



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

" Aumento de la tasa de utilización efectiva de los quirófanos del Área de
Cirugía del Hospital León Becerra de Guayaquil"

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:
INGENIEROS INDUSTRIALES

Presentado por:
Bryan Andreé Molina García
Andrea Jackeline Sylva Tigsi

GUAYAQUIL - ECUADOR
Año: 2016

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primera instancia a Dios, por tener la dicha de vivir este logro, a mis padres por haber sido el pilar más grande dentro de esta meta, a mis hermanos que siempre han sido un gran apoyo y a mi enamorada por compartir conmigo este momento de felicidad. Gracias a todos los docentes que estuvieron a lo largo de este camino y a quienes colaboraron en el desarrollo del presente proyecto.

Bryan Molina

Agradezco a Dios porque cada día me da una oportunidad de hacer algo diferente, a mis padres por enseñarme que el trabajar con constancia en la lucha del alcance de mis objetivos, me llenará de satisfacción en cada logro obtenido, a mi Charito que me enseñó el significado de humildad, del trabajo y del compromiso, agradezco a M. Maldonado por acompañarme en este proyecto, por su apoyo incondicional, y por su cariño y finalmente a mi Tutor que ha sido la base fundamental, guía y compañero en este proceso.

Andrea Sylva

DECLARACIÓN EXPRESA

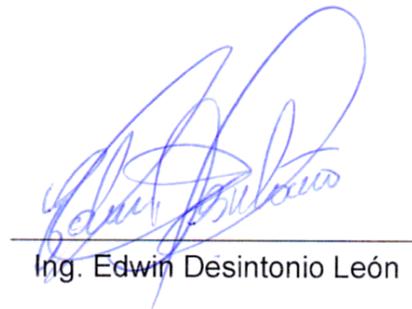
"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Bryan Molina García



Andrea Sylva Tígsi



Ing. Edwin Desintonio León

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado dentro de un hospital de niños y tiene como objetivo, incrementar la tasa de utilización efectiva de los quirófanos del área de cirugía y reducir el porcentaje de operaciones que no empiezan a tiempo de acuerdo al horario planificado.

Para esto, se aplicó la metodología Definir-Medir-Analizar-Implementar-Controlar (DMAIC), en la fase definir se recolectaron los datos necesarios para establecer los problemas presentes y las posibles causas que reducen la tasa de utilización de los quirófanos. Luego, en las fases de medir y analizar, se realizó un estudio de tiempos en cada una de las etapas del proceso acorde a las posibles causas detectadas. Después, se elabora un Diagrama de Ishikawa para analizar y validar las causas junto al personal del área. Para la fase implementar, se propusieron soluciones para reducir o eliminar los efectos de las principales causas detectadas.

Se concluyó que la principal causa de retraso de las operaciones estaba relacionada con el tiempo de llegada del cirujano. Para mayor control y reducción de las causas que afectan al área, se estableció un sistema de programación de cirugías y una política de puntualidad y responsabilidad como principales mejoras. Finalmente, la simulación demuestra que, si las mejoras son implementadas, la tasa de utilización efectiva de los quirófanos incrementa de un 7,46% a un 25,16% y el porcentaje de operaciones que no empiezan a tiempo disminuye de un 89,64% hasta un 61,85%.

Palabras Clave:

Mejora continua, Hospital, Área de cirugía, Quirófanos, Seis Sigma, DMAIC, Estudio de tiempos, Retrasos, Tasa de utilización efectiva, Simulación.

ABSTRACT

This Project was carried out in a children's hospital and has as objective to increase the rate of effective usage of operating rooms in the area of surgery and to reduce the percentage of operations that do not begin on time, considering the scheduled hours.

To do this, it was applied the methodology Define-Measure-Analyze-Implement-Control (DMAIC), at the defining phase the data needed was collected to define the current problems and possible causes that reduce the utilization rate of the operating rooms. Then, in measure and analyze phases, a time study was conducted at each state of the process in compliance with possible detected causes. Later, an Ishikawa diagram was made to analyze and validate root causes with the staff. For the Implement phase, solutions were proposed to reduce or eliminate the effect of major root causes.

In conclusion, the main cause of delaying in surgeries were related with the time of arrivals of surgeons. For better regulation and reduction, it was implemented a surgery programming system and a policy of punctuality and responsibility. Finally, the simulation showed us that if the improvements were implement, the utilization rate of the operating rooms could increase from 7.46% to 25.16%, and the percentage of operations that do not begin on time, could decrease from 89.64% to 61.85%.

Keywords:

Continuous improvement, Hospital, surgery area, operating rooms, Six Sigma, DMAIC, Time Study, Delays, Effective Utilization, Simulation.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	ii
DECLARACIÓN EXPRESA.....	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	3
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Descripción del problema.....	3
1.2 Variables de medición.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 Marco teórico	5
1.4.1 Lean Six Sigma.....	5
1.4.2 Metodología DMAIC	5
1.4.3 Diagrama SIPOC	6
1.4.4 Diagrama de Ishikawa	7
1.4.5 Ábaco de Lifson	7
1.4.6 Diagrama de Pareto	8
1.4.7 Mapeo de la cadena de valor	8
1.4.8 Simulación	8
1.4.9 Análisis de Varianza.....	9
CAPÍTULO 2	10
2. METODOLOGÍA	10
2.1 DEFINIR	10
2.1.1 Levantamiento del Proceso Actual.....	10
2.1.2 Declaración del problema a trabajar.....	13
2.1.3 Inspección Visual para determinar las posibles causas que afectan al Proceso de Cirugía	14
2.2 MEDIR	15
2.2.1 Ejecución de Estudios de tiempos para validación de causas detectadas.....	15
2.2.2 Método de recolección de datos	15
2.2.3 Datos a recolectar.....	15
2.2.4 Validación de toma de datos	16
2.2.5 Realización de Prueba Piloto y determinación de tamaño de muestra requerido .	16
2.2.6 Recolección de Datos.....	17
2.2.7 Realización de lluvia de ideas para contar con la opinión del personal del Área de Cirugía	21

2.3 ANALIZAR	22
2.3.1 Análisis de tiempos de retrasos incidentes en los procesos del área de cirugía ..	22
2.3.2 Mapeo de la Cadena de Valor del Área de Cirugía	26
2.3.3 Elaboración de Diagrama de Pareto	26
2.3.4 Proposición de Soluciones para los problemas detectados	27
2.3.5 Mejoras en aspectos cualitativos y de seguridad en el Área de Cirugía	30
2.4 IMPLEMENTAR	30
2.4.1 Política de puntualidad y responsabilidad	31
2.4.2 Sistema de programación diaria de cirugía	31
2.4.3 Plan de mantenimiento preventivo de equipos de anestesia.....	32
2.4.4 Registro de esterilización de instrumentales quirúrgicos	32
2.4.5 Inventario y organización de instrumentales quirúrgicos.	32
2.4.6 Señalización de vitrinas de insumos médicos.	32
2.5 CONTROLAR	33
2.5.1 Reportes generados por el sistema de planificación diaria de cirugías	33
CAPÍTULO 3	34
3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	34
3.1 Evaluación de Mejoras Propuestas sobre el proceso actual mediante Simulación	34
3.1.1 Modelación del aumento de demanda.....	35
3.1.2 Modelación de Mejoras Propuestas	36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	43
APÉNDICE A	45
APÉNDICE B	48
APÉNDICE C	49
APÉNDICE D	50
APÉNDICE E	51
APÉNDICE F.....	52
APÉNDICE G	53
APÉNDICE H	54
APÉNDICE I.....	56
APÉNDICE J.....	60
ANEXO A	63

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
DMAIC	Definir, Medir, Analizar, Implementar, Controlar
SIPOC	Supplier Input Process Output Customer

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Metodología DMAIC aplicada	10
Tabla 2: SIPOC: del área de cirugía	11
Tabla 3: Tabla de resumen de datos obtenidos.....	17
Tabla 4: Indicadores generales del área de cirugía	22
Tabla 5: Tiempo promedio de la llegada del paciente y de espera del paciente en la sala de cirugía.....	22
Tabla 6: Tiempo promedio de retraso del cirujano	23
Tabla 7: tiempo promedio del retraso del anestesiólogo	23
Tabla 8: promedio del tiempo de retraso del paciente	23
Tabla 9: Promedio del tiempo de retraso de instrumentales e insumos	23
Tabla 10: Promedio del tiempo de retraso de instrumentista.....	24
Tabla 11: Indicadores de inicio de la cirugía.....	24
Tabla 12: Tiempo de traslado hacia Post-Operatorio	25
Tabla 13: Tiempos de Mora para Inicios de Reacondicionamiento de Quirófano.....	25
Tabla 14: Tiempo de Reacondicionamiento de Quirófano.....	25
Tabla 15: Descripción de retrasos analizados en el Diagrama de Pareto	27
Tabla 16: Condiciones del sistema de forma inicial	35
Tabla 17: Impacto sobre las variables de medición de los quirófanos al aumentar la demanda.....	35
Tabla 18: Mejoras propuestas en el área de cirugía.....	36
Tabla 19: Impacto sobre las variables de medición al aplicar las mejoras propuestas..	37
Tabla 20: Impacto sobre las variables de medición al aplicar las mejoras	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Determinación de la tasa de utilización efectiva de los quirófanos.....	4
Figura 2.1: Macro proceso de cirugía	11
Figura 2.2: Diagrama 3W + 2H.....	13
Figura 2.3: Tiempos de retraso de inicio de cirugía.....	18
Figura 2.4: Diagrama de pastel de posibles causas	18
Figura 2.5: Tiempos de retraso del cirujano	19
Figura 2.6: Diagrama pastel del arribo del cirujano	20
Figura 2.7: Tiempos de Reacondicionamiento de Quirófano.....	20
Figura 2.8: Diagrama de análisis de causas Ishikawa	21
Figura 2.9: Mapa de la Cadena de Valor del Área de Cirugía	26
Figura 2.10: Diagrama de Pareto de los retrasos realizados.....	27
Figura 2.11: Matriz esfuerzos vs impacto.....	30
Figura 2.12: Software para el Área de Cirugías.....	31
Figura 2.13: Informes dentro del Software para el Área de Cirugías.....	33
Figura 3.1: Representación gráfica de cirugía	34
Figura 3.2: Diagrama de caja de utilización.....	36
Figura 3.3: Incremento de la tasa de utilización de quirófanos.....	39
Figura 3.4: Disminución del porcentaje de cirugías que no empiezan a tiempo	39
Figura 3.5: Disminución del tiempo promedio de retraso del área de cirugía	40

INTRODUCCIÓN

La calidad abarca todas las características con las que cuenta un producto o servicio para poder ser útil a quien lo requiera, dentro de una organización, debe haber una buena armonía entre sus elementos para generar productos o servicios de buena calidad, elementos tales como el talento humano, el proceso de producción, el sistema de gestión, el servicio al cliente entre otros. Aplicado a los servicios hospitalarios, la calidad hace referencia a la capacidad con la que la organización satisface los requerimientos de sus clientes en cuanto a servicios de salud. [1]

La calidad de los servicios hospitalarios es el resultado de la interacción de varios atributos divididos en tres categorías, el nivel científico-técnico, las relaciones interpersonales y el entorno. Si se mide la eficiencia de los servicios hospitalarios, esta se define como la relación entre los resultados asistenciales y los recursos utilizados para conseguir que estos resultados sean positivos, es decir, utilizar de mejor manera los atributos de las tres categorías mencionadas anteriormente. [2]

Según la, "Organización Mundial de la Salud", OMS, la calidad de los servicios hospitalarios se basa en:

“Asegurar que cada paciente reciba el conjunto de servicios diagnósticos y terapéuticos más adecuado para conseguir una atención sanitaria óptima, teniendo en cuenta todos los factores y los conocimientos del paciente y del servicio médico, y lograr el mejor resultado con el mínimo riesgo de efectos iatrogénicos y la máxima satisfacción del paciente con el proceso”. [3]

Este concepto mide implícitamente el rendimiento de las tres categorías mencionadas con anticipación.

- **El criterio técnico:** La aplicación de la ciencia y las tecnologías médicas y otras ciencias de la salud a un problema de salud en especial, esta aplicación es realizada en vías de minimizar y evitar los riesgos propios de cada problema de salud y maximizar los beneficios para el paciente
- **El criterio interpersonal:** Hallar la relación de equilibrio entre los miembros del establecimiento hospitalario y el paciente. Es decir, el grado en el que un paciente puede sentirse seguro con la dependencia de su salud en cuanto a los servicios del hospital.
- **El criterio económico:** Utilización óptima de los recursos disponibles a fin de obtener la finalidad con la que se utilizó el recurso. Si la atención fue insuficiente, exagerada, ineficaz

existe un coste de no calidad y en consecuencia disminución de la calidad en la asistencia.

[2]

Como profesionales de Ingeniería Industrial, no se podría intervenir en el criterio técnico de la calidad del servicio de un hospital, pero, se puede intervenir en la eficiencia de los criterios interpersonales y los criterios económicos, enfocando los esfuerzos a optimizar los recursos utilizados para brindar el servicio correspondiente dentro de una casa de salud.

En el presente proyecto, se trabaja sobre un área crítica de un Hospital de Niños, el Área de Cirugías, en donde se realizó un estudio de los elementos implicados en la realización de una cirugía para mejorar la utilización efectiva de los quirófanos del área de cirugía y reducir el porcentaje de operaciones que no inicia a tiempo.

El Capítulo 1 del presente informe, se inicia con la descripción del problema sobre el cual se va a trabajar dentro del área de cirugía y la descripción de las variables de medición que dan soporte al cumplimiento de los objetivos del proyecto. El Capítulo 2 describe la metodología utilizada durante la realización del proyecto y el desarrollo de cada una de las etapas del mismo hasta obtener como resultado las mejoras propuestas en el área de cirugía. Finalmente, en el Capítulo 3 se realiza el análisis de los resultados, en donde la principal herramienta utilizada fue la simulación que permitió demostrar los efectos positivos de las mejoras propuestas sobre las condiciones actuales del área como solución a los problemas detectados.

CAPÍTULO 1

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

El 82% de las operaciones planificadas durante el mes de noviembre del 2015 ha empezado en la hora programada incumpliendo con la programación establecida en el Área de Cirugía del Hospital León Becerra.

1.2 Variables de medición

Como variables de medición para cuantificar el éxito del proyecto se plantearon dos indicadores presentados a continuación:

- Porcentaje de operaciones que inician retrasadas de acuerdo a la programación.

$$\% \text{ de Operaciones que inician retrasadas de acuerdo a la programación} = \frac{N^{\circ} \text{ de Operaciones Retrasadas}}{N^{\circ} \text{ de Operaciones Realizadas}} \quad (1.1)$$

Esta variable se eligió debido a que en los días de observación se pudo chequear que en promedio una de cada cinco operaciones, empieza de acuerdo a la planificación. La Ecuación 1.1 muestra cómo se obtiene el porcentaje.

- Tasa de utilización efectiva de quirófanos.

Esta variable, definida en los días de observación, evidenció que muchas cirugías fueron canceladas, incluso cuando el paciente ya había sido trasladado al área de cirugía, estas cancelaciones y los retrasos que se van acumulando durante el día, disminuyen el uso del quirófano para realizar cirugías.

En la Figura 1.1, se muestra una interpretación gráfica de la utilización del quirófano, el color anaranjado representa el tiempo en el que el quirófano pasa sin realizar operaciones quirúrgicas. El objetivo es disminuir estos espacios anaranjados que muchas veces son retrasos y aumentar el color azul que representa operaciones que se han realizado.



Figura 1.1: Determinación de la tasa de utilización efectiva de los quirófanos

La fórmula para determinar la utilización efectiva está dada por la Ecuación 1.2:

$$Tasa\ de\ Utilización\ Efectiva = \frac{\text{Tiempo en el cual se opera en el quirófano}}{\text{Tiempo Disponible para Operación}} \quad (1.2)$$

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Incrementar la tasa de utilización de los Quirófanos del Área de Cirugía mediante la implementación de mejoras focalizadas a reducir los tiempos muertos y/o fallos presentes en los procesos del área de cirugía y disminuir el porcentaje de operaciones que inician retrasadas de acuerdo a la programación.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Medir los tiempos de retraso de acuerdo a la planificación, originados por los diferentes elementos que intervienen en la cirugía, para determinar cuánto afecta cada causa al proceso de cirugía.
- Realizar un análisis de causas para determinar las mejoras más relevantes para los procesos del área de cirugía, cuantificando el impacto de su ejecución en la tasa de utilización efectiva de los quirófanos y en el porcentaje de operaciones que empiezan a tiempo de las condiciones actuales.
- Establecer indicadores de gestión que permitan llevar un control sobre el servicio brindado por el Área de Cirugía.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Lean Six Sigma

Lean Six Sigma es una metodología que provee herramientas técnicas a las organizaciones para que puedan mejorar y robustecer sus procesos enfocándose en la eliminación de los desperdicios o defectos y la reducción de la variabilidad presente en los procesos. Lean Six Sigma tiene como base la involucración del personal con los proyectos que se realizan bajo esta metodología y combina las técnicas de Lean Manufacturing con Six Sigma para conseguir los objetivos planteados. Si se hace un uso adecuado de la metodología, los resultados obtenidos son:

- Disminución de los desperdicios dentro del proceso
- Tiempos de ciclo de un paciente dentro del hospital reducido
- Aumento de Productividad
- Mejora el ambiente de trabajo agilitando la comunicación
- Identificación de oportunidades de mejoras con la colaboración de tu equipo de trabajo. [4]

Para los servicios Hospitalarios, un defecto puede ser la diferencia entre la vida y la muerte, para los pacientes es importante la rapidez en la atención de los servicios hospitalarios, usar Lean Six Sigma se convierte en un seguro para la salud del paciente eliminando todo posible defecto que se pueda presentar durante el proceso. [5]

1.4.2 Metodología DMAIC

Herramienta de la Metodología Lean Six Sigma que brinda una forma sistemática para mejorar los procesos, eliminando los defectos que se encuentran en el mismo. Los pasos a seguir de esta metodología se detallan a continuación:

- **Definir**

En esta fase se identifican los procesos que requieren una mejora y son fuente de un posible proyecto DMAIC a partir de los requerimientos calificados como críticos para el cliente. Luego de esto, se elige el proceso sobre el que se va a trabajar y se realiza la definición de problema que se va a solucionar dentro del proceso, en este paso también se define el alcance que tiene el proyecto a realizarse sobre el proceso. Este alcance determina las fronteras, el inicio y el fin, del proceso a mejorar.

- **Medir**

En esta fase se determina el rendimiento que actualmente tiene el proceso y cuáles son las variables a medir durante el proyecto, cuando se han definido y están claras las variables que se requieren cuantificar en el proyecto, se realiza el levantamiento de datos que colaboren con la determinación del rendimiento actual, debe estar definida la validez del método de recolección de datos.

- **Analizar**

De los datos obtenidos de la fase anterior se determina la causa raíz de los problemas y/o defectos que existen dentro del proceso, se entienden las razones por las que se dan las causas y se identifican las oportunidades de mejora para el proceso.

- **Implementar**

Se cuantifica el efecto que tendrán las soluciones desarrolladas para los diferentes problemas encontrados, se robustece el proceso y se selecciona la solución final, esta selección se hace a partir del efecto que generen cada una de las soluciones y se escoge la que esté dentro de las posibilidades de acuerdo a los recursos disponibles para su ejecución.

- **Controlar**

Una vez implementada la solución, se realiza la documentación necesaria para asegurar que los resultados alcanzados en el proyecto sean mantenidos en el largo plazo. [6]

1.4.3 Diagrama SIPOC

El diagrama SIPOC es un mapa de alto nivel, sus siglas en inglés conforman un acrónimo de: Proveedores (S), Entradas (I), Procesos (P), Salidas (O) y Clientes (C).

- Los proveedores son quienes suministran los recursos que se transformarán dentro del proceso.
- Las entradas constituyen la información o todo material adquirido.
- El proceso es el conjunto de pasos requeridos para realizar el trabajo.
- La salida es el producto, servicio o información que será enviada al cliente.
- Los clientes que pueden ser tanto externos como internos.

El diagrama SIPOC da una visión sencilla del proceso y es de gran utilidad para poder conocer todos los elementos básicos que se utilizan, lo que le permite a las personas ver lo que hacen como parte del proceso. Realizar un mapeo del proceso es útil porque se muestran los aspectos del proceso que las personas no tienen en cuenta o que no entienden completamente. [7]

1.4.4 Diagrama de Ishikawa

También conocido como diagrama de pescado o diagrama causa-efecto; es una técnica que fue desarrollada por Ishikawa a principios de los años cincuenta al trabajar en un proyecto de control de calidad para Kawasaki Steel Company. Ésta técnica permite analizar un evento o problema no deseable, es decir el efecto, que estará en la cabeza del pescado, y después ir analizando e identificando todos los factores que provocan su conformación, es decir, las causas ubicadas en cada una de las espinas del pescado según su clasificación: humanas, máquinas, métodos, materiales, medio ambiente, administrativas.

El proceso termina cuando se han identificado todas las posibles causas, observando un buen panorama del problema. Partiendo de esto se analiza de forma crítica cada una de ellas, en función a su aporte en la contribución del problema y sus posibles soluciones. [8]

1.4.5 Ábaco de Lifson

Metodología alterna utilizada para determinar el número de observaciones requeridas con un determinado nivel de confianza y un porcentaje de error estimado.

Se determina el número observaciones requeridas con ayuda de un valor B, que se calcula con la Ecuación 1.3:

$$B = \frac{S - I}{S + I} \quad (1.3)$$

Donde:

S: Valor Superior de la Muestra Tomada

I: Valor Inferior de la Muestra Tomada

Este valor se busca en la gráfica del ábaco de Lifson para determinar el número de observaciones requeridas mostrado en el Anexo A del presente informe. [9]

1.4.6 Diagrama de Pareto

Técnica desarrollada por el economista Vilfredo Pareto, la cual permite identificar las áreas del problema y explicar la concentración de la riqueza. Por lo general el 20% de los elementos analizados representan el 80% o más de la actividad total, ésta técnica también es conocida como la regla 80 - 20.

Para su análisis se ordenan de forma descendente todos los elementos de interés medidos bajo una misma escala con una distribución acumulativa quedando así ordenado los elementos que conforman el 80% del tema en estudio. [8]

1.4.7 Mapeo de la cadena de valor

El mapeo de la cadena de valor es una herramienta de lápiz y papel que permite ver y entender el flujo de material e información como un producto a través de la cadena de valor, es decir, seguir el camino de la elaboración de un producto desde el proveedor hasta el cliente y esquematizar cuidadosamente una representación visual de cada proceso en el flujo de materiales e información.

Al realizar este mapeo se pueden detectar las fuentes de desperdicios y así tomar decisiones o temas de discusión basados en el flujo actual. Es mucho más útil que una técnica cuantitativa la cual trabaja con pasos que no agregan valor como tiempos de espera, distancias recorridas, cantidad de inventario, etc. El mapeo de la cadena de valor es una herramienta cualitativa en la que se describe con detalle cómo se debe operar de manera que cree valor en el flujo y cómo lo que se va a hacer afectará en términos cuantitativos. [10]

1.4.8 Simulación

Es una herramienta estadística que consiste en determinar un conjunto de actividades lógicas, matemáticas y probabilísticas interrelacionadas entre sí, para modelar el comportamiento que tiene un sistema bajo determinadas condiciones, esto permitirá obtener conclusiones teóricas en cuanto al modelo desarrollado en la simulación. El objetivo de la simulación es comprender y analizar cómo se desarrolla un sistema para evaluar varias estrategias que puedan mejorar las condiciones de operación dentro del mismo. [11]

1.4.9 Análisis de Varianza

El Análisis de varianza (ANOVA, por sus siglas en inglés), es una prueba que permite comparar de forma simultánea varios grupos de observaciones, a diferencia de otras técnicas estadísticas de comparación que sólo permiten comparar no más de dos parámetros muestrales. Esta prueba permite contrastar la igualdad de medias de más de dos muestras y obtener conclusiones en base a sus resultados. [12]

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Se ha considerado como fundamento teórico del proyecto la Metodología Lean Six Sigma, esto es debido a la presencia de tiempos muertos y varios procesos que no agregan valor en el área. El plan de trabajo fue estructurado a base a la herramienta DMAIC, para cada uno de sus pasos se detallan cada una de las actividades que han sido realizadas en la Tabla 1.

Tabla 1: Metodología DMAIC aplicada

2.1 Definir	2.1.1 Levantamiento del Proceso Actual 2.1.2 Declaración del problema a trabajar 2.1.3 Inspección Visual para determinar las posibles causas que afectan al proceso de cirugía
2.2 Medir	2.2.1 Ejecución de estudio de tiempos 2.2.2 Método de Recolección de Datos 2.2.3 Datos a recolectar 2.2.4 Validación de toma de datos 2.2.5 Realización de Prueba Piloto y Determinación Tamaño de Muestra Requerido 2.2.6 Recolección de Datos 2.2.7 Lluvia de Ideas para contar con la opinión del personal del Área de cirugía
2.3 Analizar	2.3.1 Análisis de tiempos de retrasos incidentes en los procesos del área de cirugía 2.3.2 Mapeo de la Cadena de Valor del Área de Cirugía 2.3.3 Elaboración de Diagrama de Pareto 2.3.4 Proposición de Soluciones para los problemas detectados 2.3.5 Mejoras en aspectos cualitativos y de seguridad en el Área de Cirugía
2.4 Implementar	2.4.1 Mejora A: Política de puntualidad y responsabilidad 2.4.2 Mejora B: Sistema de Programación diaria de cirugía 2.4.3 Mejora C: Plan de Mantenimiento Preventivo de equipos de anestesia 2.4.4 Mejora D: Registro de esterilización de instrumentos quirúrgicos 2.4.5 Mejora E: Inventario y organización de instrumentales quirúrgicos 2.4.6 Mejora F: Señalización de Vitrinas de Insumos Médicos
2.5 Controlar	2.5.1 Reportes generados por el sistema de planificación diaria de cirugías

2.1 DEFINIR

En esta etapa se realizó un reconocimiento del proceso sobre el cuál se va a trabajar y se definió el problema a trabajar dentro del área. Finalmente, se realiza una inspección inicial para detectar las posibles causas que afectan al proceso.

2.1.1 Levantamiento del Proceso Actual

Una vez revisada información relevante sobre los elementos que intervienen dentro del Área de Cirugía y el entorno en el cual se desenvuelve, se procede a elaborar el Macroproceso actual y detallar cada uno de sus etapas. El levantamiento de información necesaria para su elaboración se realiza mediante entrevistas con el Jefe

de Área, la enfermera profesional encargada, y los enfermeros auxiliares del Área de Cirugía, después de esto, se elabora el macroproceso del área de cirugía con un enfoque hacia el paciente, es decir, desde el momento en que se determina la necesidad de una cirugía hasta su salida del área de Cirugía una vez realizado la operación quirúrgica. La Figura 2.1 muestra el macroproceso del área de cirugía, y la Tabla 2 muestra el movimiento de las entradas y salidas de cada una de las etapas del macroproceso en un diagrama SIPOC.

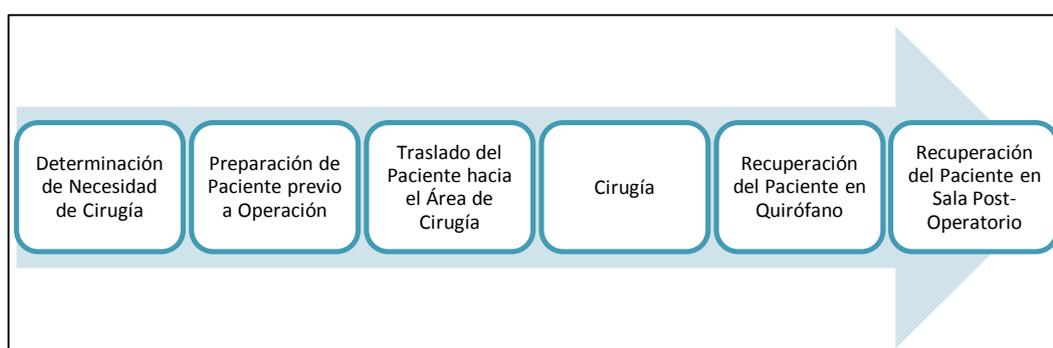


Figura 2.1: Macro proceso de cirugía

Tabla 2: SIPOC: del área de cirugía

S	I	P	O	C
Médico Especialista	Evaluación Médica	Determinación de Necesidad de Cirugía	Requerimiento de Planificación para Cirugía	Enfermera de Área de Cirugía
Emergencias			Órdenes de Exámenes Pre-Operatorios	Laboratorio
Derivación				Laboratorio
Laboratorio	Exámenes de laboratorio realizados	Preparación de Paciente previo a Operación	Aprobación de Operación de Paciente e Información Pre-Operatoria	Médico Cirujano
Médico Especialista	Tratamiento para poder intervenir al paciente		Negación de Operación de Paciente	Médico Especialista
Enfermera de Área de Cirugía	Requerimiento de Paciente de acuerdo a Planificación	Traslado del Paciente hacia el Área de Cirugía	Paciente	Cirujano
Emergencia, Especialista, Derivación	Paciente	Cirugía	Paciente Operado	Anestesiólogo
Laboratorio	Información Pre-Operatoria			
Anestesiólogo	Paciente Operado	Recuperación del Paciente después de cirugía	Paciente Despierto	Sala Post-Operatorio
				Salida
Sala Post-Operatorio	Paciente Despierto	Recuperación del Paciente en sala Post-Operatoria	Paciente dado de alta	Salida

A continuación, se detalla cada una de las etapas del Macroproceso del Área de Cirugía:

Determinación de la Necesidad de Cirugía del Paciente

Al área de Cirugía llegan pacientes por consulta externa, por emergencias, de derivaciones de otros centros de atención y pacientes de médicos particulares, donde principalmente destaca el IESS con el cual existe un convenio. Para que un paciente sea operado debe existir el correspondiente diagnóstico médico que valide la necesidad de una intervención quirúrgica. Una vez que ha sido verificada la necesidad de realizar una cirugía se pide a la enfermera profesional encargada del área que programe la cirugía de acuerdo a la disponibilidad del quirófano y del cirujano, además se envían a realizar los procesos Pre-Operatorios como:

- Historia clínica
- Exámenes Pre-operatorios
- Radiografías (de ser necesario)
- Convenio IESS.

Preparación de Paciente previo a Operación

El proceso pre-operatorio tiene como objetivo asegurar que el paciente, que va a ser intervenido quirúrgicamente, ingrese al quirófano en las mejores condiciones fisiológicas posibles, esto a fin de minimizar el riesgo de mortalidad presente junto a la operación quirúrgica que se va a realizar [13], en caso de no estar en las mejores condiciones, se envía el respectivo tratamiento, y si aún no está listo para el día programado, la operación se posterga o se cancela hasta nueva orden. La enfermera responsable del paciente, tiene que reunir la información Pre-Operatoria necesaria para poder operar al paciente.

Traslado del Paciente hacia el Área de Cirugía

Los pacientes pueden venir de las diferentes salas del Hospital, para poder realizar el traslado del paciente se necesita de un camillero y una enfermera responsable que aparte de monitorear al paciente durante el traslado, debe llevar la información Pre-Operatoria

Cirugía

Se realiza la cirugía, de acuerdo a la especialidad. A la sala debe ingresar el Cirujano, su ayudante, el anestesiólogo, el instrumentista y el circulante. Los quirófanos deben

estar limpios y esterilizados previo a cualquier operación. El quirófano debe contar con los insumos y fármacos que puedan ser necesarios para la operación y los instrumentos utilizados para la operación, así mismo el equipo médico como camillas, mesa de instrumentales, máquina de anestesia deben estar en perfecto estado.

Estabilización del Paciente en Quirófano

Una vez terminada la operación, el anestesiólogo se queda con el paciente hasta que este se encuentre estable y se haya despertado de la operación. Cuando el paciente ha despertado se lo envía a Sala de Post-Operatorio.

Recuperación del Paciente en Sala Post-Operatorio

Se mantiene al paciente durante un periodo establecido de 3 horas para su monitoreo después de la operación. Cabe recalcar que una vez que el paciente ha salido del quirófano. El auxiliar de limpieza y el auxiliar de enfermería comienzan con la desinfección y esterilización del Quirófano utilizado.

2.1.2 Declaración del problema a trabajar

En esta sección se detalla cómo se define el problema con ayuda de la metodología 3W + 2H, que se detalla en la Figura 2.2.

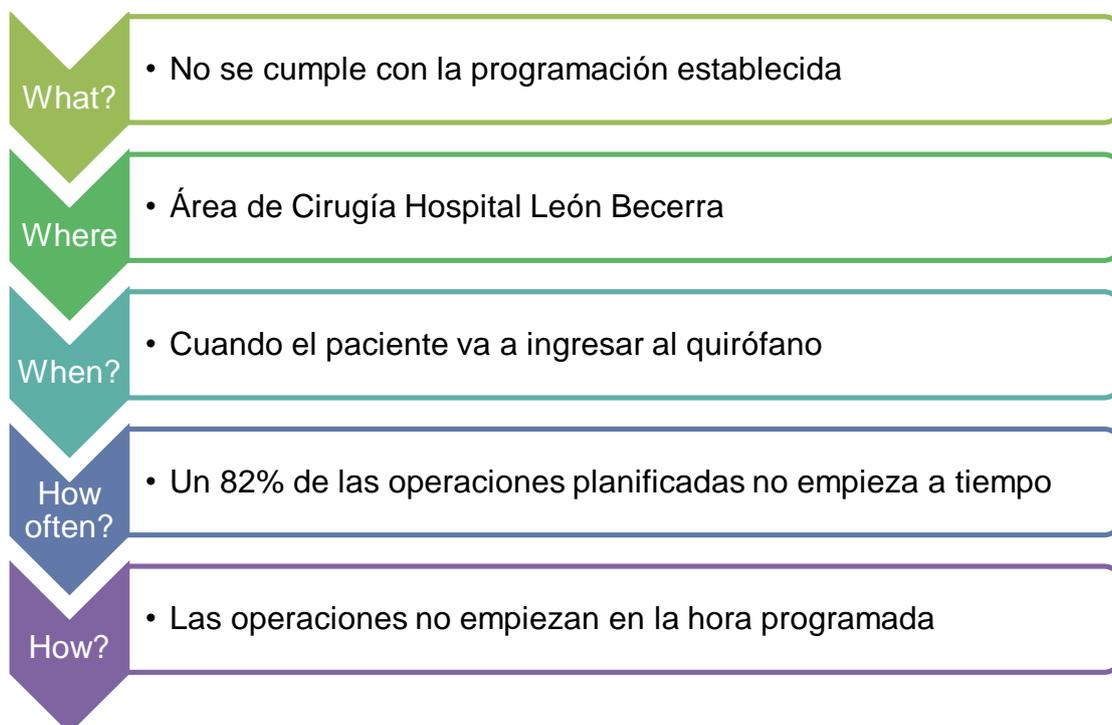


Figura 2.2: Diagrama 3W + 2H

El problema queda detallado de la siguiente manera:

El 82% de las operaciones planificadas durante el mes de noviembre no ha empezado en la hora programada incumpliendo con la programación establecida en el Área de Cirugía del Hospital León Becerra.

2.1.3 Inspección Visual para determinar las posibles causas que afectan al Proceso de Cirugía

Luego de haber realizado el levantamiento de proceso y haber fijado el problema principal sobre el cuál se trabajará en las siguientes etapas del proyecto, se procede a realizar inspecciones visuales, esta actividad se realiza con ayuda de estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial en calidad de pasantes para determinar las posibles causas que afectan al cumplimiento de la planificación diaria de cirugías, ya sean retrasos, postergaciones o cancelaciones de las cirugías.

A continuación, se enlistan todas las observaciones encontradas en cada una de las partes del proceso:

Determinación de Necesidad de Cirugía

(Este proceso será obviado en este análisis ya que se realiza fuera del área)

- Preparación de Paciente previo a Operación
- La enfermera que llega con el paciente, llega con la documentación incompleta del paciente.

Traslado del Paciente hacia el Área de Cirugía

- No hay camillero disponible
- No hay enfermera disponible para traslado

Cirugía

- Cirujano no llega a tiempo a la operación
- Anestesiólogo no llega a tiempo a la operación
- Instrumentales no están disponibles para operación
- Operación anterior causó retraso
- No hay quirófano con equipo de anestesia disponible
- Instrumentista no ha llegado a tiempo a la operación
- Los instrumentales no están disponibles para la operación
- Circulante no ha llegado a tiempo a la operación
- Limpieza y Desinfección de quirófano no ha culminado

Estabilización del Paciente

- Prolongación o complicación de la estabilización del Paciente

Recuperación del Paciente en sala Post-Operatoria

- Falta de Camillero para traslado de paciente de quirófano hacia Post-Operatorio
- Falta de disponibilidad en Sala de Post-Operatorio

2.2 MEDIR

En esta etapa se realiza la recolección de información necesaria para validar la afectación de cada una de las causas a los procesos realizados dentro del área de cirugía.

2.2.1 Ejecución de Estudios de tiempos para validación de causas detectadas

Una vez observadas las diferentes causas que pueden afectar al proceso de cirugía, se requiere validar cuáles de las observaciones encontradas tienen mayor impacto en el cumplimiento de la programación diaria y/o generan retrasos, para esto, se realiza un plan de estudio de tiempos dentro del Área de Cirugía que tuvo una duración aproximada de dos meses debido a las extensas duraciones de las operaciones quirúrgicas. En esta sección se detalla cómo se realizó el estudio de tiempos.

2.2.2 Método de recolección de datos

Los datos fueron recolectados con la colaboración de los estudiantes que estuvieron presentes durante los días de inspección visual del comportamiento dentro del área de cirugía, este primer paso también ayudó a que los estudiantes se familiaricen con el proceso que debían analizar, una vez familiarizados con el proceso, recibieron un formato para la recolección de datos y fueron capacitados para la actividad que debían realizar. El formato se encuentra en el Apéndice B del presente informe.

2.2.3 Datos a recolectar

Los datos a recolectar por los estudiantes están enfocados a todos los retrasos presentes en el proceso de ejecución de la operación quirúrgica, desde que el paciente llega a la sala de cirugía, hasta que este es ingresado a Post-Operatorio,

junto a cada retraso se debe tomar en cuenta la razón por la cual se dio el mismo. Los estudiantes también son responsables de tomar el desfase de tiempo que existe entre la hora planificada de la operación y la hora inicial real de la operación. Los datos deben incluir la programación diaria del hospital y cualquier observación adicional que exista durante la jornada.

2.2.4 Validación de toma de datos

Para validación de los datos se realizó una jornada de medición de tiempos en el cual los estudiantes, analizaron la misma operación quirúrgica. De esta manera se comprobó que los estudiantes tenían un criterio similar al momento de considerar cada uno de los retrasos imputables al área de cirugía.

2.2.5 Realización de Prueba Piloto y determinación de tamaño de muestra requerido

Para determinación del Tamaño de la Muestra, se realizó una prueba piloto con un total de 10 muestras de las mediciones realizadas. El método para determinar el tamaño de la muestra es el ábaco de Lifson. En el cuál se determina el número de muestra con ayuda de un valor B, que se calcula con la Ecuación 2.1 de la siguiente manera:

$$B = \frac{S - I}{S + I} \quad (2.1)$$

Donde:

S: Valor Superior de la Muestra Tomada

I: Valor Inferior de la Muestra Tomada

Este valor me permite determinar mediante el ábaco de Lifson, el tamaño de muestra requerido de acuerdo al error que se ha obtenido.

En este caso particular la variable que determina el número de muestra es el desfase entre el inicio de Cirugía y la hora planificada. Se procede a realizar el cálculo en la Ecuación 2.2.

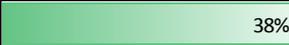
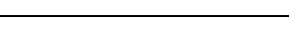
$$B = \frac{123-0}{123+0} = 1.0 \quad (2.2)$$

Con este valor, se recurre a la gráfica del ábaco de Lifson y se observa en la gráfica que para un valor B de 1.0, se requiere un tamaño de muestra de 30 observaciones.

2.2.6 Recolección de Datos

Se ejecutó la revisión durante dos meses, y a continuación se muestran los datos obtenidos de forma resumida.

Tabla 3: Tabla de resumen de datos obtenidos

Resumen de recolección de datos	
Observaciones	Resumen de datos
Observaciones Realizadas	30
Número de quirófano en el que se realizó la operación	Q 1  38%
	Q 2  21%
	Q 3  3%
	Q 4  34%
	Q 5  3%
Se realizó la operación?	Sí  74%
	No  26%
La operación se realizó en el quirófano en el que fue programado?	Sí  83%
	No  17%
La operación empezó en la hora programada	Sí  21%
	No  79%
Desfase del tiempo de inicio de cirugía (Promedio)	51,17 Min
Afectación al Paciente	
Tiempo promedio de llegada del paciente a la sala de cirugía antes de la hora programada para la operación quirúrgica.	24,24 Min
Tiempo promedio de espera del paciente en sala de cirugía antes de ingresar al quirófano	28,03 Min
CAUSAS	
Tiempo promedio de retraso del paciente a la hora programada de la cirugía	26,60 Min
Promedio del tiempo de espera del cirujano	42,82 Min
Promedio del tiempo de espera del anestesiólogo	42,14 Min
Esta listo el circulante	Sí  100%
Promedio del tiempo de espera del instrumentista	24,50 Min
Promedio del tiempo de espera de los instrumentales	28,14 Min
Tiempo promedio de espera hasta traslado de paciente a post - operatorio	6,74 Min
Hay camas disponibles en post operatorio?	Sí  100%
Tiempo promedio de mora para Ingreso de auxiliar de limpieza?	27,35 Min
Tiempo promedio de mora para Ingreso de Auxiliar de enfermería	24,00 Min
Tiempo promedio que tarda el reacondicionamiento de quirófano	78,58 Min

La Tabla 3 muestra un resumen de los datos obtenidos en las observaciones diarias, con promedios.



Figura 2.3: Tiempos de retraso de inicio de cirugía

En la Figura 2.3 se observa una línea de tiempo donde se grafican los retrasos de las cirugías para cada observación, con un promedio de 53.29 minutos de retraso, otra característica de la gráfica es que existen varios picos (interpretado como largos retrasos) de hasta 123 minutos adicionados a la hora de la cirugía programada, las causas principales están detalladas a continuación.

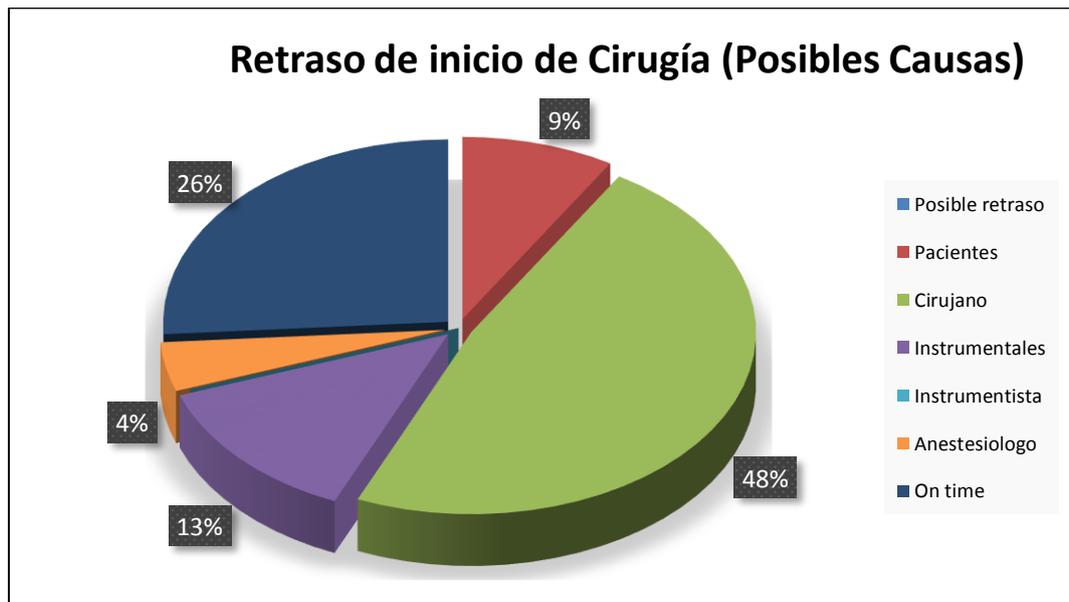


Figura 2.4: Diagrama de pastel de posibles causas

En la Figura 2.4 se detallan las posibles causas por las que se genera un retraso en el inicio de la cirugía, se observa que sólo el 26% de las operaciones se realizan en la hora planificada, el 74% restante perteneciente a las operaciones que no empiezan a tiempo, está dividido de la siguiente manera:

- 48% de los retrasos son ocasionados por el cirujano
- 13% de los retrasos son ocasionados por problemas con los instrumentales
- 9% de los retrasos son ocasionados por problemas con los pacientes
- 4% de los retrasos son ocasionados por el anestesiólogo.

Ocasionalmente, las causas que originan retrasos a la programación diaria de cirugía ocurren al mismo tiempo, para realizar la Figura 2.4 se atribuye a cada causa un retraso cuando esta fue la que ocasiono la mayor demora. Debido a esto, al momento de tomar datos fue imprescindible analizar cómo se comportaba cada elemento que se requería para iniciar la operación en quirófano. A continuación, se muestra un desglose con los tiempos de retraso del cirujano.



Figura 2.5: Tiempos de retraso del cirujano

En la Figura 2.5 se muestra en una línea de tiempos el retraso del cirujano a partir de la hora de llegada para cada observación, se obtuvo un promedio de retraso de 44,25 minutos.

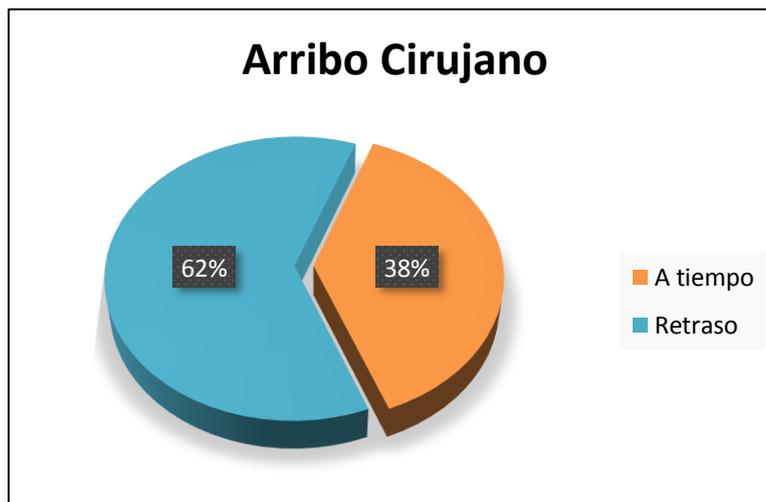


Figura 2.6: Diagrama pastel del arribo del cirujano

En la Figura 2.6 se observa que 62% por ciento de las operaciones tomadas, el cirujano tiene un retraso en comparación a la hora de la cirugía programada. Esta es la principal causa de demora para el inicio de las operaciones quirúrgicas.

Los defectos en el área de cirugía no están presentes sólo al inicio de la operación, dentro de las observaciones realizadas, se observó también que luego de finalizar la operación, existen problemas que no permiten utilizar de nuevo el quirófano para otra operación.

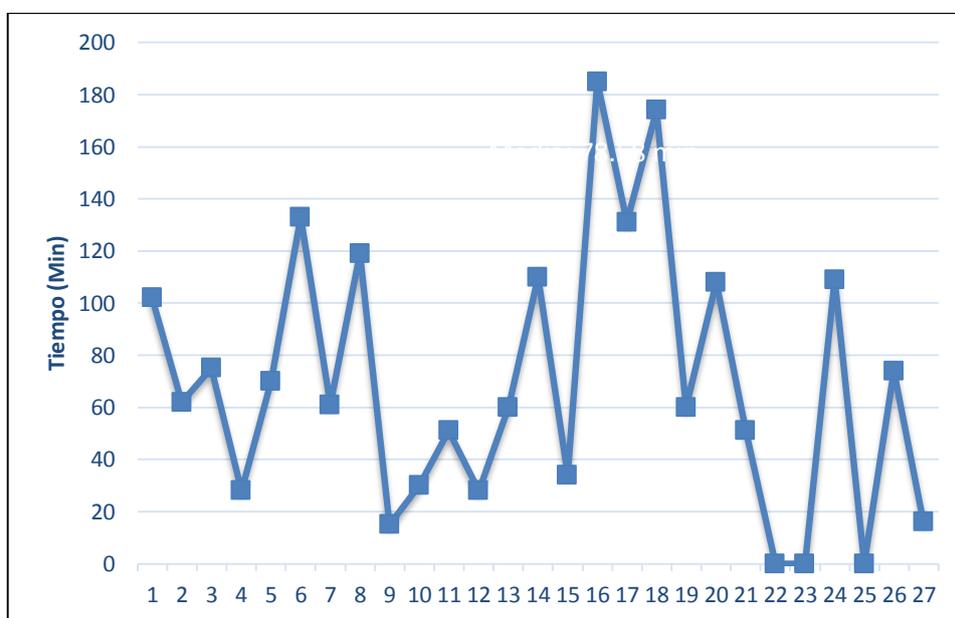


Figura 2.7: Tiempos de Reacondicionamiento de Quirófano

En la Figura 2.7 se muestra el tiempo que tarda en habilitarse el quirófano de nuevo para una operación, es decir, el tiempo en el cual el quirófano pasa a un estado de

limpieza y secado, hasta que vuelve a estar listo para una cirugía, esta actividad tiene como promedio un tiempo de 78.58 minutos.

2.2.7 Realización de lluvia de ideas para contar con la opinión del personal del Área de Cirugía

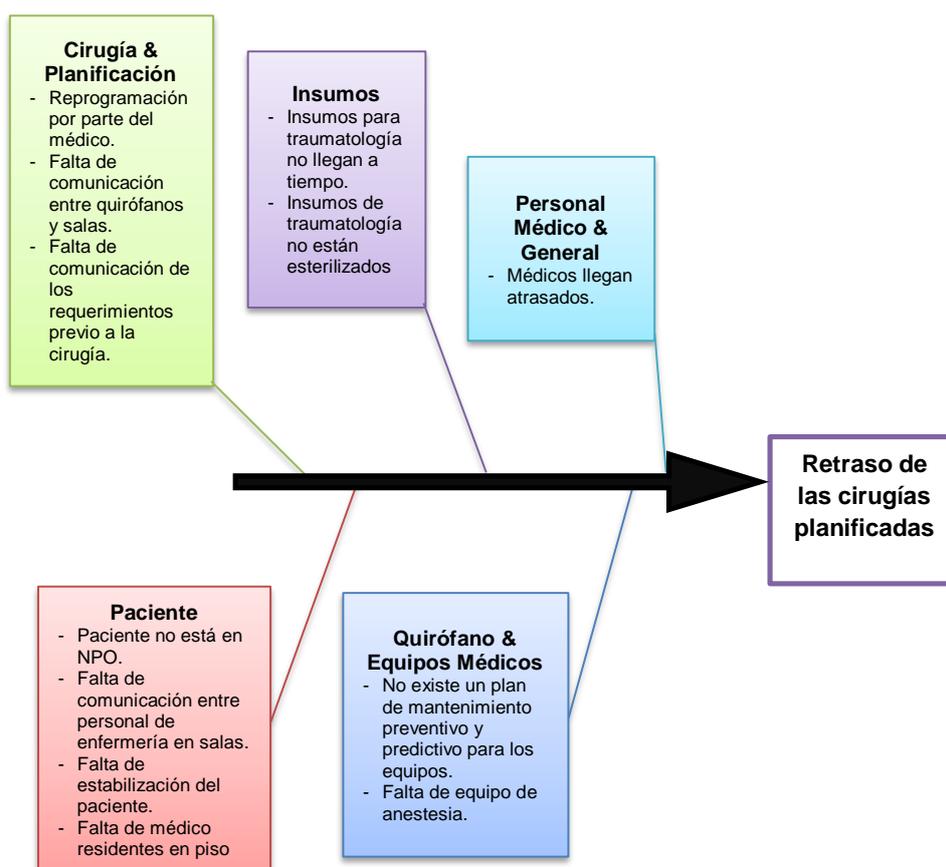


Figura 2.8: Diagrama de análisis de causas Ishikawa

En la Figura 2.8 se detalla la recopilación de posibles causas detectadas por todo el equipo de cirugía, con la aprobación del Jefe de Cirugía y el Gerente Hospitalario. Se reunió al personal de cirugía y se entregó unas tarjetas de colores en las que iban escribiendo cuales eran las posibles causas, luego se realizó un listado y se validó la información con el jefe de cirugía y el gerente hospitalario.

2.3 ANALIZAR

En esta sección, se relaciona cada uno de los datos de los retrasos con cada una de las causas determinadas durante la etapa de medición. Y se determina cuáles son las causas que generan mayor impacto dentro del área.

2.3.1 Análisis de tiempos de retrasos incidentes en los procesos del área de cirugía

Tabla 4: Indicadores generales del área de cirugía

Se realizó la operación?	Sí	74%
	No	26%
La operación se realizó en el quirófano en el que fue programado?	Sí	83%
	No	17%

Los datos mostrados en la Tabla 4 son indicadores generales del área de cirugía, se observa que se reprograman las operaciones un 26% de las veces, y que de un 17% de los casos, no se utiliza el quirófano que se programó, estos dos indicadores son consecuencia de muchas de las falencias del área de cirugía, las mismas que afectan al paciente del área previo a la realización de la operación quirúrgica, a continuación se realiza una explicación de cada uno de los retrasos inmersos en el proceso de operación quirúrgica.

Tabla 5: Tiempo promedio de la llegada del paciente y de espera del paciente en la sala de cirugía

Tiempo promedio de llegada del paciente a la sala de cirugía antes de la hora programada para la operación quirúrgica.	24,24 Minutos
Tiempo promedio de espera del paciente en sala de cirugía antes de ingresar al quirófano	28,03 Minutos

El paciente que va a ser operado en el área de cirugía, es llamado con demasiado tiempo de anticipación, la Tabla 5 muestra que se obtuvo un tiempo promedio de 24,24 minutos y un adicional de aproximadamente 4 minutos esperando a que se realicen los procesos pre-operatorios para su ingreso a quirófano. Es decir, el paciente pasa un promedio de 28,03 minutos esperando ser atendido en el área gris del área de cirugía. Esta demora genera inconformidad en el paciente.

Esto se debe principalmente a:

- Moras causadas por operaciones previas a la programada
- Falta de documentación pre-quirúrgica
- No existe información sobre el paciente que ha llegado a sala
- Enfermeras ocupadas en otras actividades

Tabla 6: Tiempo promedio de retraso del cirujano

Promedio del tiempo de retraso del cirujano	<i>42,82 Minutos</i>
--	----------------------

La Tabla 6

muestra que el cirujano tiene un tiempo de retraso promedio actual de 42,82 minutos, también es de recalcar que el retraso del cirujano es el que más veces ha causado el retraso de la operación. Esto se debe a:

- Falta de seriedad por parte del cirujano en cuanto a su compromiso con el hospital
- Retraso por estar en otras operaciones u otras actividades del hospital
- Déficit en Planificación de Cirugías

Tabla 7: Tiempo promedio del retraso del anestesiólogo

Promedio del tiempo de retraso del anestesiólogo	<i>43,85 Minutos</i>
---	----------------------

El anestesiólogo es parte de la nómina del hospital y cumple con un horario específico establecido, Sin embargo, los retrasos que este tiene surgen a partir de retrasos generados por las cirugías previas, ya que el anestesiólogo debe estar con el paciente durante toda la operación hasta que este despierte. La Tabla 7 muestra que el promedio de retraso del anestesiólogo es de 43,85 minutos.

Tabla 8: Promedio del tiempo de retraso del paciente

Promedio del tiempo de retraso del paciente	<i>26,60 Minutos</i>
--	----------------------

El paciente también puede llegar tarde a la operación, y en las ocasiones que no ha estado a tiempo en promedio se ha retrasado 26,60 minutos, de acuerdo a la Tabla 8.

Las principales razones de retrasos de los pacientes son:

- No hay disponible los camilleros para traslado de paciente.
- No hay disponible un enfermero que acompañe paciente durante traslado
- Déficit en la planificación para notificar traslado de paciente
- Falta de documentación pre-quirúrgica

Tabla 9: Promedio del tiempo de retraso de instrumentales e insumos

Promedio del tiempo de retraso de los instrumentales y los insumos	<i>28,14 Minutos</i>
---	----------------------

Los instrumentales usados durante las operaciones deben estar esterilizados para poder realizar una operación, y operaciones traumatológicas necesitan de insumos tales como placas y tornillos que se adquieren de una casa comercial. Tanto instrumentales como insumos han sido analizados en este punto, dando un retraso de 28,14 minutos, resultado mostrado en la Tabla 9.

Esto se debe a:

- Los protocolos y procedimientos de comunicación no se realizan eficientemente.
- Atraso por parte de las casas comerciales que proveen insumos para traumatología.

Tabla 10: Promedio del tiempo de retraso de instrumentista

Promedio del tiempo de retraso del instrumentista	<i>24,50 Minutos</i>
--	----------------------

Los instrumentistas que pertenecen al Hospital no inciden en los 24,5 minutos de retrasos presentados en la Tabla 10, estos retrasos son ocasionados principalmente por los instrumentistas de la casa comercial que presta sus insumos al Hospital de Niños. Los retrasos de los instrumentistas externos se deben a:

- Falta de compromiso con la hora de llegada
- Retraso por estar en otras actividades de la casa comercia que representa
- Déficit en Programación
- Los protocolos y procedimientos de comunicación no se realizan eficientemente

Tabla 11: Indicadores de inicio de la cirugía

La operación empezó en la hora programada	<i>Sí</i>		<i>21%</i>
	<i>No</i>		<i>79%</i>
Desfase del tiempo de inicio de cirugía (Promedio)	<i>51,17 Minutos</i>		

Hasta este punto se ha revisado las causas que afectan al proceso previo a la operación, todos estos retrasos generan en interacción que un 79% de las operaciones no empiecen a la hora programada y estas operaciones tienen un promedio de retraso de 51,17 minutos, de acuerdo a la Tabla 11.

Las duraciones de las operaciones quirúrgicas no es una variable del proceso de cirugía sobre el cual se pueda trabajar, ya que pertenece a la parte técnica del servicio hospitalario, las complicaciones que puedan presentarse durante la operación pueden alargar el tiempo estimado de operación, y como consecuencia, retrasar el inicio de operaciones posteriores, para su análisis y consideración dentro del estudio, sólo se utilizó su valor promedio que fue aproximadamente de 1 hora y

34 minutos. Luego de la operación se retira el cirujano y el anestesiólogo debe esperar un tiempo de 2,34 minutos, en promedio, hasta que el paciente se despierta y presenta en un estado estable para poder realizar su traslado hacia la sala de post-operatorio.

Después de la operación también existen tiempos a considerar que impiden la utilización del quirófano, se presenta un desglose de los tiempos de retraso involucrados:

Tabla 12: Tiempo de traslado hacia Post-Operatorio

Tiempo promedio de espera hasta traslado de paciente a post – operatorio	<i>6,74 Minutos</i>
---	---------------------

La Tabla 12 muestra el tiempo que espera el paciente desde que se ha estabilizado hasta que es traslado hasta post-operatorio con un valor de 6,74 minutos. Este tiempo se debe principalmente a la falta de disponibilidad de camilleros para realizar el traslado de pacientes.

Tabla 13: Tiempos de Mora para Inicios de Reacondicionamiento de Quirófano

Tiempo promedio de mora para Ingreso de auxiliar de limpieza	<i>27,35 Minutos</i>
Tiempo promedio de mora para Ingreso de auxiliar de enfermería	<i>24,00 Minutos</i>

Para realizar el reacondicionamiento de quirófano se necesita de dos trabajadores, el auxiliar de limpieza del área y el auxiliar de enfermería, quienes demoran para empezar a realizar el proceso de desinfección un tiempo de 27,35 minutos y 24 minutos respectivamente como se muestra en la Tabla 13.

Esto se debe a:

- Encargados también está realizando otras de sus actividades diarias previo a ingresar a limpieza.
- El personal de servicios varios se encuentra limpiando otro quirófano.
- El auxiliar de enfermería está desarrollando actividades de circulante en otra cirugía.

Tabla 14: Tiempo de Reacondicionamiento de Quirófano

Tiempo promedio que tarda el reacondicionamiento de quirófano	<i>78,58 Minutos</i>
--	----------------------

La Tabla 14 indica el tiempo total desde que el paciente despierta y pueden acceder los auxiliares hasta que los auxiliares terminan de reacondicionar el quirófano, este tiempo alcanza un valor promedio de 78,58 Min en promedio. Esto se debe a que, en el transcurso de la limpieza del quirófano, el personal encargado realiza diferentes actividades además de la adecuación del quirófano.

2.3.2 Mapeo de la Cadena de Valor del Área de Cirugía

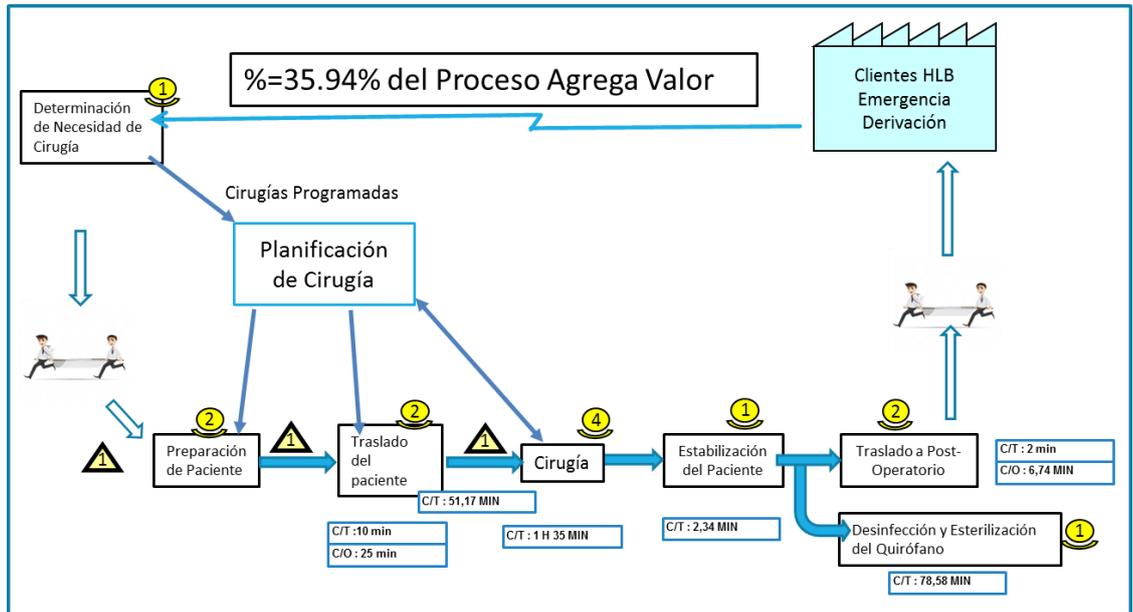


Figura 2.9: Mapa de la Cadena de Valor del Área de Cirugía

Después de revisar todas las causas que generan retrasos significativos dentro de los procesos del área de Cirugía, se ha resumido los tiempos generados en cada actividad, a fin de elaborar el Mapeo de la Cadena de Valor.

La Figura 2.9 muestra el Mapa de la Cadena de Valor realizado del Área de Cirugía, se ha considerado como actividades que agregan valor, la realización de la cirugía y la estabilización del paciente, ambas actividades conforman el 35,94% del proceso que agrega valor.

2.3.3 Elaboración de Diagrama de Pareto

En la Figura 2.10 se presenta un Diagrama de Pareto realizado a base de los tiempos de retraso originado por los elementos que intervienen en el área de cirugía y se enlista cada origen de retraso en la Tabla 15. Se observa que los mayores tiempos de espera se atribuyen a la llegada de cirujano y del anestesiólogo, pero cabe recalcar, que el retraso que se genera por el anestesiólogo se da por los retrasos en las cirugías programadas anteriores.

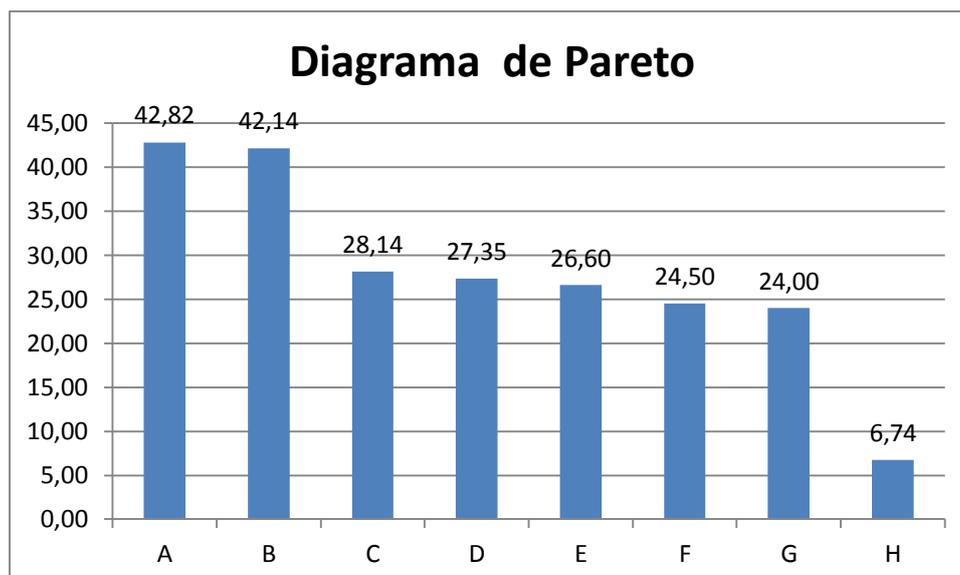


Figura 2.10: Diagrama de Pareto de los retrasos realizados

Tabla 15: Descripción de retrasos analizados en el Diagrama de Pareto

A	Promedio del tiempo de espera del cirujano
B	Promedio del tiempo de espera del anestesiólogo
C	Promedio del tiempo de espera de los instrumentales
D	Tiempo promedio de mora para Ingreso de auxiliar de limpieza
E	Tiempo promedio de retraso del paciente a la hora programada de la cirugía
F	Promedio del tiempo de espera del instrumentista
G	Tiempo promedio de mora para Ingreso de Auxiliar de enfermería
H	Tiempo promedio de espera hasta traslado de paciente a post – operatorio

2.3.4 Proposición de Soluciones para los problemas detectados

Se han determinado soluciones de tipo cualitativas y cuantitativas

El principal problema detectado por la cual se genera un retraso en las operaciones, está orientado a:

Retraso del cirujano

- **Soluciones Cualitativas**

1. **Política de puntualidad y responsabilidad (Ver Apéndice C):**

Esta política refuerza el compromiso que tiene el hospital de niños con los pacientes, por lo cual fomenta en cada uno de sus colaboradores los

aspectos más importantes de brindar un servicio de calidad basado en la puntualidad y responsabilidad del talento humano perteneciente al área de cirugía.

- **Soluciones Cuantitativas**

1. **Política de puntualidad y responsabilidad:**

Dentro de la política se establecen los lineamientos del tiempo máximo de llegada del cirujano. (Ver Apéndice C).

2. **Sistema de planificación diaria de cirugías:**

Controla los tiempos de llegada del cirujano, la programación de las cirugías diarias y verifica el cumplimiento de hora programada.

Retraso del anestesiólogo

- **Soluciones Cuantitativas**

1. **Política de puntualidad y responsabilidad:**

Dentro de la política se establecen los lineamientos del tiempo máximo de llegada del cirujano, esto con la finalidad de disminuir el tiempo de retraso de cirugías, como resultado, el anestesiólogo también estará a tiempo para su siguiente operación (Ver Apéndice C).

2. **Sistema de planificación diaria de cirugías:**

Programa las cirugías diarias, verifica el cumplimiento de la programación de cirugías considerando el tiempo de recuperación del paciente de la anestesia aplicada, manteniendo tiempos reales de la disponibilidad del anestesiólogo para las cirugías programadas.

Retraso de los instrumentales e insumos quirúrgicos

- **Soluciones Cualitativas**

1. **Inventario y reorganización de equipos quirúrgico del hospital:**

Se reorganizan los equipos que contienen instrumentales quirúrgicos, manteniendo tarjetas de identificación de los equipos con la descripción y cantidad de instrumentales que mantiene cada uno (Ver Apéndice D), evitando confusión al momento de realizar la cirugía.

2. Reporte de esterilización de equipos instrumentales:

Formato de reporte de esterilización (Ver Apéndice E) de los equipos de instrumentales que pertenecen al Hospital de niños, para asegurar la trazabilidad y la esterilización de los equipos previo cirugía.

3. Reporte de esterilización de insumos externos:

Reporte de esterilización de los insumos de casa comerciales que son utilizados en las operaciones de trauma de los pacientes, evitando reprogramar cirugías por no conocer el estado de esterilización de los insumos. (Ver Apéndice F).

4. Reporte de esterilización de instrumental de los médicos particulares:

Permite conocer el estado estéril de los instrumentales especiales que traen los cirujanos particulares, evitando retrasos o reprogramación de las cirugías planificadas. (Ver Apéndice G).

5. Sistema de planificación diaria de cirugías:

Visualización del detalle de los equipos de instrumentales (Ver manual de usuario adjunto), descripción y cantidad al realizar la programación de una nueva cirugía, para coincidir con su disponibilidad y requerir algún equipo adicional en caso de ser necesario.

Retraso de la llegada de los pacientes al área de cirugía**• Soluciones Cuantitativas****1. Ascensor del área de pensionados:**

La culminación del proyecto de la renovación del ascensor del área de pensionado permite trasladar a los pacientes de las salas del hospital al área de cirugía, generando así una disminución en el tiempo de llegada del paciente.

Disponibilidad de las máquinas de anestesia**• Soluciones Cuantitativas****1. Mantenimiento preventivo de las máquinas de anestesia:**

El aumento de la demanda de cirugías, incrementa la utilización de los equipos de anestesia, con un plan de mantenimiento preventivo de las

maquinas se disminuye la probabilidad de paradas inesperadas por averías en las máquinas de anestesia.

2.3.5 Mejoras en aspectos cualitativos y de seguridad en el Área de Cirugía

Las mejoras de aspectos cualitativos y de seguridad en el área de cirugía, son aquellas que no están conectadas directamente al incremento de la tasa de utilización de los quirófanos, pero agregan un valor significativo a la calidad del proceso.

1. Señalización de los insumos médicos usados durante la cirugía:

Permite el reconocimiento inmediato de los insumos que requiere el médico mientras se encuentra realizando una cirugía, ayuda a mantener el stock del inventario de las vitrinas de insumos en los quirófanos. (Ver Manual de usuario adjunto).

2. Utilización del listado de chequeo pre quirúrgico:

Permite verificar que el médico cirujano sepa cuál es el paciente que va a ser intervenido quirúrgicamente, el diagnóstico, el procedimiento y reconocer al equipo de trabajo dentro del quirófano. Esto con la finalidad de no cometer alguna equivocación con el paciente a operar. [14]

2.4 IMPLEMENTAR

En esta fase se detallan las mejoras a implementar. Para esto se realiza una matriz Esfuerzo vs Impacto, que se detalla en la Figura 2.11.



Figura 2.11: Matriz esfuerzos vs impacto

2.4.1 Política de puntualidad y responsabilidad

Se elaboró una política de puntualidad y responsabilidad con la autorización del gerente hospitalario para establecer una cultura en el tiempo de llegada de los médicos cirujanos, dando como resultado una disminución del 65% del tiempo promedio de retraso, esto permite:

- Establecer los lineamientos relacionados al horario y el tiempo máximo permitido de llegada.
- Establecer el uso del checklist prequirúrgico que debe realizar la enfermera profesional para reconocer al paciente, el procedimiento que se va a realizar con el paciente y el reconocimiento del equipo de trabajo dentro del quirófano.

2.4.2 Sistema de programación diaria de cirugía

Con la observación de la forma en la que se realiza la planificación diaria de las cirugías, surge la necesidad de diseñar un software que permita mantener la información actualizada con las planificaciones diarias, que muestre las cirugías del día, las reprogramaciones, cancelaciones y que genere los respectivos informes.

QUIROFANO	OPERACION	ESTADO	PACIENTE	EDAD	FECHA	INICIO	FIN
QUIROFANO 2	GENERAL	REPROGRAMADA	MENDEZ MARTINEZ AMBAR RAGU...	15 AÑOS	08/02/2016	17:00	19:30
QUIROFANO 2	G	PROGRAMADA	GUERRERO CUCALON MARIA ROCIO	11 AÑOS	09/02/2016	12:25	15:45

Figura 2.12: Software para el Área de Cirugías

La Figura 2.12 muestra la ventana principal del software de programación para el área de cirugía y permite registrar las operaciones planificadas para cada día de la semana, se registra el horario en el que se va a realizar, el quirófano, el paciente, los ayudantes, genera una visualización de los equipos instrumentales existentes en el hospital, facilitando a los médicos cirujanos conocer la cantidad y detalle de instrumentales en cada equipo, permite también reprogramar la cirugía en caso de ser necesario, muestra la disponibilidad de los quirófanos y de los equipos instrumentales automáticamente luego de una cirugía y permite controlar el tiempo del retraso de las cirugías y las causas.

El sistema de programación generará reportes de las cirugías realizadas a tiempo, de la utilización de los quirófanos, tiempos de retrasos entre otros. Para el sistema de programación se realiza un manual de usuario para entendimiento de su funcionamiento.

2.4.3 Plan de mantenimiento preventivo de equipos de anestesia

Debido a la existencia de dos máquinas de anestesia, y su vital importancia para realizar el proceso quirúrgico, se recomienda elaborar un plan de mantenimiento preventivo para disminuir las probabilidades de falla de los equipos que ocasionen paradas inesperadas causando reprogramación de la planificación de cirugías.

2.4.4 Registro de esterilización de instrumentales quirúrgicos

Los equipos de instrumentales quirúrgicos se los solicitan al departamento de esterilización de forma verbal, donde se evidencia la carencia de registro de esterilización de los equipos y su trazabilidad, en que área sea utilizado, si los entregaron completo cuando se realizó la devolución al área de esterilización, y cuando fueron esterilizados, esta propuesta permite conocer su estado y disponibilidad al momento de planificar una cirugía. El registro de esterilización de los instrumentales se lo realiza internamente con equipos pertenecientes al hospital de niños y también se realiza el mismo registro para los equipos instrumentales especiales, que son de propiedad del médico cirujano, asegurando la salud del paciente, la esterilización de los instrumentales y la disponibilidad de uso.

2.4.5 Inventario y organización de instrumentales quirúrgicos.

Cada equipo quirúrgico está formado por un grupo de instrumentales necesario para poder realizar varias cirugías, la falta de control y la trazabilidad de los instrumentales ha causado desorden en los equipos dando como resultado faltantes de instrumentales en unos y sobrantes en otros, lo cual al realizar la cirugía, el médico se ve forzado a solicitar un instrumental extra, debido a lo cual, se reorganizó los equipos y se crearon tarjetas de identificación de equipos instrumentales con los detalles del contenido, cantidad y descripción.

2.4.6 Señalización de vitrinas de insumos médicos.

En cada quirófano se revisó los insumos que se utilizan al momento de realizar las operaciones, se creó un listado, se identificó y se colocó el nombre en cada recipiente, para facilitar la ubicación y legibilidad de los nombres de insumos.

2.5 CONTROLAR

2.5.1 Reportes generados por el sistema de planificación diaria de cirugías

En el sistema de planificación diaria de cirugía se desarrolló un módulo de reportes que permite obtener información detallada de la planificación diaria de cirugías, los tiempos de retrasos de los médicos, el porcentaje de las cirugías realizadas a tiempo y las cirugías retrasadas esta información será administrada por parte de la persona encargada de las planificaciones de cirugías para asegurar la fidelidad de los datos. Se elaboró un manual de usuario para describir los resultados que se obtienen en cada reporte. La Figura 2.13 es una captura de pantalla del menú de indicadores que contiene el software propuesto.

Reportes

Por rango de fechas Fecha Actual

Desde 07/02/2016 Hasta 16/02/2016

Elija el reporte a consultar:

Retraso Cirujano
 Retraso Anestesiólogo
 Cirugías Canceladas
 Cirugías Reprogramadas
 Tiempo de Rehabilitación de Quirofanos
 Tiempo de Retraso de Cirugías
 Utilización de Quirofanos
 Total de Cirugías

Generar Salir

Figura 2.13: Informes dentro del Software para el Área de Cirugías

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para realizar un análisis sobre las condiciones actuales del área de cirugía y determinar los efectos de las mejores propuestas, en este capítulo, se realiza un modelo de simulación del proceso del área de cirugía en el software Promodel.

Promodel es un software de simulación diseñado para modelar sistemas de procesos de todo tipo, el diseño de la herramienta está basado en elementos orientados a la fabricación y toma de decisiones muy fáciles de aprender a usar, y permite a los usuarios modelar hasta los procesos más complejos de producción e inclusive servicios. [15]

3.1 Evaluación de Mejoras Propuestas sobre el proceso actual mediante Simulación

En este caso, los tiempos tomados de cada uno de los retrasos y los tiempos promedios de los eventos considerados dentro del área de cirugía ayudan a recrear el escenario en un modelo de simulación. Las características del modelo fueron determinadas a partir de los datos tomados en el proceso. La Figura 3.1 es la representación gráfica del área de cirugía en el software de simulación. En caso de llegar una cirugía, cuando el área de cirugía este llena, se asume que esta operación es cancelada. El Apéndice A muestra a detalle cómo fue representada el área de cirugía en un modelo de simulación.



Figura 3.1: Representación gráfica de cirugía

Se desarrolló el escenario inicial y los diferentes escenarios que se crean a partir de la implementación de las mejoras propuestas de forma independiente, se realizaron corridas de 100 días para cada uno de los escenarios.

Se miden principalmente las siguientes variables: Tasa Efectiva, Número promedio de pacientes atendidos, pacientes no atendidos a tiempo, porcentaje de operaciones que no empezó a tiempo, tiempo promedio de retraso de cirugía. La Tabla 16 muestra las condiciones del sistema de forma inicial.

Tabla 16: Condiciones del sistema de forma inicial

TASA EFECTIVA	PACIENTES ATENDIDOS	PACIENTES NO ATENDIDOS A TIEMPO	TIEMPO PROMEDIO DE RETRASO DE CIRUGIA	PORCENTAJE DE CIRUJIAS QUE NO EMPEZO A TIEMPO
7,46%	2,51	2,25	53,02	89,64%

3.1.1 Modelación del aumento de demanda

Se realiza un aumento del número de pacientes en 5 y después en 10 que puedan ingresar al área de cirugía y se analiza cómo esto afecta a las variables de interés, esto permitirá analizar si en las condiciones actuales, el quirófano es capaz de poder atender la nueva demanda.

Tabla 17: Impacto sobre las variables de medición de los quirófanos al aumentar la demanda

AREAS	TASA EFECTIVA	PACIENTES ATENDIDOS	PACIENTES NO ATENDIDOS A TIEMPO	TIEMPO PROMEDIO DE RETRASO DE CIRUGIA	PORCENTAJE DE CIRUJIAS QUE NO EMPEZO A TIEMPO
DEMANDA +5	17,33%	7,45	6,17	60,3	82,82%
DEMANDA +10	21,16%	9,16	8,34	62,34	91,05%

El Apéndice H muestra la validación estadística que comprueba la existencia de diferencia significativa entre las tasas de utilización de efectiva del quirófano al aumentar el nivel de demanda desde el estado inicial hasta un incremento de 10. La tasa de utilización efectiva incrementa de un 7,46% hasta 21,16% según la Tabla 17. La Figura 3.2 contiene el diagrama de caja realizado durante el análisis estadístico y muestra el aumento de la tasa de utilización efectiva.

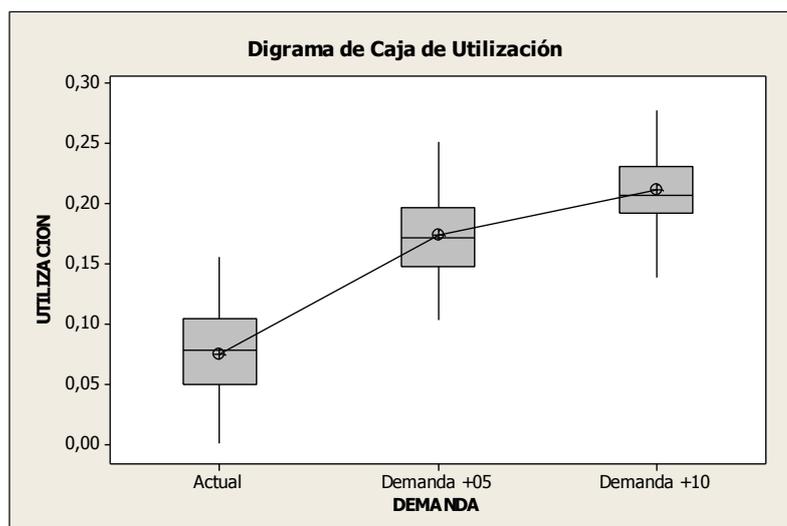


Figura 3.2: Diagrama de caja de utilización

Se observa que cuando se pasa de la demanda actual a una demanda de 5 unidades, se incrementa la tasa de utilización en mayor cantidad que cuando se pasa a una demanda de 10 unidades.

3.1.2 Modelación de Mejoras Propuestas

Con el aumento de demanda que se ha considerado, se analiza el impacto que tiene la aplicación de cada una de las mejoras propuestas.

Las mejoras a simular se presentan en la Tabla 18.

Tabla 18: Mejoras propuestas en el área de cirugía

		MEDIA ACTUAL	REDUCCIÓN	MEDIA PROPUESTA
MEJORA 1	DISMINUCIÓN DEL RETRASO DE INSTRUMENTALES	58,92	50%	29,46
MEJORA 2	DISMINUCION DEL RETRASO DE PACIENTE DEL 50%	28,11	50%	14,05
MEJORA 3	DISMINUCIÓN DEL RETRASO DE CIRUJANO MEDIANTE POLITICA	44,25	66,10%	15
MEJORA 4	DISMINUCIÓN DEL RETRASO DE CIRUJANO MEDIANTE POLITICA	44,25	77,40%	10
MEJORA 5	ESTANDARIZACION DE TIEMPO DE LIMPIEZA	78,583	40%	47,1498

Dentro de Promodel se simula cada uno de los escenarios de forma independiente para observar cual tiene el mayor beneficio sobre los demás y establecer un orden de ejecución de acuerdo a dicho beneficio. A continuación, se muestra los resultados en la Tabla 19.

Tabla 19: Impacto sobre las variables de medición al aplicar las mejoras propuestas

AREAS	TASA EFECTIVA	PACIENTES ATENDIDOS	PACIENTES NO ATENDIDOS A TIEMPO	TIEMPO PROMEDIO DE RETRASO DE CIRUGIA	PORCENTAJE DE CIRUJIAS QUE NO EMPEZO A TIEMPO
MEJORA 3	22,28%	9,53	7,44	51,97	78,07%
MEJORA 4	21,58%	9,47	7,45	52,18	78,67%
MEJORA 1	21,86%	9,46	8	46,39	84,57%
MEJORA 2	21,11%	9,25	8,16	59,4	88,22%
MEJORA 5	21,66%	9,67	8,87	63,85	91,73%

En la Tabla 19 se detalla cada una de las mejoras y su impacto sobre las variables de medición, ordenadas de menor a mayor de acuerdo al porcentaje de cirugías que no empieza a tiempo. En el Apéndice I se muestra la validación estadística realizada a los efectos de las mejoras propuestas sobre las variables de medición de forma independiente. Donde, se concluye que, la tasa de utilización efectiva tiene cambios significativos al momento de aplicar las diferentes mejoras. La disminución del retraso del cirujano y los retrasos ocasionados por los instrumentales mejoran de forma significativa el tiempo de retraso sobre las cirugías y el porcentaje de operaciones que no inician a la hora programada. La disminución del tiempo de retraso del paciente (mejora 2) y la disminución del tiempo de reacondicionamiento de quirófano (mejora 5), no generan de forma individual un impacto significativo en las variables de medición, sin embargo, estas mejoras serán realizadas de igual manera ya que, de manera conjunta, todas las mejoras pueden favorecer las variables de medición.

La Tabla 20, muestra el orden propuesto por el grupo de trabajo para realizar la ejecución de las mejoras, y muestra de forma conjunta los resultados de las variables de medición a medida que son aplicadas las mejoras. Estos resultados fueron determinados con ayuda de la Simulación mediante Promodel.

Tabla 20: Impacto sobre las variables de medición al aplicar las mejoras

AREAS	TASA EFECTIVA	PACIENTES ATENDIDOS	PACIENTES NO ATENDIDOS A TIEMPO	TIEMPO PROMEDIO DE RETRASO DE CIRUGIA	PORCENTAJE DE CIRUJIAS QUE NO EMPEZO A TIEMPO
ACTUAL	21,16%	9,16	8,34	62,34	91,05%
MEJORA 3	22,28%	9,53	7,44	51,97	78,07%
MEJORA 1	23,18%	9,91	6,66	34,04	67,20%
MEJORA 5	24,80%	10,55	7,2	34,44	68,25%
MEJORA 2	25,30%	10,49	6,62	32,39	63,11%
MEJORA 4	25,16%	10,59	6,55	29,19	61,85%

Finalmente, una vez aplicada las mejoras propuestas, se determina si existe diferencia significativa sobre las variables de medición, para ello, se realizan los siguientes contrastes de hipótesis:

Hipótesis 1

H₀: Las mejoras aplicadas no incrementan la tasa de utilización efectiva.

H₁: Las mejoras aplicadas incrementan la tasa de utilización efectiva.

Hipótesis 2

H₀: Las mejoras aplicadas no disminuyen el porcentaje de operaciones que no inician a tiempo.

H₁: Las mejoras aplicadas disminuyen el porcentaje de operaciones que no inicia a tiempo.

Hipótesis 3

H₀: Las mejoras aplicadas no disminuyen el retraso de inicio de cirugía.

H₁: Las mejoras aplicadas disminuyen el retraso de inicio de cirugía.

Mediante el análisis estadístico mostrado en el Apéndice J, se rechazan las Hipótesis Nulas y se establece con un 95% de confianza que las mejoras aplicadas incrementan la tasa de utilización efectiva, disminuyen los retrasos del inicio de la

cirugía y el porcentaje de operaciones que no empieza a tiempo. Es decir, las mejoras tienen un impacto positivo sobre las variables de medición.

La Figura 3.3 y la Figura 3.4 desglosan la evolución de las variables objetivos a medida que se aplican las mejoras.

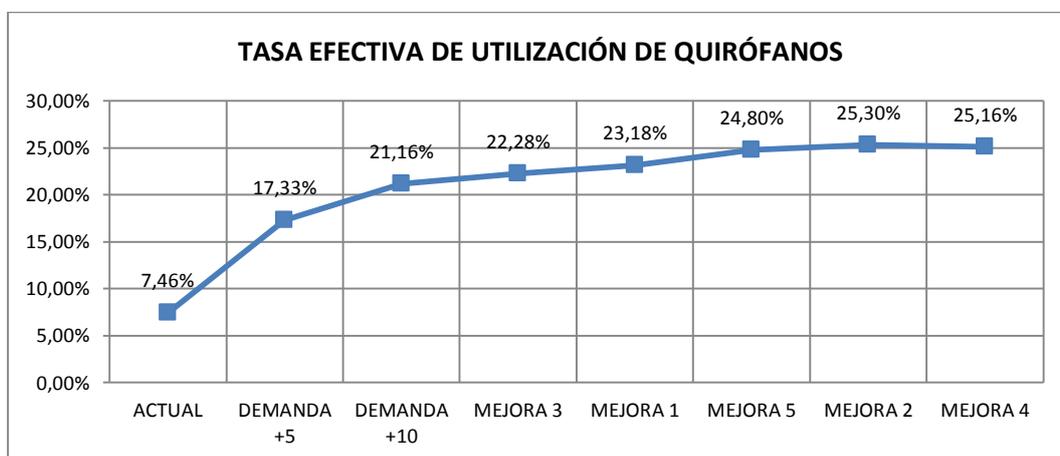


Figura 3.3: Incremento de la tasa de utilización de quirófanos

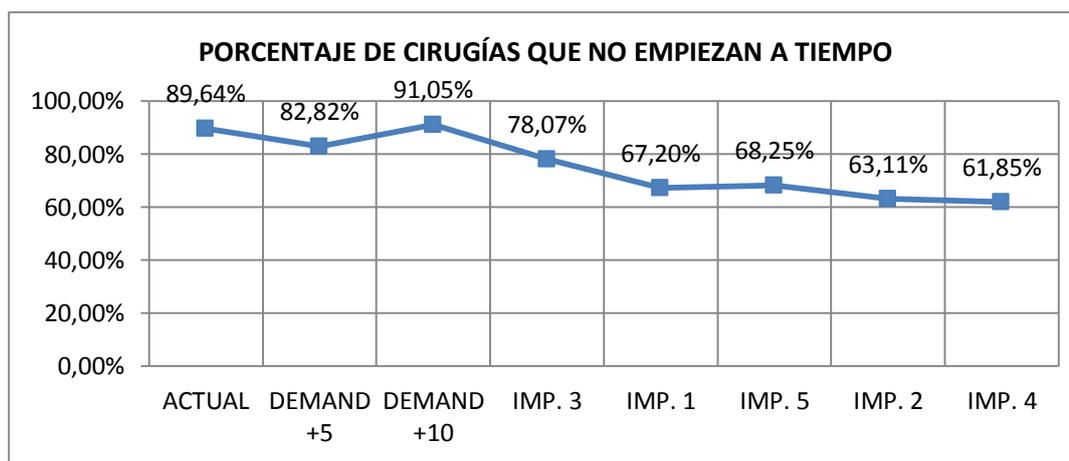


Figura 3.4: Disminución del porcentaje de cirugías que no empiezan a tiempo

La Figura 3.5 muestra la disminución del tiempo promedio de retraso reducido desde 53,02 Minutos hasta 29,19 Minutos. Esta reducción de tiempo es positiva para el área de cirugía. Y sirve como evidencia adicional del efecto de las mejoras sobre las variables de medición.

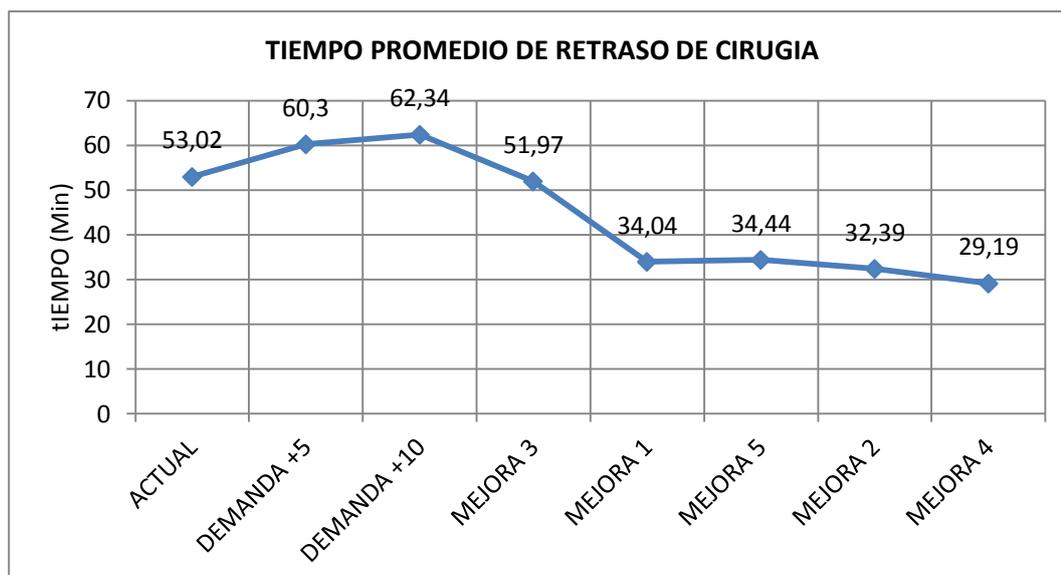


Figura 3.5: Disminución del tiempo promedio de retraso del área de cirugía

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Bajo la demanda actual del área de cirugía la tasa de utilización efectiva del quirófano es de 7,46%, de acuerdo a los resultados de la simulación planteada, al aumentar la demanda en 10 unidades se puede llegar a una tasa de utilización promedio de un 21,16% y con la aplicación de las mejoras propuestas, se puede incrementar la Tasa de Utilización de los Quirófanos del Área de Cirugía hasta un 25,16%.
- Los resultados de la simulación también demuestran que el porcentaje de cirugías que no inician a tiempo es de 89,64%, e incrementa hasta un 91,05% al aumentar la demanda. Con la aplicación de las mejoras propuestas se puede reducir a un 61,85% y disminuir el tiempo promedio de retraso de cirugía de 62 minutos hasta un valor de aproximadamente 29 minutos en promedio.
- Se determinaron las causas que afectan al proceso de cirugía, y se determinó que la principal causa de retraso es la llegada del cirujano, con un tiempo de espera en promedio de 42,82 minutos.
- La principal mejora propuesta dentro del área de cirugía es la implementación del Software de Planificación, desarrollado a base de los requerimientos del área de cirugía, y la política de puntualidad y responsabilidad para el uso del quirófano del área de cirugía.
- Los indicadores propuestos están integrados al software desarrollado para el área de Cirugía, y son: Tiempo de llegada del cirujano, Tiempo de llegada del anesthesiólogo, cirugías canceladas, Cirugías Reprogramadas, causas de reprogramación y tiempo de retraso de cirugías.

Recomendaciones

- Se sugiere dar seguimiento de la implementación del software dentro del área y revisar los indicadores propuestos de forma semanal.
- Realizar seguimiento en el cumplimiento de la política de puntualidad y responsabilidad establecida para el área de cirugía y la utilización de los registros dentro del área de esterilización
- Se sugiere realizar un análisis de capacidad del número de camas disponibles en Post-Operatorio previo a un posible aumento de demanda.
- Revisar el plan de mantenimiento preventivo de los equipos del área de cirugía realizado por el proveedor.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Cantú, *Desarrollo de una buena calidad*, Cuarta ed., J. Chacón, Ed. México: Mc Graw Hill, 2011.
- [2] J. Varo, *Gestión estratégica de la calidad en los servicios sanitarios: Un modelo de gestión hospitalaria*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, 1993.
- [3] World Health Organization. Regional Office for Europe, "The Principles of Quality Assurance: Report on a WHO Meeting," World Health Organization. Regional Office for Europe, Barcelona, ISBN/ISSN :9289012609 / 9789289012607, 1983.
- [4] M. George, "La guía Lean SIX Sigma para hacer más con menos," Dallas, Texas, Resumen de Libro La guía Lean Six Sigma 2010.
- [5] J. Arthur, *Lean Six Sigma for Hospitals*, Primera ed., J. Bass, Ed. New York, USA: McGraw Hill, 2011.
- [6] H. Gutiérrez, *Calidad total y productividad*, Segunda ed. México, México: Mc Graw Hill, 2005.
- [7] D. Momtgomery, *Introduction to Statistical Quality Control*, Sexta ed. Arizona: John Wiley & Sons Inc., 2009.
- [8] A. Freivalds and B. Niebel, *Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño de trabajo*, Duodécima ed., A. del Bosque Alayon, Ed. Pennsylvania, USA: Mc. Graw Hill, 2009.
- [9] Roberto García Criollo, *Estudio del Trabajo - Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo*, Segunda ed., José Pantoja Magaña, Ed. Monterrey, México: Mc. Graw Hill.
- [10] John Shook M. Rother, *Learning to see - Value Stream Mapping to add value and eliminate muda*, Primera ed. Massachusetts: The Lean Enterprise Institution - www.lean.org, 1999.
- [11] E. García, H. García, and L. Cárdenas, *Simulación y Análisis de Sistemas con ProModel*, Primera ed., P. Guerrero, Ed. México: Pearson Educación, 2006.
- [12] R. Walpole and R. Myers, *Probabilidad y Estadística para Ingenieros*, Sexta ed. México: Pearson Educación, 1999.
- [13] E. Bumashny, C. Ignacio, and P. Reichman, "Evaluación Preoperatoria del paciente quirúrgico," in *Enciclopedia Cirugía Digestiva*. Buenos Aires, Argentina, ch. I-101.

Bibliografía

- [14] Organización Mundial de la Salud (OMS), *Lista OMS de verificación de la seguridad de la cirugía (Manual de Aplicación)*, Primera ed., OMS, Ed. Ginebra, Francia, 2008.
- [15] D. Benson and C. Harrell, "Simulation modeling and optimization using Promodel," IEEE Computer Society, Orem, Paper 1997.

APÉNDICE A

EXPLICACIÓN DE SIMULACIÓN

Planificación del Área de Cirugía

La planificación del área de cirugía se representa con una distribución de probabilidad empírica para la cantidad de cirugías programadas en el día y la programación de las cirugías son distribuidas en el día con un ciclo de arribos. Los datos tomados para realizar estas distribuciones empíricas se encuentran en los anexos de este documento. Las distribuciones se muestran a continuación:

$$N \text{ de Operaciones} = \begin{cases} 1, & 0 \leq x \leq 0.175 \\ 2, & 0.175 < x \leq 0.475 \\ 3, & 0.475 < x \leq 0.850 \\ 4, & 0.850 < x \leq 0.950 \\ 5, & 0.950 < x \leq 1.000 \end{cases}$$

Hora de Programación	Porcentaje de Llegadas
07h00 - 09h00	0.00% - 14.71%
09h00 - 11h00	14.71% - 40.20%
11h00 - 13h00	40.20% - 74.51%
13h00 - 15h00	74.51% - 90.20%
15h00 - 17h00	90.20% - 99.02%
17h00 - 19h00	99.02% - 100%

Quirófanos

Los cinco quirófanos en el modelo de simulación están disponibles para las órdenes de cirugías que lleguen al área. En este caso para poder determinar cuántos quirófanos se pueden requerir a la vez disponibles se da preferencia desde el quirófano 1 al quirófano 5 en ese orden. Es decir que si el quinto quirófano es utilizado, es porque en el momento que estaba planificada la cirugía los otros 4 estaban ocupados.

Elementos que intervienen en la cirugía.

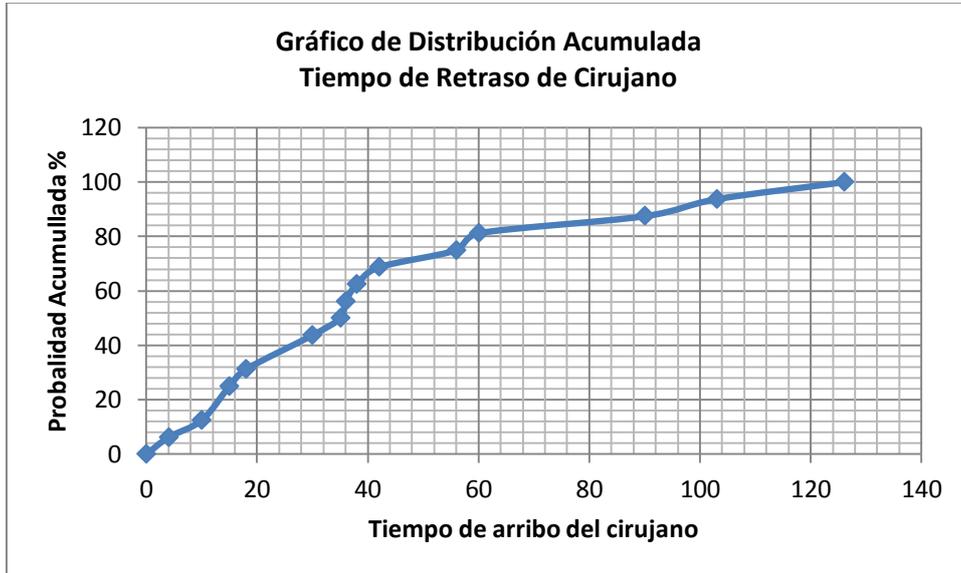
Para poder empezar la cirugía todos los elementos que intervienen deben estar dentro del quirófano, cada elemento dentro del modelo está condicionado a un posible tiempo de espera. Esto sirve para representar los retrasos que puedan existir para las cirugías acordes a la programación realizada.

Cirujano

Los cirujanos dentro del modelo se manejan con dos distribuciones empíricas. La primera expresa si el cirujano llega a tiempo o retrasado a la hora pactada de cirugía y la segunda expresa el tiempo que llega retrasado.

El tiempo de retraso fue considerado como una distribución empírica debido a la carencia de datos suficientes para determinar algún tipo de distribución. Ambas distribuciones se determinaron a partir de los datos recolectados. Cabe recalcar que en mayor porcentaje de veces el cirujano no ha estado disponible para empezar la operación.

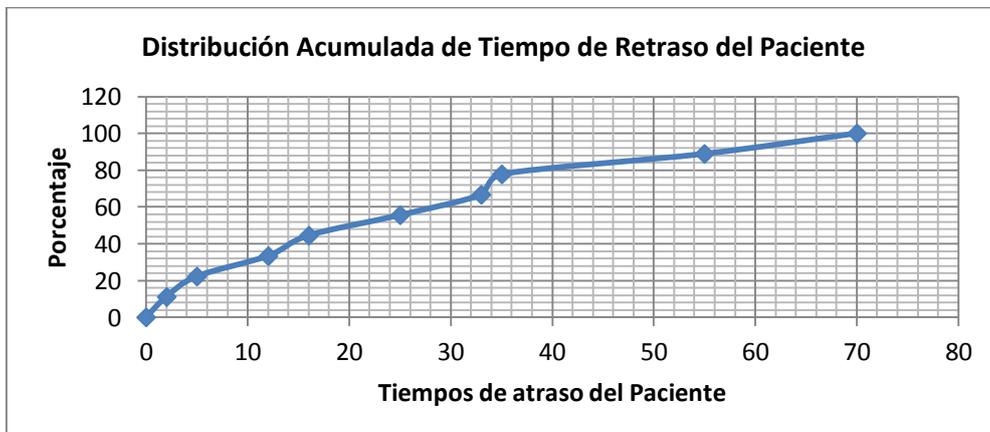
$$Disponibilidad\ del\ Cirujano = \begin{cases} No, & x \leq 59.25 \\ Si, & x > 59.25 \end{cases} \quad \forall x \in [0,1]$$



Paciente

Así como el cirujano, el paciente tiene dos distribuciones de probabilidad. La primera sirve para representar si el paciente ha llegado a tiempo a la cirugía, y la segunda en caso de no haber llegado a la hora programada, representa el tiempo de retraso que tiene el paciente. A continuación de acuerdo a los datos calculados se muestra la siguiente distribución.

$$Disponibilidad\ del\ Paciente = \begin{cases} No, & x \leq 16.65 \\ Si, & x > 16.65 \end{cases} \quad \forall x \in [0,1]$$



Anestesiólogo

Como personal disponible del área de cirugía, se disponen de 3 anestesiólogos. Para efectos de la simulación estos estarán siempre disponibles para trabajar en la cirugía.

Circulante e Instrumentista

Estarán disponibles 7 auxiliares de enfermería que puedan realizar las actividades de circulante o instrumentistas. El modelo asume que todos los auxiliares pueden realizar esta actividad.

Instrumentales

Los instrumentales dentro del modelo se manejan con dos distribuciones empíricas. La primera expresa si el cirujano llega a tiempo o retrasado a la hora pactada de cirugía y la segunda expresa el tiempo que llega retrasado.

El tiempo de retraso fue considerado como una distribución empírica debido a la carencia de datos suficientes para determinar algún tipo de distribución. Ambas distribuciones se determinaron a partir de los datos recolectados. Cabe recalcar que en mayor porcentaje de veces el cirujano no ha estado disponible para empezar la operación.

Cirugía

Se representa mediante un tiempo de espera y se realizará una vez que todos los elementos que intervienen en el área se encuentren dentro del quirófano.

Recuperación del paciente

Se representa mediante el tiempo que le toma al paciente despertar luego de la operación. Estos datos fueron modelados con una distribución exponencial.

Traslado de paciente

Tiempo en el cual se trasporta al paciente mediante un camillero. Estos datos siguen una distribución exponencial.

Limpieza de quirófano

Se realizará la limpieza una vez que todos los elementos hayan salido del quirófano, la limpieza tiene un tiempo de realización con una distribución exponencial.

Sala Post- Operatorio

El paciente tiene un tiempo de observación de 3 horas fijo en la sala de post-operatorio.

APÉNDICE C

POLÍTICA DE PUNTUALIDAD Y RESPONSABILIDAD

El Hospital de niños en su labor diaria de dar asistencia médica a los pacientes con el compromiso de ofrecer un servicio de excelencia hospitalaria, establece políticas de puntualidad y responsabilidad a los cirujanos que operan en el bloque quirúrgico.

Disposiciones Generales. -

El hospital tiene como objetivo cubrir el 100% de la demanda diaria de las cirugías planificadas ayudando a mejorar la calidad de vida de cada paciente, para ello se requiere el compromiso de cada colaborador del hospital, por esta razón se establece:

- El staff de cirugía deberá encontrarse en el quirófano 15 minutos antes de la operación planificada.
- El cirujano principal podrá llegar máximo 15 minutos después de la hora que se estableció para la cirugía.
- Las cirugías planificadas se podrán reprogramar hasta con 4 horas de anticipación por parte del cirujano.
- Las operaciones que por cualquier caso externo a las condiciones del paciente o de la sala de cirugía que se reprogramen 20 minutos antes de la hora establecida deben contar con la justificación aprobada por el jefe de cirugía.
- Antes de iniciar una operación, la enfermera profesional representante del Hospital deberá realizar el check list de inicio de operación.

Medidas Disciplinarias. -

Las medidas disciplinarias que se adoptarán en caso de que se incumpla cualquiera de los puntos antes mencionados estarán divididas en 3 fases

Primera fase.- Se realizará un recordatorio verbal de la política de puntualidad y responsabilidad.

Segunda fase.- Se realizará una advertencia formal escrita, detallando la falta de compromiso al incumplir con esta política.

Tercera fase.- En caso de impuntualidad, pasado los 15 minutos de retraso permitidos por esta política, se realizará una sanción económica, calculando el proporcional del costo de alquiler del quirófano por el tiempo de retraso ejemplo.

$$\text{Proporcional} = \frac{\text{Costo de alquiler quirófano hora}}{60 \text{ minutos}} * \text{minutos de atraso}$$

Para el resto de casos, el hospital deberá establecer la sanción económica en función del grado de incumplimiento.

APÉNDICE D

TARJETAS DE ORGANIZACIÓN DE INSTRUMENTALES QUIRURGICOS

Para mejorar la organización y control de inventario de los instrumentales, se cambiaron los registros. Ejemplo:

Equipo Instrumentales para Cirugía	
BASICO #6	
Cant.	Descripción
7	P. Hemostatica R.
7	P. Hemostatica C.
4	Allis
4	Backo
5	Mosquito R.
3	Porta aguja P.
2	Kocher R.
2	Farabeuf Ancho.
2	Farabeuf chico.
2	Anatómica C y S.
5	Pinza de Campo
2	Tijeras de Mayo C. y. R
2	Tijeras Metzembraum C. y. R
3	Mango de bisturí #3,4 y 7
2	Adson C y S.
2	DissecciónC y S
1	Pinza Rusa.
1	Pinza de Aro.
1	Canula de Succión.
1	Semiluna P.
1	Bandeja.
2	Richardson.
2	Lajan

Equipo Instrumentales para Cirugía	
BASICO #6	
Cant.	Descripción
5	Pinza de mosquito C.
5	Pinza de mosquito R.
2	Mango de Bisturí #3 y #4.
2	Tijera Metzenbaum P r c
2	Dissección C.Y.S.
2	Adson C.Y.S.
1	Porta agujas.
1	Allis P.
1	Hemostatica. R.
1	Semiluna P.
1	Bandeja P.
5	Pinza de Campo.
1	Campo de Ojo.

APÉNDICE H

ANÁLISIS ANOVA DE LA UTILIZACIÓN EFECTIVA DE LOS QUIRÓFANOS AL AUMENTAR LA DEMANDA

Para validar estadísticamente el incremento de la tasa de utilización efectiva cuando ingresan más pacientes al quirófano, se procede a realizar un análisis ANOVA. Para esto se establece un Modelo de un factor con tres niveles:

- Demanda Actual.
- Demanda aumentada en 5 pacientes.
- Demanda aumentada en 10 pacientes

La variable de respuesta es la tasa de utilización efectiva.

Se toma 100 datos simulados para cada nivel con ayuda del Software Promodel, y se utiliza Minitab, para realizar la Tabla Anova.

Se establece la siguiente hipótesis:

H_0 : Los niveles de demanda producen la misma tasa de utilización.

H_1 : Al menos uno de los niveles de demanda produce tasa de utilización diferentemente significativa.

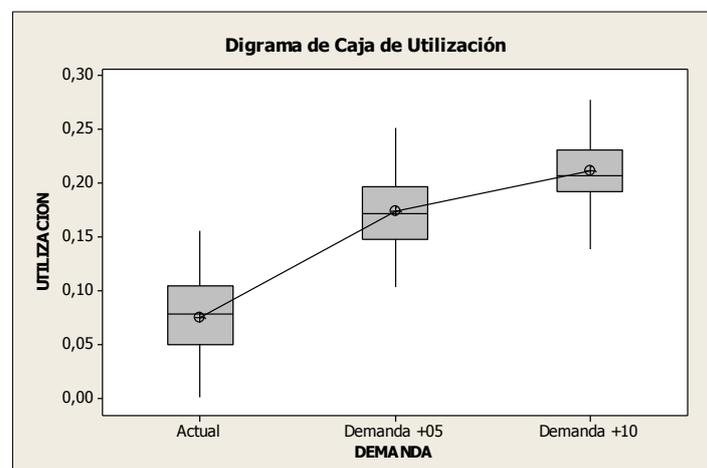
ANOVA unidireccional: UTILIZACION vs. DEMANDA

Fuente	GL	SC	CM	F	P
DEMANDA	2	0,99949	0,49975	474,30	0,000
Error	297	0,31293	0,00105		
Total	299	1,31243			

S = 0,03246 R-cuad. = 76,16% R-cuad. (ajustado) = 76,00%

De la Tabla ANOVA se obtiene un valor P de 0.00, se rechaza la hipótesis nula y se establece que al menos uno de los niveles de demanda produce una tasa de utilización diferentemente significativa.

La siguiente gráfica muestra un Diagrama de Cajas donde se ve la diferencia significativa de cada elemento.



Los supuestos de Normalidad, Independencia y Homogeneidad de los errores han sido verificados validando los resultados del modelo.

Prueba Tukey para diferenciar grupos con diferencia significativa

Agrupar información utilizando el método de Tukey

DEMANDA	N	Media	Agrupación
Demanda +10	100	0,21165	A
Demanda +05	100	0,17335	B
Actual	100	0,07464	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

La prueba Tukey ha sido realizada en el Software Minitab y muestra de mayor a menor quienes tienen diferencia significativa. Se concluye con este análisis que existe mayor utilización cuando la demanda es incrementada.

APÉNDICE I

ANÁLISIS ANOVA DE LA UTILIZACIÓN EFECTIVA DE LOS QUIRÓFANOS Y LA DISMINUCIÓN DEL NÚMERO DE OPERACIONES QUE EMPIEZAN RETRASADAS AL APLICAR LAS MEJORAS

Para validar estadísticamente el efecto positivo de las mejoras una vez que sean aplicadas las mejoras, se procede a realizar un análisis ANOVA. Para esto se establece un Modelo de un factor con seis niveles y tres variables de respuesta.

Niveles

- Estado Actual con incremento de demanda
- Aplicación de Mejora 1
- Aplicación de Mejora 2
- Aplicación de Mejora 3
- Aplicación de Mejora 4
- Aplicación de Mejora 5

Variables de Respuesta

- Tasa de Utilización Efectiva
- Porcentaje de Operaciones que no inician a tiempo
- Tiempo Promedio de Retraso de Inicio de Cirugía

Se realiza un Análisis ANOVA para cada una de las variables de medición con ayuda del Software Minitab y prueba de Tukey para establecer las diferencias significativas.

Tasa de Utilización Efectiva

ANOVA unidireccional: UTILIZACION EFECTIVA vs. ESTADO

Fuente	GL	SC	CM	F	P
ESTADO	5	0,00974	0,00195	1,63	0,149
Error	594	0,70818	0,00119		
Total	599	0,71792			

S = 0,03453 R-cuad. = 1,36% R-cuad. (ajustado) = 0,53%

H₀: Las mejoras propuestas y el estado actual mantienen la misma tasa de utilización.

H₁: Al menos una de las mejoras propuestas produce una tasa de utilización diferentemente significativa.

Con un valor P de 0.149, no se rechaza H_0 y establece que no existe evidencia estadística suficiente para decir que alguna de las mejoras propuestas produce una tasa de utilización diferente a la producida por el estado actual. Los supuestos de Normalidad, Independencia y Homogeneidad de los errores han sido verificados validando los resultados del modelo.

Esto quiere decir que las mejoras propuestas de forma independiente no generan un cambio significativo en la tasa de la utilización efectiva.

Porcentaje de Operaciones que no inician a tiempo

ANOVA unidireccional: PORCENTAJE DE OPERACIONES NO PR vs. ESTADO

Fuente	GL	SC	CM	F	P
ESTADO	5	1,7637	0,3527	25,06	0,000
Error	594	8,3611	0,0141		
Total	599	10,1248			

S = 0,1186 R-cuad. = 17,42% R-cuad. (ajustado) = 16,72%

H_0 : Las mejoras propuestas y el estado actual producen el mismo porcentaje de operaciones que no inician a la hora programada.

H_1 : Al menos una de las mejoras propuestas produce un porcentaje de operaciones que no inician a la hora programada diferentemente significativo al estado actual.

Con un valor P de 0.00, se rechaza H_0 y se establece que al menos una mejora produce un porcentaje de operaciones que no inicia a tiempo diferente significativo.

Para determinar las mejoras que son diferentemente significativas se realiza las Pruebas de Tukey con ayuda del Software Minitab y se obtienen los siguientes con resultados.

Agrupar información utilizando el método de Tukey

ESTADO	N	Media	Agrupación
MEJORA 5	100	0,9197	A
ACTUAL	100	0,9118	A
MEJORA 2	100	0,8843	A B
MEJORA 1	100	0,8486	B
MEJORA 4	100	0,7914	C
MEJORA 3	100	0,7823	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
 Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de ESTADO

Nivel de confianza individual = 99,55%

ESTADO = ACTUAL restado de:

ESTADO	Inferior	Centro	Superior
MEJORA 1	-0,1110	-0,0632	-0,0154
MEJORA 2	-0,0752	-0,0274	0,0204
MEJORA 3	-0,1773	-0,1295	-0,0817
MEJORA 4	-0,1682	-0,1204	-0,0725
MEJORA 5	-0,0399	0,0079	0,0558

ESTADO	Intervalo de Confianza
MEJORA 1	(-----*-----)
MEJORA 2	(-----*-----)
MEJORA 3	(-----*-----)
MEJORA 4	(-----*-----)
MEJORA 5	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+
 -0,10 0,00 0,10 0,20

Con respecto al porcentaje de operaciones que no inician a tiempo del estado actual, con un 95% de confianza se establece que la Mejora 1, Mejora 3 y Mejora 4. Son diferentemente significativas al resto. Además, la prueba Tukey ordena las mejoras de acuerdo al impacto producido por cada una de forma independiente, se observa el orden establecido por el software y se concluye que, la disminución del retraso del cirujano es la mejora que genera mayor impacto positivo sobre la variable de medición, y en segundo lugar, la disminución de retrasos ocasionados por los instrumentales. La disminución en los retrasos del paciente y la estandarización de los tiempos de limpieza en el área de quirófano no generan un impacto diferentemente significativo. Para validez del análisis realizado se comprueban los supuestos de Normalidad, Homogeneidad e Independencia.

Tiempo Promedio de Retraso de Inicio de Cirugía

ANOVA unidireccional: TIEMPO PROMEDIO RETRASO vs. ESTADO

Fuente	GL	SC	CM	F	P
ESTADO	5	21272	4254	12,04	0,000
Error	594	209863	353		
Total	599	231135			

S = 18,80 R-cuad. = 9,20% R-cuad. (ajustado) = 8,44%

H₀: Las mejoras propuestas y el estado actual producen el mismo retraso en el inicio de la cirugía.

H₁: Al menos una de las mejoras propuestas produce un retraso en el inicio de la cirugía diferentemente significativo al estado actual.

Con un valor P de 0.00, se rechaza H₀ y se establece que al menos una de las mejoras produce un retraso en la cirugía diferentemente significativo.

Se realiza una prueba Tukey para la determinación de las mejoras que producen retrasos diferentemente significativos al resto.

Agrupar información utilizando el método de Tukey

ESTADO	N	Media	Agrupación
MEJORA 5	100	63,86	A
ACTUAL	100	62,34	A
MEJORA 2	100	59,40	A B
MEJORA 4	100	52,19	B C
MEJORA 3	100	51,98	B C
MEJORA 1	100	47,70	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
 Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de ESTADO

Nivel de confianza individual = 99,55%

ESTADO = ACTUAL restado de:

ESTADO	Inferior	Centro	Superior
MEJORA 1	-22,21	-14,64	-7,06
MEJORA 2	-10,51	-2,94	4,64
MEJORA 3	-17,94	-10,36	-2,79
MEJORA 4	-17,73	-10,15	-2,58
MEJORA 5	-6,06	1,51	9,09

ESTADO	Inferior	Centro	Superior
MEJORA 1	(-----*-----)		
MEJORA 2		(-----*-----)	
MEJORA 3	(-----*-----)		
MEJORA 4	(-----*-----)		
MEJORA 5		(-----*-----)	

+-----+-----+-----+-----
 -24 -12 0 12

De forma similar al porcentaje de operaciones no programadas, las mejoras que disminuyen los retrasos en los inicios de las cirugías de forma significativa son la disminución del retraso del paciente y la disminución del retraso del instrumental. Se comprobaron los supuestos del modelo sobre los errores para la validación de los resultados encontrados.

APÉNDICE J

PRUEBAS DE HIPÓTESIS CON RESPECTO A LAS VARIABLES DE MEDICIÓN

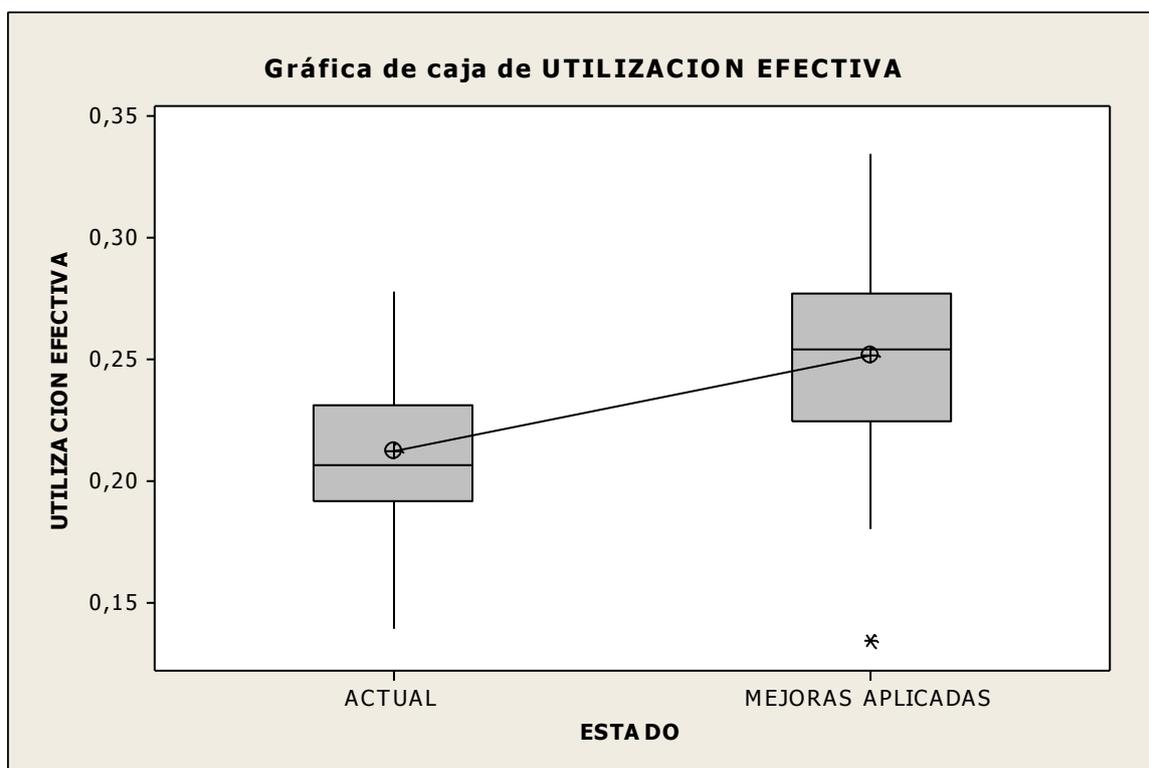
Contraste de Hipótesis 1

H_0 : Las mejoras aplicadas no incrementan la tasa de utilización efectiva.

H_1 : Las mejoras aplicadas incrementan la tasa de utilización efectiva.

Se realiza una prueba t de dos muestras y se obtiene los siguientes resultados:

```
Diferencia = mu (ACTUAL) - mu (MEJORAS APLICADAS)
Estimado de la diferencia: -0,03996
Límite superior 95% de la diferencia: -0,03211
Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = -8,41 Valor P = 0,000 GL = 192
```



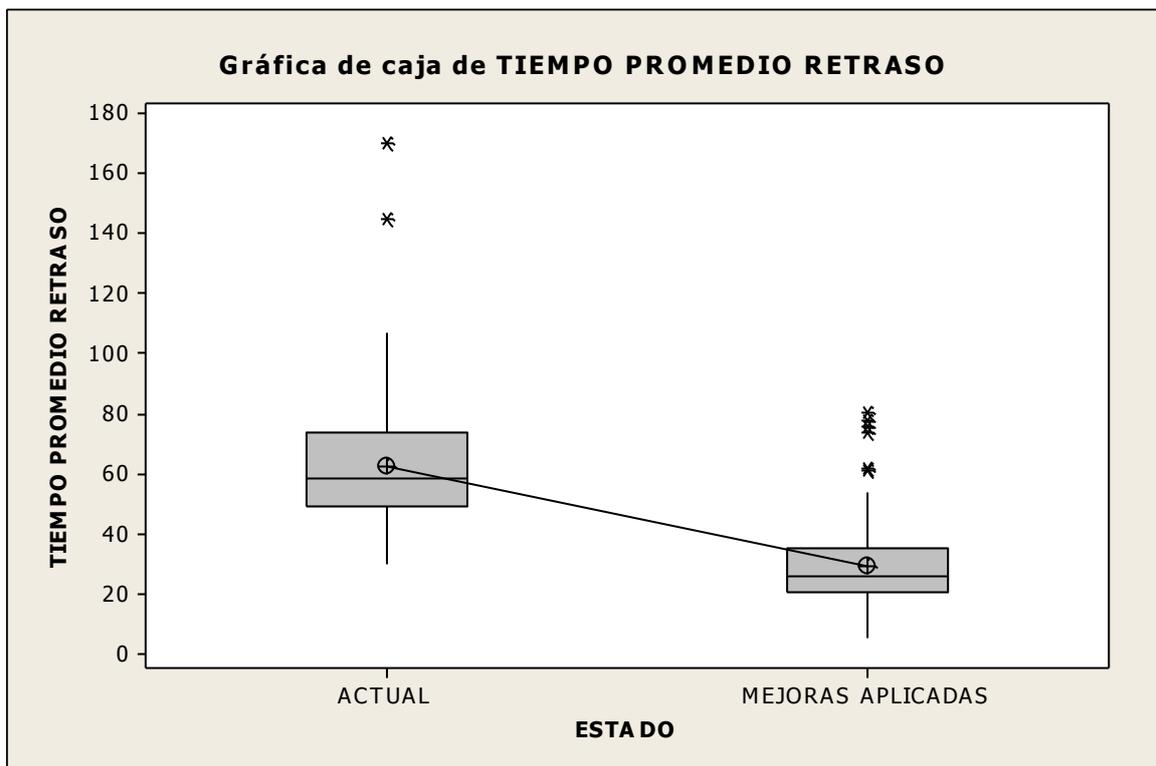
Con un valor P de 0.00, se rechaza H_0 y se establece con un 95% de confianza que las mejoras aplicadas incrementan la tasa de utilización efectiva de los quirófanos.

Hipótesis 2

H₀: Las mejoras aplicadas no disminuyen el porcentaje de operaciones que no inician a tiempo.

H₁: Las mejoras aplicadas disminuyen el porcentaje de operaciones que no inicia a tiempo.

Diferencia = μ (ACTUAL) - μ (MEJORAS APLICADAS)
 Estimado de la diferencia: 33,14
 Límite inferior 95% de la diferencia: 28,82
 Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 12,69 Valor P = 0,000 GL = 169



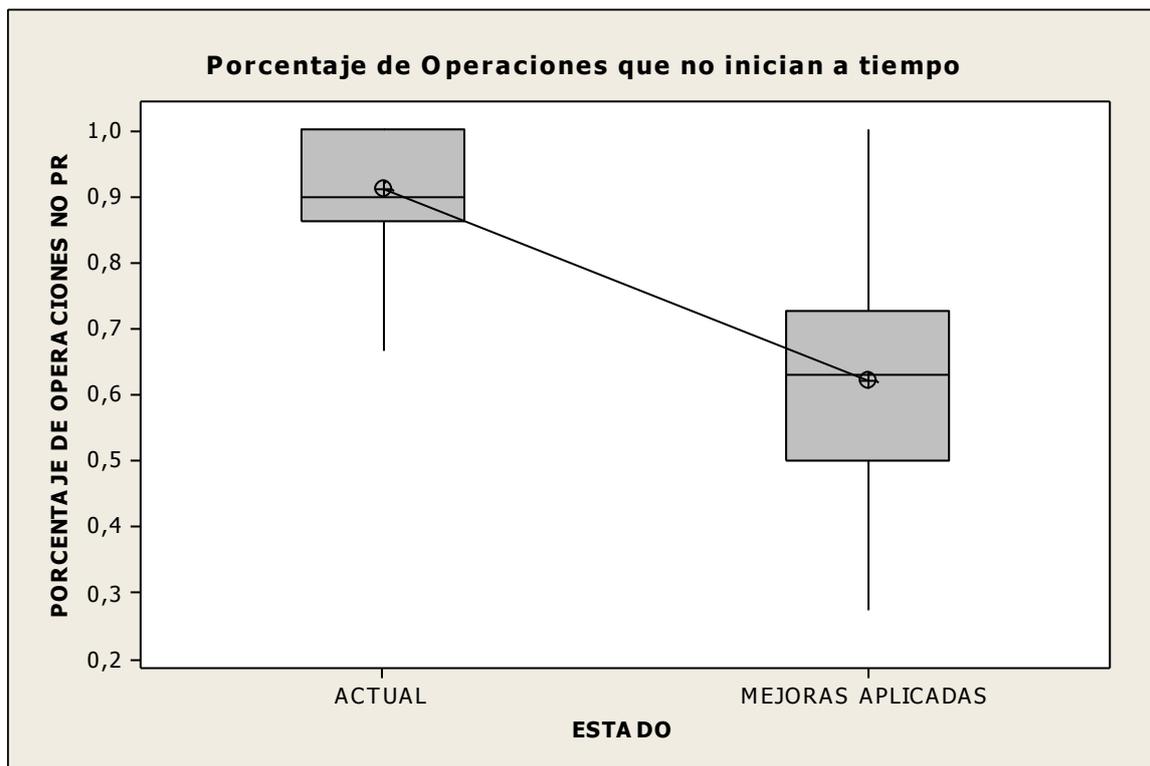
Con un valor P de 0.00, se rechaza H₀ y se establece con un 95% de confianza que las mejoras propuestas disminuyen el tiempo de retraso de inicio de cirugía.

Hipótesis 3

H₀: Las mejoras aplicadas no disminuyen el retraso de inicio de cirugía.

H₁: Las mejoras aplicadas disminuyen el retraso de inicio de cirugía.

Diferencia = μ (ACTUAL) - μ (MEJORAS APLICADAS)
 Estimado de la diferencia: 0,2910
 Límite inferior 95% de la diferencia: 0,2622
 Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 16,70 Valor P = 0,000 GL = 165



Con un valor P de 0.00, se rechaza H_0 y se establece con un 95% de confianza que las mejoras aplicadas disminuyen el porcentaje de operaciones que no empiezan a tiempo.

ANEXO A

Ábaco de Lifson

