

Mejoramiento del proceso de programación quirúrgica en el HIC

Nathalia Valentina Mateus Delgado

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniera Industrial

Director

Néstor Raúl Ortiz Pimiento

Doctor en Ingeniería

Tutor

Laura Elena Ordóñez Vides

Ingeniera Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Ingeniería Industrial

Bucaramanga

2025

### **Agradecimientos**

A Dios, por haberme dado la fortaleza y la claridad para culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mi familia, por confiar en mí, apoyarme en todo momento y ser mi mayor fuente de motivación.

A mi tutora, por darme la oportunidad y la confianza de realizar mi proyecto de grado en el HIC, así como por su acompañamiento, orientación y valiosos aportes a lo largo de todo el proceso.

A mi director de proyecto de grado, por su guía, sus conocimientos y su constante disposición para resolver dudas y brindar apoyo durante este proceso.

A mis compañeros de trabajo durante la práctica empresarial, por su apoyo, disposición y por hacer de esta experiencia un proceso gratificante y enriquecedor.

**Tabla de Contenido**

Introducción .....	13
1. Planteamiento del problema.....	16
2. Objetivos.....	18
2.1. Objetivo general.....	18
2.2. Objetivos específicos .....	18
3. Marco de referencia .....	19
3.1. Marco de antecedentes.....	19
3.2. Marco teórico.....	20
3.2.1. Programación quirúrgica.....	20
3.2.2. Sala quirúrgica .....	22
3.2.3. Franja quirúrgica.....	22
3.2.4. Turno quirúrgico .....	22
3.2.5. Tiempo quirúrgico .....	22
3.2.6. Médico aliado.....	23
3.2.7. Paciente hospitalario .....	23
3.2.8. Paciente ambulatorio.....	23
3.2.9. Automatización de procesos .....	23
3.2.10. Asignación de recursos hospitalarios.....	24

# MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PROGRAMACIÓN QUIRÚRGICA

	4
3.2.11. Indicadores de desempeño .....	24
3.2.12. Eficiencia Operativa.....	24
3.2.13. SAHI .....	25
3.2.14. Apps Script.....	25
3.2.15. Diagrama de flujo de proceso .....	26
3.2.16. Árbol de problemas.....	26
3.2.17. Diagrama de Pareto.....	27
4. Metodología .....	27
4.1. Análisis diagnóstico del proceso actual .....	28
4.2. Diseño del plan de mejoramiento .....	28
4.3. Implementación de las propuestas .....	28
4.4. Diseño e implementación de indicadores .....	28
5. Diagnóstico inicial .....	29
5.1. Metodología del diagnóstico.....	29
5.2. Resultados del diagnóstico.....	30
5.2.1. Información general sobre el área de programación quirúrgica en el HIC.....	30
5.2.2. Descripción del proceso actual de programación quirúrgica en el HIC .....	35
5.2.3. Problemáticas de la programación quirúrgica en el HIC .....	41
5.2.4. Indicadores de desempeño en la programación quirúrgica.....	47
6. Diseño e implementación del plan de mejoramiento .....	54
6.1. Diseño del plan de mejoramiento .....	54

# MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PROGRAMACIÓN QUIRÚRGICA

	5
6.1.1. Propuesta de mejora.....	54
6.1.2. Problema que pretende resolver.....	54
6.1.3. Objetivos.....	54
6.2. Implementación del plan de mejoramiento.....	56
6.2.1. Funcionalidades de la herramienta de asignación de salas y franjas quirúrgicas .....	57
6.2.2. Parámetros y restricciones de la herramienta automatizada de asignación de salas y franjas quirúrgicas.....	59
6.2.3. Diagrama de flujo del proceso de asignación de salas y franjas quirúrgicas.....	60
6.2.4. Interfaz de la herramienta .....	63
6.2.5. Capacitación del uso de la herramienta .....	67
7. Indicadores.....	70
7.1. Tiempo promedio de asignación de salas y franjas quirúrgicas .....	70
7.1.1. Tiempo de asignación manual por turno quirúrgico .....	71
7.1.2. Tiempo de asignación automatizada por turno quirúrgico .....	71
7.1.3. Estimación del número promedio de turnos quirúrgicos diarios programables mediante la herramienta automatizada.....	72
7.1.4. Tiempo promedio diario invertido en la asignación manual y automatizada de salas y franjas quirúrgicas.....	72
7.1.5. Comparación del tiempo promedio diario invertido en la asignación manual y automatizada de salas y franjas quirúrgicas.....	73
7.2. Tasa de cancelación de cirugías atribuibles a la programación .....	74
7.3. Tasa de ocupación de salas quirúrgicas .....	76

# MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PROGRAMACIÓN QUIRÚRGICA

	6
8. Conclusiones.....	78
9. Recomendaciones .....	81
Referencias bibliográficas.....	82

**Lista de Tablas**

Tabla 1. <i>Cumplimiento de objetivos</i> .....	15
Tabla 2. <i>Información General sobre el área de programación quirúrgica en el HIC</i> . ....	30
Tabla 3. ....	31
Tabla 4. <i>Promedio mensual de cirugías programadas y realizadas por especialidad en el HIC</i> . 32	
Tabla 5. <i>Especialidades quirúrgicas predominantes por sala</i> .....	33
Tabla 6. <i>Número de especialistas por especialidad quirúrgica en el HIC</i> . ....	34
Tabla 7. <i>Indicadores de desempeño en la programación quirúrgica</i> . ....	47
Tabla 8. <i>Tiempo diario invertido en la asignación de salas y franjas quirúrgicas en el HIC</i> . ....	49
Tabla 9. <i>Causas de cancelación de cirugías programadas atribuibles a la programación quirúrgica</i> . ....	50
Tabla 10. <i>Funcionalidades de la herramienta de asignación de salas y franjas quirúrgicas</i> .....	57
Tabla 11. <i>Parámetros y restricciones de la herramienta automatizada de asignación de salas quirúrgicas</i> .....	59
Tabla 12. <i>Indicadores clave de desempeño del proceso de programación quirúrgica: antes vs. después de la implementación de la herramienta automatizada</i> . ....	70
Tabla 13. <i>Tiempo promedio invertido en cada etapa del proceso de asignación automatizada de salas y franjas quirúrgicas</i> . ....	71
Tabla 14. <i>Tiempo promedio diario invertido en la asignación manual de salas y franjas quirúrgicas</i> .....	73
Tabla 15. <i>Tiempo promedio diario invertido en la asignación automatizada de salas y franjas quirúrgicas</i> .....	73

Tabla 16. *Comparación del tiempo promedio diario invertido en la asignación manual y automatizada de salas y franjas quirúrgicas.* ..... 73

**Lista de Figuras**

Figura 1. <i>Flujograma del proceso de programación quirúrgica en el HIC.</i> .....	36
Figura 2. <i>Árbol de problemas: Ineficiencia en la programación de cirugías.</i> .....	42
Figura 3. <i>Diagrama de Pareto: Causas de cancelaciones de cirugías programadas atribuibles a la programación quirúrgica.</i> .....	52
Figura 4. <i>Nivel de ocupación de salas quirúrgicas durante el 2024.</i> .....	53
Figura 5. <i>Flujograma del proceso de asignación de salas y franjas quirúrgicas con la herramienta automatizada.</i> .....	61
Figura 6. <i>Visualización de la asignación final de especialistas, salas y franjas quirúrgicos en la hoja Programa cx.</i> .....	63
Figura 7. <i>Agenda de especialistas.</i> .....	65
Figura 8. <i>Menú desplegable para la selección de la especialidad quirúrgica.</i> .....	65
Figura 9. <i>Ocupación de especialistas quirúrgicos.</i> .....	66
Figura 10 <i>Ocupación de salas quirúrgicas.</i> .....	67
Figura 11. <i>Guía de uso de la herramienta de asignación automatizada de salas y franjas quirúrgicas.</i> .....	68
Figura 13. <i>Diagrama de Pareto: Causas de cancelación de cirugías programadas atribuibles a la programación quirúrgica tras la implementación de la herramienta automatizada.</i> .....	75
Figura 14. <i>Nivel de ocupación de salas quirúrgicas durante el primer trimestre de 2025.</i> .....	77

**Lista de Appendices**

**Apéndice A.** Promedio de cirugías programadas

**Apéndice B.** Promedio mensual de cirugías programadas y realizadas por especialidad en el HIC

**Apéndice C.** Promedio mensual de especialidades quirúrgicas más programadas en cada sala en el HIC.

**Apéndice D.** Número de especialistas por especialidad quirúrgica en el HIC.

**Apéndice E.** Causas de cancelaciones de cirugías programadas atribuibles a la programación quirúrgica.

**Apéndice F.** Tiempo diario invertido en la asignación de salas y franjas quirúrgicas en el HIC.

**Apéndice G.** Asignación automatizada de salas y franjas quirúrgicas de marzo.

## Resumen

**Título:** Mejoramiento del proceso de programación quirúrgica en el HIC. <sup>1</sup>

**Autor:** Nathalia Valentina Mateus Delgado<sup>2</sup>

**Palabras clave:** Programación quirúrgica, automatización de procesos, asignación de recursos, mejora operativa, herramienta automatizada.

### Descripción:

El presente proyecto de grado tuvo como objetivo diseñar e implementar un plan de mejoramiento al proceso de programación quirúrgica en el Hospital Internacional de Colombia (HIC). A partir de un análisis diagnóstico realizado al proceso, que combinó herramientas cuantitativas y cualitativas, se identificaron ineficiencias asociadas a la programación manual, como su tiempo excesivo de ejecución y sobrecarga para el equipo responsable. Estos hallazgos orientaron el desarrollo de una herramienta automatizada diseñada en Google Sheets mediante Apps Script, para la asignación de salas y franjas quirúrgicas. Esta solución se enfocó en lograr una programación más anticipada y en reducir las fallas asociadas a la programación manual, con el objetivo de reducir las cancelaciones quirúrgicas que conducen a la subutilización de recursos disponibles. Posteriormente, se capacitó al personal para garantizar su correcta implementación. Después de un mes de implementación continua, la herramienta permitió una reducción significativa en el tiempo de asignación de salas y franjas quirúrgicas, lo que alivió la carga laboral y contribuyó directamente a la reducción de la tasa de cancelación de cirugías. Asimismo, al tener una programación más ágil y precisa, se redujeron considerablemente los errores en la programación, mejorando la confiabilidad del proceso. Como resultado, se logró una mayor ocupación de las salas quirúrgicas, aumentando el uso de la infraestructura disponible y disminuyendo los tiempos de espera para los pacientes. Finalmente, se establecieron indicadores clave de desempeño orientados tanto al análisis comparativo antes y después de la implementación de la herramienta, como al monitoreo continuo del desempeño, con el fin de garantizar la sostenibilidad y el control de las mejoras implementadas.

---

<sup>1</sup>Trabajo de grado

<sup>2</sup> Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Néstor Raúl Ortiz Pimiento, Doctor en Ingeniería

### Abstract

**Título:** Improvement of the Surgical Scheduling Process at HIC. <sup>3</sup>

**Autor:** Nathalia Valentina Mateus Delgado<sup>4</sup>

**Palabras clave:** Surgical scheduling, process automation, resource allocation, operational improvement, automated tool.

#### **Descripción:**

This undergraduate thesis aimed to design and implement an improvement plan for the surgical scheduling process at the Hospital Internacional de Colombia (HIC). Based on a diagnostic analysis that combined quantitative and qualitative tools, inefficiencies associated with manual scheduling were identified, such as excessive execution time and work overload for the responsible team. These findings guided the development of an automated tool designed in Google Sheets using Apps Script, to assign operating rooms and surgical time blocks. This solution focused on enabling earlier scheduling and reducing failures associated with the manual process, with the objective of decreasing surgical cancellations that lead to underutilization of available resources. Subsequently, staff were trained to ensure proper implementation. After one month of continuous use, the tool significantly reduced the time required to assign rooms and time blocks, which alleviated the team's workload and directly contributed to lowering the surgery cancellation rate. Additionally, the scheduling process became more agile and accurate, leading to a considerable reduction in errors and greater reliability. As a result, the occupancy of operating rooms increased, improving the use of available infrastructure and reducing waiting times for patients. Finally, key performance indicators (KPIs) were established to enable both comparative analysis before and after implementation and continuous performance monitoring, in order to ensure the sustainability and control of the improvements achieved.

---

<sup>3</sup>Undergraduate Thesis

<sup>4</sup> Faculty of Physico-Mechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Director: Néstor Raúl Ortiz Pimiento, Ph.D. in Engineering

## Introducción

La programación quirúrgica es una de las actividades más importantes dentro de la gestión hospitalaria, ya que implica la asignación de recursos clave como salas y franjas quirúrgicas, personal médico y equipos especializados. En el Hospital Internacional de Colombia (HIC), este proceso se realiza de forma manual, lo que representa un gran reto en términos de tiempo, precisión y eficiencia operativa.

Actualmente, el entorno hospitalario exige una respuesta ágil a las demandas de atención quirúrgica, especialmente en instituciones que manejan un alto volumen de pacientes y cirugías. Sin embargo, el enfoque manual que se emplea en el HIC no solo incrementa la probabilidad de errores en la programación, sino que también limita la capacidad del personal para organizar las cirugías con suficiente anticipación. Esta situación afecta tanto la eficiencia del hospital como la experiencia de los pacientes.

Ante este panorama, se identifica la necesidad de implementar una herramienta automatizada que mejore el proceso de programación quirúrgica. Este proyecto busca responder a esta necesidad mediante el desarrollo de una herramienta que permita realizar una programación más rápida, organizada y flexible en la asignación de salas y franjas quirúrgicas.

A lo largo del documento se presenta el análisis diagnóstico realizado al proceso de programación quirúrgica, identificando la información general relacionada con las cirugías programadas, el flujo de trabajo actual, los principales indicadores de desempeño y las oportunidades de mejora del proceso. A partir de este diagnóstico, se diseñó, desarrolló e

implementó una herramienta automatizada que permite asignar salas y franjas quirúrgicas de manera más eficiente, considerando los múltiples parámetros y restricciones del proceso.

Posteriormente, se evaluó el impacto de la herramienta a través del seguimiento de indicadores clave, como el tiempo de asignación por turno quirúrgico, el número de cancelaciones atribuibles a errores en la programación y la tasa de ocupación de salas quirúrgicas. Los resultados obtenidos evidencian una mejora significativa en la eficiencia de la programación, lo que demuestra la utilidad de la herramienta implementada.

**Cumplimiento de objetivos****Tabla 1.***Cumplimiento de objetivos*

<b>Objetivo</b>	<b>Cumplimiento</b>
Realizar un análisis diagnóstico del proceso actual de programación quirúrgica en el HIC.	Capítulo 5
Diseñar un plan de mejoramiento orientado a fortalecer los procesos evaluados, basado en los hallazgos del diagnóstico.	Capítulo 6
Implementar las propuestas de mejora que se encuentran dentro del alcance temporal de las prácticas, y que sean avaladas por el HIC.	Capítulo 6
Diseñar e implementar un sistema de indicadores que facilite el monitoreo y evaluación continua de la efectividad y el impacto de las mejoras implementadas.	Capítulo 7

## 1. Planteamiento del problema

La programación quirúrgica en el Hospital Internacional de Colombia (HIC) presenta grandes desafíos operativos debido a su dependencia de un proceso manual para la asignación de recursos clave para cada turno quirúrgico, incluyendo salas, franjas quirúrgicas, cirujanos y equipos requeridos. Aunque funcional, este enfoque manual presenta demoras significativas, con un tiempo promedio de asignación de salas y franjas quirúrgicas de 225 segundos por turno quirúrgico. Además, los errores causados por programación han contribuido a una tasa promedio mensual de cancelación de cirugías del 2.053%. Esta situación ha generado una subutilización de las salas quirúrgicas que, tomando como referencia el promedio de los 12 meses del año 2024, alcanzó apenas un 51%, ubicándose por debajo de la meta institucional del 75%. Estos resultados evidencian la necesidad de implementar un proceso automatizado para la programación quirúrgica que mejore la eficiencia operativa.

Actualmente, la jefe de programación quirúrgica debe realizar la asignación de forma manual para cada cirugía, considerando múltiples variables como los requerimientos de la cirugía, la especialidad médica, la disponibilidad del cirujano y las condiciones específicas de cada sala quirúrgica. Esta metodología consume un tiempo significativo y está expuesta a errores que pueden afectar el proceso, tales como la asignación de especialistas no disponibles, la asignación simultánea de un mismo especialista a más de una cirugía o la programación de cirugías que no cumplen con los requisitos previos.

La falta de un sistema automatizado limita la capacidad de anticipación en la programación quirúrgica y reduce la posibilidad de responder eficientemente ante eventualidades como cambios

en la disponibilidad de recursos. Además, la falta de confirmación con los pacientes sobre sus cirugías provoca ausencias que podrían haberse evitado. Estos errores pueden traducirse en la cancelación de cirugías, la pérdida de materiales quirúrgicos con condiciones de uso restringidas, la subutilización de salas y el incremento de los tiempos de espera para pacientes.

En este contexto, la implementación de una herramienta automatizada para la asignación de salas y franjas quirúrgicas se convierte en una alternativa clave para mejorar el proceso. Esta solución tecnológica permite mejorar el proceso, reducir errores humanos, disminuir el tiempo dedicado a la programación, y mejorar la capacidad del hospital para gestionar con mayor precisión y rapidez un mayor volumen de cirugías. La transformación de un proceso manual en uno automatizado no solo es necesaria, sino crucial para garantizar una operación quirúrgica más eficiente y confiable.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general**

Mejorar el proceso de programación quirúrgica en el Hospital Internacional de Colombia mediante la automatización de la asignación de salas y franjas quirúrgicas, logrando una programación más rápida, anticipada y precisa.

### **2.2. Objetivos específicos**

Realizar un análisis diagnóstico del proceso actual de programación quirúrgica en el HIC.

Diseñar un plan de mejoramiento orientado a fortalecer los procesos evaluados, basado en los hallazgos del diagnóstico.

Implementar las propuestas de mejora que se encuentran dentro del alcance temporal de las prácticas, y que sean avaladas por el HIC.

Diseñar e implementar un sistema de indicadores que facilite el monitoreo y evaluación continua de la efectividad y el impacto de las mejoras implementadas.

### 3. Marco de referencia

#### 3.1. Marco de antecedentes

El proyecto de grado de Vanessa Hernández (2020) titulado “Metodología para estandarizar el proceso de programación de salas de cirugía”, tuvo como objetivo desarrollar una metodología basada en principios de Lean Six Sigma para estandarizar y mejorar la eficiencia en la programación de salas quirúrgicas. El trabajo buscó optimizar el uso de recursos y reducir tiempos de espera mediante la automatización y estandarización de procesos. Entre los aportes más destacados, la autora identificó diferentes indicadores clave para evaluar el proceso de la programación quirúrgica, destacando el índice de ocupación de quirófanos y el porcentaje de cancelaciones de cirugías programadas, indicadores que serán incorporados en el desarrollo del presente trabajo. Asimismo, se propusieron herramientas para realizar el diagnóstico del proceso, destacando la aplicación de entrevistas estructuradas, acompañadas de una guía de preguntas diseñadas para recopilar información clave y detectar oportunidades de mejora en los procedimientos de programación quirúrgica.

Moreno Guzmán (2019), en su trabajo titulado "Diseño de un aplicativo para la programación de salas de cirugía", diseñó un aplicativo para optimizar la programación operativa de salas quirúrgicas en una clínica de cuarto nivel en Colombia, maximizando su utilización y considerando la reprogramación de cirugías ocasionada por desbordamientos en los tiempos quirúrgicos como una variable importante. El estudio empleó metodologías como programación lineal y reglas de despacho para desarrollar una herramienta basada en Microsoft Excel y Visual Basic for Applications (VBA). Además, detalló las variables y restricciones fundamentales para el

diseño de un sistema automatizado en la asignación de recursos quirúrgicos, aspecto que será adaptado e implementado en el desarrollo del presente proyecto.

El trabajo de tesis titulado "Propuesta de un modelo de gestión por procesos para optimizar la utilización de quirófanos en el Hospital Teodoro Maldonado Carbo de la ciudad de Guayaquil", desarrollado por John Chóez y Freddy Parra (2023), tiene como objetivo implementar un modelo de gestión basado en procesos para optimizar el funcionamiento del centro quirúrgico del Hospital Teodoro Maldonado Carbo, abordando las ineficiencias detectadas en el proceso de programación quirúrgica. Se realizó un análisis exploratorio de las cirugías realizadas desde enero de 2017 hasta agosto de 2022, evidenciando un porcentaje de utilización de quirófano del 43% en promedio, lo que conlleva una gran cantidad de pacientes en lista de espera y prolongados tiempos para realizar las intervenciones quirúrgicas. Como parte del análisis de la situación inicial se utilizaron diferentes métodos, destacando el árbol de problemas, con los cuales se logró identificar ineficiencia en el proceso de programación quirúrgica y la falta de manuales de procesos documentados. Para mejorar este proceso, se propone un nuevo procedimiento que incluye la implementación de sistemas de información, que incorpora una interfaz de visualización en tiempo real de ocupación de salas de cirugía, permitiendo una programación quirúrgica más ordenada, dinámica, amigable, controlada y actualizada. Estos enfoques serán clave en el desarrollo del presente proyecto.

## **3.2. Marco teórico**

### ***3.2.1. Programación quirúrgica***

El problema de programación y asignación de cirugías consiste en la determinación de la fecha y hora de realización de las cirugías, de tal manera que se sincronice de forma adecuada la disponibilidad del personal, de equipos y tecnología requerida para la realización de los procedimientos quirúrgicos. (Saavedra y Castaño, 2018).

La programación quirúrgica representa una de las actividades más complejas de la atención en salud, ya que depende de múltiples factores dentro de los cuales se tiene al paciente, su condición clínica y comorbilidades; así mismo se encuentran el talento humano sus diferentes intereses, disponibilidad, habilidades, entre otros que se reflejan en una adecuada o inadecuada programación quirúrgica. (Torres y Moreno, 2023).

La programación de quirófanos determina las operaciones quirúrgicas que se realizarán en el centro quirúrgico de un hospital, así como los recursos asignados a cada operación, durante un período de una semana o un día. (Jebali et al. , 2006).

Cuando esta programación se realiza de manera manual, se incrementa la probabilidad de errores, y reprocesos administrativos que afectan negativamente la eficiencia del proceso. Por ejemplo, en un hospital universitario en el noreste de Estados Unidos, contaba con un proceso ineficiente y basado en papel para programar cirugías ortopédicas, lo que causaba cancelaciones y retrasos. Tras la implementación de estrategias estructuradas de mejora del proceso, se logró reducir estos errores al 0 % y disminuir en un 70 % la necesidad de reordenar procedimientos (Simon & Canacari, 2014).

### ***3.2.2. Sala quirúrgica***

La sala de operaciones, también conocida como quirófano, es uno de los entornos más críticos dentro del campo de la medicina. Es el lugar donde se realizan intervenciones quirúrgicas que pueden variar desde procedimientos menores hasta cirugías complejas y que salvan vidas. Aunque la configuración específica puede variar, todas las salas de operaciones comparten el objetivo común de proporcionar un ambiente seguro, eficiente y aséptico para la realización de procedimientos quirúrgicos. (Clínica Universidad de Navarra, 2023).

El quirófano es el lugar en un centro de atención médica que está equipado para la realización de cirugías. (Smith et al. , 2004).

### ***3.2.3. Franja quirúrgica***

Espacio de tiempo asignado dentro del programa quirúrgico a un cirujano para realizar un procedimiento. (FCV, 2024).

### ***3.2.4. Turno quirúrgico***

Se define como la solicitud por escrito que realiza el médico tratante de un paciente ambulatorio u hospitalizado que requiere de un procedimiento quirúrgico para que este sea inscrito en la programación quirúrgica. (FCV, 2024).

### ***3.2.5. Tiempo quirúrgico***

Se define como el tiempo desde que el paciente entra en la sala hasta que el paciente sale del quirófano. (Sutton et al. , 2010).

### **3.2.6. Médico aliado**

Es una subcategoría del médico adscrito, el cual puede hospitalizar u operar pacientes provenientes de su consulta privada o medicina prepagada y hacer uso de las instalaciones de la FCV, pero no pueden atender pacientes Institucionales sin una solicitud formal, hacer turnos, formar parte de comités u ocupar cargos directivos. (FCV, 2024).

### **3.2.7. Paciente hospitalario**

Paciente que requiere hospitalización previa al procedimiento quirúrgico. (FCV, 2025).

### **3.2.8. Paciente ambulatorio**

Paciente que ingresa el mismo día del procedimiento quirúrgico, es decir, no requiere hospitalización previa. (FCV, 2025).

### **3.2.9. Automatización de procesos**

La automatización de procesos se define como el uso de software y tecnologías para automatizar procesos y funciones del negocio a fin de lograr objetivos organizacionales definidos. (SAP, s.f.).

La automatización de procesos busca la eficiencia, sin obviar al ser humano, haciendo uso extensivo de la tecnología, para resolver problemas de tiempo de inactividad no planificado, lo que permite reducir errores en el servicio recibido y costos en utilería no necesaria. (Redhat, 2017, citado por Ramos, 2022).

La automatización se sustenta en principios de la ingeniería industrial y la gestión operativa, los cuales reconocen que la intervención humana en procesos repetitivos es más propensa a errores, inconsistencias y demoras (Davenport & Short, 1990). En contextos como el

hospitalario, donde la programación quirúrgica manual depende de múltiples variables, la automatización permite integrar estas variables en un sistema que toma decisiones optimizadas de forma más rápida y precisa.

### ***3.2.10. Asignación de recursos hospitalarios***

La asignación de recursos hospitalarios se refiere a la distribución estratégica de capacidades, espacio, personal y equipamiento entre diferentes unidades del hospital. Este proceso se fundamenta en sistemas de evaluación que priorizan las necesidades institucionales mediante indicadores organizacionales, económicos y estratégicos. (Bodina et al. , 2017). En el contexto quirúrgico, estos enfoques son esenciales para garantizar el uso óptimo de recursos quirúrgicos, reducir tiempos, minimizar cancelaciones y mejorar la eficiencia operativa institucional.

### ***3.2.11. Indicadores de desempeño***

Un indicador de desempeño es una medida que evalúa el estado o los cambios en un aspecto del sistema sanitario, por medio de datos cuantificables (OMS, 2022.). Estos indicadores se basan en la relación entre variables y suelen expresarse mediante tasas, razones o proporciones, ofreciendo una visión objetiva sobre el grado de cumplimiento de metas y objetivos enfocados a procesos. En el contexto de la programación quirúrgica, indicadores como el tiempo promedio de asignación, la tasa de cancelaciones y la utilización de quirófanos se convierten en métricas clave que permiten evaluar el éxito del sistema automatizado.

### ***3.2.12. Eficiencia Operativa***

La eficiencia operativa es un concepto fundamental en el ámbito empresarial que se refiere a la capacidad de una organización para utilizar de manera óptima sus recursos y procesos con el

fin de lograr resultados superiores. Es un factor clave que influye en la rentabilidad y el éxito a largo plazo de una empresa. (Naranjo, 2023). En el contexto hospitalario, ésta eficiencia se traduce en el manejo óptimo de recursos como salas, especialistas, insumos y tiempo. La programación quirúrgica, al asignar múltiples recursos, tiene un impacto directo en esta eficiencia. Una mejora en dicho proceso permite reducir el tiempo de programación y cancelaciones quirúrgicas, lo que conlleva a un mejor uso de recursos disponibles como las salas quirúrgicas.

### ***3.2.13. SAHI***

SAHI, es el sistema propio de desarrollo, en este caso, de historias clínicas electrónicas, pero con un componente administrativo mucho más amplio. Hoy el sistema está potenciado con algoritmos que ayudan a identificar riesgos e incluso recomiendan paquetes de laboratorios o actividades, dependiendo de la condición del paciente, para así apoyar al personal de salud en los procesos de toma de decisiones. Un sistema de información que en principio se concibió sólo para recaudar información de historia clínica electrónica se ha convertido en una red que apoya los procesos, que informa cuántos estudios se están haciendo en un paciente, cuánto tiempo se está demorando una toma de decisiones a partir de un resultado de laboratorio, qué días asisten más pacientes a un servicio determinado, entre otros. (Bedoya, 2023).

### ***3.2.14. Apps Script***

Apps Script es una plataforma de JavaScript basada en la nube con la tecnología de Google Drive que te permite integrar y automatizar tareas en los productos de Google. (Apps Script, 2024).

La elección de Apps Script para el desarrollo de la solución propuesta se debe a su integración directa con Google Sheets, herramienta que se utiliza actualmente en el HIC para organizar la información de los pacientes que requieren programación quirúrgica. Esta integración

permite automatizar el proceso de programación quirúrgica directamente sobre los mismos documentos que maneja actualmente el equipo, sin necesidad de migrar la información a otras plataformas, lo que facilita la implementación práctica y minimiza la resistencia al cambio.

### ***3.2.15. Diagrama de flujo de proceso***

Es una representación gráfica de los pasos, actividades o secuencia de un proceso, que incluye inspecciones, esperas, transportes, esperas, almacenamiento y actividades de trabajo o reproceso. Usando este diagrama es posible ver en qué consiste el proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades, de igual manera, resulta de utilidad a la hora de un análisis y mejora del proceso. En este diagrama se hace uso de símbolos y flechas para ilustrar la secuencia lógica de las operaciones, decisiones, flujos de información y movimientos dentro del proceso (Gutiérrez & Vara, 2013, citado por Díaz, 2024). El mapeo del proceso a través del diagrama de flujo fue una herramienta clave durante la etapa de diagnóstico, ya que permitió identificar de forma clara los puntos críticos e ineficiencias dentro de la programación quirúrgica. Esta visualización facilitó la comprensión integral del proceso y fue útil para plantear mejoras concretas, basadas en un entendimiento real del proceso actual.

### ***3.2.16. Árbol de problemas***

Es una representación gráfica que permite visualizar de manera sistemática un problema central con sus respectivas causas y consecuencias (DPN, 2011, citado por Corredor, s.f.). Esta herramienta facilita la identificación y organización de las causas y consecuencias de un problema, el problema principal representa el tronco, las raíces son las causas y las ramas los efectos, reflejando una interrelación entre todo el elemento (Hernández & Garnica, 2015, citado por Corredor, s.f.). En el contexto de este proyecto, su uso resultó especialmente valioso durante el

diagnóstico, ya que permitió descomponer la ineficiencia en la programación quirúrgica en sus causas y consecuencias, lo que facilitó una mejor comprensión del problema y orientó la propuesta de mejora.

### ***3.2.17. Diagrama de Pareto***

Este enunciado se conoce también como de " los pocos vitales y los muchos triviales ", o también como la ley 80 – 20, es decir, el 20 % de las causas ocasionan el 80 % de los fenómenos. Esta herramienta suele aplicarse para localizar las causas vitales que originan los problemas de producción o bien, los fenómenos no deseados que se presentan en los negocios, por lo que representa una gran ayuda para la mejora de la calidad, pues controlando estas pocas causas vitales, se resolverán la mayoría de los problemas que en materia de calidad nos aquejan. (Izar & González, 2004).

Su aplicación en este proyecto permitió priorizar las principales causas de cancelación de cirugías, con el fin de enfocar los esfuerzos de mejora en aquellos factores que generan un mayor impacto en esta problemática.

## **4. Metodología**

El desarrollo del proyecto sigue una metodología estructurada en cuatro fases principales, orientadas a lograr los objetivos planteados.

## **4.1. Análisis diagnóstico del proceso actual**

Se realizó un diagnóstico para identificar las oportunidades de mejora en el proceso de programación quirúrgica del HIC mediante la recolección de información a través de observación directa, entrevistas, revisión documental, toma de tiempos y análisis de indicadores. Esto permitió identificar los puntos críticos que afectan la eficiencia del proceso.

## **4.2. Diseño del plan de mejoramiento**

Con base en los hallazgos del diagnóstico, se plantearon estrategias orientadas a mejorar el proceso de programación quirúrgica, enfocándose en soluciones de automatización y simplificación del proceso. El plan será presentado y validado con los responsables del área de programación quirúrgica del HIC.

## **4.3. Implementación de las propuestas**

Las propuestas aprobadas fueron implementadas dentro del alcance del proyecto, permitiendo poner en operación la herramienta automatizada, realizar pruebas iniciales y, con base en sus resultados, realizar los ajustes necesarios para mejorar su funcionamiento.

## **4.4. Diseño e implementación de indicadores**

Se diseñaron tres indicadores clave para monitorear y medir el impacto de las mejoras implementadas. Estos indicadores son el tiempo promedio de asignación de salas y franjas quirúrgicas, la tasa de cancelación de cirugías por errores en la programación y la tasa de ocupación de salas quirúrgicas.

## 5. Diagnóstico inicial

### 5.1. Metodología del diagnóstico

Para comprender el estado actual del proceso de programación quirúrgica en el HIC, se realizó un diagnóstico inicial utilizando diferentes métodos y herramientas, lo que permitió identificar las problemáticas existentes en el área y orientar de manera informada el diseño de mejoras.

Las herramientas o métodos utilizados fueron los siguientes:

- **Entrevistas:** Se realizaron entrevistas no estructuradas con la jefe y las asistentes de programación quirúrgica con el objetivo de conocer su percepción, identificar las principales oportunidades de mejora y recolectar información cualitativa sobre el proceso actual.
- **Observación directa:** Se observaron las actividades diarias relacionadas con la programación quirúrgica para detectar áreas de mejora y obtener datos cualitativos sobre el funcionamiento actual del proceso.
- **Revisión documental:** Se analizó la documentación interna relacionada con la programación quirúrgica, incluyendo bases de datos de Google Sheets utilizadas actualmente, y registros históricos de programación.
- **Toma de tiempos de la asignación de salas y franjas quirúrgicas:** Se realizó un muestreo representativo de los tiempos empleados en la asignación de salas y franjas quirúrgicas con el objetivo de establecer una línea base del tiempo que actualmente requiere esta tarea. Estos datos fueron utilizados para realizar un

análisis comparativo tras la implementación de la herramienta de automatización, permitiendo medir su impacto en la eficiencia del proceso.

- **Análisis de indicadores:** Se analizaron métricas relacionadas con el tiempo de asignación de salas y franjas quirúrgicas, la tasa de cancelación de cirugías, y la utilización de salas quirúrgicas, lo cual permitió cuantificar el impacto de las ineficiencias en el proceso actual.

## 5.2. Resultados del diagnóstico

### 5.2.1. Información general sobre el área de programación quirúrgica en el HIC

**Tabla 2.**

*Información General sobre el área de programación quirúrgica en el HIC.*

Categoría	Descripción
Función	Coordinar y organizar la asignación de salas y franjas quirúrgicas, especialistas, equipos, insumos y tiempos para la realización de cirugías de pacientes ambulatorios, hospitalarios y de médicos aliados <sup>5</sup> , excluyendo las cirugías de urgencia y agregadas.
Horario de funcionamiento del área	Lunes a viernes de 7:00 a.m. a 5:00 p.m.
Número de personas en el área	Una jefe de programación Dos asistentes de programación
Equipos utilizados	Tres computadores, uno para cada integrante del equipo.
Sistemas de información y herramientas	Google Sheets y la plataforma hospitalaria Sahi

<sup>5</sup> En la FCV, se entiende por *médico aliado* al médico especialista que no forma parte de la planta de la institución, pero que alquila las instalaciones e instrumentos quirúrgicos para realizar cirugías a sus propios pacientes.

El equipo de programación está conformado por la jefe y dos asistentes, con un horario laboral de lunes a viernes de 7:00 a.m. a 5:00 p.m. No obstante, actualmente trabajan hasta dos horas adicionales por día debido a la carga operativa. De lunes a jueves, organizan un promedio de 50 cirugías para el día siguiente, mientras que los viernes programan las cirugías correspondientes al fin de semana y al lunes, las cuales suman en promedio 69 cirugías (ver Apéndice A).

A continuación, se describen los parámetros que el equipo considera para llevar a cabo la programación quirúrgica.

**Tabla 3.**

*Parámetros de Programación Quirúrgica.*

<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>
Horario disponible para cirugías	Lunes a domingo: 7:00 a.m. - 7:00 p.m.
Horario de disponibilidad de especialistas	Jornada de la mañana: 7:00 a.m. - 1:00 p.m. Jornada de la tarde: 1:00 p.m. - 7:00 p.m.
Disponibilidad de salas quirúrgicas	Lunes a viernes: 12 salas disponibles Sábados: 5 salas disponibles Domingos: 2 sala disponibles
Equipamiento especial requerido	Se debe confirmar la disponibilidad de equipos especiales.
Materiales e insumos necesarios	Se debe verificar la disponibilidad de insumos quirúrgicos antes de programar la cirugía.
Especialidad quirúrgica	Cada sala tiene especialidades quirúrgicas predominantes.
Duración estimada de cirugías	Se consideran los tiempos quirúrgicos establecidos para cada cirugía, los cuales pueden variar entre 1 y 8 horas, dependiendo de la complejidad de la cirugía.

Meta institucional de ocupación de salas quirúrgicas	75%
------------------------------------------------------	-----

A continuación, se presenta el promedio mensual de cirugías programadas y realizadas por especialidad en el HIC. Este cálculo se basa en las cirugías realizadas entre agosto y diciembre de 2024, excluyendo las que no fueron programadas (ver Apéndice B).

**Tabla 4.**

*Promedio mensual de cirugías programadas y realizadas por especialidad en el HIC.*

<b>Especialidad</b>	<b>Promedio mensual</b>
Ortopedia y Traumatología	292.80
Cirugía General	208.20
Cirugía Plástica	95.00
Urología	87.60
Ginecología Y Obstetricia	64.20
Cirugía Oncológica	52.40
Cirugía Pediátrica	51.00
Neurocirugía	50.20
Ginecología Oncológica	49.20
Cirugía de Mano	43.00
Cirugía De Cabeza Y Cuello	35.80
Cirugía Hepato Pancreato Biliar y Trasplante	34.00
Hematología y oncología pediátrica	31.80
Cirugía Maxilo Facial	28.80
Cirugía Del Tórax	24.60
Cirugía De La Mama Y Tumores De Tejidos Blandos	22.00
Cirugía de columna	14.60
Cirugía Gastrointestinal	13.00
Ortopedia Oncológica	11.00
Coloproctología	11.00
Mastología	10.60
Urología pediátrica	9.00
Otorrinolaringología	8.40

Medicina Materno Fetal	4.60
Urología Oncológica	4.00
Oftalmología	3.40
Ortopedia Infantil	3.00
Dermatología Oncológica	2.80
Cirugía Gastrointestinal + Cirugía General	2.40
Urología + Urología pediátrica	2.40
Gastroenterología Pediátrica	2.20
Cirugía Laparoscópica	2.20
Dolor Y Cuidados Paliativos	2.00
Cirugía Pediátrica + Hematología y oncología pediátrica	1.80
Neurocirugía + Otorrinolaringología	1.60
Urología + Urología Oncológica	1.20
Neurocirugía + Ortopedia y Traumatología	1.20
Cirugía de Mano + Cirugía Plástica	1.00
Cirugía Hepato Pancreato Biliar y Trasplante + Urología Oncológica	1.00

La Tabla 5 presenta las salas quirúrgicas disponibles en el HIC y las especialidades quirúrgicas que se programan con mayor frecuencia en cada una. Además, el Apéndice C presenta el promedio mensual de especialidades quirúrgicas más programadas en cada sala.

**Tabla 5.**

*Especialidades quirúrgicas predominantes por sala.*

<b>Nombre de Sala</b>	<b>Especialidad</b>
Sala 1	Cirugía Plástica, Ortopedia y Traumatología, Cirugía General
Sala 2	Neurocirugía, Ortopedia y Traumatología, Cirugía general
Sala 3	Neurocirugía, Ortopedia y Traumatología, Cirugía Plástica, Cirugía de Mano
Sala 4	Urología, Ginecología Y Obstetricia, Cirugía General
Sala 5	Cirugía Pediátrica, Ginecología Y Obstetricia, Cirugía General

Sala 6	Cirugía Plástica, Ortopedia y Traumatología, Cirugía General
Sala 9	Cirugía oncológica, Hematología y oncología pediátrica, Cirugía De La Mama Y Tumores De Tejidos Blandos
Sala 10	Cirugía Oncológica, Ginecología Oncológica
Sala 11	Cirugía Hepato Pancreato Biliar y Trasplante, Cirugía General
Sala 14	Ortopedia y Traumatología, Cirugía General, Cirugía Plástica
Sala 15	Ortopedia y Traumatología
Sala 16	Ortopedia y Traumatología
Sala 20	Cirugía General, Cirugía Plástica

A continuación, se muestra el número de especialistas del HIC según la especialidad quirúrgica, basado en datos extraídos del informe de cirugías realizadas (véase Apéndice D).

**Tabla 6.**

*Número de especialistas por especialidad quirúrgica en el HIC.*

<b>Especialidad quirúrgica</b>	<b>Cantidad cirujanos</b>
Cirugía De Cabeza Y Cuello	5
Cirugía de columna	1
Cirugía De La Mama Y Tumores De Tejidos Blandos	3
Cirugía de Mano	4
Cirugía Del Tórax	2
Cirugía Gastrointestinal	1
Cirugía General	17
Cirugía Hepato Pancreato Biliar y Trasplante	3
Cirugía Laparoscópica	2
Cirugía Maxilo Facial	2
Cirugía Oncológica	2
Cirugía Pediátrica	4
Cirugía Plástica	12
Cirugía Plástica Oncológica	2
Cirugía Vasculare y endovascular	2
Coloproctología	3

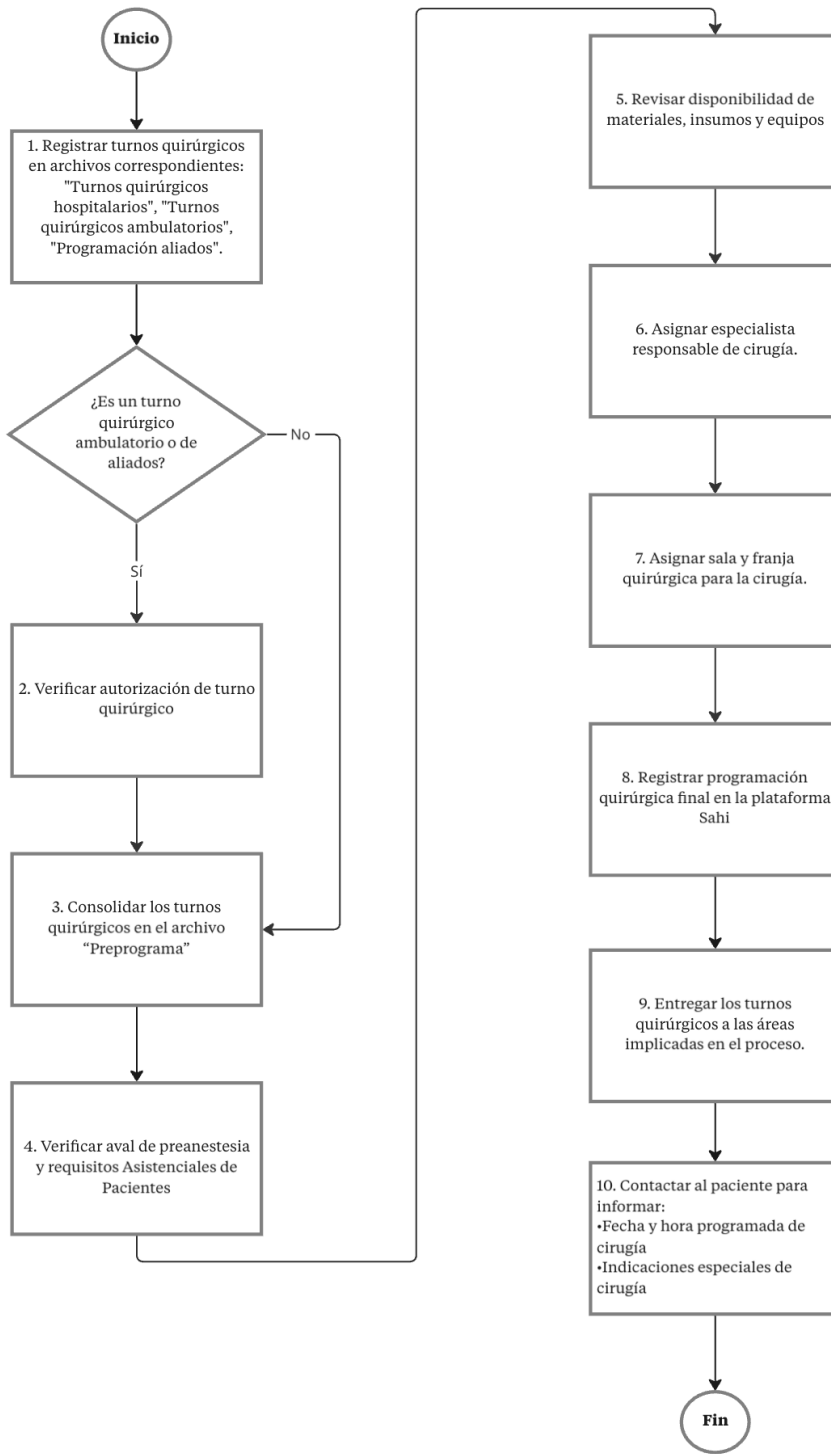
Dermatología	1
Dermatología Oncológica	1
Gastroenterología Pediátrica	1
Ginecología Oncológica	2
Ginecología Y Obstetricia	8
Hematología y oncología pediátrica	3
Mastología	1
Medicina Materno Fetal	1
Neumología Pediátrica	1
Neurocirugía	8
Oftalmología	1
Ortopedia Infantil	1
Ortopedia Oncológica	2
Ortopedia y Traumatología	21
Otorrinolaringología	2
Urología	8
Urología Oncológica	1
Urología pediátrica	1

### ***5.2.2. Descripción del proceso actual de programación quirúrgica en el HIC***

Se realizó un mapeo detallado del flujo actual del proceso de programación quirúrgica con el objetivo de identificar cada etapa, y detectar oportunidades de mejora.

**Figura 1.**

*Flujograma del proceso de programación quirúrgica en el HIC.*



## 1. Registrar turnos quirúrgicos

En el HIC, los pacientes quirúrgicos se clasifican en hospitalarios, ambulatorios y de médicos aliados, y su registro para la programación de cirugía se gestiona en archivos de Google Sheets. Estos archivos se encuentran almacenados en una carpeta compartida, con acceso habilitado para las distintas áreas involucradas en el proceso, incluyendo programación quirúrgica, radicación, autorizaciones e instrumentación.

Los archivos utilizados son:

- “Turnos Quirúrgicos Hospitalarios”: Registro de pacientes hospitalizados.
- “Turnos Quirúrgicos Ambulatorios”: Registro de pacientes ambulatorios.
- “Programación Aliados”: Registro de pacientes de médicos aliados.
- “Preprograma”: Archivo en el que se consolidan los turnos quirúrgicos autorizados, organizándose según el día probable de cirugía.

Cada archivo está estructurado en hojas separadas por especialidad, permitiendo un registro y acceso ordenado a la información.

Para los pacientes hospitalizados, el equipo de programación quirúrgica es responsable de su registro. La información se descarga desde la plataforma Sahi y se ingresa posteriormente en el archivo correspondiente en Google Sheets.

Los turnos quirúrgicos de pacientes ambulatorios son registrados por el equipo de radicación, quienes recopilan la información directamente del paciente o de un familiar en el momento de radicar la cirugía.

Por último, el área de autorizaciones registra los turnos quirúrgicos de los pacientes de médicos aliados con base en las solicitudes enviadas por los especialistas a través de correo electrónico.

## **2. Verificar autorización de turno quirúrgico**

En los archivos “Turnos Quirúrgicos Ambulatorios” y “Programación Aliados”, se incluye una columna denominada "Autorización", la cual es diligenciada por el equipo de autorizaciones. Esta área, es responsable de gestionar la aprobación de las cirugías con la EPS correspondiente.

Una vez la EPS otorga la autorización, el equipo de autorizaciones actualiza la columna, marcando la casilla con un "Sí". Posteriormente, el equipo de programación quirúrgica revisa estos archivos para identificar los turnos que cuentan con la aprobación.

Este proceso no aplica para los pacientes hospitalarios, ya que todos los turnos registrados en el archivo “Turnos Quirúrgicos Hospitalarios” han sido previamente autorizados.

## **3. Consolidar los turnos quirúrgicos en el “Preprograma”**

El “Preprograma” está organizado en hojas separadas, cada una correspondiente a un día del mes (del 1 al 30 o 31, según corresponda).

Una vez confirmada la autorización del turno quirúrgico, el equipo de programación lo registra en este archivo, ubicándolo en la hoja del día que se estima como fecha probable de cirugía, de acuerdo con la agenda de los especialistas.

## **4. Verificar aval de preanestesia y requisitos asistenciales de pacientes**

A partir de este paso del proceso, la programación quirúrgica en el HIC se realiza el día anterior a la cirugía.

Durante esta etapa, la jefe de programación verifica que el paciente cuente con los requerimientos asistenciales previos a la programación. Para ello, consulta la historia clínica de cada paciente y verifica que cuente con el aval de preanestesia y cumpla con todos los requisitos asistenciales necesarios para la intervención.

### **5. Revisar disponibilidad de materiales, insumos y equipos**

El equipo de programación verifica con el área de instrumentación la disponibilidad de todos los materiales, insumos y equipos necesarios para las cirugías como requerimiento previo a la programación. Si alguno de estos elementos no está disponible, el equipo de programación coordina con el área de compras o farmacia, según corresponda, para gestionar su adquisición o garantizar su disponibilidad a tiempo.

### **6. Asignar especialista responsable de cirugía**

La jefe de programación quirúrgica se encarga de asignar el especialista a cada cirugía, según la especialidad quirúrgica requerida y la disponibilidad del cirujano para la fecha estimada de cirugía.

### **7. Asignar sala y franja quirúrgica para la cirugía**

Una vez que el paciente cumple con los requisitos para su cirugía y el hospital dispone de los recursos necesarios, la jefe de programación quirúrgica procede con la asignación de la sala y la franja quirúrgica correspondientes.

El proceso inicia con la revisión de la hoja de cálculo del día de la cirugía, ubicada en el "Preprograma". La jefe de programación anota en un cuaderno la fecha de los turnos quirúrgicos y un listado con las salas disponibles. Luego, consulta los turnos quirúrgicos del listado en el

"Preprograma" y, basándose en su conocimiento sobre las características y restricciones de cada sala, asigna el turno a la sala más adecuada, registrando la asignación junto al número de sala correspondiente. Cabe resaltar que, aunque ocurre muy esporádicamente, algunos especialistas solicitan una sala o franja quirúrgica específica debido a razones de comodidad en el caso de la sala, o por cambios de disponibilidad en el caso de la franja.

Posteriormente, determina la franja quirúrgica necesaria, considerando la agenda del especialista asignado y el tiempo quirúrgico registrado para realizar la cirugía, definido por el especialista que valoró al paciente en consulta. Este proceso se repite con cada turno quirúrgico del día, asegurando que todas las cirugías programadas cuenten con una sala y franja quirúrgica adecuadas.

#### **8. Registrar programación quirúrgica final en la plataforma Sahi.**

Una vez definida la programación quirúrgica final, esta se transcribe y registra en la plataforma Sahi para su oficialización y consulta por las áreas involucradas.

#### **9. Entregar los turnos quirúrgicos a las áreas interesadas en el proceso**

Una vez finalizada la programación quirúrgica, el equipo de programación entrega los turnos quirúrgicos a las áreas correspondientes por medio del correo institucional. Instrumentación se encarga de coordinar la disponibilidad de los equipos e instrumentos necesarios para cada cirugía, mientras que enfermería se encarga de verificar la preparación del paciente, la adecuación de la sala y la disponibilidad de los insumos necesarios. Finalmente, los turnos quirúrgicos también son entregados a los especialistas, quienes confirman su participación y revisan los detalles de la cirugía programada.

## **10. Contactar al paciente para informar detalles de cirugía**

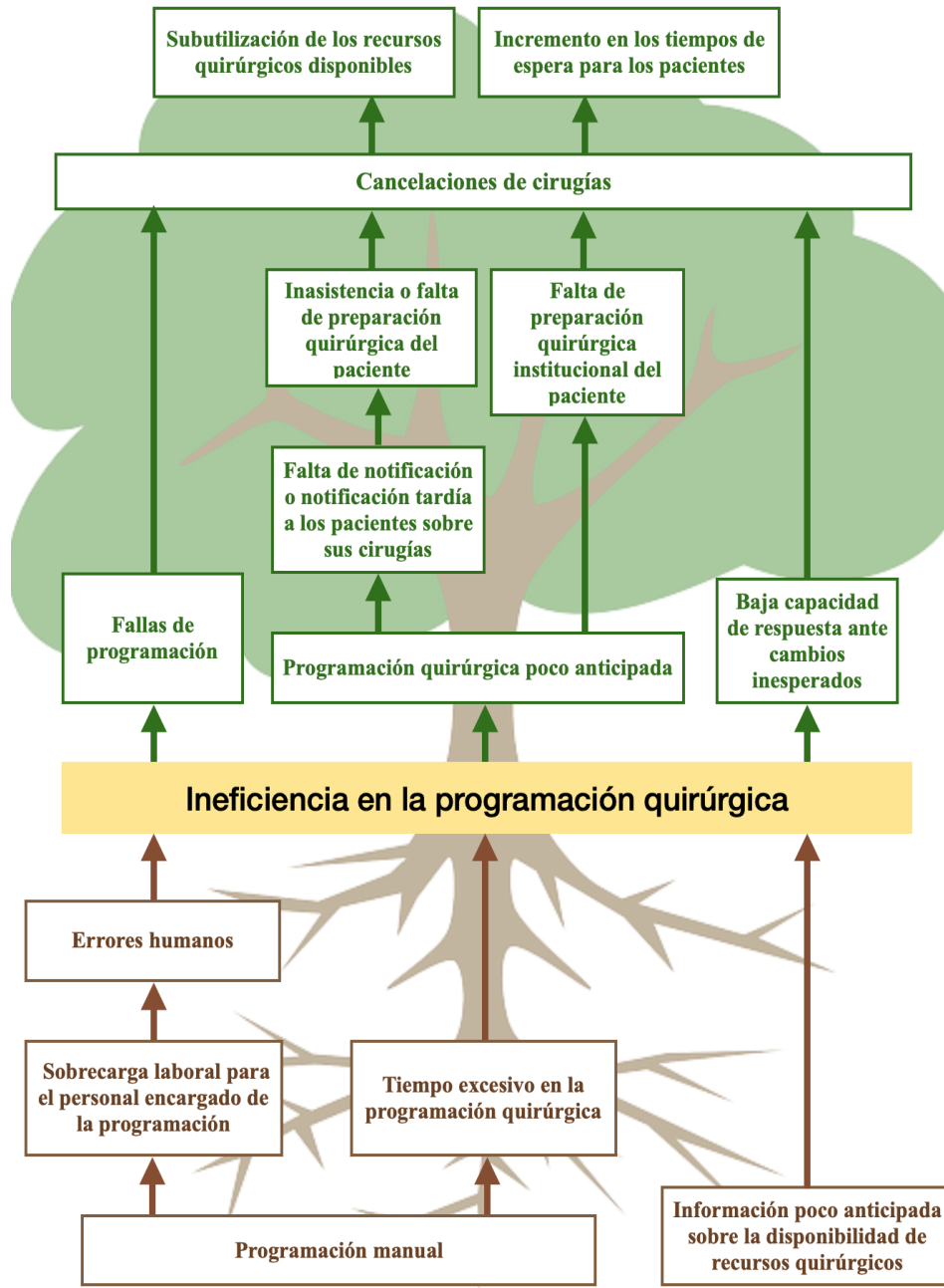
Una vez confirmada la programación quirúrgica, se contacta al paciente ambulatorio para informarle la fecha y hora programada de su cirugía, así como las indicaciones especiales que debe seguir para la cirugía.

### ***5.2.3. Problemáticas de la programación quirúrgica en el HIC***

Gracias a la observación directa y a las entrevistas realizadas al equipo de programación, fue posible identificar las principales causas y consecuencias asociadas a las ineficiencias del proceso de programación quirúrgica en el HIC. Estos hallazgos se sintetizan en el siguiente árbol de problemas.

**Figura 2.**

*Árbol de problemas: Ineficiencia en la programación de cirugías.*



La ineficiencia en la programación quirúrgica se origina principalmente por dos razones: la información poco anticipada sobre la disponibilidad de recursos quirúrgicos y el uso de un sistema de programación manual.

En primer lugar, la información poco anticipada sobre la disponibilidad de recursos quirúrgicos afecta directamente la planificación. Durante el proceso de programación quirúrgica es un requisito confirmar la disponibilidad de insumos antes de asignar un especialista, sala y franja quirúrgica. Sin embargo, aunque ya se cuenta con el listado de turnos quirúrgicos que pueden ser programados para el siguiente día, en el HIC se presentan dificultades en la adquisición de ciertos materiales esenciales. Esto ocurre especialmente en especialidades como Ortopedia y Traumatología, donde elementos como los materiales de osteosíntesis, injertos óseos, o insumos para la conservación de medicamentos como el dióxido de carbono sólido, no siempre están disponibles al momento de la programación. Esta falta de certeza genera inestabilidad en la programación diaria, obligando al equipo a esperar confirmaciones o a reorganizar la programación en tiempo real, lo que deriva en retrasos y afecta la eficiencia del proceso quirúrgico.

Por otro lado, el uso de un sistema de programación manual contribuye significativamente a las ineficiencias. Este método no sólo retrasa el proceso y demanda más tiempo del necesario, sino que también incrementa la carga laboral del personal encargado. Al tener que gestionar grandes volúmenes de información sin el apoyo de herramientas automatizadas, el equipo de programación está propenso a cometer errores tales como la programación simultánea de cirugías para un mismo especialista, asignación de especialistas no disponibles, la selección incorrecta de fechas y el registro incorrecto del tiempo quirúrgico, afectando la precisión y confiabilidad del proceso. Esta situación se ve reflejada en los resultados del cronometraje realizado, donde se evidenció que la asignación manual de salas y franjas quirúrgicas toma en promedio 225 segundos por turno quirúrgico.

Las consecuencias de la ineficiencia en la programación quirúrgica se reflejan principalmente en las frecuentes cancelaciones de cirugías, las cuales derivan de varios problemas

específicos. Para evidenciar estas fallas, se realizó una revisión documental de las cancelaciones de cirugías entre diciembre de 2024 y marzo de 2025 (véase Apéndice E), identificando las razones asociadas directamente a fallas en la programación quirúrgica.

- **Fallas de programación:** Las fallas de programación quirúrgica se identifican de las siguientes maneras en el HIC:
  - **Errores de programación:** Hace referencia a la asignación de especialistas no disponibles, la programación simultánea de cirugías para un mismo cirujano, la asignación de especialistas no disponibles, la selección incorrecta de fechas o el registro incorrecto del tiempo quirúrgico. En promedio se presentaban 5.75 casos mensuales lo que podía ocasionar la cancelación directa por parte del especialista, o cancelación de cirugías posteriores debido a retrasos acumulados.
  - **No apto por anestesia, No reserva de hemoderivados:** Estas fallas se deben a la programación de cirugías sin verificar el cumplimiento de los requisitos previos. En promedio, se presentan 3 casos mensuales de estos casos en conjunto.
  - **Insumos o material de sala incompleto:** Este tipo de falla se origina por la ausencia de verificación de los insumos, materiales o equipos quirúrgicos requeridos durante la programación. Durante el periodo observado, se generaron en promedio 4.75 casos mensuales.
- **Programación quirúrgica poco anticipada:** En el HIC, la programación quirúrgica del día siguiente debe estar completamente finalizada antes de las 5:00 p.m., hora de salida del equipo de programación. No obstante, se ha evidenciado

que este proceso frecuentemente no se completa con la anticipación requerida, lo cual genera dos consecuencias que derivan en la cancelación de cirugías:

- **Falta de preparación quirúrgica:** Se refiere a situaciones en las que no se han cumplido de manera adecuada los requisitos asistenciales de un paciente previos a una cirugía, tales como la suspensión de medicamentos. Estas fallas pueden ser atribuibles tanto al paciente ambulatorio o de médico aliado, como al proceso interno del hospital en el caso de pacientes hospitalarios. En promedio, se presentan 2.5 casos mensuales.
- **Paciente sin recordatorio del procedimiento:** A los pacientes ambulatorios o de médicos aliados se les debe informar sobre la fecha, hora y requisitos asistenciales de su cirugía. No obstante, durante los meses observados, se identificó un promedio de 5.5 casos en los que esta comunicación no se llevó a cabo o no se realizó con adecuada anticipación, afectando la preparación previa del paciente.
- **Baja capacidad de respuesta ante cambios inesperados:** Cuando surgen modificaciones en la disponibilidad de recursos quirúrgicos, como materiales o insumos, el sistema actual carece de flexibilidad para adaptarse rápidamente, lo que dificulta la reprogramación eficiente y genera más cancelaciones, como se evidenció en la observación directa. Un ejemplo recurrente es la programación de cirugías que no cuentan con la confirmación de todos los recursos requeridos. En estos casos, al no lograrse la disponibilidad del recurso antes de finalizar la jornada laboral, se presentaban dos situaciones: que la cirugía se removiera antes de enviar el programa final del día a todas las partes interesadas, dificultando la sustitución

por otra cirugía en tan corto tiempo, o que la cirugía permaneciera en la programación final con la expectativa de que el recurso esté disponible en el momento de la intervención, lo que no siempre ocurría, derivando en su cancelación.

En conjunto, no solo ocasionan una subutilización de los recursos quirúrgicos, como las salas y materiales con condiciones de uso restringidas, lo que genera pérdidas económicas, sino que también puede afectar la salud del paciente al incrementar los tiempos de espera para sus cirugías.

Este proyecto se enfocará en resolver las ineficiencias derivadas de la programación manual, es decir, aquellas relacionadas con fallas en la programación y la asignación quirúrgica poco anticipada. Para ello, se desarrollará e implementará una herramienta automatizada que permita asignar de manera eficiente las salas y franjas quirúrgicas en el HIC.

La propuesta tiene como objetivo reducir el tiempo dedicado a la programación quirúrgica, mejorar la precisión en la asignación de recursos, disminuir la carga laboral del equipo encargado, reducir las cancelaciones atribuibles a la programación, aumentar la utilización de recursos disponibles e incrementar la satisfacción de los pacientes. Para ello, se desarrollará una herramienta automatizada en Google Sheets mediante Apps Script, que permita una gestión más ágil y eficiente, integrando información sobre disponibilidad de salas, y especialistas en tiempo real.

Además, la automatización facilitará la anticipación en la notificación a los pacientes, disminuyendo las cancelaciones por inasistencia o falta de preparación prequirúrgica. También mejorará la capacidad de respuesta ante cambios inesperados, permitiendo ajustes en la programación de manera rápida y efectiva.

Con esta herramienta, se espera mejorar la eficiencia operativa, optimizar el uso de los recursos quirúrgicos y reducir los tiempos de espera para los pacientes, garantizando un proceso de programación más rápido y preciso.

#### 5.2.4. Indicadores de desempeño en la programación quirúrgica

Con el objetivo de medir las problemáticas identificadas, se definieron tres indicadores clave de desempeño: el tiempo promedio de asignación de salas y franjas quirúrgicas, la tasa de cancelación de cirugías atribuibles a la programación y la tasa de ocupación de salas quirúrgicas.

**Tabla 7.**

*Indicadores de desempeño en la programación quirúrgica.*

Indicador	Definición	Objetivo	Periodicidad	Fórmula	Unidad de medida
Tiempo promedio de asignación de salas y franjas quirúrgicas	Mide cuánto tiempo, en promedio, toma asignar una sala y franja por un turno quirúrgico.	Evaluar la eficiencia del proceso de asignación de salas y franjas quirúrgicas e identificar posibles demoras.	Diario	$\frac{\sum_{i=1}^n \text{Tiempo total de programación}}{\text{Número total de cirugías programadas}}$	min
Tasa de cancelación de cirugías atribuibles a la programación	Mide el porcentaje de cirugías canceladas debido a errores en la programación quirúrgica.	Medir el impacto del proceso de programación quirúrgica sobre la cancelación de cirugías, para identificar oportunidades de mejora en la planificación.	Mensual	$\frac{\text{Número de cirugías canceladas}}{\text{Número promedio mensual}}$	%
Tasa de ocupación de salas quirúrgicas	Mide el grado de utilización de las salas quirúrgicas disponibles en relación con el tiempo total disponible.	Evaluar la eficiencia en la asignación de salas quirúrgicas para identificar oportunidades de mejora en su programación.	Mensual	$\frac{\text{Tiempo total utilizado en cirugías}}{\text{Tiempo total disponible en salas}}$	%

### ***5.2.4.1. Tiempo total de asignación de salas y franjas quirúrgicas***

El tiempo total de asignación de salas y franjas quirúrgicas corresponde al periodo que transcurre desde la verificación de los requisitos previos para programar una cirugía, hasta la confirmación de asistencia de los pacientes ambulatorios.

#### **Cálculo del tamaño de la muestra**

Para determinar el tamaño de la muestra necesaria para obtener el tiempo promedio representativo de la asignación de salas y franjas quirúrgicas se utilizó la distribución T- student.

La fórmula T- student es la siguiente:

$$n = \left( \frac{t_{\alpha} * s}{E} \right)^2$$

Donde:

- **t** es el valor de la distribución t para el nivel de confianza deseado (2.201).
- **s** es la desviación estándar de la muestra (59.32).
- **E** es el margen de error permitido (11.85).

Sustituyendo los valores, se obtuvo un tamaño de muestra de 23 observaciones (véase Apéndice F). Este cálculo garantiza un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

#### **Estimación del tiempo diario en la asignación de salas y franjas quirúrgicas**

A partir de la muestra de 23 observaciones, se determinó que el tiempo promedio para asignar una sala y una franja quirúrgica es de 225 segundos por turno quirúrgico (véase Apéndice F).

El cálculo realizado para estimar el tiempo total diario invertido en la asignación de salas y franjas quirúrgicas se muestra en la Tabla 7.

**Tabla 8.**

*Tiempo diario invertido en la asignación de salas y franjas quirúrgicas en el HIC.*

<b>Métrica</b>	<b>Lunes a jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Unidad</b>
Tiempo promedio de asignación por turno quirúrgico	225	225	Segundos
Cantidad total turnos quirúrgicos para programar al día	50	69	Unidades
Tiempo total diario de asignación de salas y franjas quirúrgicas	187.5	258.75	Minutos

A través de este cálculo, se estableció que el tiempo promedio por turno quirúrgico es de 225 segundos, lo que, considerando la cantidad de cirugías programadas diariamente, representa un tiempo total de 187.5 minutos de lunes a jueves y 258.75 minutos los viernes.

Estos resultados reflejan la necesidad de optimizar el proceso de asignación, ya que la dependencia de un sistema manual prolonga la programación y puede generar retrasos, reprogramaciones y mayor carga laboral para el personal encargado. La implementación de una herramienta automatizada permitirá reducir estos tiempos, mejorando la eficiencia operativa, la distribución equitativa de recursos quirúrgicos y la capacidad de respuesta ante cambios imprevistos.

**5.2.4.2. Cancelaciones de cirugías programadas atribuibles a la programación en el HIC.** A continuación, se presenta la tasa promedio de cancelaciones de cirugías, atribuibles a errores de programación quirúrgica, durante el periodo comprendido entre octubre de 2024 y enero de 2025.

$$\text{Tasa de cancelaciones de cirugías atribuibles a programación} = \frac{21.5}{1047.25} = 2.053\%.$$

La Tabla 8 muestra las causas de las cancelaciones de cirugías atribuibles a la programación quirúrgica, en el periodo entre octubre de 2024 y enero de 2025. Estas cancelaciones fueron seleccionadas a partir del informe mensual de cancelaciones de cirugías (véase Apéndice E).

**Tabla 9.**

*Causas de cancelación de cirugías programadas atribuibles a la programación quirúrgica.*

Causa de cancelación	Octubre 2024	Noviembre 2024	Diciembre 2024	Enero 2025	Total de cancelaciones/causa
Error de programación	8	5	3	7	23
Paciente sin recordatorio de cirugía	0	1	9	12	22
Insumos / material de sala incompletos	4	4	8	3	19
Falta de preparación quirúrgica	0	4	2	4	10
No apto por anestesia	3	1	2	2	8
No reserva de hemoderivados	2	0	1	1	4
<b>Total de cancelaciones/mes</b>	17	15	25	29	86

La Tabla 8 presenta las categorías de causas de cancelaciones de cirugías en el HIC, en donde se puede observar que, durante el periodo observado, las principales causas de cancelaciones

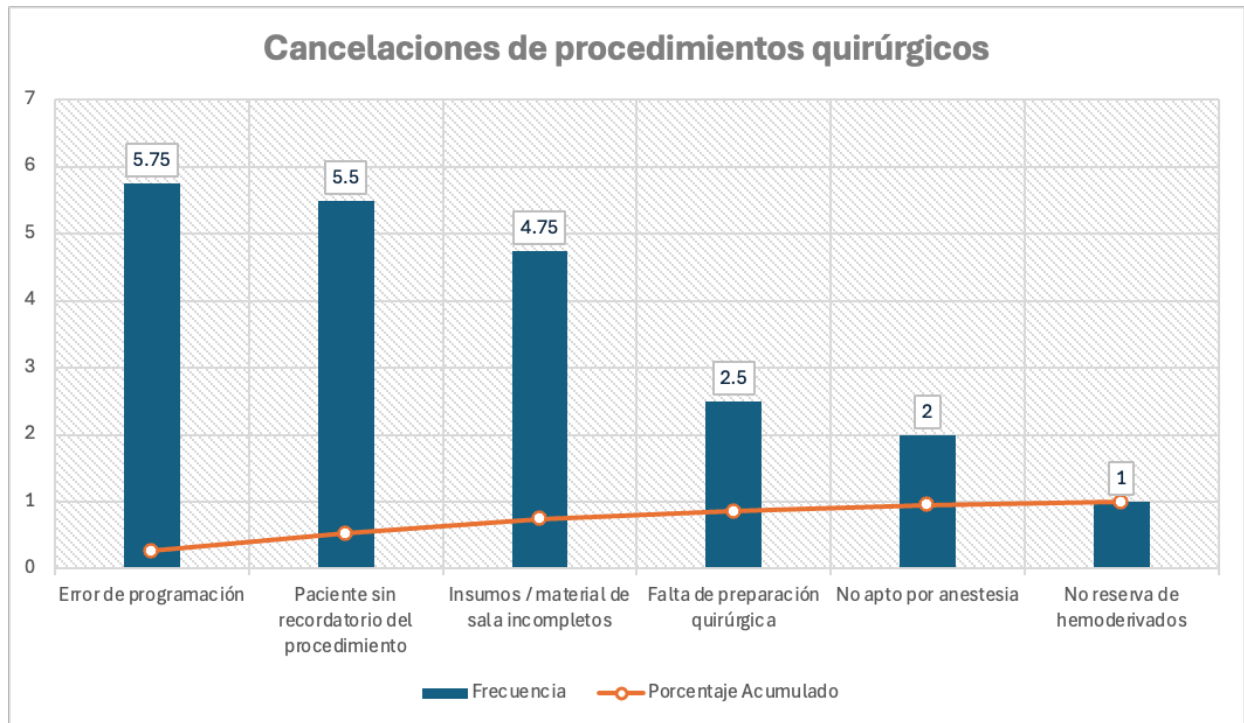
atribuibles a programación quirúrgica son errores de programación, paciente sin recordatorio de cirugía, y la no disponibilidad de insumos, materiales o equipos en sala.

Las causadas por fallas en la programación se agrupan en 4 categorías principales. En primer lugar, los errores de programación, que incluyen la asignación de especialistas no disponibles, la programación simultánea de dos cirugías para un mismo especialista, la selección incorrecta de fechas, la asignación inexacta del tiempo de la cirugía y la falta de notificación a los especialistas. En segundo lugar, los insumos o materiales de sala incompletos debido a la no verificación de su disponibilidad. En tercer lugar, la omisión en la verificación del aval de anestesia. Y finalmente, la no disponibilidad de hemoderivados necesarios para el procedimiento.

Por otro lado, las cancelaciones asociadas a la falta de anticipación en la programación quirúrgica se deben, principalmente, a que los pacientes ambulatorios o remitidos por médicos aliados no asisten a su cirugía por no haber recibido un recordatorio oportuno, o por no cumplir con la preparación quirúrgica requerida.

**Figura 3.**

*Diagrama de Pareto: Causas de cancelaciones de cirugías programadas atribuibles a la programación quirúrgica.*



En el diagrama de Pareto se observa que las principales causas de cancelación de cirugías se concentran en tres aspectos clave. En primer lugar, el error de programación se posiciona como la causa más frecuente, con 5.75 cancelaciones en promedio por mes registradas. En segundo lugar, está el paciente sin recordatorio de cirugía, con una frecuencia muy cercana, alcanzando las 5.5 cancelaciones. Por último, los insumos o materiales de sala incompletos también representan un factor significativo, aunque con un impacto algo menor en comparación con las dos causas principales.

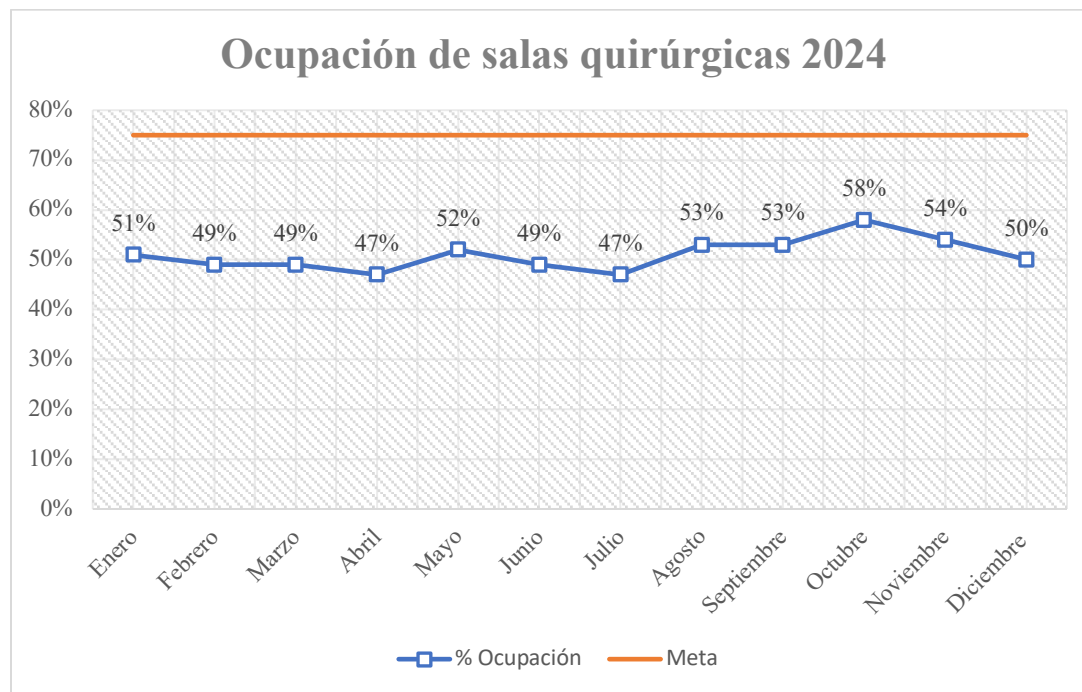
En cuanto al impacto acumulado, estas tres primeras causas son responsables de aproximadamente el 80% de las cancelaciones totales, lo que las convierte en las principales oportunidades de mejora dentro del sistema de programación quirúrgica.

A pesar de su menor incidencia, las últimas tres causas: falta de preparación quirúrgica, no apto por anestesia y no reserva de hemoderivados, también son importantes de abordar para fortalecer la eficiencia y confiabilidad del sistema quirúrgico.

#### 5.2.4.3. Ocupación de salas quirúrgicas

#### Figura 4.

*Nivel de ocupación de salas quirúrgicas durante el 2024.*



*Nota.* Adaptado de *Tablero de Indicadores Clínicos de Cirugía*, FCV-HIC, 2024.

La imagen presenta la ocupación de salas quirúrgicas durante el 2024, mostrando una variabilidad entre el 47% y el 58%, un nivel inferior a la meta institucional del 75%. Esta diferencia

evidencia una oportunidad de mejora desde el área de programación, enfocándose en una planificación más eficiente que maximice el uso de los quirófanos y reduzca las cancelaciones.

## 6. Diseño e implementación del plan de mejoramiento

### 6.1. Diseño del plan de mejoramiento

#### 6.1.1. Propuesta de mejora

Desarrollo de una herramienta automatizada para la asignación de salas y franjas quirúrgicas, basada en Google Sheets y Apps Script. Esta etapa del proceso, al ser la más compleja, requiere la mayor inversión de tiempo y es donde se presentan la mayoría de las fallas.

#### 6.1.2. Problema que pretende resolver

La utilización de la herramienta automatizada busca resolver las ineficiencias asociadas a la programación manual, es decir, las fallas de programación y la falta de anticipación en la programación quirúrgica, con el objetivo de disminuir las cancelaciones de cirugías para tener un uso más eficiente de recursos quirúrgicos y un menor tiempo de espera para los pacientes.

Además, al tener una herramienta automatizada, se disminuirá el tiempo total dedicado a la programación, disminuyendo la sobrecarga laboral y la probabilidad de errores.

#### 6.1.3. Objetivos

Mejorar la eficiencia en la programación quirúrgica del HIC, reduciendo las cancelaciones quirúrgicas, al abordar los problemas generados por la programación manual.

- **Fallas en la programación:** Los errores de programación, como la asignación de especialistas no disponibles, la programación simultánea de cirugías para un mismo

cirujano, la asignación de especialistas no disponibles, la selección incorrecta de fechas o el registro incorrecto del tiempo quirúrgico, se corrigen gracias a la incorporación de parámetros y restricciones en la herramienta automatizada para la asignación de salas y franjas quirúrgicas. Adicionalmente, la falta de insumos, materiales y equipos, o la no reserva de hemoderivados, se aborda mediante una casilla de verificación de requisitos quirúrgicos, la cual impide la asignación del turno quirúrgico si no se han cumplido previamente todos los requerimientos establecidos.

- **Programación quirúrgica poco anticipada:** Al automatizar la asignación de salas y bloques quirúrgicos, se reduce significativamente el tiempo requerido para programar una cirugía. Esto permite contar con una programación más anticipada, lo que favorece tanto la preparación quirúrgica del paciente como la gestión oportuna de notificaciones a los pacientes. Además, la herramienta incorpora una casilla de verificación para facilitar la confirmación de la notificación a pacientes ambulatorios y de médicos aliados. De este modo, se lleva un control más organizado de los pacientes pendientes por notificar, minimizando así el riesgo de programar cirugías sin una adecuada confirmación previa.

Al abordar las causas de cancelación de cirugías mediante la herramienta automatizada de asignación de salas y franjas quirúrgicas, se busca mejorar la eficiencia operativa del proceso quirúrgico, mediante un uso más óptimo de los recursos disponibles como salas, insumos, materiales, personal y tiempo. Esto permite evitar cancelaciones que implican un uso ineficiente de dichos recursos, contribuyendo así a una mejor gestión de la capacidad instalada.

Además, aunque no es una problemática de la programación quirúrgica manual, el sistema automatizado facilita la respuesta ante cambios en la disponibilidad de recursos que impiden la realización de una cirugía. Al contar con toda la información previamente registrada, es posible incorporar de manera ágil una nueva cirugía en la programación, reorganizando eficientemente las salas y franjas quirúrgicas para adaptarse a la nueva situación.

## **6.2. Implementación del plan de mejoramiento**

Se desarrolló una herramienta automatizada en Google Sheets, apoyada en Apps Script, que permite la asignación automatizada de salas y franjas quirúrgicas. Esta solución mejora el uso eficiente de los recursos quirúrgicos y contribuye a reducir los tiempos de espera de los pacientes, al disminuir la cantidad de cancelaciones quirúrgicas.

El algoritmo diseñado excluye de la programación automática a:

- Cirugías realizadas por médicos aliados, debido a que estos profesionales no cuentan con un horario de disponibilidad fijo.
- Cirugías oncológicas o relacionadas, cuya programación es realizada directamente por la Jefatura de Oncología.

Para garantizar que no se presenten solapamientos en el uso de las salas quirúrgicas, se respetaron las asignaciones manuales definidas previamente:

- Las cirugías de médicos aliados se programan exclusivamente en la Sala 1.
- Las cirugías oncológicas se asignan en las Salas 9 y 10.

De esta manera, la herramienta no solo busca agilizar el proceso de programación, sino también asegurar el cumplimiento de las condiciones operativas actuales del servicio quirúrgico.

Las especialidades que son gestionadas automáticamente por la herramienta incluyen, Ortopedia y Traumatología, Cirugía General, Cirugía plástica, Urología, Ginecología Y Obstetricia, Cirugía pediátrica, Neurocirugía, Cirugía de Mano, Cirugía Hepato Pancreato Biliar y Trasplante, Cirugía Maxilo Facial, Cirugía Del Tórax, Coloproctología, Urología, y Urología pediátrica.

### ***6.2.1. Funcionalidades de la herramienta de asignación de salas y franjas quirúrgicas***

**Tabla 10.**

*Funcionalidades de la herramienta de asignación de salas y franjas quirúrgicas.*

<b>Funcionalidad</b>	<b>Descripción</b>
Asignación de salas quirúrgicas	<p>Se selecciona la sala más adecuada para cada cirugía evitando el uso de papel como instrumento de asignación, teniendo en cuenta los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La jerarquía de compatibilidad entre sala y especialidad.</li> <li>• La disponibilidad de la sala en el horario requerido, evitando superposiciones con otras cirugías.</li> <li>• Las ocupaciones definidas manualmente por el equipo de programación.</li> </ul>

Asignación de franjas quirúrgicas	<p>La herramienta asigna automáticamente la franja quirúrgica a cada cirugía, evitando el uso de papel como instrumento de asignación, en función de:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El tiempo quirúrgico definido por el especialista.</li> <li>2. La disponibilidad horaria del especialista.</li> <li>3. La disponibilidad de la sala quirúrgica.</li> </ol> <p>Cada cirugía se ubica en una franja quirúrgica, evitando:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Superposiciones con otras cirugías en la misma sala.</li> <li>5. Conflictos con otras asignaciones del mismo especialista.</li> </ol> <p>Se prioriza:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. La agrupación de cirugías del mismo especialista en bloques de tiempo consecutivos.</li> <li>7. Que estas cirugías se realicen en la misma sala durante el día.</li> </ol>
Respeto a asignaciones manuales	<p>En casos muy inusuales, los especialistas solicitaban una sala o franja quirúrgica específica debido a razones de comodidad en el caso de la sala, o por disponibilidad en el caso de la franja. Por esta razón, se programó la herramienta para que permitiera realizar asignaciones manuales y las tuviera en cuenta en la asignación automatizada.</p>
Agenda de disponibilidad de especialistas modificable	<p>Se desarrolló una hoja de agenda editable que permite actualizar de forma flexible la disponibilidad horaria de los especialistas, adaptándose a cambios semanales o mensuales que puedan surgir en su programación.</p>
Confirmación de asistencia del paciente ambulatorio y de médico aliado	<p>Se incorpora una casilla de verificación en la interfaz para facilitar a las asistentes quirúrgicas el registro de la confirmación de asistencia de pacientes ambulatorios o de médicos aliados. Esta confirmación incluye la validación de la fecha, la franja quirúrgica asignada y las indicaciones especiales para su cirugía. La funcionalidad permite llevar un control claro y actualizado de las cirugías confirmadas, contribuyendo a reducir cancelaciones por inasistencia del paciente.</p>
Facilidad de adaptación ante cambios en la disponibilidad de recursos	<p>Aunque la información poco anticipada sobre disponibilidad de recursos no representa una problemática directa del proceso manual, la herramienta facilita la reprogramación de cirugías al permitir la incorporación ágil de nuevas cirugías. Gracias a su capacidad para reorganizar automáticamente las salas y franjas quirúrgicas disponibles, la herramienta se adapta a cambios en la programación.</p>

### 6.2.2. *Parámetros y restricciones de la herramienta automatizada de asignación de salas y franjas quirúrgicas*

Considerando los parámetros de asignación utilizados en la programación manual (Tabla 2), se diseñaron las restricciones y parámetros que la herramienta debe tener en cuenta para la automatización de asignación de salas y franjas quirúrgicas. Estos elementos se describen en la Tabla 9.

#### **Tabla 11.**

*Parámetros y restricciones de la herramienta automatizada de asignación de salas quirúrgicas.*

<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>
Disponibilidad de especialistas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cada cirujano cuenta con bloques de tiempo previamente definidos en los cuales puede realizar las cirugías.</li> <li>- Solo se asignan cirugías a especialistas disponibles en el horario correspondiente.</li> </ul>
Disponibilidad de salas quirúrgicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se consideran 12 salas quirúrgicas disponibles de lunes a viernes, 5 salas los sábados y 1 sala los domingos.</li> <li>- No se permite la asignación de más de una cirugía en la misma sala y franja horaria.</li> </ul>
Cumplimiento de requisitos previos a la programación	<p>La herramienta solo programa cirugías que cumplan con los requisitos previos establecidos (autorización, aval de preanestesia, materiales, insumos y equipos), filtrando automáticamente aquellos casos que aún no están listos para ser asignados.</p>
Especialidades quirúrgicas por sala	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cada sala tiene especialidades quirúrgicas priorizadas según la infraestructura y equipamiento disponible.</li> <li>- La asignación de la sala sigue una jerarquía de prioridades establecida previamente, buscando</li> </ul>

---

	siempre ubicar las cirugías en las salas más afines a su especialidad.
Asignaciones manuales predefinidas	- Se podrán realizar asignaciones manuales cuando el especialista o el tipo de cirugía requieran una franja quirúrgica o una sala específica, para asegurar que las necesidades particulares de cada cirugía sean cubiertas adecuadamente.
Duración estimada de cirugías	Se considera la franja quirúrgica establecida para cada cirugía, la cual puede variar entre 1 y 8 horas, dependiendo de la complejidad de la cirugía.
Solapamientos y continuidad	- No se permite la superposición de cirugías en la misma sala ni para el mismo cirujano. - Se prioriza agrupar cirugías consecutivas del mismo especialista para optimizar la jornada quirúrgica. - Se busca que el especialista realice todas sus cirugías en una única sala durante el día.

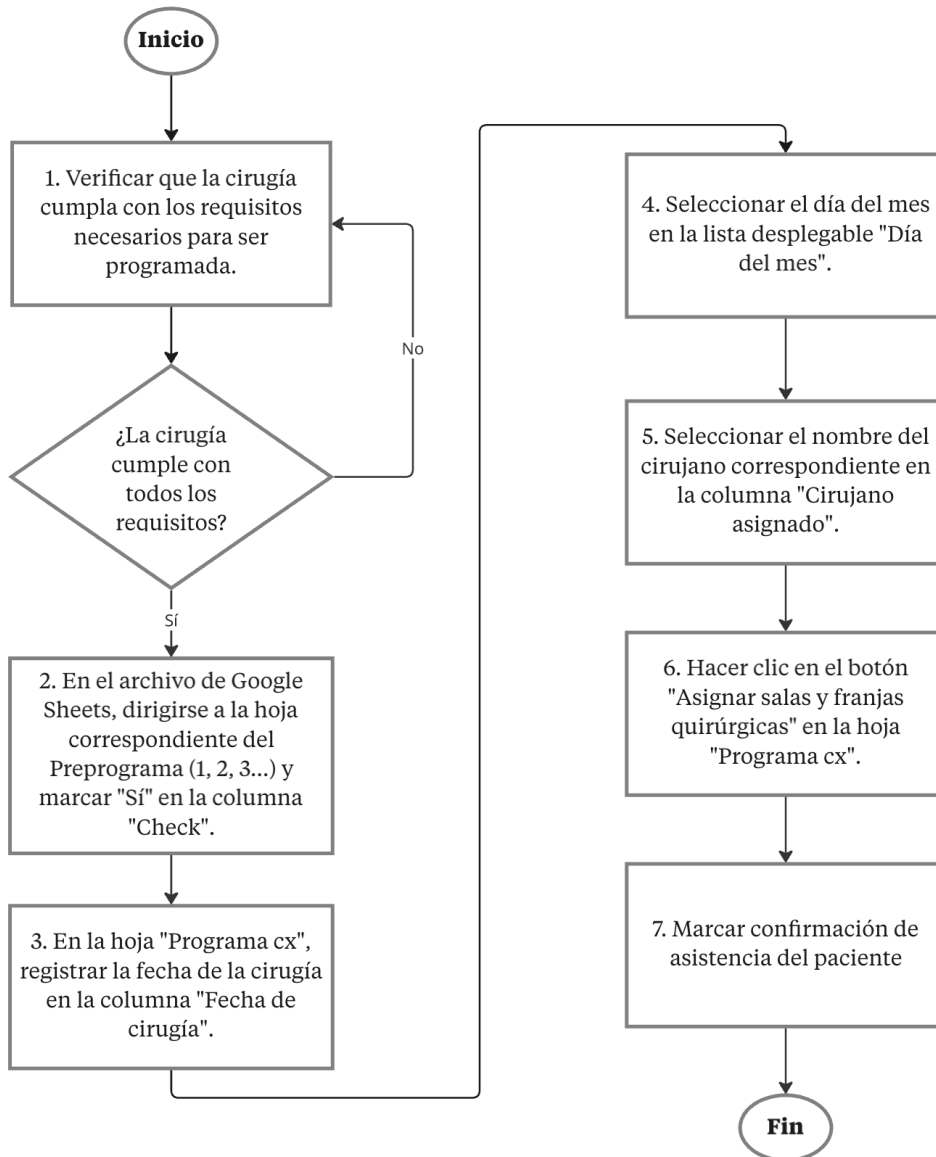
---

### ***6.2.3. Diagrama de flujo del proceso de asignación de salas y franjas quirúrgicas***

A continuación, se presenta el diagrama de flujo que describe el proceso de asignación automatizada de salas y franjas quirúrgicas.

**Figura 5.**

*Flujograma del proceso de asignación de salas y franjas quirúrgicas con la herramienta automatizada.*



**1. Verificar que la cirugía cumpla con los requisitos necesarios para ser programada.**

La cirugía debe contar con aval de preanestesia, autorización vigente, requisitos asistenciales completos y equipos, herramientas y materiales disponibles.

**2. En el archivo de Google Sheets, dirigirse a la hoja correspondiente del Preprograma (1, 2, 3...) y marcar "Sí" en la columna "Check".**

Una vez verificado que la cirugía cumple con todos los requisitos, se debe marcar "Sí" en la columna "Check". Las cirugías marcadas serán copiadas automáticamente a la hoja "Programa cx" al ejecutar el paso 4.

**3. En la hoja "Programa cx", registrar la fecha de la cirugía en la columna "Fecha de cirugía".**

Este paso activa la disponibilidad de cirujanos y salas correspondientes a esa fecha.

**4. Seleccionar el día del mes en la lista desplegable "Día del mes".**

Al elegir el día, la herramienta copiará automáticamente las cirugías desde la hoja del Preprograma correspondiente a la hoja "Programa cx", donde se realizará la asignación.

**5. Seleccionar el nombre del cirujano correspondiente en la columna "Cirujano asignado".**

Indicar el cirujano programado para la realización de cada cirugía.

**6. Hacer clic en el botón "Asignar salas y franjas quirúrgicas" en la hoja "Programa cx".**

Al ejecutar este paso, la herramienta asignará automáticamente la sala y franja quirúrgica más adecuada para cada cirugía, eliminando el proceso repetitivo de realizar estas asignaciones manualmente una por una, lo que reduce significativamente el proceso de programación y alivia la carga laboral.

**7. Marcar confirmación de asistencia del paciente**

Una vez se haya realizado la programación quirúrgica, las asistentes de programación se encargan de comunicarse con el paciente para brindarles información sobre la fecha, hora e indicaciones correspondientes a su cirugía. Con el objetivo de llevar un registro ordenado del proceso, las asistentes deben marcar la casilla correspondiente una vez realizada la confirmación con el paciente.

#### 6.2.4. Interfaz de la herramienta

La herramienta desarrollada opera sobre un libro de cálculo estructurado que facilita la visualización y gestión de la programación diaria de cirugías. La interfaz se organiza principalmente en la hoja denominada "Programa cx", donde se registran automáticamente los resultados de la asignación, como se muestra en la Figura 5.

#### Figura 6.

*Visualización de la asignación final de especialistas, salas y franjas quirúrgicos en la hoja Programa cx.*

Especialidad	Procedimiento quirúrgico	Tipo de programación	Tipo de cirujano	Tiempo quirúrgico (H)	Cirujano asignado	Sala	Franja quirúrgica	Confirmación de asistencia
Ortopedia y Traumatología	- REDUCCION ABIERTA DE FRACTURA SUBCAPITA	Electiva	Institucional	3:00		Sala 15	9:00 a.m. - 12:00 p.m.	
Ortopedia y Traumatología	- INJERTO OSEO EN FEMUR (Via 1 - Derecha), - REDUCCION ABIERTA DE FRACTURA EN FEMUR	Electiva	Institucional	3:00		Sala 16	7:00 a.m. - 10:00 a.m.	
Ortopedia y Traumatología	- DRENAJE DE COLECCION PROFUNDA DE TEJIDO	Urgencia	Institucional	2:00		Sala 16	5:00 p.m. - 7:00 p.m.	
Ortopedia y Traumatología	- LIGAMENTORRAFIA O REINSERCIÓN DE LIGAMEN - LAVADO Y DESBRIDAMIENTO DE FRACTURA ABIE	Electiva	Institucional	3:00		Sala 16	10:00 a.m. - 1:00 p.m.	
Neurocirugía	- RESECCION DE TUMOR O LESION DE LA BASE DI	Electiva	Institucional	8:00		Sala 3	7:00 a.m. - 3:00 p.m.	
Cirugía Plástica	- COLGAJO LOCAL DE PIEL COMPUESTO DE VECIN ENTRE DOS A CINCO CENTIMETROS CUADRADOS (No Aplica)	Electiva	Institucional	4:00		Sala 6	7:00 a.m. - 11:00 a.m.	<input checked="" type="checkbox"/>
Cirugía Hepato Pancreato Biliar y Trasplante	- RECONSTRUCCION DE VIAS BILIARES VIA ABIE - ANASTOMOSIS PANCREATOENTERICA VIA ABIE - PANCREATICOUDENECTOMIA PROXIMAL VIA	Electiva	Institucional	8:00		Sala 11	7:00 a.m. - 3:00 p.m.	
Ginecología Y Obstetricia	- MARSUPIALIZACION O DRENAJE EN LA GLANDUL	Urgencia	Institucional	1:00		Sala 5	1:00 p.m. - 2:00 p.m.	<input checked="" type="checkbox"/>
Cirugía General	- SUSTITUCION DE DISPOSITIVO DE PRESION SUB	Urgencia	Institucional	7:00		Sala 20	11:30 a.m. - 6:30 p.m.	<input checked="" type="checkbox"/>
Cirugía Del Torax	- DECORTICACION PULMONAR POR TORACOSCOF	Electiva	Institucional	2:00		Sala 2	7:00 a.m. - 9:00 a.m.	
Ginecología Y Obstetricia	- SALPINGECTOMIA BILATERAL TOTAL POR LAPAR - CISTECTOMIA DE OVARIO POR LAPAROTOMIA (V - HISTERECTOMIA TOTAL POR LAPAROTOMIA (VIA	Urgencia	Institucional	4:00		Sala 5	2:00 p.m. - 6:00 p.m.	<input type="checkbox"/>

Los campos que la herramienta completa de manera automatizada son:

- **Sala quirúrgica asignada:** Identifica la sala donde se realizará la cirugía, respetando las prioridades de especialidad y disponibilidad.
- **Franja quirúrgica:** Define la hora exacta en la que debe comenzar y finalizar la cirugía, de acuerdo con la disponibilidad del cirujano y de la sala quirúrgica.

Adicionalmente, se incluyó una columna denominada “**Confirmación de asistencia**”, compuesta por una casilla de verificación para las cirugías ambulatorias. Esta función permite registrar si se ha realizado la llamada de confirmación al paciente, con el fin de asegurar su asistencia a la cirugía programada. Esta validación contribuye a reducir las cancelaciones por inasistencia y a mejorar la eficiencia operativa del servicio quirúrgico.

La herramienta también incluye un libro de cálculo adicional llamado “**Agenda especialistas**”, donde se registra la disponibilidad de cada cirujano (véase Figura 6). Esta agenda es editable, lo que permite ajustar fácilmente cualquier cambio en la disponibilidad semanal o mensual, asegurando que la programación quirúrgica se realice con información actualizada. Además, se incorporó un menú desplegable para seleccionar la especialidad quirúrgica, lo que facilita su uso y ayuda a mejorar la precisión al momento de asignar a cada especialista (véase Figura 7).

Figura 7.

Agenda de especialistas.

Marzo 2025		Ortopedia						
Jornada	Tipo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		24	25	26	27	28	1	2
7:00 a.m. - 1:00 p.m.	Electiva						PEDRO	JOSUE
	Trauma							
1:00 p.m. - 7:00 p.m.	Electiva						RAFAEL	GERARDO
	Trauma							
		3	4	5	6	7	8	9
7:00 a.m. - 1:00 p.m.	Electiva	GUSTAVO	CESAR	GUSTAVO	LUIS	JOSUE	GUSTAVO	
	Trauma	LUIS	GERARDO	JOSUE	PEDRO	CESAR		
1:00 p.m. - 7:00 p.m.	Electiva	JAVIER	PEDRO	GERARDO	CESAR	LUIS	GUSTAVO	
	Trauma	ANDERSON	RAFAEL	JAIME	JAVIER	JAVIER		
		10	11	12	13	14	15	16
7:00 a.m. - 1:00 p.m.	Electiva	GUSTAVO	CESAR	GUSTAVO	LUIS	JOSUE	RAFAEL	
	Trauma	LUIS	ALEXIS	JOSUE	PEDRO	JAIME		
1:00 p.m. - 7:00 p.m.	Electiva	JAVIER	PEDRO	GERARDO	JAVIER	JAVIER		
	Trauma	GERARDO	GERARDO	JAIME	CESAR			
		17	18	19	20	21	22	23
7:00 a.m. - 1:00 p.m.	Electiva	GUSTAVO	CESAR	GUSTAVO	LUIS	GUSTAVO	JAVIER	
	Trauma	LUIS		JOSUE	PEDRO	PEDRO		
1:00 p.m. - 7:00 p.m.	Electiva	JAVIER	PEDRO	GERARDO	JAVIER	LUIS		
	Trauma	GERARDO	GERARDO	RAFAEL	CESAR	JAVIER		
		24	25	26	27	28	29	30
7:00 a.m. - 1:00 p.m.	Electiva	GUSTAVO	CESAR	GUSTAVO	LUIS	LUIS	GUSTAVO	
	Trauma		LUIS	ALEXIS	PEDRO	CESAR		
1:00 p.m. - 7:00 p.m.	Electiva		PEDRO	GERARDO	JAVIER	LUIS		
	Trauma		GERARDO		CESAR	JAVIER		
		31						
7:00 a.m. - 1:00 p.m.	Electiva	GUSTAVO						
	Trauma	RAFAEL						
1:00 p.m. - 7:00 p.m.	Electiva	ANDERSON						
	Trauma	LUIS						

Figura 8.

Menú desplegable para la selección de la especialidad quirúrgica.

Año 2025  
 Mes Marzo  
 Especialidad **Ortopedia**

- Cirugía de mano
- Cirugía del Tórax
- Cirugía general
- Cirugía HPB
- Cirugía Maxilofacial
- Cirugía Pediátrica
- Cirugía plástica
- Coloproctología
- Ginecología
- Neurocirugía
- Ortopedia**
- Urología
- Urología Pediátrica



**Figura 10***Ocupación de salas quirúrgicas.*

Ocupación de salas 4 de marzo											
Horario	Sala 1	Sala 2	Sala 3	Sala 4	Sala 5	Sala 6	Sala 11	Sala 14	Sala 15	Sala 16	Sala 20
7:00 - 8:00											
8:00 - 9:00											
9:00 - 10:00											
10:00 - 11:00											
11:00 - 12:00											
12:00 - 13:00											
13:00 - 14:00											
14:00 - 15:00											
15:00 - 16:00											
16:00 - 17:00											
17:00 - 18:00											
18:00 - 19:00											
<b>% Ocupación</b>	<b>0.0%</b>	<b>75.0%</b>	<b>66.7%</b>	<b>66.7%</b>	<b>83.3%</b>	<b>58.3%</b>	<b>66.7%</b>	<b>0.0%</b>	<b>91.7%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>

### 6.2.5. Capacitación del uso de la herramienta

Como parte del proceso de implementación, se llevó a cabo una capacitación dirigida a la jefe de programación quirúrgica quién es la encargada directa de utilizar la herramienta, con el objetivo de garantizar su adecuado uso. La capacitación tuvo una duración aproximada de una hora y estuvo enfocada en familiarizar a la jefe de programación con las principales funcionalidades del sistema, como la asignación automatizada de salas y franjas quirúrgicas, el filtro de validación de requisitos previos y la funcionalidad de confirmación de asistencia de los pacientes.

Posteriormente, se realizó un seguimiento durante un mes al uso real de la herramienta, con el fin de identificar oportunidades de mejora, verificar su correcto funcionamiento y medir el impacto a través de indicadores clave de desempeño. El resultado de las asignaciones

automatizadas de salas y franjas quirúrgicas, como producto de la implementación de la herramienta, se presenta en el Apéndice G como evidencia del funcionamiento del sistema.

Adicionalmente, se incluyó una sección de instrucciones dentro del mismo archivo de Google Sheets, como se muestra en la Figura 10, que describe paso a paso cómo utilizar la herramienta, con el objetivo de proporcionar una guía permanente de consulta para el equipo y asegurar la continuidad operativa en caso de cambios en el personal.

Esta etapa de formación y acompañamiento fue fundamental para lograr una transición fluida desde un sistema manual hacia una solución automatizada, eficiente y sostenible en el tiempo.

**Figura 11.**

*Guía de uso de la herramienta de asignación automatizada de salas y franjas quirúrgicas.*



## 7. Indicadores

Luego de implementar la herramienta en el periodo de prueba de un mes, se evaluaron los mismos indicadores clave de desempeño definidos en el diagnóstico. A continuación, la Tabla 10 presenta los resultados comparativos respecto a la línea base, que permiten valorar la efectividad de la solución propuesta.

**Tabla 12.**

*Indicadores clave de desempeño del proceso de programación quirúrgica: antes vs. después de la implementación de la herramienta automatizada.*

<b>Indicador</b>	<b>Línea base (antes)</b>	<b>Resultado posterior</b>	<b>Variación</b>	<b>Unidad de medida</b>
Tiempo promedio de asignación de salas y franjas quirúrgicas	225	42.87	-182.13	Segundos/Tur no quirúrgico
Tasa de cancelación de cirugías por errores en la programación	2.05	0.76	-62.93	%
Tasa de ocupación de salas quirúrgicas	51	62	+21.57	%

### 7.1. Tiempo promedio de asignación de salas y franjas quirúrgicas

**7.1.1. Tiempo de asignación manual por turno quirúrgico**

El diagnóstico inicial del proceso de programación quirúrgica evidenció que el tiempo promedio diario que el equipo destinaba a la asignación manual de sala y franja quirúrgica por turno era de 225 segundos.

**7.1.2. Tiempo de asignación automatizada por turno quirúrgico**

Una vez se desarrolló la herramienta automatizada y la realización de los ajustes necesarios para su adecuado funcionamiento, se procedió a su implementación durante un periodo de prueba de un mes. Durante este tiempo, se tomaron mediciones de referencia que permitieron estimar el nuevo tiempo requerido para la asignación por turno quirúrgico.

La Tabla 11 resume los tiempos promedio invertidos en cada una de las etapas del proceso automatizado, así como el tiempo total de asignación por turno. Los resultados muestran una reducción significativa en el tiempo requerido, alcanzando un promedio de 42.86 segundos por turno quirúrgico.

**Tabla 13.**

*Tiempo promedio invertido en cada etapa del proceso de asignación automatizada de salas y franjas quirúrgicas.*

<b>Etapas del proceso</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Tiempo promedio</b>
Marcar “Sí” en la columna “Check” del Preprograma	Por cada cirugía	5.91 segundos
Registrar la fecha de cirugía en la columna “Fecha de cirugía” en el Preprograma	Por cada cirugía	4.04 segundos
Seleccionar el día de la cirugía en la lista desplegable “Día del mes”	Una vez por ejecución	3 segundos

Seleccionar el nombre del cirujano correspondiente en la columna “Cirujano asignado”	Por cada cirugía	32.47 segundos
Hacer clic en el botón “Asignar salas y franjas quirúrgicas”	Una vez por ejecución	6 segundos
<b>Tiempo total promedio por turno quirúrgico</b>		<b>42.86 segundos</b>

### ***7.1.3. Estimación del número promedio de turnos quirúrgicos diarios programables mediante la herramienta automatizada***

Con el fin de evaluar el impacto operativo de la herramienta automatizada desarrollada, se estimó el número promedio de turnos quirúrgicos diarios que pueden ser programados a través de esta. Para este análisis se excluyeron los turnos correspondientes a cirugías realizadas por médicos aliados y a especialidades asociadas a oncología. Como resultado del análisis, se determinó que el número promedio de turnos quirúrgicos programables diariamente mediante la herramienta automatizada es de 27.5 de lunes a jueves y 42.3 los viernes, (véase Anexo G).

### ***7.1.4. Tiempo promedio diario invertido en la asignación manual y automatizada de salas y franjas quirúrgicas***

Las tablas 12 y 13, presentan el tiempo total promedio diario invertido en la asignación de salas y franjas quirúrgicas mediante el proceso manual tradicional y el proceso automatizado implementado, respectivamente.

**Tabla 14.**

*Tiempo promedio diario invertido en la asignación manual de salas y franjas quirúrgicas.*

<b>Día de programación</b>	<b>Promedio diario de turnos quirúrgicos asignables de manera automática</b>	<b>Promedio diario de asignación por turno quirúrgico (Seg)</b>	<b>Tiempo total diario invertido en la asignación (Min)</b>
De lunes a jueves	27.5	225	103.13
Viernes	42.3	225	158.63

**Tabla 15.**

*Tiempo promedio diario invertido en la asignación automatizada de salas y franjas quirúrgicas.*

<b>Día de programación</b>	<b>Promedio diario de turnos quirúrgicos asignables de manera automática</b>	<b>Promedio diario de asignación por turno quirúrgico (Seg)</b>	<b>Tiempo total diario invertido en la asignación (Min)</b>
De lunes a jueves	27.5	42.86	19.64
Viernes	42.3	42.86	30.22

#### ***7.1.5. Comparación del tiempo promedio diario invertido en la asignación manual y automatizada de salas y franjas quirúrgicas***

**Tabla 16.**

*Comparación del tiempo promedio diario invertido en la asignación manual y automatizada de salas y franjas quirúrgicas.*

<b>Día de programación</b>	<b>Asignación manual (min)</b>	<b>Asignación automatizada (min)</b>	<b>Reducción de tiempo (min)</b>
De lunes a jueves	103.12	19.64	83.48

Viernes	158.63	30.22	128.40
---------	--------	-------	--------

Los resultados obtenidos demuestran una mejora significativa en la eficiencia operativa de la programación quirúrgica en el Hospital Internacional de Colombia. En cuanto al tiempo promedio necesario para asignar la sala y la franja quirúrgica para una cirugía, se observó una notable reducción: antes de la implementación de la herramienta automatizada, este proceso tomaba en promedio 225 segundos por cirugía; con la solución desarrollada, se redujo a 42.86 segundos.

En la rutina operativa diaria, esta automatización resultó en la reducción de la carga de trabajo del equipo de programación quirúrgica de lunes a jueves en aproximadamente 83.48 minutos y en 128.40 minutos los viernes, como se muestra en la Tabla 14.

En términos generales, la automatización permitió una reducción en el tiempo total de asignación diario en un estimado del 80%, lo que se traduce en una optimización de recursos y una mejora significativa de las tareas repetitivas realizadas. El impacto positivo logrado se alinea con los objetivos del proyecto al mejorar la anticipación y la precisión de los horarios quirúrgicos, beneficiando así a la institución.

## 7.2. Tasa de cancelación de cirugías atribuibles a la programación

A continuación, se presenta la tasa promedio de cancelaciones quirúrgicas atribuibles a la programación, registrada durante el mes de marzo tras la implementación de la herramienta.

$$Tasa\ de\ cancelaciones\ de\ cirugías\ atribuibles\ a\ programación = \frac{8}{1052} = 0.76\%$$

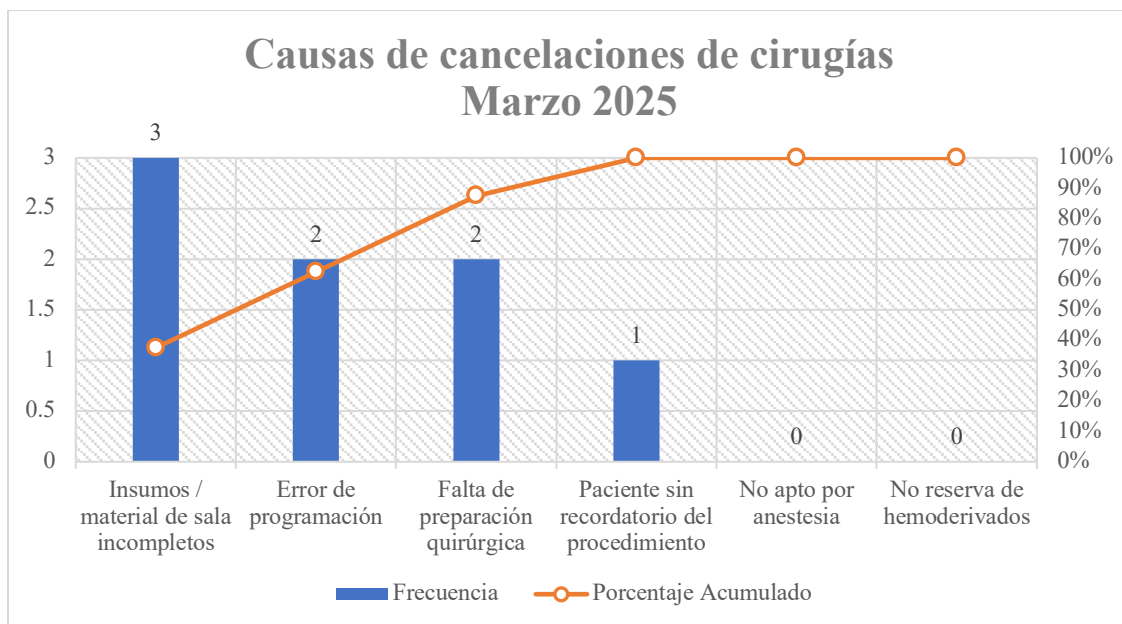
Este valor representa una reducción del 62.93% frente a la línea base establecida antes de la automatización, la cual se encontraba en 2.05%, evidenciando una mejora sustancial en el proceso de programación quirúrgica.

Como se muestra en la Figura 12, no solo desaparecieron errores críticos como “No apto por anestesia” y “Sin reserva de hemoderivados”, sino que también se logró una reducción considerable en los tres errores que anteriormente representaban el 80% de las cancelaciones quirúrgicas:

- Los errores de programación pasaron de un promedio mensual de 5,75 a solo 2.
- Los pacientes sin recordatorio de asistencia disminuyeron de 5,5 en promedio a 1 por mes.
- Las cirugías canceladas por insumos o materiales de sala incompletos se redujeron de 4,75 en promedio a 3.

**Figura 12.**

*Diagrama de Pareto: Causas de cancelación de cirugías programadas atribuibles a la programación quirúrgica tras la implementación de la herramienta automatizada.*



Estos resultados evidencian la efectividad de la herramienta automatizada en la reducción de errores asociados al proceso manual de asignación, tales como la programación de especialistas no disponibles o la asignación simultánea de un mismo especialista a más de una cirugía. Asimismo, destacan la utilidad de los filtros automáticos integrados, como el mecanismo de verificación de requisitos previos a la programación, que permitió evitar la asignación de cirugías que no cumplieran con los criterios establecidos. Además, la incorporación de la funcionalidad de confirmación de asistencia contribuyó a disminuir significativamente las cancelaciones por inasistencia de pacientes, optimizando así la eficiencia operativa del servicio quirúrgico. Finalmente, la programación con mayor anticipación, facilitada por la herramienta, permitió reducir errores asociados a una preparación quirúrgica insuficiente, tanto por parte de la institución como del paciente.

### **7.3. Tasa de ocupación de salas quirúrgicas**

La tasa de ocupación de las salas quirúrgicas evidenció una mejora tras la implementación de la herramienta. Mientras que en el año 2024 el promedio mensual de ocupación fue del 51%, en marzo de 2025 este indicador se elevó al 62%, como se observa en la Figura 13. Este cambio representa una mejora relativa del 21.57% en la utilización de la capacidad instalada. Este aumento se atribuye a la reducción en la cancelación de cirugías causadas por errores en la programación, así como a una asignación más precisa y eficiente de las franjas y salas quirúrgicas disponibles. Lo anterior fue posible gracias a la lógica de priorización por especialidad incorporada en la herramienta y a la consideración de los horarios reales de disponibilidad tanto de salas como de cirujanos.

**Figura 13.**

*Nivel de ocupación de salas quirúrgicas durante el primer trimestre de 2025.*



*Nota. Adaptado de Tablero de Indicadores Clínicos de Cirugía, FCV-HIC, 2025.*

## 8. Conclusiones

La programación quirúrgica en el Hospital Internacional de Colombia fue mejorada mediante el desarrollo e implementación de una herramienta automatizada para la asignación de salas y franjas quirúrgicas, logrando una programación más rápida, anticipada y precisa.

El diagnóstico del proceso de programación quirúrgica se realizó a través de diferentes herramientas o métodos como la observación directa, la revisión documental, la toma de tiempos y el análisis de indicadores. Este diagnóstico permitió identificar la estructura general del área de programación, el flujo detallado del proceso, los parámetros y condiciones considerados para la programación de cirugías y las principales ineficiencias que afectaban el proceso. Las causas raíz de estas ineficiencias fueron la dependencia de una programación manual y la información poco anticipada sobre la disponibilidad de recursos quirúrgicos. La programación manual implicaba un tiempo excesivo para completar el proceso, especialmente en la asignación de salas y franjas quirúrgicas, que tomaba en promedio 225 segundos por turno quirúrgico. Esto provocaba una sobrecarga laboral que generaba fallas en la programación y dificultaba la anticipación en la programación quirúrgica. Por otro lado, la información poco anticipada sobre los recursos disponibles limitaba la capacidad de respuesta ante cambios inesperados. Como resultado de estas dos causas raíz, se presentaba un promedio mensual de 21.5 cancelaciones de cirugías, lo que aumentaba el tiempo de espera para los pacientes y la subutilización de recursos quirúrgicos, que para el caso de las salas era de solo el 51%.

Con base en los hallazgos obtenidos en el diagnóstico, se identificó la necesidad de diseñar e implementar una herramienta automatizada enfocada en la asignación de salas y franjas quirúrgicas. Esto se debe a que, en la observación directa, esta etapa se identificó como la más compleja del proceso, la que requería mayor tiempo para su realización y que, al ser automatizada, podría mejorar en gran medida la eficiencia del proceso al abordar directamente las causas de ineficiencia asociadas a la programación manual o facilitar su corrección.

La herramienta automatizada se desarrolló en Google Sheets, apoyada en Apps Script, permitiendo la asignación automatizada de salas y franjas quirúrgicas. Se eligió Google Sheets como plataforma base ya que era la herramienta previamente utilizada para organizar la información de cada turno quirúrgico durante la programación manual, lo que facilitó su implementación y adopción por parte del equipo, además, Apps Script permitió incorporar la lógica necesaria para automatizar el proceso de asignación. La herramienta incorporó todos los parámetros y restricciones considerados en la asignación de salas y franjas quirúrgicas, y abordó las causas de cancelaciones quirúrgicas con el objetivo de hacer un uso más eficiente de los recursos. La capacitación en el uso de la herramienta fue dirigida a la jefe de programación, responsable directa del proceso de asignación, y se enfocó en familiarizarla con las principales funcionalidades del sistema y su correcto uso.

Por último, se diseñó e implementó un sistema de indicadores para monitorear y medir la efectividad de la implementación de la herramienta automatizada en la eficiencia de la programación quirúrgica. El seguimiento se realizó durante un periodo de un mes, mostrando grandes mejoras en los indicadores diseñados. El tiempo promedio de asignación de salas y franjas quirúrgicas, que en la etapa del diagnóstico era de 225 segundos por cirugía, se redujo a 42.86

segundos, logrando una disminución de 182.13 segundos por cirugía. La tasa de cancelación de cirugías atribuibles al proceso de programación pasó del 2.05% al 0.76%, presentando una disminución del 62.93%. Finalmente, la tasa de ocupación de salas quirúrgicas aumentó en 21.57%, al pasar del 51% al 62% tras la implementación de la herramienta.

## **9. Recomendaciones**

Se recomienda ampliar el alcance de la herramienta automatizada a todas las especialidades quirúrgicas, incluyendo las relacionadas con oncología, adaptando los criterios de asignación según las necesidades específicas de cada servicio. Esta ampliación permitiría aprovechar al máximo los beneficios de la automatización en todo el proceso de programación.

Asimismo, se sugiere integrar la herramienta desarrollada al sistema de información hospitalario (SAHI), con el propósito de lograr un flujo de datos en tiempo real, eliminar registros duplicados y consolidar la información en una plataforma única que facilite su gestión.

Para reducir las cancelaciones por fallas en la programación, se recomienda implementar de forma sistemática el uso del filtro de verificación de requisitos y la confirmación anticipada de asistencia para cada turno quirúrgico. Aunque la herramienta ya incluye estas funciones, es importante asegurarse de que se apliquen de manera constante para prevenir imprevistos.

Se recomienda realizar un seguimiento continuo a los indicadores de eficiencia, ocupación de salas y cancelaciones de cirugía, con el fin de monitorear el desempeño del proceso y detectar nuevas oportunidades de mejora, asegurando que los avances logrados se mantengan en el tiempo.

Por último, se recomienda fortalecer la coordinación y el seguimiento entre el área de programación y el área de instrumentación quirúrgica, con el fin de obtener una verificación más anticipada de la disponibilidad de insumos y recursos quirúrgicos.

### Referencias bibliográficas

- Apps Script*. (2024, Septiembre). Google for Developers: <https://developers.google.com/apps-script?hl=es-419#:~:text=Apps%20Script%20es%20una%20plataforma,en%20los%20productos%20de%20Google>.
- Bedoya, N. (2023). *Aprendizajes en el camino a la excelencia*. Fundación Cardiovascular de Colombia: <https://hic.fcv.org/co/documentos/librofcv/Libro-FCV.pdf>
- Bevilacqua, P., & Coleman, M. (2013, Diciembre). Using block scheduling to improve OR efficiency. *OR Manager*, 29(12), 1–5: [https://www.proquest.com/docview/1460867960?utm\\_source=chatgpt.com&sourcetype=Scholarly%20Journals](https://www.proquest.com/docview/1460867960?utm_source=chatgpt.com&sourcetype=Scholarly%20Journals)
- Bodina, A., Pavan, A., & Castaldi, S. (2017). Resource allocation criteria in a hospital. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 58(2), E189–E194.
- Clínica Universidad de Navarra. (2023). *Diccionario Médico*. Clínica Universidad de Navarra: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/sala-operaciones#:~:text=Es%20el%20lugar%20donde%20se,complejas%20y%20que%20salvan%20vidas>
- Corredor, E. (n.d.). *Técnicas de Investigación: Identificación del problema*. Repositorio UNAD: [\[https://repository.unad.edu.co/reproductor-ova/10596\\_22/PDF.pdf\]](https://repository.unad.edu.co/reproductor-ova/10596_22/PDF.pdf)

- Davenport, T. H., & Short, J. E. (1990). The new industrial engineering: Information technology and business process redesign. *Sloan Management Review*, 31(4), 11–27
- Díaz, D. (2024). *Mejoramiento de los procesos de preparación de medicamentos de la central de mezclas de la Fundación Oftalmológica de Santander (FOSCAL)*. [Tesis de grado, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio de la Universidad Industrial de Santander. [<https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/3bdcbb1e-29d2-4275-81fb-140229272138/content>]
- FCV. (2024, Abril). PROCEDIMIENTO DE ATENCIÓN DE PACIENTES DE MÉDICOS ALIADOS.
- FCV. (2024, Febrero 14). Programación Quirúrgica. Floridablanca: Fundación Cardiovascular de Colombia.
- FCV. (2025, ENERO). PREPARACIÓN DEL PACIENTE PARA CIRUGÍA AMBULATORIA.
- FCV. (2025). RECEPCIÓN DE PACIENTES HOSPITALARIOS, URGENCIAS Y AMBULATORIO.
- Izar, M., & González, J. (2004, Mayo). Capítulo IX: Diagrama de Pareto. *En Las 7 Herramientas Básicas de la Calidad* (pp. 14-18). Editorial Universitaria Potosina.
- Jebali, Alouane, & Ladet. (2006). Operating rooms scheduling with resource constraints. *Computers & Operations Research*, 31(8), 1303–1315: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527304004517>
- Naranjo, P. (2023, Junio 8). *¿Qué es eficiencia operativa?* OBS Business School: <https://www.obsbusiness.school/blog/que-es-la-eficiencia-operativa>
- Ramos, E. (2022). *Automatización de Procesos Aplicando Metodologías Ágiles de Desarrollo Scrum para la Empresa PCCENTRAL Costa Rica*. [Tesis de pregrado, Universidad

Tecnológica Empresarial de Guayaquil]. Biblioteca UTEG.  
 [http://biblioteca.uteg.edu.ec:8080/bitstream/handle/123456789/1732/AUTOMATIZACION%20DE%20PROCESOS%20APLICANDO%20METODOLOGIAS%20AGILES%20DE%20DESARROLLO%20SCRUM%20PARA%20LA%20EMPRESA%20PCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y]

Saavedra, C., & Castaño, F. (2018). Evaluación de reglas de prioridad para la programación de cirugías en ambientes con limitada disponibilidad de recursos. *Scientia et Technica*, 23(1), 58–68:

[https://www.redalyc.org/journal/849/84956661010/html/#redalyc\\_84956661010\\_ref3](https://www.redalyc.org/journal/849/84956661010/html/#redalyc_84956661010_ref3)

SAP. (n.d.). ¿Qué es la automatización de procesos? SAP:

<https://www.sap.com/latinamerica/products/technology-platform/process-automation/what-is-process-automation.html#:~:text=automatizaci%C3%B3n%20de%20procesos-.La%20automatizaci%C3%B3n%20de%20procesos%20se%20define%20como%20el%20uso%20de,o%20prestar%20servi>

Simon, R. W., & Canacari, E. G. (2014). Surgical scheduling: a lean approach to process improvement. *AORN Journal*, 99(1), 147–156: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24369979/>

Smith, Rane, & Melendez. (2004). Operating room. En J. F. Dyro (Ed.), *Clinical engineering handbook* (pp. 87–92). Academic Press: <https://sci-hub.st/downloads/2020-02-02/e9/smith2004.pdf>

Sutton, V. S., Domènech, M. S., & Carreras, M. E. (2010). *Eficiencia en la utilización de bloques quirúrgicos. Definición de indicadores*. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias:

[https://aquas.gencat.cat/web/.content/minisite/aquas/publicacions/2011/pdf/eficiencia\\_bloques\\_quirurgicos\\_pnc\\_aiaqs2011.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://aquas.gencat.cat/web/.content/minisite/aquas/publicacions/2011/pdf/eficiencia_bloques_quirurgicos_pnc_aiaqs2011.pdf?utm_source=chatgpt.com)

Torres, G., & Moreno, N. (2023). *ANÁLISIS DE LA OPORTUNIDAD EN LA PROGRAMACIÓN DE CIRUGÍAS Y SU INFLUENCIA EN LA INCIDENCIA DE CANCELACIONES DEL ACTO QUIRÚRGICO DESDE ENERO A OCTUBRE DE 2022*. [Tesis de grado, FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE CIENCIAS DE LA SALUD].

World Health Organization & United Nations Children's Fund (UNICEF). (2022). Primary health care measurement framework and indicators: monitoring health systems through a primary health care lens. World Health Organization: <https://iris.who.int/handle/10665/3522>