



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Reducción del tiempo de espera durante la toma de exploraciones del
servicio de imagenología de un hospital pediátrico"

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERA INDUSTRIAL

Presentado por:

Rosa Viviana Bermeo Reyes

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2016

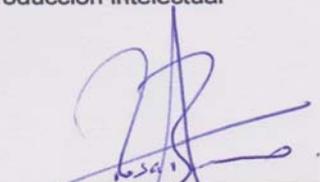
AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que colaboraron de manera directa en la realización de este trabajo.

Además de manera especial a aquellas que estuvieron a mi lado brindándome ese apoyo incondicional en el transcurso del proyecto.

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y doy mi 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"



Rosa Viviana Bermeo
Reyes



Ing. Edwin Desintonio

RESUMEN

Al momento del estudio, los pacientes esperaban 60 minutos para el servicio en el departamento de imágenes en cada etapa del proceso, generando insatisfacción del cliente, retraso en la atención, y aglomeración de personas en sala de espera, pasillos y salas de toma de exploración.

El proyecto tuvo como objetivo reducir el tiempo total de espera por el servicio. El proceso analizado fueron los exámenes de Rayos X simples, considerando las citas programados.

La metodología utilizada comenzó analizando la situación actual del proceso con el fin de definir los problemas, luego con el principio de Pareto se priorizaron los problemas. Posteriormente se procedió al análisis de la causa raíz y como resultado se propusieron soluciones para cada causa raíz. Cada solución fue evaluada considerando el impacto y el esfuerzo requerido para implementar.

Finalmente, usando una simulación de eventos discretos, se evidenció una disminución de 88% en el tiempo de espera y del 55% en el tiempo del servicio.

Palabra Clave: Departamento de Imágenes.

ABSTRACT

At the time of this study, patients waited 60 minutes for service at the Imaging Department at every phase of the process, as result, customer satisfaction was being affected, and waiting rooms, hallways and examination rooms were congested.

This project aims to reduce the waiting time for the service. The process analyzed was simple x-ray examinations, considering just scheduled appointments.

The methodology began by studying the current status of the process in order to define the main problems, then by using the Pareto Principle all problems were prioritized. Later, a root-cause analysis was conducted, and as a result, solutions were proposed for each root-cause. Each solution was evaluated considering the impact and the effort required to implement it.

Finally, using a discrete- event simulation, a 88% reduction was seen in the waiting time and 55% reduction at the time of service.

Keyword: *Imaging Department.*

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	ii
DECLARACIÓN EXPRESA.....	iii
RESUMEN.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
ÍNDICE GENERAL	1
ABREVIATURAS.....	2
ÍNDICE DE FIGURAS	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	4
INTRODUCCIÓN.....	6
CAPÍTULO 1.....	7
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	7
1.1. Objetivos.....	7
1.1.1 Objetivo general.....	7
1.1.2 Objetivos específicos	7
1.1.3 Marco teórico	7
Metodología de mejora de procesos DMAMC	7
CAPÍTULO 2.....	11
2. METODOLOGÍA.....	11
2.1 Definir.....	11
2.2 Medir	17
2.3 Analizar	22
2.4 Mejorar.....	26
2.5 Controlar	33
CAPÍTULO 3.....	36
3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
BIBLIOGRAFÍA.....	40
Apéndice A	41
Apéndice B	42
Apéndice C	45
Apéndice D	46
Apéndice E	48

ABREVIATURAS

DMAMC Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar

SIPOC Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers

VSM Value Stream Mapping

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Ciclo Metodología DMAMC

Figura 2.1: Diagrama de flujo del proceso de toma de exploraciones radiológicas

Figura 2.2: Diagrama SIPOC para el proceso de atención en el servicio de imagenología

Figura 2.3: Promedio diario por tipo de estudio

Figura 2.4: Promedio diario de Rayos X simples por turno

Figura 2.5: Tiempo promedio de actividades en el proceso

Figura 2.6: Tiempo promedio de espera entre cada etapa

Figura 2.7: VSM del proceso

Figura 2.8: Matriz Impacto - Esfuerzo

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Actividades realizadas en la Metodología DMAMC
- Tabla 2. Resumen de actividades del proceso
- Tabla 3. Tiempos de cada etapa del proceso
- Tabla 4. Cronograma del Proyecto
- Tabla 5. Tiempo promedio de actividades en el proceso
- Tabla 6. Plan de Recolección de Datos
- Tabla 7. Detalle de las actividades que generan espera y tiempo promedio por etapa
- Tabla 8. Interpretación Alfa de Cronbach
- Tabla 9. Resultados Alfa de Cronbach
- Tabla 10. Tiempos y porcentaje acumulado de actividades que generan espera
- Tabla 11. Identificación de causas raíces
- Tabla 12. Resumen de problemas y causas raíces
- Tabla 13. Soluciones a las causas raíces
- Tabla 14. Plan de implementación a solución 1
- Tabla 15. Plan de implementación a solución 2
- Tabla 16. Plan de implementación a solución 3
- Tabla 17. Plan de implementación a solución 4
- Tabla 18. Plan de implementación a solución 5
- Tabla 19. Distribución Tiempo servicio Recepción
- Tabla 20. Distribución Tiempo servicio Preparación
- Tabla 21. Distribución Tiempo servicio Toma de imagen
- Tabla 22. Tabla de comparación de tiempos para simulación de la mejora
- Tabla 23. Plan de control a solución 1
- Tabla 24. Plan de control a solución 2
- Tabla 25. Plan de control a solución 3
- Tabla 26. Plan de control a solución 4
- Tabla 27. Plan de control a solución 5

Tabla 28. Resultados Simulación Escenario Inicial vs Mejorado

Tabla 29. Resultados Simulación Escenario inicial

Tabla 30. Resultados Simulación Escenario Mejorado

Tabla 31. Resultados prueba de Hipótesis

INTRODUCCIÓN

El servicio de Imagenología es uno de los principales servicios de apoyo para las áreas de atención directa al paciente como hospitalización y consulta externa, ya que permite a los médicos establecer un diagnóstico definitivo o dar seguimiento al estado de salud de los pacientes. Por ello, es necesario que el servicio cuente con una atención ágil, oportuna e ininterrumpida.

Hace aproximadamente 5 años el Estado ha tenido como meta cubrir la brecha de servicios de salud, disminuir las desigualdades en el acceso, mejorar la oportunidad, calidad y cobertura de los servicios de salud, por lo que se ha suscrito con proveedores de servicio de salud

El área de Imagenología objeto de estudio, es parte de un hospital proveedor de salud para el Estado, por tal motivo la cantidad de atenciones en el servicio se ha incrementado un 40% en promedio por año. Los tipos de exploraciones que se brindan según el orden de demanda de mayor a menor son las siguientes: Rayos X (convencional y digital), Ecografía, Tomografía y Resonancia Magnética.

Ante este crecimiento el tiempo de espera servicio ha venido aumentando, causando retraso en la atención dando como resultado y con esto salas de espera llenas, mala imagen corporativa, insatisfacción del cliente.

Este proyecto propone soluciones que mejora la atención que se brinda al paciente sin esperas prolongadas, para lo cual se lo ha estructurado de la siguiente manera:

En el Capítulo 1, se define el problema y se establece el objetivo general y los objetivos específicos, seguido del marco teórico en donde hay conceptos de las herramientas y técnicas utilizadas.

En el Capítulo 2, se presenta la metodología aplicada la que siguió el proceso universal de solución de problemas que consiste en Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

En el Capítulo 3, se muestra los resultados obtenidos de las mejoras aplicadas

Finalmente, se encuentra una sección de conclusiones y recomendaciones donde se planteó que los objetivos propuestos fueron alcanzados, así como también las recomendaciones para el beneficio del servicio.

CAPÍTULO 1

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

El tiempo de espera de los pacientes del área de consulta externa que acuden al área de imagenología para la atención de exámenes de rayos X simples es en promedio 60 minutos, mientras que el tiempo de ciclo del servicio de la exploración es de 14 minutos.

1.1. Objetivos.

1.1.1 Objetivo general

Reducir el tiempo total de espera de los pacientes en un 30% con la finalidad de que sean atendidos en su hora programada y con menos interrupciones posibles en cada etapa del proceso.

1.1.2 Objetivos específicos

- Recolectar información del área con la finalidad de conocer el proceso de atención y su situación actual.
- Tomar tiempos de las actividades que se presentan en el proceso para obtener los tiempos de espera y del servicio.
- Identificar los problemas críticos que afectan al proceso con la finalidad de analizarlos y encontrar sus causas raíces.
- Demostrar mediante una simulación manual que las soluciones planteadas generan resultados favorables que evidencien la reducción del tiempo de espera.

1.1.3 Marco teórico

Metodología de mejora de procesos DMAMC

Acrónimo de las etapas de un proyecto seis sigma, y consiste en definir, medir, analizar, mejorar y controlar [1]. Es un método que sigue un formato estructurado y disciplinado. En cada etapa se utilizan diferentes herramientas para poder responder a preguntas específicas encaminadas al proceso de mejora [2].



Figura 1.1: Ciclo Metodología DMAMC

A continuación la descripción de cada etapa de la metodología:

a. Definir

Primera etapa de DMAMC en la que se enfoca el proyecto, precisando porqué se hace, los beneficios esperados y las métricas con las que se medirá su éxito [1].

En esta etapa se identifica el proyecto de mejora más relevante dentro de la organización, definiendo claramente el objetivo, su alcance, los beneficios y los participantes que intervienen en el proyecto [3].

Dentro de esta etapa se utilizaron las siguientes herramientas:

Lluvia de ideas. - Es una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre un tema [1].

Histogramas. -Representación gráfica de la distribución de un conjunto de datos o de una variable, donde los datos se clasifican por su magnitud en cierto número de clases. [1].

Diagrama Suppliers, Inputs, Process, Outputs And Customers (SIPOC). - Diagrama de proceso donde se identifican los proveedores (suppliers), las entradas (inputs), el proceso (process), sus salidas (outputs) y los usuarios (customers) y tiene como objetivo de analizar el proceso y su entorno. [4]

Diagrama de flujo del proceso. - El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrarlos costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. [4]

Diagrama de Gantt. -El diagrama de Gantt muestra anticipadamente de una manera simple las fechas de terminación de las diferentes actividades del proyecto

en forma de barras graficadas con respecto al tiempo en el eje horizontal. Los tiempos reales de terminación se muestran mediante el sombreado de barras adecuadamente. [4]

b. Medir

Segunda fase de DMAMC, donde se entiende y cuantifica mejor la magnitud del problema. Además, se debe mostrar evidencia de que se tiene un sistema de medición adecuado [1].

Las herramientas utilizadas en esta fase fueron las siguientes:

Muestreo del trabajo. –Es una técnica que se utiliza para investigar las proporciones del tiempo total que se dedican a las diferentes actividades que constituyen una tarea o una situación de trabajo [5].

Coefficiente Alfa de Cronbach. – En un índice de consistencia interna que toma valores entre 0 y 1 y sirve para comprobar si es instrumento que se está evaluando recopila información defectuosa y por tanto nos llevará a conclusiones equivocadas o si se trata de un instrumento fiable que hace mediciones estables y consistentes [4].

Value Stream Mapping (VSM). - Es una herramienta que sirve para ver y entender un proceso e identificar sus desperdicios. Un flujo de valor muestra la secuencia y el movimiento de lo que el Cliente valora. Incluye los materiales, información y procesos que contribuyen a obtener lo que al Cliente le interesa y compra. Es la técnica de dibujar un “mapa” o diagrama de flujo, mostrando como los materiales e información fluyen “puerta a puerta” desde el proveedor hasta el Cliente y busca reducir y eliminar desperdicios [6].

c. Analizar

Tercera etapa de DMAMC, en donde se identifican y confirman las causas, además se entiende cómo generan el problema [1].

Las herramientas de análisis que se consideró en el proyecto es la siguiente:

Técnica de los 5 Por qué. –Técnica que busca profundizar en el análisis de causas, preguntando y respondiendo en forma sucesiva el porqué de un problema [1].

Análisis de Pareto. -Técnica exploratoria donde los artículos de interés se identifican y miden en una escala común y se arreglan en orden ascendente, lo que crea una distribución acumulada; por lo general, 20% de los artículos son

responsables de 80% o más de la actividad total, lo que sugiere el término alternativo de regla 80-20 [4].

d. Mejorar

Cuarta etapa de DMAMC en donde se proponen, implementan y evalúan soluciones que atiendan las causas raíz del problema [1].

Las herramientas utilizadas para esta etapa fueron:

Matriz Impacto-Esfuerzo. – Determina para cada solución planteada el esfuerzo exigido (tiempo, recursos monetarios y/o humanos) y el impacto en beneficio monetario o no que tendrá para la solución. Con esto es fácil priorizar las soluciones, considerando que aquellas que presenten un alto impacto y requieran un menor esfuerzo son las que se aplicarán de preferencia, a contrario con aquellas que requieran un alto esfuerzo y tengan un impacto reducido. [7]

Modelado y simulación de eventos discretos. – Esta simulación se utiliza para estudiar sistemas y procesos cuyo estado va cambiando con el tiempo de forma discreta [8].

La principal característica de este sistema es que está determinado por una secuencia de eventos que ocurren en momentos aleatorios de tiempo ($t_1, t_2...$) y el cambio de estado del sistema tiene lugar en esos instantes [9].

Hipótesis estadística. – Es una afirmación sobre los valores de los parámetros de una población o proceso, que es susceptible de probarse a partir de la información contenida en la muestra representativa obtenida de la población [1].

e. Controlar

Última etapa de DMAMC en donde se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas y se cierra el proyecto [1].

En este sentido es necesario establecer un sistema de control para:

- Prevenir que los problemas que tenía el proceso no se vuelvan a repetir.
- Impedir que las mejoras y conocimiento obtenido se olviden.
- Mantener el desempeño del proceso.
- Alentar la mejora continua [1].

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA.

En la Tabla 2.1 se muestra la metodología utilizada en este proyecto.

Tabla 1. Actividades realizadas en la Metodología DMAMC

ETAPAS	ACTIVIDADES
Definir	<ul style="list-style-type: none"> Levantamiento del proceso Identificación del problema Alcance del proyecto Selección del equipo y cronograma del proyecto
Medir	<ul style="list-style-type: none"> Recolección de datos Evaluación de la confiabilidad de los datos recolectados Identificación del Flujo de valor del proceso
Analizar	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de problemas críticos Validación de causas raíces
Mejorar	<ul style="list-style-type: none"> Generación de soluciones para las causas raíces Selección de soluciones Elaboración del plan de implementación Simulación del proceso mejorado Identificación de los beneficios
Controlar	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración del Plan de Control

2.1 Definir

En esta etapa es donde planteó el problema, se delimitó el proyecto, se establecieron los objetivos y se identificó la variable de control.

Adicional se definió el equipo de trabajo que participó constantemente en todas las del proyecto.

Levantamiento del proceso.

Se realizó un estudio de campo con la finalidad de conocer el proceso y su situación actual.

El proceso empieza desde que llega el paciente al área de recepción hasta que el licenciado de imágenes, luego de la toma de la imagen, registra en el sistema el estado finalizado de la exploración.

Consta de las siguientes etapas:

- ✓ Recepción del paciente

- ✓ Preparación del paciente
- ✓ Toma de la imagen.

En la Figura 2.1 se observa el Diagrama del flujo del proceso.

ETAPAS	ACTIVIDAD	SIMBOLO					TIEMPO (mm:ss)	DISTANCIA (metros)
		○	⇒	D	□	▽		
Recepción	Recepción de solicitud médica	●					00:05	
	Verificación correcta de documentación					●	00:05	
	Registro en sistema de la llegada del paciente	●					00:10	
	Colocación de solicitud en la bandeja de espera					●	00:02	
	Revisión en el sistema de la lista de pacientes por atender	●					01:00	
Preparación	Traslado para llamado del paciente.						01:00	12
	Revisión de siguiente(s) solicitud(es) a atender	●					01:30	
	Llamado de paciente(s)	●					01:00	
	Espera de que paciente(s) se acerque(n)					●	00:40	
	Traslado con paciente(s) al área de exploración						01:00	12
	Registro en sistema de inicio de exploración	●					00:10	
	Traslado a consola de control de equipo médico						00:40	1
Toma de la imagen	Identificación de exploración a realizar	●					00:40	
	Preparación de la toma en equipo médico	●					01:00	
	Acomoda a paciente para la exploración	●					02:00	
	Realización de toma, arreglo de la(s) imagen(es) capturada(s) y envío al sistema	●					03:00	
	Traslado a PC						00:07	1
	Registro en sistema de finalización de exploración	●					00:02	
TOTAL							14:11	26

Figura 2.1: Diagrama de flujo del proceso de toma de exploraciones radiológicas

El resumen de resultados obtenidos del flujo del proceso se detalla en la Tabla 2 y Tabla 3:

Tabla 2. Resumen de actividades del proceso

Actividad	Cantidad	Tiempo (mm:ss)
Operación	11	10:37
Transporte	4	02:47
Demora	2	00:42
Inspección	1	00:05
Almacenaje	0	00:00
TOTAL	18	14:11

Tabla 3. Tiempos de cada etapa del proceso

Etapas	Tiempo (mm:ss)
Recepción	01:22
Preparación	06:00

Toma de la imagen	06:49
TIEMPO TOTAL	14:11

Adicional, para analizar el entorno del proceso, adicional se realizó un diagrama SIPOC, el cual se lo puede visualizar en la Figura 2.2.

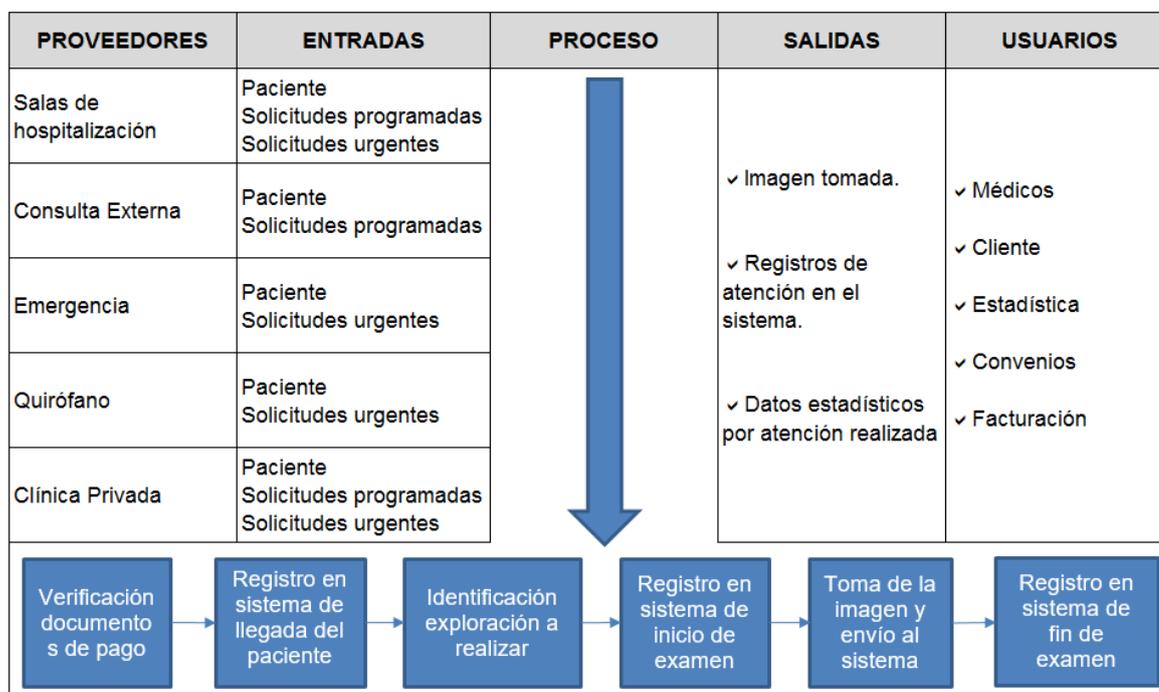


Figura 2.2: Diagrama SIPOC para el proceso de atención en el servicio de imagenología

Los tipos de exámenes que se realizan en el servicio son: Rayos X, Ecografía, Tomografía y Resonancia.

De acuerdo a los datos históricos en un periodo de un año, se obtuvo que la cantidad promedio diaria es de 500 exploraciones, siendo el examen de Rayos X simple el de mayor demanda con un total de 245 exploraciones, como se puede apreciar en la Figura 2.3.

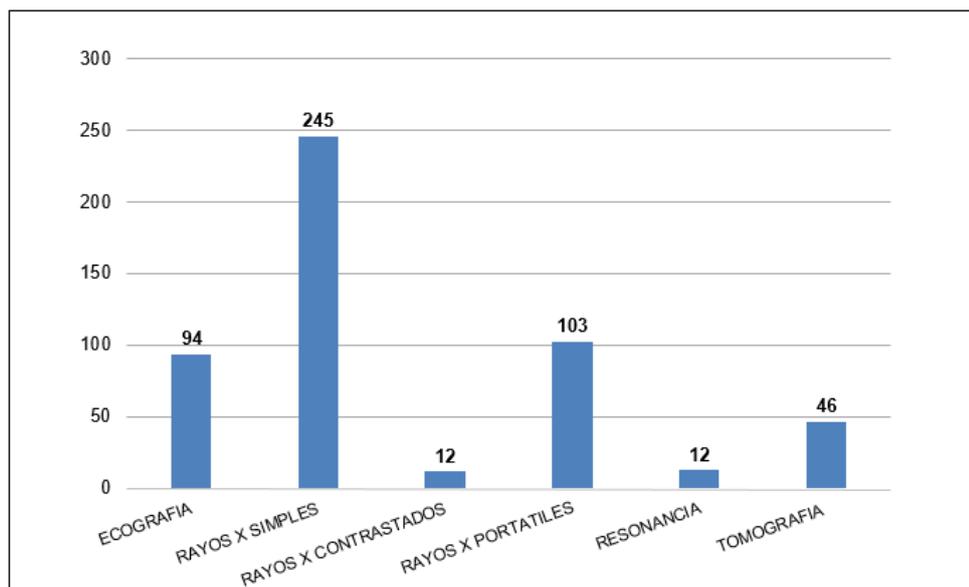


Figura 2.3: Promedio diario por tipo de estudio

También se obtuvo que el examen de Rayos X simple provenientes del área de Consulta Externa en el horario de 07h00 a 15h00 es el de mayor demanda con un total de 100 exploraciones.

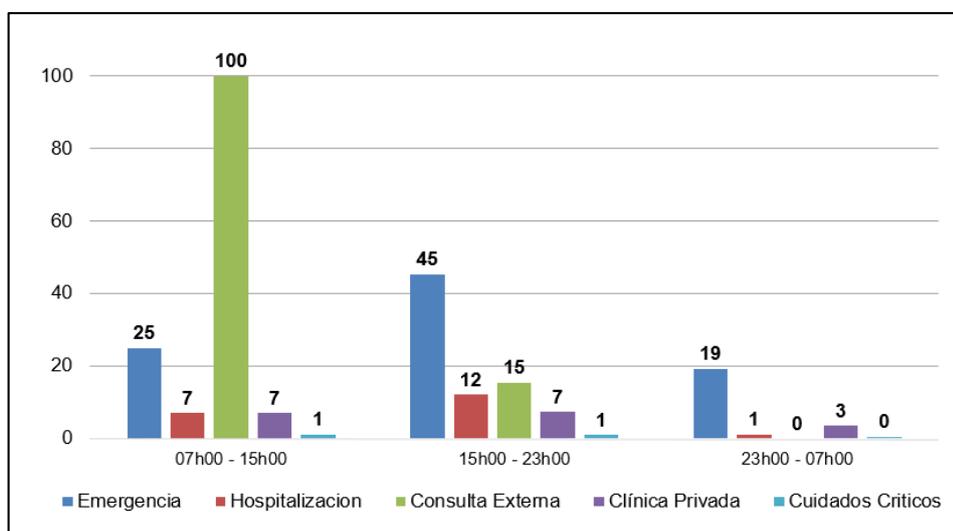


Figura 2.4: Promedio diario de Rayos X simples por turno

Se reciben solicitudes médicas desde las áreas de emergencia, hospitalización, consulta externa, quirófanos y clínica privada. Para las solicitudes de consulta externa (ambulatorias) se dan citas, los casos urgentes del área de emergencia y hospitalización se atienden en cualquier horario e inmediatamente.

Identificación del problema

Evaluando el proceso se consideró que todas las actividades agregan valor, las cuales son:

- Recepción de solicitud médica
- Verificación correcta de documentación
- Registro en sistema de la llegada del paciente
- Revisión de siguiente(s) solicitud(es) a atender
- Registro en sistema de inicio de exploración
- Identificación de exploración a realizar
- Preparación de la toma en equipo médico
- Acomoda a paciente para la exploración
- Realización de toma y arreglo de la(s) imagen(es) capturada(s).
- Registro en sistema de finalización de exploración

Sin embargo existen algunas actividades no productivas en cada etapa del proceso que prolongan el tiempo de espera, ocasionados los siguientes efectos:

- ✓ Aglomeración de pacientes en sala de espera y pasillos
- ✓ Retraso en producción programada en un turno
- ✓ Cliente insatisfecho

Para analizar estas actividades se llevaron a cabo sesiones de lluvia de ideas con el personal seleccionado del área. Los problemas identificados fueron:

- ✓ En un solo horario están concentradas las atenciones de las solicitudes ambulatorias, por lo que son interrumpidas por las atenciones urgentes.
- ✓ Los exámenes contrastados tienen horarios definidos en la mañana, lo que ocasiona que la sala se mantenga ocupada al cien por ciento en un horario de mayor flujo de atención. Los exámenes contrastados son aquellos que se utiliza un medio de contraste el cual es una sustancia que se usa para mejorar la visibilidad de estructuras o fluidos dentro del cuerpo en un examen de rayos X.
- ✓ Existe un solo equipo que hace rápidamente la toma de los rayos X simples.
- ✓ Las secretarías que reciben a los pacientes tienen varias tareas como contestar teléfono de otras áreas, dar citas, explicar la preparación antes del examen que el paciente debe tener, atender consultas varias de personas que solicitan información, atender a médicos y licenciados sobre exámenes a realizar, etc.
- ✓ Familiares desconocen los pasos a seguir antes de la atención y las secretarías se toman tiempo para indicarles.

- ✓ El turno de la mañana tiene que atender solicitudes que no fueron atendidas por la guardia anterior o exámenes que necesitan repetirse por lo que se tiene que interrumpir la programación del día.

Finalmente se definió que los pacientes presentan un tiempo de espera de 60 minutos el cual es necesario que disminuya. Este tiempo es la variable a través de la cual se medirá el éxito del proyecto.

Alcance del proyecto

Debido a la variedad de tipos de exámenes y el tipo de atención (urgente y programada) se delimitó el estudio a los pacientes de atención ambulatoria con cita programada (pacientes de consulta externa) en exámenes de Rayos X simples dentro del horario de 07h00 a 15h00.

El criterio para delimitar el proyecto fue considerar el estudio de mayor demanda el cual fue obtenido de datos históricos tal como se mencionó en la sección de levantamiento del proceso.

Cabe recalcar que este tipo de atención es la que se ve afectada con las esperas ya que por su naturaleza de ser no urgentes no es la prioridad y están propensos a que cualquier evento influya en flujo de atención.

Selección del equipo y cronograma del proyecto

Para lograr los objetivos del proyecto se definió un equipo de trabajo constituido por personal del área y el cual se muestra a continuación:

- ✓ Jefe de Imagenología
- ✓ Supervisora Administrativa
- ✓ Coordinador Administrativo
- ✓ Asistente Administrativo
- ✓ Licenciado de imagenología

La selección de los integrantes estuvo basada en los conocimientos y aportes significativos que cada podía brindar en los siguientes temas:

- ✓ Procesos administrativos
- ✓ Atención de clientes
- ✓ Procesos técnicos
- ✓ Sistemas informáticos

Cada integrante participó de manera directa o indirecta según el caso, en todos los temas a tratarse.

En la Tabla 4, se muestra el cronograma dentro del cual se desarrolló el proyecto con los periodos de tiempo establecido para cada etapa, se evidencia un tiempo total de duración de 3 meses aproximadamente.

Tabla 4. Cronograma del Proyecto

No.	Actividades	Fecha inicio	Fecha fin
1	Definición del problema	26/10/2015	06/11/2015
2	Medición del proceso	09/11/2015	08/12/2015
3	Análisis de las causas	09/12/2015	08/01/2016
4	Mejora	11/01/2016	15/01/2016
5	Control	15/01/2016	19/01/2016

2.2 Medir

En esta fase se estableció la técnica para la recolección de datos con la finalidad de medir el desempeño actual del proceso, para lo cual fue necesario establecer un plan de recolección. También se validó la confiabilidad de los datos recolectados.

Recolección de datos

El método para la recolección de datos fue el estudio de campo realizado en el área, a través de la técnica de la observación durante el proceso.

El formato para el registro de datos fue diseñado para registrar los tiempos de las actividades en cada etapa del proceso, así como también las actividades que signifiquen una espera. En el formato se colocaron actividades de forma predeterminada, las mismas que fueron obtenidas en la etapa de definición del problema donde se entendió el proceso. El formato utilizado puede ser encontrado en el Apéndice A.

Con el formato definido se procedió a realizar una prueba piloto para determinar el tamaño de muestra necesario para el estudio. La técnica utilizada fue el método de muestreo del trabajo ya que proporciona la información más ágil además de brindar facilidades de estudio de las actividades para un solo analista y no es necesario largos periodos de observaciones.

De acuerdo al método, el tamaño de muestra se define de la siguiente manera:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 p * q}{E^2} \quad (2.1)$$

Donde;

Nivel de confianza = 95%

E = Error permisible

p = Porcentaje del tiempo productivo

q = Porcentaje del tiempo no productivo

Las proporciones fueron estimadas con 50 pacientes durante la prueba piloto.

Por cada paciente se tomaron los tiempos de las actividades realizadas para la atención, los tiempos de las actividades que generan esperas y la frecuencia con la que se presentan. Los datos recolectados pueden ser observados en el Apéndice B.

De lo observado se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 5. Tiempo promedio de actividades en el proceso

Categorías	Tiempo promedio (min.)	%
Servicio	14.5	19%
Espera	59.9	81%
Total	74.4	100%

Considerando un nivel de confianza del 95% y un error permisible del 5%, el tamaño de muestra fue n = 236 pacientes.

La recolección de los datos fue realizada por 3 estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la ESPOL en un tiempo de 25 días dentro de un horario de 07H00 a 15H00 de lunes a viernes.

Las variables que se consideraron a recolectar fueron las siguientes:

- ✓ Tiempo total del paciente en el sistema
- ✓ Tiempo de cada etapa del proceso.
- ✓ Tiempo total de las actividades que generan espera.
- ✓ Tiempo de las actividades que generan espera entre cada etapa del proceso.
- ✓ Frecuencia total de las actividades que generan espera.
- ✓ Frecuencia de las actividades que generan espera entre cada etapa del proceso.

En la Tabla 6, se muestra el Plan de Recolección considerado:

Tabla 6. Plan de Recolección de Datos

Actividad	Recurso	Tiempo	Responsable
Elaboración del formato para registro de datos	Coordinadora	2 días	Coordinadora
Selección del tamaño de muestra	Coordinadora	2 días	Coordinadora
Toma de tiempos y levantamiento de actividades.	Estudiante 1 Estudiante 2 Estudiante 3	25 días	Coordinadora
Tabulación de los datos recolectados	Estudiante 1 Estudiante 2 Estudiante 3	1 día	Coordinadora

Finalmente de la recolección realizada se obtuvo los siguientes resultados, como se puede apreciar en la Figura 2.5 y Figura 2.6:

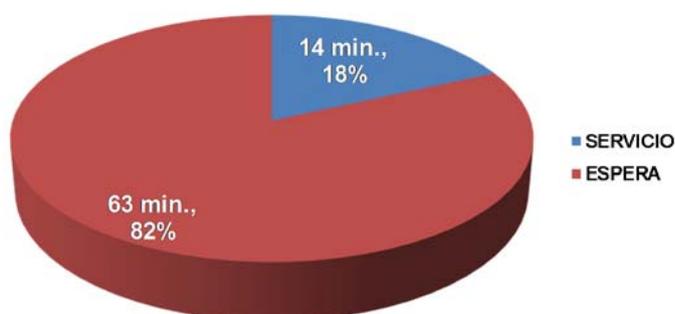


Figura 2.5: Tiempo promedio de actividades en el proceso

Del gráfico anterior se puede observar que las actividades de espera poseen el porcentaje más alto del tiempo total del sistema.

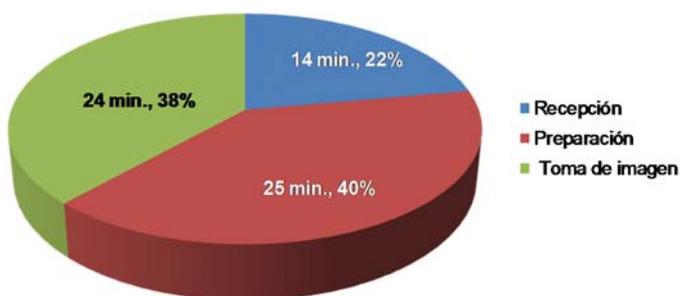


Figura 2.6: Tiempo promedio de espera entre cada etapa

En la Tabla 7 se presenta las actividades que generan espera en el proceso con su respectivo tiempo, el cual se detalla.

Tabla 7. Detalle de las actividades que generan espera y tiempo promedio por etapa

Actividades que generan espera	Recepción	Preparación	Toma	TOTAL
Atención de exámenes no programados (urgencias).	0	5	3	8
Atención para repetir estudios tomados en la guardia anterior	0	4	3	7
Atención de consultas al público	2	0	4	6
Atención de llamadas telefónicas	2	2	1	5
Atención de preguntas de médicos y licenciados de órdenes a realizar	1	2	2	5
Atención de estudio no tomado de la guardia anterior	0	4	1	5
Equipo de computación presentó novedades	1	4	0	5
Registrar en el sistema llegada al área de otras solicitudes	3	0	2	5
Documentación de pago incompleta.	5	0	0	5
Pedido de equipo de toma para revisar imágenes no enviadas	0	2	1	3
Apoyo a otro compañero de otra sala para un examen	0	1	2	3
Falta de batas	0	0	3	3
Saturación de memoria de equipo médico	0	0	2	2
Licenciado no recibió orden médica	0	1	0	1
TOTAL	14	25	24	63

Evaluación de la confiabilidad de los datos recolectados

Con la finalidad de demostrar la confiabilidad de los datos se procedió a realizar la medición de la fiabilidad del instrumento de medición a través del coeficiente Alfa de Cronbach.

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right] \quad (2.2)$$

Donde:

K = Número de items

S_i = Varianza del item i

S_T^2 = Varianza de los valores totales observados

Para el cálculo de este coeficiente, 3 personas al unísono tomaron los tiempos de espera y de servicio a 5 pacientes. En el Apéndice C se puede observar los datos obtenidos de esta medición.

Los resultados obtenidos considerando la tabla de interpretación del coeficiente, fueron los siguientes:

Tabla 8. Interpretación Alfa de Cronbach

α	Interpretación
0,53 a menos	Confiabilidad nula
0,54 a 0,59	Confiabilidad baja
0,60 a 0,65	Confiable
0,66 a 0,71	Muy Confiable
0,72 a 0,79	Excelente Confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

Tabla 9. Resultados Alfa de Cronbach

	α	Resultado
Tiempos de Espera	0.673	Datos muy confiables
Tiempos de Servicio	0.65	Datos confiables

Identificación del Flujo de valor del proceso

Mediante la herramienta Value Stream Mapping (VSM) ilustrado en la Figura 2.7 se pudo detallar y entender el flujo de información y de los pacientes, así como también identificar los tiempos de espera que se generan en cada etapa, el tiempo total del ciclo y el tiempo total de espera.

Para la aplicación de la herramienta se realizó un estudio de tiempos, se hizo un análisis de los procesos y actividades para determinar los problemas presentes.

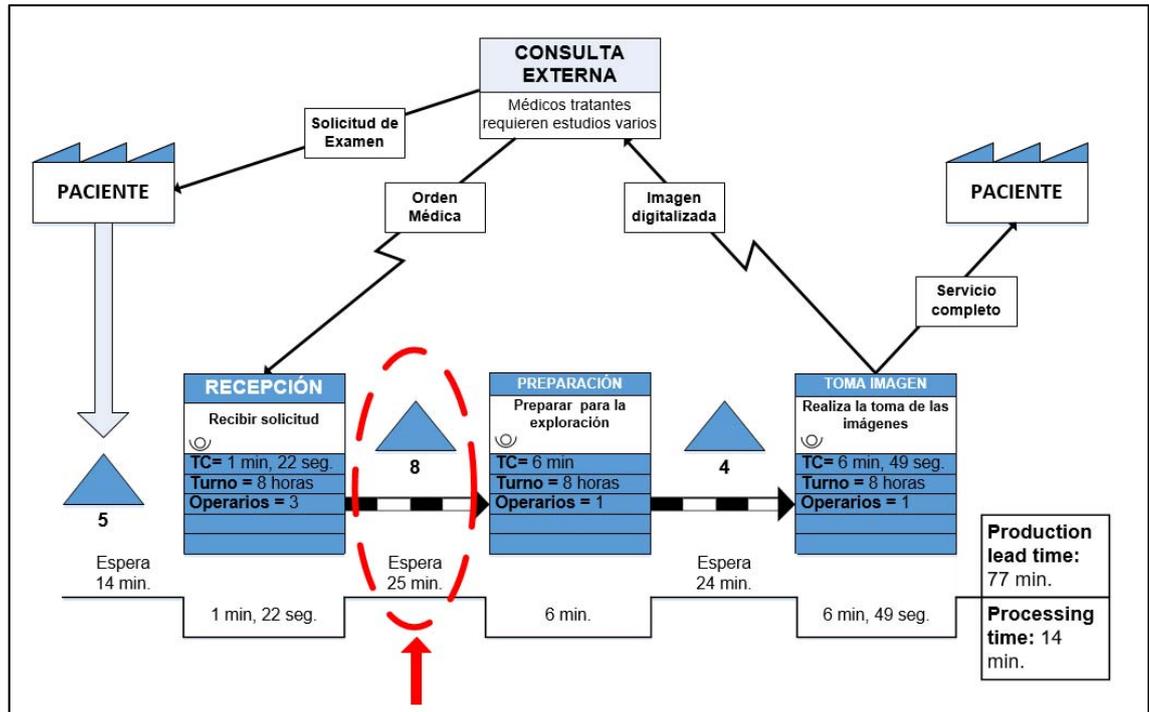


Figura 2.7: VSM del proceso

2.3 Analizar

La fase analizar consistió en determinar la causas raíces de los problemas encontrados, entendiendo porque se presentan y validándolas con el equipo de trabajo.

Identificación de problemas críticos

Con los datos recolectados se procedió a realizar un análisis de Pareto para conocer la distribución acumulada de los tiempos. El análisis se puede apreciar en la Tabla 10.

Tabla 10. Tiempos y porcentaje acumulado de actividades que generan espera

Actividades que generan espera	Total (min.)	%	% acumulado
Atención de exámenes no programados (urgencias).	8	13%	13%
Atención para repetir estudios tomados en la guardia anterior	7	11%	24%
Atención de consultas al público	6	10%	33%
Atención de llamadas telefónicas	5	8%	41%
Atención de preguntas de médicos y licenciados de órdenes a realizar	5	8%	49%
Atención de estudio no tomado de la guardia anterior	5	8%	57%
Documentación de pago incompleta.	5	8%	65%
Registrar en el sistema llegada al área de otras solicitudes	5	8%	73%
Equipo de computación presentó novedades	5	8%	81%
Pedido de equipo de toma para revisar imágenes no enviadas	3	5%	86%
Apoyo a otro compañero de otra sala para un examen	3	5%	90%
Falta de batas	3	5%	95%
Saturación de memoria de equipo médico	2	3%	98%
Licenciado no recibió orden médica	1	2%	100%
TOTAL	63	100%	

El resultado del análisis fue que las siguientes actividades generan la mayor parte el problema y que en total suman un tiempo de espera de 46 minutos:

- ✓ Atención de exámenes no programados (urgencias).
- ✓ Atención para repetir estudios tomados en la guardia anterior
- ✓ Atención de consultas al público
- ✓ Registrar en el sistema llegada al área de otras solicitudes
- ✓ Atención de preguntas de médicos y licenciados de órdenes a realizar
- ✓ Atención de llamadas telefónicas
- ✓ Atención de estudio no tomado de la guardia anterior
- ✓ Documentación de pago incompleta.

Validación de causas raíces

Una vez identificados los problemas, mediante la técnica de los 5 POR QUÉ se procedió en la búsqueda de las causas raíces. Esta técnica fue realizada en conjunto con el equipo de trabajo

A continuación en la Tabla 11, se muestra la aplicación de la técnica a cada problema:

Tabla 11. Identificación de Causas Raíces

Problema 1	Interrupción para atender exámenes no programados (urgencias).
¿Por qué?	Las otras salas están ocupadas.
¿Por qué?	Se atienden estudios complejos (con contraste) que toman más tiempo.
¿Por qué?	La agenda está definida en un horario específico para estos estudios
¿Por qué?	Los licenciados de los otros turnos no están aptos para realizar estos estudios.
Problema 2	Interrupción para repetir estudios tomados en la guardia anterior
¿Por qué?	Las imágenes están mal tomadas.
¿Por qué?	Algunos cassettes (chasis) en donde se graba la imagen están defectuosos.
¿Por qué?	No existe un procedimiento de control de reemplazo a tiempo.
Problema 3	Interrupción para atender consultas del público
¿Por qué?	Es el único lugar para atender estas consultas.
¿Por qué?	No está definido personal ni horario exclusivo para esta atención.
Problema 4	Interrupción para registrar en el sistema llegada al área de otras solicitudes (urgencias).
¿Por qué?	Es el único lugar para realizar estos registros.
¿Por qué?	No está definido otro personal.
Problema 5	Interrupción para atender preguntas de médicos y licenciados de órdenes a realizar.
¿Por qué?	Es el único lugar para atender estas preguntas.
¿Por qué?	No está definido personal ni horario exclusivo para esta atención.
Problema 6	Interrupción para atender llamadas telefónicas.

¿Por qué?	Es el único lugar para atender estas llamadas.
¿Por qué?	No está definido personal ni horario exclusivo para esta atención.
Problema 7	Interrupción para atender estudios solicitados en la guardia anterior
¿Por qué?	La guardia anterior no verificó que todas las solicitudes hayan sido atendidas.
¿Por qué?	Desconocen las opciones del sistema para validar solicitudes pendientes.
¿Por qué?	No han sido capacitados.
Problema 8	Documentación de pago incompleta.
¿Por qué?	Porque los familiares no reciben la orientación para los diferentes tipos de paciente (paciente convenio o particular).
¿Por qué?	En el área de consulta externa no existe un personal dedicado a este tipo de orientación.

En la Tabla 12, se puede observar el resumen del análisis de las causas raíces:

Tabla 12. Resumen de problemas y causas raíces

Problemas	Causas
Interrupción para atender exámenes no programados (urgencias).	Existen licenciados de otros turnos que no están aptos para realizar estudios contrastados, por lo que sólo en la mañana se agenda para estos exámenes saturando la agenda.
Interrupción para repetir estudios tomados en la guardia anterior.	Existen chasis (cassettes donde se captura la imagen) defectuosos que no son reemplazados a tiempo por falta de un procedimiento de control.
Interrupción para atender consultas del público.	No está definido personal ni horario exclusivo para para atender consultas del público.
Interrupción para registrar en el sistema llegada al área de otras solicitudes (urgencias).	No está definido otro personal para estos registros.
Interrupción para atender preguntas de médicos y licenciados de órdenes a realizar.	No está definido personal ni horario exclusivo para atender preguntas de médicos y licenciados de órdenes a realizar
Interrupción para atender llamadas telefónicas	No está definido personal ni horario exclusivo para para atender llamadas telefónicas

Interrupción para atender estudios solicitados en la guardia anterior.	Licenciados de imágenes desconocen opciones en el sistema que les permite revisar exámenes pendientes por realizar.
Documentación de pago incompleta.	No existe personal exclusivo para orientar al paciente en realizar gestiones previas de pago.

Una vez encontradas las causas raíces, mediante una reunión con los actores de proceso administrativos y técnicos se validó que estas causas son reales y que se dan en el día a día.

2.4 Mejorar

En esta fase se proponen y evalúan soluciones potenciales para cada causa raíz, asegurando que se corrige o reduce el problema. También se establecieron planes de implementación para cada solución.

Generación de soluciones para las causas raíces

Con el apoyo del equipo de trabajo y mediante sesiones adicionales de lluvia de ideas, se generaron las diferentes soluciones para atacar las causas raíces de los problemas encontrados en la etapa anterior. Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 13.

Tabla 13. Soluciones a las causas raíces

Causas	Propuesta de soluciones
Existen licenciados de otros turnos que nos están aptos para realizar estudios contrastados, por lo que sólo en la mañana se agenda para estos exámenes saturando la agenda.	Contar con licenciados capacitados de todos los turnos en la realización de exámenes contrastados para ampliar agenda de estos exámenes.
Existen chasis (cassettes donde se captura la imagen) defectuosos que no son reemplazados a tiempo por falta de un procedimiento de control.	Definir un procedimiento de control de vida útil de los chasis para el reemplazo oportuno de los mismos.
No está definido personal ni horario exclusivo para atender consultas del público.	Adecuar un puesto de trabajo de exclusividad para estas atenciones.
No está definido otro personal para registro de solicitudes urgentes.	Definir procedimiento y políticas de atención para recibir solicitudes urgentes.
No está definido personal ni horario exclusivo para atender preguntas de	Adecuar un puesto de trabajo de exclusividad para estas atenciones.

médicos y licenciados de órdenes a realizar.	
No está definido personal ni horario exclusivo para atender llamadas telefónicas.	Adecuar un puesto de trabajo de exclusividad para estas atenciones.
Licenciados de imágenes desconocen opciones en el sistema que les permite revisar exámenes pendientes por realizar.	- Contar con licenciados capacitados de todos los turnos sobre el uso de la opción del software para la consulta de estudios por realizar. - Definir políticas de revisión diaria al final de la jornada por turno.
No existe personal dedicado para orientar al paciente en realizar gestiones previas de pago.	Agregar en formulario de cita, la información necesaria de gestiones por realizar según el tipo de paciente.

Selección soluciones

Con las diferentes alternativas de solución expuestas se procedió a evaluarlas con base a criterios que fueron expuestos por el equipo de trabajo. Los criterios elegidos se decidieron considerando políticas de la organización y fueron los siguientes:

- ✓ Rapidez en implementación
- ✓ Más fácil de implementar
- ✓ Costo

Luego por consenso con el equipo se fue organizando las soluciones en la matriz Impacto – Esfuerzo que se presenta en la Figura 2.8.

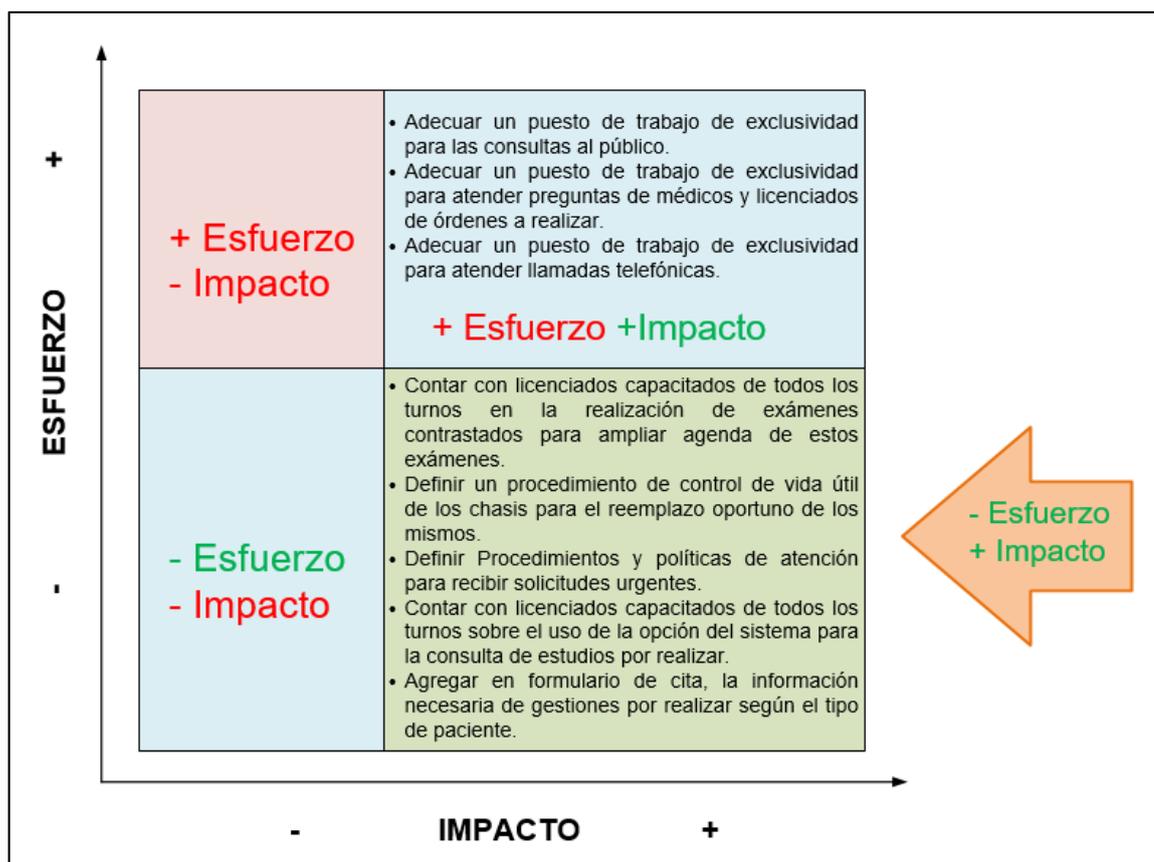


Figura 2.8: Matriz Impacto - Esfuerzo

Las soluciones escogidas reducen los eventos que suman en total un tiempo promedio de 30 min.

Elaboración del plan de implementación

Con las soluciones elegidas se procedió a establecer un plan de implementación para cada solución, los que se aprecian en las Tablas 14, 15, 16, 17 y 18.

Tabla 14. Plan de implementación a solución 1

Contar con licenciados capacitados de todos los turnos en la realización de exámenes contrastados para ampliar agenda de estos exámenes.	
Descripción	<p>Se capacitará a los licenciados de imágenes de forma individual. La realizarán los licenciados de mayor experiencia en ese tipo de estudios.</p> <p>Se la realizará en sitio, es decir el licenciado aprendiz acompañará al licenciado con experiencia cuando se esté realizando un examen. Al final se evaluará al personal.</p>
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Elaborar protocolos técnicos de realización de exámenes contrastados. ✓ Capacitar a los licenciados de imágenes de todos los turnos.

Participantes	Jefe, Licenciados, Coordinador técnico, Coordinador de imágenes.
Fecha	1 junio 2016
Tiempo	3 semanas
Responsables	Para la ejecución: Jefe de imagenología Para la capacitación: Licenciados de imagenología

Tabla 15. Plan de implementación a solución 2

Definir un procedimiento de control para el reemplazo oportuno de los chasis.	
Descripción	El proceso permitirá la coordinación oportuna para el pedido de nuevos chasis, considerando el tiempo de vida útil y el tiempo de reposición del proveedor.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documentar el proceso con las actividades y responsables de ejecución. ✓ Elaborar formulario de registros. ✓ Capacitar en el nuevo proceso.
Participantes	Licenciado de imágenes, Coordinador de imágenes, Coordinador técnico
Fecha	8 junio 2016
Tiempo	1 semana
Responsables	Para la ejecución y revisión: Jefe de imagenología Para la elaboración de documento: Coordinador de Imagenología

Tabla 16. Plan de implementación a solución 3

Definir procedimiento y políticas de atención para recibir solicitudes urgentes.	
Descripción	El proceso permitirá la atención directa a las atenciones urgentes y evitará la acumulación de personas en el área de recepción.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documentar el proceso con las actividades y responsables de ejecución. ✓ Capacitar en el nuevo proceso y en el software. ✓ Elaborar instructivos de registros en el sistema.
Participantes	Coordinador de imagenología, Médicos
Fecha	15 junio 2016

Tiempo	1 semana
Responsables	Para la ejecución y revisión: Jefe de imagenología Para la elaboración de documento: Coordinador de Imagenología

Tabla 17. Plan de implementación a solución 4

Contar con licenciados capacitados de todos los turnos sobre el uso de la opción del software para la consulta de estudios por realizar.	
Descripción	Se capacitará a los licenciados del turno de la noche. Se la realizará en sitio, una hora antes del término de su guardia.
Actividades	✓ Elaborar instructivos para la consulta en el sistema. ✓ Capacitar en el nuevo proceso y en el software
Participantes	Licenciado de imágenes, Coordinador, Coordinador técnico
Fecha	20 junio 2016
Tiempo	1 semana
Responsables	Para la ejecución: Jefe de imagenología Para la elaboración de documento: Coordinador de Imagenología

Tabla 18. Plan de implementación a solución 5

Agregar en formulario de cita, la información necesaria de gestiones por realizar según el tipo de paciente.	
Descripción	Configurar en el software una leyenda adecuada por cada tipo de paciente para que salga de forma automática una vez que se asigne la cita.
Actividades	✓ Configuración en el software. ✓ Pruebas de validación.
Participantes	Coordinador de Imagenología
Fecha	27 junio 2016
Tiempo	3 días
Responsables	Coordinador de Imagenología

Simulación del proceso mejorado

Por cuanto las soluciones no se pudieron implementar y para efectos de evaluar que las mismas tendrán un impacto positivo en el proceso se desarrolló una simulación manual en una hoja de Excel.

Para poder comparar resultados se desarrollaron dos simulaciones, una con el escenario inicial y otro con el escenario de la mejora. Se simuló un sistema de eventos discretos.

La tabla de simulación consta de los siguientes elementos:

- ✓ Hora de llegada: Que está determinado que cada paciente llegue cada 15 minutos, empezando desde las 07H00 hasta las 15H00. En este horario se realizó un total de 32 pacientes.
- ✓ Tres servidores: Cada uno con tiempos de cola, hora de inicio de servicio, tiempo de servicio y hora fin de servicio.

Los tiempos de servicio para el escenario inicial, se determinó por un número aleatorio entre 0 y 1 el cual asignó una distribución de probabilidades. Los tiempos con los que se modeló el escenario fueron aquellos que se obtuvieron de la etapa de medición.

En las siguientes tablas 19, 20 y 21, se observan las distribuciones de los tiempos del escenario inicial de cada servidor.

Tabla 19. Distribución Tiempo servicio Recepción

Tiempo de servicio (minutos)	Probabilidad	Probabilidad acumulada	Rango
13	0.13	0.13	01 - 13
14	0.25	0.38	14 - 38
15	0.21	0.58	39 - 58
16	0.30	0.88	59 - 88
17	0.09	0.97	89 - 97
18	0.04	1.00	98 - 100

Tabla 20. Distribución Tiempo servicio Preparación

Tiempo de servicio (minutos)	Probabilidad	Probabilidad acumulada	Rango
29	0.15	0.15	01 - 15
30	0.28	0.43	16 - 43
31	0.35	0.78	44 - 78
32	0.22	1.00	79 - 100

Tabla 21. Distribución Tiempo servicio Toma de imagen

Tiempo de servicio (minutos)	Probabilidad	Probabilidad acumulada	Rango
29	0.04	0.04	01 - 04
30	0.23	0.26	05 - 26
31	0.30	0.56	27 - 56
32	0.29	0.85	57 - 85
33	0.16	1.00	86 - 100

Los tiempos de servicio para el escenario de la mejora fueron generados aleatoriamente teniendo como referencia el tiempo promedio obtenido de la resta de los tiempos de los eventos que generan demoras en cada etapa. Los tiempos obtenidos se pueden observar en la Tabla 22.

Tabla 22. Tabla de comparación de tiempos para simulación de la mejora

Etapas	Tiempo promedio inicial	Tiempo promedio mejorado
Recepción	14	6
Preparación	25	12
Toma de imagen	24	15
Total	64	33

Los resultados que la simulación generó para ambos escenarios fue la siguiente:

- ✓ Tiempo promedio de espera (minutos)
- ✓ Tiempo promedio de servicio (minutos)
- ✓ Tiempo promedio en el sistema (minutos)
- ✓ Probabilidad de espera en cola

El detalle de la simulación manual puede consultarse en el Apéndice D.

Identificación de los beneficios

Se identificaron los siguientes beneficios:

Beneficios No Económicos

- ✓ Reducción del tiempo de atención
- ✓ Cliente satisfecho

- ✓ Mejorar el flujo de atención para los diferentes tipos de solicitudes (urgentes, programadas).
- ✓ Evitar aglomeración de personas en el área de recepción, salas de espera y pasillos del área.
- ✓ Calidad en la atención.
- ✓ Atención puntual y sin interrupciones.

Beneficios Económicos

Incremento de la agenda para atenciones de exámenes complejos

Cantidad actual de estudios realizados en una semana = 30

Cantidad proyectada de estudios realizados en una semana = 61

Cantidad	Valor unitario	Total
30	20	600,00
61	20	1.220,00

En un año significaría un ingreso de $\$1220 \times 52 = \63.440 por atenciones de exámenes contrastados

2.5 Controlar

En esta fase se desarrollaron diferentes acciones que permitan el buen desempeño de las mejoras implementadas, además de establecer métricas que permitan la medición del proceso.

Elaboración del plan de control

Para garantizar que las mejoras aplicadas se mantengan es necesario que el plan de control tenga las siguientes características:

- ✓ Políticas de cumplimiento
- ✓ Responsable
- ✓ Actividades estandarizadas y bien definidas
- ✓ Evaluaciones periódicas
- ✓ Monitoreo de los indicadores establecidos
- ✓ Participación del todo el personal en la identificación de los problemas que se presenten.

En conjunto con el equipo de trabajo se concretaron los siguientes controles a cada solución planteada, los cuales se pueden ver en las tablas 23, 24, 25, 26 y 27.

Tabla 23. Plan de control a solución 1

Contar con licenciados capacitados de todos los turnos en la realización de exámenes contrastados para ampliar agenda de estos exámenes.	
Políticas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se realizarán evaluaciones periódicas a los licenciados que recibieron la capacitación. ✓ Las evaluaciones las realizaran los licenciados que impartieron la capacitación. ✓ Se llevará un registro de estas evaluaciones y se asignará un responsable de verificar que se cumpla.
Responsable	Coordinador técnico
Indicador	No. Licenciados capacitados/Total de Licenciados

Tabla 24. Plan de control a solución 2

Definir un procedimiento de control para el reemplazo oportuno de los chasis.	
Políticas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El procedimiento será aplicado por el coordinador de licenciados. ✓ Se llevará un registro en un formulario que contenga previamente la siguiente información: identificación de los chasis, fecha de llegada al área, fecha estimada de reposición, cantidad límite de exploraciones a tomar. ✓ La actualización del formulario será de responsabilidad del Coordinador de Licenciados. ✓ El coordinador será el responsable de comunicar al supervisor administrativo la necesidad reposición del chasis.
Descripción de las actividades del procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Solicitar mensualmente a la coordinadora administrativa la estadística de exploraciones realizadas con los chasis. ✓ Registrar en el formulario la cantidad de exploraciones. ✓ Verificar si la cantidad de exploraciones está por debajo de la cantidad límite de exploraciones. ✓ Si la cantidad está en el límite, comunicar al supervisor para que realice la gestión correspondiente de reposición.
Responsable	Coordinador técnico
Indicador	No. exámenes defectuosos/Total de exámenes

Tabla 25. Plan de control a solución 3

Definir procedimiento y políticas de atención para recibir solicitudes urgentes	
Políticas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El procedimiento será aplicado por el personal técnico (licenciados y médicos radiólogos) del turno de la mañana. ✓ Las atenciones urgentes serán canalizadas directamente por el personal técnico (licenciados o médicos). ✓ Los licenciados y médicos serán los responsables de registrar en el software la llegada del paciente.

Descripción de las actividades del procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Recibir la solicitud para la atención de un paciente ✓ Verifica si la solicitud procede de áreas críticas o de emergencia. ✓ Si es de un área crítica, entonces realiza el registro en el software, caso contrario direcciona la atención al área de recepción.
Responsable	Supervisor Administrativo
Indicador	No. solicitudes urgentes atendidas/Total de solicitudes urgentes

Tabla 26. Plan de control a solución 4

Contar con licenciados capacitados de todos los turnos sobre el uso de la opción del software para la consulta de estudios por realizar.	
Políticas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El procedimiento será aplicado por los licenciados del turno de la noche. ✓ Todos los licenciados deberán acceder a la opción del sistema y revisar los estudios pendientes. ✓ La revisión debe de realizarse mínimo una hora antes de la finalización de su turno. ✓ Se verificará de forma periódica que todos los licenciados conozcan sobre la opción en el software.
Descripción de las actividades del procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Revisar en el software los estudios solicitados. ✓ Coordinar con el área solicitante la realización del estudio.
Responsable	Coordinador técnico
Indicador	No. estudios atendidos en el turno de la noche/Total de estudios solicitados en el turno de la noche

Tabla 27. Plan de control a solución 5

Agregar en formulario de cita, la información necesaria de gestiones por realizar según el tipo de paciente.	
Políticas	Mantener comunicación con las áreas de convenios cuando se actualicen los requisitos de pago para los diferentes tipos de paciente, para que la información sea actualizada oportunamente.
Responsable	Coordinador de imágenes.

Indicador	No. pacientes que cumplieron todos los requisitos de pago /Total de pacientes programados
-----------	---

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

La simulación modelada a través de un sistema de eventos discretos presentó los resultados apreciados en las tablas 28, 29 y 30:

Tabla 28. Resultados Simulación Escenario Inicial vs Mejorado

Tiempos (minutos)	Inicial	Mejorado	Diferencia	% reducción
Tiempo promedio de espera	256	32	224	88%

Tiempo promedio de servicio	77	35	43	55%
Tiempo promedio en el sistema	333	66	266	80%

Tabla 29. Resultados Simulación Escenario inicial

Variables	Recepción	Preparación	Toma	TOTAL
Tiempo promedio de espera (minutos)	1	239	16	256
Tiempo promedio de servicio (minutos)	15	31	32	77
Tiempo promedio en el sistema (minutos)	16	269	47	333
Probabilidad de espera en cola	0.50	0.97	0.98	

Tabla 30. Resultados Simulación Escenario Mejorado

Variables	Recepción	Preparación	Toma	TOTAL
Tiempo promedio de espera (minutos)	0	1	31	32
Tiempo promedio de servicio (minutos)	6	12	17	35
Tiempo promedio en el sistema (minutos)	6	12	48	66
Probabilidad de espera en cola	0.00	0.25	0.94	

Para afirmar que existió una diferencia significativa de los tiempos promedios obtenidos para las variables Tiempo de espera y Tiempo de servicio de los dos escenarios inicial y mejorado, se realizó una prueba de hipótesis de comparación de medias.

El planteamiento de la hipótesis fue el siguiente:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A : \mu_1 < \mu_2$$

Utilizando un nivel de significancia de 0.05, el resultado de la prueba de hipótesis se puede apreciar en la Tabla 31:

Tabla 31. Resultados prueba de Hipótesis

Variable	P-Value	Conclusión
Tiempo de espera	0.000	Se rechaza la hipótesis nula

Tiempo de Servicio	0.000	Se rechaza la hipótesis nula
--------------------	-------	------------------------------

En el Apéndice E, se puede apreciar la prueba de hipótesis entre dos medias realizada.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Se demostró, a través de la simulación manual, que la implementación de las soluciones reduce el tiempo de espera en un 88% y el tiempo de servicio en un 55%.
2. La recolección de información en el área permitió analizar el proceso de atención y conocer que se compone de tres etapas: Recepción, Preparación y Toma de imagen, así como también que el estudio de mayor demanda es el de Rayos X simple con un total de 500 exploraciones.
3. La medición del proceso dio como resultado que el 82% del tiempo total del paciente en el sistema corresponden a esperas.
4. Se comprobó, mediante el coeficiente Alfa de Cronbach que los tiempos de espera y de servicio fueron datos muy confiables.
5. Se identificaron 8 actividades que ocasionaban la mayor parte del problema, generando un tiempo promedio de espera de 46 minutos.
6. La participación constante del personal involucrado en el proceso logró identificar de manera rápida y fácil los problemas críticos y sus causas raíces.

Recomendaciones

1. Realizar evaluaciones periódicas al personal sobre las políticas y procedimientos elaborados para la implementación de las mejoras, de forma que se garantice que todo el personal este consciente de la importancia de que sean cumplidas correctamente.
2. Capacitar constantemente al personal en las políticas y procedimientos que se han elaborado para su correcto cumplimiento.
3. Realizar reuniones periódicas del equipo de trabajo para ir evaluando el desempeño de la variable de control.
4. Las actualizaciones de las políticas y procedimientos deben ser en base a un análisis y consenso realizado por un equipo de trabajo para garantizar el beneficio global del área.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] H. Gutiérrez Pulido y R. de la Vara Salazar, Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma, Segunda edición México D.F., México: McGraw-Hill, 2009.
- [2] L. Aldana y otros, Administración por Calidad, Primera edición, Colombia: Alfaomega Colombiana: Universidad de la Sabana, 2010.
- [3] M. Prieto, 6 Sigma: Un antídoto para la crisis, Primera edición Madrid, España: Fragma Reprografía, 2010.
- [4] R. Chase y otros, Administración de Operaciones. Producción y cadena de suministros, Duodécima edición México D.F., México: McGraw-Hill, 2009.
- [5] B. Niebel y A. Freivalds, Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, Duodécima edición México D.F., México: McGraw-Hill, 2009.
- [6] R. Cabrera. (2011, agosto 10). VSM Value Stream Mapping – Análisis de Cadena de Valor [online]. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/vsm-value-stream-mapping-analisis-cadena-valor/>
- [7] H. Maynard, Manual del Ingeniero Industrial, Quinta edición México D.F., México: McGraw-Hill, 2006.
- [8] J. Banks y otros, Discrete-Event System Simulation, Tercera edición New Jersey, Estados Unidos de América: Prentice Hall, 1999.
- [9] R. Cao, Introducción a la simulación y a la Teoría de colas, Primera edición, España: Netbiblo, 2002.
- [10] F. Durán, Ingeniería de Métodos: Técnicas para el manejo eficiente de recursos en organizaciones fabriles, de servicios y hospitalarios, Primera edición Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2007

APÉNDICE A

FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ESTUDIO DEL MUESTREO DEL TRABAJO

PROCESO: ATENCIÓN DE PACIENTES PARA TOMA DE EXPLORACIONES

SERVICIO: Imagenología

		Pacientes					OBSERVACIONES
		1	2	3	4	5	
HORAS	Hora de cita						
	Hora llegada al área						
	Hora llegada a recepción						
	Hora preparación						
	Hora llegada sala de toma						
	Hora salida del área						
ACTIVIDADES QUE AGREGAN VALOR (MIN.)	Verificación correcta de documentación						
	Registro en sistema de la llegada del paciente						
	Revisión en el sistema de la lista de pacientes por atender						
	Traslado para llamado del paciente.						
	Revisión de siguiente(s) solicitud(es) a atender						
	Llamado de paciente(s)						
	Espera de que paciente(s) se acerque(n)						
	Traslado con paciente(s) al área de exploración						
	Registro en sistema de inicio de exploración						
	Traslado a consola de control de equipo médico						
	Identificación de exploración a realizar						
	Preparación de la toma en equipo médico						
	Acomoda a paciente para la exploración						
	Realización de toma, arreglo de la(s) imagen(es) capturada(s) y envío al sistema						
	Traslado a PC						
Registro en sistema de finalización de exploración							
ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR (MIN.)	Espera por atención de estudios urgentes						
	Atención de consultas al público						
	Atención de preguntas de licenciados						
	Atención de llamadas telefónicas						
	Atención de preguntas de médicos y licenciados de ordenes a realizar						
	Atención de estudios mal tomados de guardia anterior						
	Pedido de equipo de toma para revisar imágenes no enviadas						
	Atención de estudio no tomado de la guardia anterior						
	Apoyo a otro compañero de otra sala para un examen						
	Equipo de computación presentó novedades						
	Licenciado no recibió orden médica						
	Buscar batas						
	Equipo de toma presento novedades						
	Otros:						

APÉNDICE B

DATOS PRUEBA PILOTO

Observaciones	Entra al área - Recepción	RECEPCIÓN	Recepción - Preparación	PREPARACIÓN
P1	12	1	27	5
P2	13	3	24	7
P3	12	3	23	7
P4	10	2	26	6
P5	13	1	27	7
P6	10	3	26	5
P7	11	2	24	5
P8	11	2	24	4
P9	11	1	24	6
P10	11	3	26	5
P11	13	3	26	6
P12	11	1	27	4
P13	10	1	26	4
P14	10	1	24	6
P15	13	1	23	3
P16	10	3	24	3
P17	11	1	24	5
P18	10	3	24	4
P19	10	2	23	7
P20	13	2	23	4
P21	10	3	24	5
P22	12	3	24	3
P23	11	3	23	5
P24	11	2	27	4
P25	11	3	27	5
P26	11	2	23	5
P27	10	2	26	7
P28	11	2	25	3
P29	12	2	24	4
P30	10	2	25	5
P31	12	2	25	7
P32	11	2	23	4
P33	12	3	25	4
P34	12	3	23	3
P35	12	2	26	6
P36	10	1	27	7
P37	13	1	24	4
P38	12	2	25	5
P39	12	2	25	4
P40	13	1	25	5
P41	10	3	25	5
P42	13	3	25	5
P43	11	1	25	3
P44	10	3	27	4
P45	10	3	25	6

P46	10	3	24	6
P47	11	3	25	3
P48	13	2	23	6
P49	12	3	26	3
P50	13	1	25	5
PROMEDIO	11.3	2.1	24.8	4.9
s2	1.2	0.7	1.7	1.6
s	1.1	0.8	1.3	1.3
%	15%	3%	33%	7%

Observaciones	Preparación - Toma	EXPLORACION	Tiempo total (min.)
P1	24	6	75
P2	23	6	76
P3	25	9	79
P4	25	6	75
P5	24	9	81
P6	22	7	73
P7	25	7	74
P8	25	7	73
P9	25	7	74
P10	24	9	78
P11	24	7	79
P12	22	8	73
P13	25	6	72
P14	25	7	73
P15	23	9	72
P16	23	9	72
P17	24	8	73
P18	23	6	70
P19	22	7	71
P20	22	9	73
P21	24	6	72
P22	22	9	73
P23	22	8	72
P24	25	6	75
P25	23	9	78
P26	25	7	73
P27	24	6	75
P28	24	7	72
P29	22	9	73
P30	23	8	73
P31	25	9	80
P32	22	7	69
P33	24	7	75
P34	22	7	70
P35	25	9	80
P36	24	6	75
P37	25	9	76
P38	25	7	76

P39	25	6	74
P40	23	6	73
P41	25	8	76
P42	24	7	77
P43	23	8	71
P44	23	9	76
P45	25	7	76
P46	25	9	77
P47	25	7	74
P48	22	8	74
P49	24	8	76
P50	22	7	73
PROMEDIO	23.7	7.5	74.4
s²	1.4	1.3	7.3
s	1.2	1.1	2.7
%	32%	10%	100%

APÉNDICE C

DATOS ALFA DE CRONBACH

Tiempos de Espera

	1ero.	2do.	3ero.	4to.	5to.	TOTAL
Observador 1	58	57	61	60	61	297
Observador 2	57	59	59	60	61	296
Observador 3	62	61	61	59	63	306
VARP	4.67	2.67	0.89	0.22	0.89	20.22

Tiempos de Servicio

	1ero.	2do.	3ero.	4to.	5to.	TOTAL
Observador 1	9	11	10	7	12	49
Observador 2	15	12	10	11	14	62
Observador 3	12	10	15	14	13	64
VARP	6.00	0.67	5.56	8.22	0.67	44.22

APÉNDICE D

DATOS SIMULACION MANUAL ESCENARIO INICIAL

Paciente	RECEPCION				PREPARACION				TOMA DE IMAGEN				TOTAL						
	Hora llegada		Hora inicio servicio		Hora inicio servicio		Hora inicio servicio		Aleatorio de servicio		Aleatorio de servicio		Tempo cola (min.)	Tempo de servicio (min.)					
	hora	minuto	hora	minuto	hora	minuto	hora	minuto	hora	minuto	hora	minuto	hora	minuto					
1	7	0	7	0	7	14	0	7	14	0.60	0.60	31	45	0.21	30	8	15	0	75
2	7	15	7	15	7	30	15	7	45	0.01	0.01	29	8	0.65	32	8	47	16	78
3	7	30	7	30	7	43	31	8	14	0.69	0.69	31	8	0.56	31	9	18	33	75
4	7	45	7	45	7	59	46	8	45	0.22	0.22	30	9	0.84	32	9	50	49	78
5	8	0	8	0	8	14	61	9	15	0.45	0.45	30	9	0.48	31	10	21	66	75
6	8	15	8	15	8	29	76	9	45	0.30	0.30	30	10	0.46	31	10	52	82	75
7	8	30	8	30	8	46	89	10	15	0.79	0.79	32	10	0.81	32	11	24	94	80
8	8	45	8	45	8	59	106	10	47	0.17	0.17	30	11	0.67	32	11	56	114	77
9	9	0	9	0	9	17	120	11	17	0.97	0.97	32	11	0.96	33	12	29	128	81
10	9	15	9	15	9	30	139	11	49	0.58	0.58	31	12	0.93	33	13	2	150	77
11	9	30	9	30	9	45	155	12	20	0.02	0.02	29	12	0.39	31	13	33	168	75
12	9	45	9	45	9	59	170	12	49	0.44	0.44	31	13	0.26	30	14	3	183	75
13	10	0	10	0	10	14	186	13	20	0.37	0.37	30	13	0.89	33	14	36	199	78
14	10	15	10	15	10	31	199	13	50	0.53	0.53	31	14	0.10	30	15	6	214	77
15	10	30	10	30	10	45	216	14	21	0.23	0.23	30	14	0.80	32	15	38	232	76
16	10	45	10	45	10	59	231	14	51	0.52	0.52	31	15	0.62	32	16	10	247	78
17	11	0	11	0	11	15	247	15	22	0.35	0.35	30	15	0.21	30	16	40	265	75
18	11	15	11	15	11	30	262	15	52	0.98	0.98	32	16	0.72	32	17	12	278	79
19	11	30	11	30	11	45	279	16	24	0.73	0.73	31	16	0.38	31	17	43	296	77
20	11	45	11	45	11	59	292	16	55	0.11	0.11	29	17	0.95	33	18	16	311	80
21	12	0	12	0	12	17	307	17	24	0.48	0.48	31	17	0.45	31	18	47	331	76
22	12	15	12	15	12	32	323	17	55	0.33	0.33	30	18	0.49	31	19	18	347	76
23	12	30	12	30	12	48	337	18	25	0.82	0.82	32	18	0.92	33	19	51	360	81
24	12	45	12	45	12	63	354	18	57	0.23	0.23	30	19	0.99	33	20	24	381	78
25	13	0	13	0	13	17	367	19	27	0.34	0.34	30	19	0.60	32	20	56	397	79
26	13	15	13	15	13	34	383	19	57	0.46	0.46	31	20	0.27	31	21	27	416	76
27	13	30	13	30	13	48	400	20	28	0.80	0.80	32	21	0.12	30	21	57	431	76
28	13	45	13	45	13	63	417	21	0	0.71	0.71	31	21	0.69	30	22	29	446	78
29	14	0	14	0	14	17	434	21	31	0.05	0.05	29	22	0.26	30	22	59	466	73
30	14	15	14	15	14	31	449	22	0	0.51	0.51	31	22	0.45	31	23	30	479	76
31	14	30	14	30	14	47	464	22	31	0.66	0.66	31	23	0.30	31	24	1	493	78
32	14	45	14	45	14	63	479	23	2	0.94	0.94	32	24	0.60	32	24	33	508	80

DATOS SIMULACION MANUAL ESCENARIO MEJORADO

Paciente	RECEPCION				PREPARACION				TOMA DE IMAGEN				TOTAL									
	Hora llegada		Tiempo de cola (min.)		Hora inicio servicio		Tiempo de servicio (min.)		Aleatorio de servicio		Hora inicio servicio		Tiempo de servicio (min.)		Hora fin servicio		Tiempo de cola (min.)		Tiempo de servicio (min.)			
	hora	minuto	hora	minuto	hora	minuto	hora	minuto	hora	minuto	hora	minuto	hora	minuto	hora	minuto	hora	minuto	hora	minuto	hora	minuto
1	7	0	0	0	7	4	4	0	0	7	17	13	7	4	0	7	17	0	7	38	0	38
2	7	15	0	0	7	19	4	0	0	7	19	15	7	34	4	7	38	4	7	56	4	37
3	7	30	0	0	7	38	8	0	0	7	38	18	7	56	0	7	56	0	7	56	0	41
4	7	45	0	0	7	55	10	0	0	7	56	10	8	6	5	8	11	0	8	34	6	43
5	8	0	0	0	8	7	7	0	0	8	7	16	8	23	11	8	34	0	8	47	11	38
6	8	15	0	0	8	15	3	0	0	8	23	10	8	33	14	8	47	0	8	47	19	33
7	8	30	0	0	8	38	8	0	0	8	38	13	8	51	16	9	7	0	8	25	16	39
8	8	45	0	0	8	45	4	0	0	8	51	12	9	3	22	9	25	0	8	40	24	31
9	9	0	0	0	9	9	9	0	0	9	9	12	9	21	19	9	40	0	9	57	19	38
10	9	15	0	0	9	15	0	0	0	9	22	12	9	34	23	9	57	0	9	40	23	38
11	9	30	0	0	9	35	5	0	0	9	35	17	9	52	22	10	14	0	9	29	22	37
12	9	45	0	0	9	53	8	0	0	9	53	14	10	7	22	10	29	0	9	42	22	35
13	10	0	0	0	10	11	11	0	0	10	11	11	10	22	20	10	42	0	10	11	2	42
14	10	15	0	0	10	24	9	0	0	10	24	7	10	31	31	11	2	0	10	11	21	35
15	10	30	0	0	10	35	5	0	0	10	35	8	10	43	38	11	21	0	10	37	11	29
16	10	45	0	0	10	45	5	0	0	10	50	10	11	17	32	11	49	0	10	49	12	31
17	11	0	0	0	11	5	5	0	0	11	5	12	11	28	35	12	3	0	11	19	16	28
18	11	15	0	0	11	19	4	0	0	11	19	9	11	28	35	12	3	0	11	19	16	28
19	11	30	0	0	11	35	5	0	0	11	35	7	11	42	37	12	19	0	11	37	12	34
20	11	45	0	0	11	45	0	0	0	11	50	17	12	7	34	12	41	0	11	48	22	37
21	12	0	0	0	12	6	6	0	0	12	7	12	12	19	35	12	54	0	12	13	13	36
22	12	15	0	0	12	15	5	0	0	12	20	11	12	31	42	13	13	0	12	28	15	42
23	12	30	0	0	12	34	4	0	0	12	34	8	12	42	46	13	28	0	12	47	19	46
24	12	45	0	0	12	45	8	0	0	12	53	14	13	7	40	13	47	0	12	48	21	43
25	13	0	0	0	13	3	3	0	0	13	7	13	13	20	48	14	8	0	13	22	14	30
26	13	15	0	0	13	19	4	0	0	13	20	14	13	34	48	14	22	0	13	34	14	49
27	13	30	0	0	13	30	10	0	0	13	40	13	13	53	41	14	34	0	13	48	14	37
28	13	45	0	0	13	49	4	0	0	13	53	10	14	3	45	14	48	0	13	49	15	39
29	14	0	0	0	14	2	2	0	0	14	3	4	14	7	66	15	13	0	14	11	15	17
30	14	15	0	0	14	15	6	0	0	14	21	10	14	31	53	15	24	0	14	15	13	29
31	14	30	0	0	14	30	2	0	0	14	32	12	14	44	53	15	37	0	14	16	15	37
32	14	45	0	0	14	45	7	0	0	14	52	10	15	2	58	16	0	0	14	20	16	58

APÉNDICE E

PRUEBA DE HIPÓTESIS ENTRE DOS MEDIAS

Para el Tiempo de espera

Two-Sample T-Test and CI

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	32	256	155	27
2	32	32.0	17.4	3.1

Difference = μ (1) - μ (2)

Estimate for difference: 224.0

95% upper bound for difference: 270.0

T-Test of difference = 0 (vs <): T-Value = 8.12 **P-Value = 0.000** DF = 62

Para el Tiempo de Servicio

Two-Sample T-Test and CI

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	32	77.00	2.00	0.35
2	32	35.00	5.40	0.95

Difference = μ (1) - μ (2)

Estimate for difference: 42.00

95% upper bound for difference: 43.70

T-Test of difference = 0 (vs <): T-Value = 41.26 **P-Value = 0.000** DF = 62