventus. (2025). *Your AI teammates to automate hospital operations*. Qventus.  
<https://www.qventus.com/>
- Rajkumar, S., Secula, F., Cobos, D., Socha, A., Boch, J., des Rosiers, S., Reiker, T., Barboza, J., Seck, K.,  
Silveira, M., Nguyen, T., & Steinmann, P. (2024). Health information systems data for  
decision-making: Case study in three cities on current practices and opportunities. *Discover  
Health Systems*, 3(1), 68. <https://doi.org/10.1007/s44250-024-00136-z>
- Raza, M. M., Venkatesh, K. P., & Kvedar, J. C. (2024). Generative AI and large language models in  
health care: Pathways to implementation. *Npj Digital Medicine*, 7(1), 1–3.  
<https://doi.org/10.1038/s41746-023-00988-4>
- Redaccion Web. (2022, June 14). *Más de tres mil personas esperan por cirugía en el Catarino Rivas*.  
Tiempo.hn | Noticias de última hora y sucesos de Honduras. Deportes, Ciencia y  
Entretenimiento en general. [https://archivo.tiempo.hn/mora-quirurgica-en-catarino-rivas-  
sps/](https://archivo.tiempo.hn/mora-quirurgica-en-catarino-rivas-sps/)
- Rochira, A., Ubiali, A., Buccioli, M., & Perger, P. (2020). Operating Room Management after 2008  
Economic Crisis in Italy: A Literary Review. *KnE Social Sciences*, 4(1), 193–205.  
<https://doi.org/10.18502/kss.v4i1.5988>
- saludbydiaz. (2023, November 6). Suspensiones de la cirugía: Causas y consecuencias. *Gestión y  
Economía de la Salud*. <https://saludbydiaz.com/2023/11/06/suspensiones-de-la-cirugia/>
- Serrate Trigo, S. (2025). *Tecnovigilancia Hospitalaria: Un Pilar Fundamental para la Seguridad y  
Eficiencia en el Diseño de Hospitales*. [https://es.linkedin.com/pulse/tecnovigilancia-  
hospitalaria-un-pilar-fundamental-para-desingmed-n6ove](https://es.linkedin.com/pulse/tecnovigilancia-hospitalaria-un-pilar-fundamental-para-desingmed-n6ove)
- Services, A. W., Senior Director, Client. (2020, January). *LeanTaaS' iQueue for Operating Rooms*.  
Healthcare Innovation. [https://www.hcinnovationgroup.com/analytics-  
ai/article/21122563/leantaas-iqueue-for-operating-rooms](https://www.hcinnovationgroup.com/analytics-ai/article/21122563/leantaas-iqueue-for-operating-rooms)
- Sheikhtaheri, A., Hasani, N., & Hosseini, A. (2023). Effect of picture archiving and communication  
system on diagnosis accuracy in CT and radiography examinations in emergency

departments. *International Journal of Medical Informatics*, 170, 104972.

<https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2022.104972>

Sheikhtaheri, A., Tabatabaee Jabali, S. M., Bitaraf, E., TehraniYazdi, A., & Kabir, A. (2024). A near real-time electronic health record-based COVID-19 surveillance system: An experience from a developing country. *Health Information Management Journal*, 53(2), 145–154.

<https://doi.org/10.1177/18333583221104213>

Silva, P. (2023, August 11). *Entregan equipo para cirugías al Hospital Mario Catarino Rivas*.

Tiempo.hn | Noticias de última hora y sucesos de Honduras. Deportes, Ciencia y Entretenimiento en general. <https://tiempo.hn/equipo-para-cirugias-catarino-rivas/>

Sinnard, S. (2025, January 14). *Qventus secures \$105M investment, accelerating development of industry-first AI solutions*. Becker's Hospital Review | Healthcare News & Analysis.

<https://www.beckershospitalreview.com/healthcare-information-technology/innovation/qventus-secures-105m-investment-accelerating-development-of-industry-first-ai-solutions/>

*Sistemas y Servicios de Salud—OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud*. (2025).

<https://www.paho.org/es/sistemas-servicios-salud>

Soto, P. B. G. (2024, September 3). *Hospital del Niño de Breña en crisis: Contraloría descubre salas de radiografía fuera de uso y déficit de radiólogos*. infobae.

<https://www.infobae.com/peru/2024/09/03/hospital-del-nino-de-brena-en-crisis-contraloria-descubre-salas-de-radiografia-fuera-de-uso-y-deficit-de-radiologos/>

Stepaniak, P. S., Heij, C., Mannaerts, G. H. H., de Quelerij, M., & de Vries, G. (2009). Modeling procedure and surgical times for current procedural terminology-anesthesia-surgeon combinations and evaluation in terms of case-duration prediction and operating room efficiency: A multicenter study. *Anesthesia and Analgesia*, 109(4), 1232–1245.

<https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181b5de07>

- Tartar, A., Furlong, A., & Pogkas, D. (2024, June 18). *UK Election: National Health Service's Financial Crisis is Top of Voters' Agenda*. <https://www.bloomberg.com/graphics/2024-uk-nhs-trusts-funding-hospital-finances-debt/>
- TeleTracking. (2025). About. *Teletracking*. <https://teletracking.uk/about/>
- Torab-Miandoab, A., Samad-Soltani, T., Jodati, A., & Rezaei-Hachesu, P. (2023). Interoperability of heterogeneous health information systems: A systematic literature review. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 23(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s12911-023-02115-5>
- Trinity Health. (2025). *Para cirujanos—SurgiNet | Sistema de Salud Trinity*. <https://www.holycrosshealth.org/resources-for-physicians/clinical-resources/for-surgeons-surginet>
- van Essen, J. T., Hurink, J. L., Hartholt, W., & van den Akker, B. J. (2012). Decision support system for the operating room rescheduling problem. *Health Care Management Science*, 15(4), 355–372. <https://doi.org/10.1007/s10729-012-9202-2>
- Vieira, B. S., Silva, E. M., & Chaves, A. A. (2025). *Random-Key Algorithms for Optimizing Integrated Operating Room Scheduling* (No. arXiv:2501.10243). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2501.10243>
- Vladu, A., Ghitea, T. C., Daina, L. G., Țîrț, D. P., & Daina, M. D. (2024). Enhancing Operating Room Efficiency: The Impact of Computational Algorithms on Surgical Scheduling and Team Dynamics. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 12(19), 1906. <https://doi.org/10.3390/healthcare12191906>
- Weemaes, M., Martens, S., Cuypers, L., Van Elslande, J., Hoet, K., Welkenhuysen, J., Goossens, R., Wouters, S., Houben, E., Jeuris, K., Laenen, L., Bruyninckx, K., Beuselinck, K., André, E., Depypere, M., Desmet, S., Lagrou, K., Van Ranst, M., Verdonck, A. K. L. C., & Goveia, J. (2020). Laboratory information system requirements to manage the COVID-19 pandemic: A report from the Belgian national reference testing center. *Journal of the American Medical Informatics Association: JAMIA*, 27(8), 1293–1299. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocaa081>

- Wu, Z., Xuan, S., Xie, J., Lin, C., & Lu, C. (2022). How to ensure the confidentiality of electronic medical records on the cloud: A technical perspective. *Computers in Biology and Medicine*, 147, 105726. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2022.105726>
- Xie, J., Zhang, T., Blanchet, J., Glynn, P., Randolph, M., & Scheinker, D. (2022). *The Design and Implementation of a Broadly Applicable Algorithm for Optimizing Intra-Day Surgical Scheduling* (No. arXiv:2203.08146). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.08146>
- Zikos, D., & DeLellis, N. (2018). CDSS-RM: A clinical decision support system reference model. *BMC Medical Research Methodology*, 18(1), 137. <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0587-6>

## ANEXOS

San Pedro Sula, Honduras  
8 de mayo del 2025

Dr. Gabriel Paredes  
Director General  
Hospital Nacional Dr. Mario Catarino Rivas  
Su oficina

Estimado Dr. Paredes,

Por medio de la presente le hacemos llegar un cordial saludo, deseándoles éxitos en sus labores diarias tanto personales como profesionales.

La **Universidad Tecnológica Centroamericana** tiene implementado un **Proyecto de Investigación** con el fin de fortalecer la formación de los estudiantes mediante la ejecución de un estudio aplicado en una de las diferentes áreas de **Ingeniería en Biomédica** por aproximadamente 10 semanas. Este proyecto busca identificar necesidades y/o problemáticas para proponer soluciones que contribuyan a la mejora de la calidad de atención de los pacientes y, en consecuencia, al sistema nacional de salud.

En tal sentido las estudiantes:

**Andrea Linell Martínez**, con su número de identidad **0510-2003-00860** y número de registro **22111160**;  
**Gabriela Nahomy López**, con su número de identidad **0501-2004-02723** y número de registro **22111044**;  
**Laura Alejandra Videa**, con su número de identidad **1804-2001-05398** y número de registro **21911137**;  
**Valerie Nicole Paredes**, con su número de identidad **0501-2003-02708** y número de registro **22111231**.



Han mostrado interés en realizar sus proyectos de investigación enfocados en la **gestión eficiente de los recursos hospitalarios** a nivel de personal, equipamiento médico e infraestructura del HNMCR. Este análisis tiene como objetivo identificar oportunidades de mejora y brindar sugerencias basadas en los hallazgos.

Por lo anterior, solicito su autorización para que junto con las estudiantes realicemos una serie de visitas técnicas a sus instalaciones, a fin de llevar a cabo la recolección de datos, mediciones y entrevistas al personal involucrado en dicho proceso. Para ello, igualmente, adjunto mis datos para el ingreso a sus instalaciones: número de identidad **0801-1994-13104**.

Agradeciendo de antemano, quedando a su disposición para cualquier consulta adicional.

Atentamente,

  
Jefatura Académica de  
Ingeniería en Biomédica  
  
Ing. Reyna Valle  
Jefa Académica de Ingeniería en Biomédica  
UNITEC SPS

  
  
V.O.B.  
16/5/25

**Ilustración 39 Autorización de parte del director general del Hospital Nacional Dr. Mario Catarino Rivas**

### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Thelma Arqueta, con número de identidad 0501-2001-15221, por medio de la presente manifiesto mi consentimiento voluntario para participar en el proyecto de investigación, desarrollado por Andrea Linell Martínez Orellana y Valerie Nicole Paredes Eder. He sido informado de que este estudio tiene como objetivo diseñar un sistema de apoyo a la toma de decisiones para la asignación y reprogramación eficiente de cirugías que permita reducir la mora quirúrgica en el Hospital Mario Catarino Rivas. Durante mi participación, se recopilarán datos relacionados con el flujo de programación quirúrgica y las causas más comunes de cancelación de cirugías debido a inhabilitación de quirófanos. Se llevarán a cabo entrevistas para la recopilación de información y una prueba piloto o implementación controlada de una solución tecnológica para la asignación y/o reprogramación de cirugías. Asimismo, entiendo que la investigación requiere mi asistencia en las entrevistas, las cuales han sido establecidas en un horario previamente acordado. Me comprometo a participar de forma responsable y puntual en cada una de las entrevistas, reconociendo que la validez y confiabilidad de los resultados dependen del cumplimiento de este protocolo. En caso de presentarse algún imprevisto de fuerza mayor que me impida asistir, me comprometo a informar con antelación a los investigadores, comprendiendo que la continuidad del estudio requiere de mi compromiso. Se me ha asegurado que toda la información obtenida será utilizada únicamente con fines científicos y académicos. Mis datos personales serán tratados con confidencialidad, garantizando el anonimato y la protección de cualquier información sensible. Entiendo que los resultados del estudio podrían ser difundidos en espacios académicos o científicos, sin que ello implique revelar datos que puedan identificarme. He tenido la oportunidad de expresar mis inquietudes y todas han sido resueltas de manera clara y satisfactoria. Al firmar este documento, confirmo mi consentimiento y autorización para participar en la investigación, habiendo comprendido completamente el propósito del estudio y mis derechos y deberes como participante.

Andrea Martínez

Investigadora Andrea Martínez

Valerie Paredes

Investigadora Valerie Paredes

Firma:



Fecha: 13-Mayo-2025

#### **Ilustración 40 Consentimiento Departamento de Biomédica**

Fuente: Elaboración propia

### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

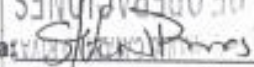
Yo, Stefan Paredes, con número de identidad 1901-1990-01417, por medio de la presente manifiesto mi consentimiento voluntario para participar en el proyecto de investigación, desarrollado por Andrea Linell Martínez Orellana y Valerie Nicole Paredes Eder. He sido informado de que este estudio tiene como objetivo diseñar un sistema de apoyo a la toma de decisiones para la asignación y reprogramación eficiente de cirugías que permita reducir la mora quirúrgica en el Hospital Mario Catarino Rivas. Durante mi participación, se recopilarán datos relacionados con el flujo de programación quirúrgica y las causas más comunes de cancelación de cirugías debido a inhabilitación de quirófanos. Se llevarán a cabo entrevistas para la recopilación de información y una prueba piloto o implementación controlada de una solución tecnológica para la asignación y/o reprogramación de cirugías. Asimismo, entiendo que la investigación requiere mi asistencia en las entrevistas, las cuales han sido establecidas en un horario previamente acordado. Me comprometo a participar de forma responsable y puntual en cada una de las entrevistas, reconociendo que la validez y confiabilidad de los resultados dependen del cumplimiento de este protocolo. En caso de presentarse algún imprevisto de fuerza mayor que me impida asistir, me comprometo a informar con antelación a los investigadores, comprendiendo que la continuidad del estudio requiere de mi compromiso. Se me ha asegurado que toda la información obtenida será utilizada únicamente con fines científicos y académicos. Mis datos personales serán tratados con confidencialidad, garantizando el anonimato y la protección de cualquier información sensible. Entiendo que los resultados del estudio podrían ser difundidos en espacios académicos o científicos, sin que ello implique revelar datos que puedan identificarme. He tenido la oportunidad de expresar mis inquietudes y todas han sido resueltas de manera clara y satisfactoria. Al firmar este documento, confirmo mi consentimiento y autorización para participar en la investigación, habiendo comprendido completamente el propósito del estudio y mis derechos y deberes como participante.

Andrea Martínez

Investigadora Andrea Martínez

V. Paredes

Investigadora Valerie Paredes

Firma:   
SALA DE OPERACIONES  
SAN PEDRO SULA, CORTES

Fecha: 20/6/25

**Ilustración 41 Consentimiento Departamento Quirúrgico**

Fuente: Elaboración propia

## CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Yo, \_\_\_\_\_, con número de identidad \_\_\_\_\_, por medio de la presente manifiesto mi consentimiento voluntario para participar en el proyecto de investigación, desarrollado por Andrea Linell Martínez Orellana y Valerie Nicole Paredes Eder. He sido informado de que este estudio tiene como objetivo diseñar un sistema de apoyo a la toma de decisiones para la asignación y reprogramación eficiente de cirugías que permita reducir la mora quirúrgica en el Hospital Mario Catarino Rivas. Durante mi participación, se recopilarán datos relacionados con el flujo de programación quirúrgica y las causas más comunes de cancelación de cirugías debido a inhabilitación de quirófanos. Se llevarán a cabo entrevistas para la recopilación de información y una prueba piloto o implementación controlada de una solución tecnológica para la asignación y/o reprogramación de cirugías. Asimismo, entiendo que la investigación requiere mi asistencia en las entrevistas, las cuales han sido establecidas en un horario previamente acordado. Me comprometo a participar de forma responsable y puntual en cada una de las entrevistas, reconociendo que la validez y confiabilidad de los resultados dependen del cumplimiento de este protocolo. En caso de presentarse algún imprevisto de fuerza mayor que me impida asistir, me comprometo a informar con antelación a los investigadores, comprendiendo que la continuidad del estudio requiere de mi compromiso. Se me ha asegurado que toda la información obtenida será utilizada únicamente con fines científicos y académicos. Mis datos personales serán tratados con confidencialidad, garantizando el anonimato y la protección de cualquier información sensible. Entiendo que los resultados del estudio podrían ser difundidos en espacios académicos o científicos, sin que ello implique revelar datos que puedan identificarme. He tenido la oportunidad de expresar mis inquietudes y todas han sido resueltas de manera clara y satisfactoria. Al firmar este documento, confirmo mi consentimiento y autorización para participar en la investigación, habiendo comprendido completamente el propósito del estudio y mis derechos y deberes como participante.

Andrea Martínez

Investigadora Andrea Martínez

Valerie Paredes

Investigadora Valerie Paredes

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: 20/ mayo / 2025

**Ilustración 42 Consentimiento Departamento de Mantenimiento**

Fuente: Elaboración propia



### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Yo, \_\_\_\_\_, con número de identidad \_\_\_\_\_, por medio de la presente manifiesto mi consentimiento voluntario para participar en el proyecto de investigación, desarrollado por Andrea Linell Martínez Orellana y Valerie Nicole Paredes Eder. He sido informado de que este estudio tiene como objetivo diseñar un sistema de apoyo a la toma de decisiones para la asignación y reprogramación eficiente de cirugías que permita reducir la mora quirúrgica en el Hospital Mario Catarino Rivas. Durante mi participación, se recopilarán datos relacionados con el flujo de programación quirúrgica y las causas más comunes de cancelación de cirugías debido a inhabilitación de quirófanos. Se llevarán a cabo entrevistas para la recopilación de información y una prueba piloto o implementación controlada de una solución tecnológica para la asignación y/o reprogramación de cirugías. Asimismo, entiendo que la investigación requiere mi asistencia en las entrevistas, las cuales han sido establecidas en un horario previamente acordado. Me comprometo a participar de forma responsable y puntual en cada una de las entrevistas, reconociendo que la validez y confiabilidad de los resultados dependen del cumplimiento de este protocolo. En caso de presentarse algún imprevisto de fuerza mayor que me impida asistir, me comprometo a informar con antelación a los investigadores, comprendiendo que la continuidad del estudio requiere de mi compromiso. Se me ha asegurado que toda la información obtenida será utilizada únicamente con fines científicos y académicos. Mis datos personales serán tratados con confidencialidad, garantizando el anonimato y la protección de cualquier información sensible. Entiendo que los resultados del estudio podrían ser difundidos en espacios académicos o científicos, sin que ello implique revelar datos que puedan identificarme. He tenido la oportunidad de expresar mis inquietudes y todas han sido resueltas de manera clara y satisfactoria. Al firmar este documento, confirmo mi consentimiento y autorización para participar en la investigación, habiendo comprendido completamente el propósito del estudio y mis derechos y deberes como participante.

Andrea Martínez

Investigadora Andrea Martínez

Valerie Paredes

Investigadora Valerie Paredes

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

20/5/25.

**Ilustración 43 Consentimiento Departamento de Gestión de Pacientes**

Fuente: Elaboración propia



***Ilustración 44 Demostración del sistema desarrollado a jefa del bloque quirúrgico***

Fuente: Elaboración propia



***Ilustración 45 Demostración del sistema desarrollado y encuestas***

Fuente: Elaboración propia

---

# Formulario de Evaluación del Sistema de Gestión de Quirófanos

Este formulario forma parte del proyecto de investigación desarrollado por estudiantes de la carrera de Ingeniería Biomédica de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC). El objetivo del estudio es evaluar la percepción del personal de salud sobre la funcionalidad y utilidad de un sistema de apoyo tecnológico diseñado para mejorar la **visibilidad y trazabilidad de la información quirúrgica** en el Hospital Nacional Mario Catarino Rivas.

Su participación es muy valiosa, ya que permitirá validar si el sistema propuesto responde adecuadamente a las necesidades operativas del entorno hospitalario, optimiza la gestión de recursos quirúrgicos y contribuye a una mejor toma de decisiones ante la inhabilitación de quirófanos.

¡Gracias por su colaboración!

---

\* Indicates required question

## ***Ilustración 46 Encuesta de Satisfacción***

Fuente: Elaboración propia

Área \*

Your answer

---

---

Cargo \*

Your answer

---

## ***Ilustración 47 Encuesta de Satisfacción***

Fuente: Elaboración propia

## Experiencia de usuario

Por favor, marque la opción que más se aproxime a su nivel de acuerdo con cada afirmación.

El sistema es fácil de aprender a usar. \*

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

### ***Ilustración 48 Encuesta de Satisfacción***

Fuente: Elaboración propia

El diseño de la interfaz es claro y organizado. \*

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

El sistema requiere poco tiempo para realizar una tarea común. \*

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

### ***Ilustración 49 Encuesta de Satisfacción***

Fuente: Elaboración propia

Me sentiría cómodo(a) capacitándome para usar este sistema. \*

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

### **Ilustración 50 Encuesta de Satisfacción**

Fuente: Elaboración propia

#### Funcionalidad del sistema

Las opciones de registro de cirugía cubren todas las necesidades básicas. \*

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

La visualización del historial quirúrgico es útil. \*

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

### **Ilustración 51 Encuesta de Satisfacción**

Fuente: Elaboración propia

La opción de cancelar cirugías funciona como debería. \*

- Totalmente en desacuerdo
  - Ni de acuerdo ni en desacuerdo
  - Totalmente de acuerdo
- 

La información registrada se actualiza de forma rápida y confiable. \*

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

***Ilustración 52 Encuesta de Satisfacción***

Fuente: Elaboración propia

La información se actualiza en tiempo real cuando ocurre algún cambio. \*

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

***Ilustración 53 Encuesta de Satisfacción***

Fuente: Elaboración propia

## Impacto en el trabajo y trazabilidad

El sistema puede reducir el tiempo necesario para registrar cirugías. \*

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

Disminuye el riesgo de errores en la programación de cirugías. \*

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

### ***Ilustración 54 Encuesta de Satisfacción***

Fuente: Elaboración propia

Facilita la toma de decisiones clínicas relacionadas con la programación quirúrgica. \*

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

Mejora la continuidad de la atención quirúrgica. \*

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

### ***Ilustración 55 Encuesta de Satisfacción***

Fuente: Elaboración propia

Es fácil identificar las cirugías programadas, el historial de cirugías realizadas y el <sup>\*</sup> historial de cirugías canceladas.

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

### ***Ilustración 56 Encuesta de Satisfacción***

Fuente: Elaboración propia

#### Seguridad

El sistema ofrece un buen nivel de seguridad para los datos. <sup>\*</sup>

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

Disminuye el riesgo de errores en la programación de cirugías. <sup>\*</sup>

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

### ***Ilustración 57 Encuesta de Satisfacción***

Fuente: Elaboración propia

Considero importante que los accesos estén controlados por roles de usuario. \*

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

El sistema contribuye a una mejor coordinación entre áreas involucradas en las cirugías. \*

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

### ***Ilustración 58 Encuesta de Satisfacción***

Fuente: Elaboración propia

#### **Implementación**

Este sistema sería bien recibido por el equipo de salud. \*

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

El personal necesitaría poca capacitación para comenzar a usarlo. \*

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

### ***Ilustración 59 Encuesta de Satisfacción***

Fuente: Elaboración propia

---

Considero viable su implementación en nuestro hospital. \*

- Totalmente en desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Totalmente de acuerdo

---

¿Qué aspectos positivos destacaría del sistema? \*

Your answer

---

---

¿Qué sugerencias haría para mejorar la herramienta?

Your answer

---

### ***Ilustración 60 Encuesta de Satisfacción***

Fuente: Elaboración propia

¿Qué barreras ve para que este sistema sea utilizado por todo el personal?

Your answer

---

### ***Ilustración 61 Encuesta de Satisfacción***

Fuente: Elaboración propia