

MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS EN SERVICIOS CLÍNICOS DROMÉDICA
BASADOS EN UN MODELO DE SIMULACIÓN.

DIANA MARÍA PORRAS DUARTE
DAISSY JOHANA QUINTANA VARGAS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA

2016

MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS EN SERVICIOS DROMÉDICA
BASADOS EN UN MODELO DE SIMULACIÓN.

DIANA MARÍA PORRAS DUARTE
DAISSY JOHANA QUINTANA VARGAS

Proyecto de grado para optar al título de
Ingenieras Industriales

Director
Ms.c NESTOR RAÚL ORTIZ PIMIENTO
Ingeniero Industrial

Codirector
Ph.D HENRY LAMOS DIAZ

Tutor
SILVIA JULIANA CABEZA ARENAS
Administradora de empresas

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA

2016

DEDICATORIA

A Dios por brindarme tantas bendiciones, guiarme siempre por el camino correcto y concederme la oportunidad de conocer personas que me dieron fuerza para continuar e hicieron que este sueño se pudiera cumplir.

A mi madre por ser el motor de mi vida, por siempre confiar en mí y apoyarme en los momentos difíciles; a mi padre por enseñarme tantas cosas y estar presente cada día. Gracias por tanto.

Diana Porras

DEDICATORIA

A Dios, por haberme regalado sabiduría para culminar esta etapa de mi vida profesional y poner en el momento indicado a personas que han aportado en la realización de este sueño.

A mis padres por el esfuerzo y entrega incondicional, por darme ese apoyo y ánimo de seguir adelante, aun estando lejos.

Daisy Quintana

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Néstor Ortiz por su dedicación y entrega, por sus consejos y aportes que fueron pilares para la culminación de este proyecto.

A los profesores Henry Lamos y Edwin Garavito por estar siempre dispuestos a ayudarnos con las dudas que se nos presentaron en el transcurso de esta etapa.

Al personal asistencial y Directivos de Serviclínicos Dromédica, por todo el apoyo a lo largo del desarrollo del proyecto.

A nuestros padres por su paciencia, confianza, apoyo y entrega para que nuestro sueño se pudiera cumplir.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	21
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	21
1.2 OBJETO SOCIAL	21
1.3 RESEÑA HISTÓRICA.....	21
1.4 INFORMACIÓN CORPORATIVA	22
1.5 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	23
1.6 MAPA DE PROCESOS	23
2 GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	25
2.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	25
2.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO	26
2.2.1 Objetivo General.....	26
2.2.2 Objetivos Específicos.....	26
2.3 RESULTADOS ESPERADOS.....	27
3. MARCO TEORICO	28
3.1 SIMULACIÓN	29
3.1.1 Principios básicos de la Simulación.	29
3.1.2 Aplicación de la simulación.	31
3.1.3 Simulación de eventos discretos.	31
3.1.4 Ventajas de la simulación.	33

3.1.5 Desventajas de la simulación.	34
3.1.6 Metodología para construir el modelo.	35
3.2 PROGRAMAS DE DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADOR.....	36
3.2.1 Microsoft Office Visio 2010.	36
3.2.2 FLEXSIM.	36
4 DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA CLÍNICA.....	44
4.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA CLÍNICA.....	44
4.1.1 Entrevistas.....	44
4.1.2 Observación directa.....	50
4.2 CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS.....	51
4.2.1 Visitas diarias.....	51
4.2.2 Información suministrada por el personal de cada área.....	52
4.3 MODELO DE SIMULACIÓN.....	52
4.3.1 Análisis de datos.....	52
4.3.2 Objetivos esperados de la simulación.....	60
4.3.3 Variables.....	60
4.3.4 Pruebas de bondad y ajuste a los datos.....	60
4.3.5 Representación del sistema por medio de Microsoft Visio.....	62
4.3.6 Simulación por medio del programa Flexsim.....	62
4.3.7 Estabilización del sistema.....	68
4.3.8 Verificación y validación del modelo.....	70
5 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA.....	75
5.1 PROCESOS CUELLO DE BOTELLA EN EL SISTEMA.....	75

5.2 PROPUESTAS DE MEJORA.....	75
6 FORMULACIÓN DE ESCENARIOS	82
6.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS	83
6.1.1 Primera variable de respuesta.....	83
6.1.2 Segunda variable de respuesta	85
6.1.3 Tercera variable de respuesta.....	86
6.2 ELECCIÓN DEL ESCENARIO MÁS FACTIBLE	87
7 PRESENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA A SERVICLÍNICOS DROMÉDICA S.A	89
8. CONCLUSIONES	90
9. RECOMENDACIONES.....	92
BIBLIOGRAFÍA.....	93

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Objetos que posee el software flexsim.....	38
Tabla 2. Conexión y desconexión de puertos	42
Tabla 3. Caracterización de los procesos en el área de urgencias.....	45
Tabla 4. Caracterización de procesos en el área de Rayos x.....	45
Tabla 5. Caracterización de procesos en el área de observación	46
Tabla 6. Caracterización de procesos en el área de cirugía	47
Tabla 7. Caracterización de procesos en el área de hospitalización	48
Tabla 8. Caracterización de procesos en el área de UCI.....	49
Tabla 9. Datos de las dependencias de Serviclínicos Dromédica.....	59
Tabla 10. Posibles rutas de los pacientes dentro de la clínica.....	61
Tabla 11. Objetos utilizados en la simulación	66
Tabla 12. Cálculo del Warm up.....	68
Tabla 13. Cuadro comparativo de los modelos.....	71
Tabla 14. Datos sistema registrado Vs sistema simulado.....	72
Tabla 15. Intervalos de confianza para medias de ingreso de pacientes.....	74
Tabla 16. Tiempo de espera en urgencias.....	83
Tabla 17. Tiempo de espera en rayos x.....	85
Tabla 18. Tiempo de espera en cirugía	86
Tabla 19. Tiempos de espera promedio	87
Tabla 20. Porcentaje de utilización del equipo de rayos x	87

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura1. Mapa de procesos de Serviclínicos Dromédica S.A	24
Figura 2. Vistas 3D del modelo (frontal y superior)	42
Figura 3. Vista planar del modelo (diagrama en bloques).....	43
Figura 4. Tiempo de espera del mes de mayo en urgencias	53
Figura 5. Tiempo de llegada entre pacientes en el mes de mayo en urgencias	54
Figura 6. Tiempo de servicio en el mes de mayo en urgencias	55
Figura 7. Tiempo de toma de triage	55
Figura 8. Tiempo de servicio en observación	56
Figura 9. Tiempo de servicio Rayos X	56
Figura 10. Tiempo de servicio en hospitalización	57
Figura 11. Tiempo de servicio en UCI.....	57
Figura 12. Tiempo de servicio en Cirugía	58
Figura 13. Plano de la clínica.....	62
Figura 14. Ingreso de un nuevo modelo a Flexsim	63
Figura 15. Selección de las unidades del modelo.....	63
Figura 16. Exportación del plano a Flexsim	64
Figura 17. Elección del formato de imagen.....	64
Figura 18. Finalización de la exportación del plano	65
Figura 19. Plano de la clínica listo para realizar simulación.....	67
Figura 20. Promedio móvil de la variable	69
Figura 21. Promedio móvil cinco replicas	70

Figura 22. Diagrama causa y efecto del área de urgencias.....	76
Figura 23. Diagrama causa y efecto del área de rayos x.....	78
Figura 24. Diagrama causa y efecto del área de cirugía.....	80
Figura 25. Modelo vs escenario 2.....	84
Figura 26. Modelo vs escenario 5 y 2.....	85
Figura 27. Modelo vs escenario 3 y 2.....	86
Figura 28. Comparación de % de utilización del equipo de rayos x.....	88

RESUMEN

TÍTULO:

**MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS EN SERVICLÍNICOS DROMÉDICA
BASADOS EN UN MODELO DE SIMULACIÓN.***

AUTORES:

Diana María Porras Duarte – Daissy Johana Quintana Vargas**

PALABRAS CLAVES:

Servicio, mejora, simulación, sistema, proceso, variable

DESCRIPCIÓN

Serviclínicos Dromédica es una institución prestadora del servicio de salud de tercer nivel de atención ubicada en la ciudad de Bucaramanga, Santander.

El sistema que se analiza a partir de una simulación de eventos discretos está constituido por los departamentos de Urgencias, observación, Rayos-x, hospitalización, cirugía y UCI de Serviclínicos Dromédica.

El objetivo principal de este proyecto radica en diseñar alternativas que permitan disminuir el tiempo de espera de los usuarios, realizando cambios en los escenarios que puedan ser probados con el fin de sugerir posibles soluciones a las inconsistencias en la oportunidad de atención.

Para alcanzar el objetivo propuesto se plantea que la simulación se desarrolle por medio de las siguientes actividades: realizar un diagnóstico que permita definir la situación actual del servicio de urgencias; identificar las variables que influyen en el proceso de prestación del servicio; diseñar el modelo de simulación del comportamiento del sistema; validar el modelo de simulación; establecer los supuestos que permitan simular escenarios futuros del área de urgencias y finalmente proponer soluciones al sistema, enfocadas a la mejora en el servicio de urgencias de SERVICLÍNICOS DROMÉDICA de acuerdo a los resultados del estudio realizado.

Los resultados obtenidos establecieron una mejoría en el sistema, reduciendo el tiempo de espera promedio del paciente en la clínica al aumentar la capacidad de Rayos-x con un nuevo equipo de imágenes diagnósticas y realizar cambio en el horario de llegada de los pacientes a cirugía.

*Trabajo de grado

**Facultad Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Néstor Raúl Ortiz Pimiento, Ingeniero Industrial.

ABSTRACT

TITLE:

IMPROVING PROCESSES IN SERVICLÍNICOS DROMÉDICA BASED IN A SIMULATION MODEL.*

AUTHORS:

Diana María Porras Duarte – Daissy Johana Quintana Vargas**

KEY WORDS

Service, improvement, simulation, system, process, variable

DESCRIPTION

Serviclínicos Dromédica is a service institution that provides tertiary health care, it is located in the city of Bucaramanga, Santander.

The system that is analyzed from a discrete event simulation is made up of emergency departments, observation, x -rays, hospitalization, surgery and UCI Serviclínicos Dromédica.

The main objective of this project is to design alternatives to reduce the waiting time of users, making changes in those scenarios that can be tested in order to suggest possible solutions to the inconsistencies in the timeliness of care.

To achieve this objective it is proposed that the simulation must be developed through the following activities: perform diagnosis to define the current situation of the emergency department ; identify the variables that make an influence in the process of service provision; design the simulation model of the performance of the system; validate the simulation model ; establishing the assumptions needed to simulate future scenarios from the emergency department and finally propose solutions to the system, focusing on the improvement of the emergency department of SERVICLÍNICOS DROMÉDICA according to the results of the study performed.

The results obtained established an improvement in the system, reducing the average waiting time of the patient in the clinic to enhance the ability of X-rays with a new diagnostic imaging equipment and make change in the arrival time of surgery patients.

*Bachelor Thesis

** Facultad Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Néstor Raúl Ortiz Pimiento, Ingeniero Industrial.

INTRODUCCIÓN

En Colombia como en el mundo, el sector hospitalario ha sufrido grandes cambios debido a dos factores: el crecimiento de la población y la crisis económica mundial.

Estos factores han hecho que se exploren nuevas alternativas de gestión para mitigar el déficit estructural, llevando a varios países a la realización de una reforma hospitalaria como una vía hacia la modernización del sistema de salud, con el fin de lograr que este cambio genere instituciones autónomas, sostenibles y con una atención oportuna y de calidad.

Analizando las unidades en las cuales se podría mejorar el desempeño de la gestión hospitalaria, se ha encontrado que el servicio de urgencias constituye una de las áreas más importantes y de prioridad para desarrollar las mejoras correspondientes para un óptimo servicio.

Las instituciones prestadoras de servicio de salud en Colombia están expuestas a fuertes críticas debido al incremento de pacientes que requieren el servicio, lo cual provoca congestión, aumento en los tiempos de espera y colapso dentro de las diferentes áreas de los hospitales y clínicas, en especial el departamento de urgencias.

SERVICLÍNICOS DROMÉDICA es una entidad prestadora del servicio de salud que presenta deficiencias tanto en infraestructura como en recursos. Teniendo en cuenta las observaciones y las opiniones del personal, se puede concluir que sus principales insuficiencias son: la insatisfacción del servicio, la ineficiencia del flujo de pacientes, tiempos de espera, estancia hospitalaria prolongada y capacidad del

servicio de urgencias menor a la demanda, los cuales llevan a quejas y reclamos en cuanto al servicio prestado en la clínica.

En la actualidad las empresas e instituciones requieren de la implementación del mejoramiento de procesos, como una herramienta que les permita estar en constante actualización renovando sus procesos asistenciales, con el fin no solo de aumentar la calidad del servicio y satisfacer las necesidades de sus clientes, sino autoevaluando sus factores claves competitivos e identificando oportunidades de mejora.

Dentro de las herramientas para mejoramiento de procesos se encuentra la simulación, la cual es una técnica robusta para la interpretación y análisis de los modelos de sistemas actuales, logrando probar las estrategias prospectivas que permiten el desarrollo eficaz y eficiente de las operaciones, con el fin de satisfacer las necesidades y las expectativas de los usuarios y del personal de la institución.

El objetivo principal de este proyecto radica en diseñar alternativas que permitan mejorar el tiempo de prestación del servicio de los usuarios de SERVICLÍNICOS DROMÉDICA, mediante la aplicación de la simulación discreta.

Para alcanzar el objetivo propuesto se plantea que la simulación se desarrolle por medio de las siguientes actividades: realizar el diagnóstico exhaustivo que permita definir el estado del arte del servicio de urgencias; identificar las variables que influyen en el proceso de prestación del servicio; diseñar el modelo de simulación del comportamiento del sistema; validar el modelo de simulación; establecer los supuestos que permitan simular escenarios futuros del área de urgencias y finalmente proponer soluciones al sistema, enfocadas a la mejora en el servicio de urgencias de SERVICLÍNICOS DROMÉDICA de acuerdo a los resultados del estudio realizado.

El presente documento consta de siete capítulos, inicia con la descripción e información corporativa de Serviclínicos Dromédica S.A. En el capítulo 2 y 3, se presenta las generalidades, el alcance del proyecto y el marco teórico compuesto por los principios básicos, ventajas y desventajas de la simulación.

El capítulo 4, hace referencia a la situación actual de la clínica, la caracterización de los procesos y procedimientos, la representación del sistema por medio del programa Flexsim y la verificación y validación de los datos. En el capítulo 5, se describe como se identificaron las oportunidades de mejora. Finalmente en el capítulo 6 y 7 se muestran los posibles escenarios que representan mejoras en el sistema real y la socialización del proyecto a los Directivos de Serviclínicos Dromédica.

1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Serviclínicos Dromédica S.A es una institución de III nivel de complejidad en atención de servicios de salud, con más de 68 años de experiencia, ubicado en la calle 11 #27-48 Bucaramanga, Santander.

Los servicios prestados actualmente en la institución son:

Anestesiología, Cirugía general, cirugía maxilofacial, cirugía plástica y estética, otros servicios quirúrgicos, medicina interna, ortopedia y traumatología, laboratorio clínico, medicina estética, neurocirugía, unidad de cuidados intensivos adulto, urgencias (central de atención y referencia de víctimas de accidente de tránsito SOAT), unidad de investigación del trauma, servicio de terapias. Está registrada en cámara de comercio bajo el NIT: 900073081-4 y su representante legal es Gabriel Cabeza Estévez.

1.2 OBJETO SOCIAL

La institución se enfoca en la prevención de la enfermedad y promoción de la salud, con el objeto de mejorar la calidad de vida de la comunidad que padece primordialmente de traumas y accidentes de tránsito en el oriente colombiano.

1.3 RESEÑA HISTÓRICA

El 19 de agosto de 1947, se registra la primera atención en la institución que nace por la gestión de un grupo de ciudadanos siendo la primera de su especie en el departamento de Santander. El 17 de marzo de 1951 se convierte en sociedad anónima con el objeto de satisfacer la necesidad de servicios médicos de tipo

particular, con énfasis en la atención materno infantil, que crecía en la sociedad Bumanguesa.

El 1º de Octubre de 1960, inicia sus actividades en la sede actual con un enfoque hacia la atención del trauma y fortaleciendo el área materno infantil en nuestra región y en los departamentos vecinos.

En la década de los 90 aparecen los cambios normativos que reglamentan el SGSSS en Colombia y la Clínica participa como prestador de servicios de algunas instituciones que administran planes de beneficios.

Con el propósito de fortalecer la presencia de la organización en la región y obtener mayor competitividad para capturar las diferentes franjas de mercado que se han establecido como consecuencia del SGSSS, en los primeros meses del año 2006, se desarrolla y se pone en funcionamiento una alianza estratégica, entre varios inversionistas creándose la IPS SERVICLÍNICOS DROMÉDICA S.A., la cual inicia una fase de reingeniería de procesos, adecuación de infraestructura y tecnología, con el fin de obtener un alto nivel de competitividad en franjas de mercado en las cuales aún no se había incursionado.

1.4 INFORMACIÓN CORPORATIVA

Misión: La misión de Serviclínicos Dromédica está enfocada a la prevención de la enfermedad y promoción de la salud, con el objeto de mejorar la calidad de vida de la comunidad que padece primordialmente traumas y accidentes de tránsito en el oriente colombiano.

Para lograrlo, la institución ofrece servicios ambulatorios y de hospitalización con tecnología de punta, infraestructura adecuada, respetuosa del medio ambiente y recurso humano altamente calificado, inspirado por una filosofía ética, humanismo,

profesionalismo y calidad científica, procurando mantener liderazgo en el sector de la salud, apoyado por los programas de investigación, docencia y desarrollo científico.

Visión: Serviclínicos Dromédica proyecta liderazgo a nivel local, nacional e internacional, siendo reconocida en el oriente colombiano como centro en la atención del trauma, logrando innovación permanente, mejoramiento continuo y gestión humana tanto en lo técnico, administrativo y financiero, propiciando el trabajo en equipo y el desarrollo del recurso humano comprometido con la institución.

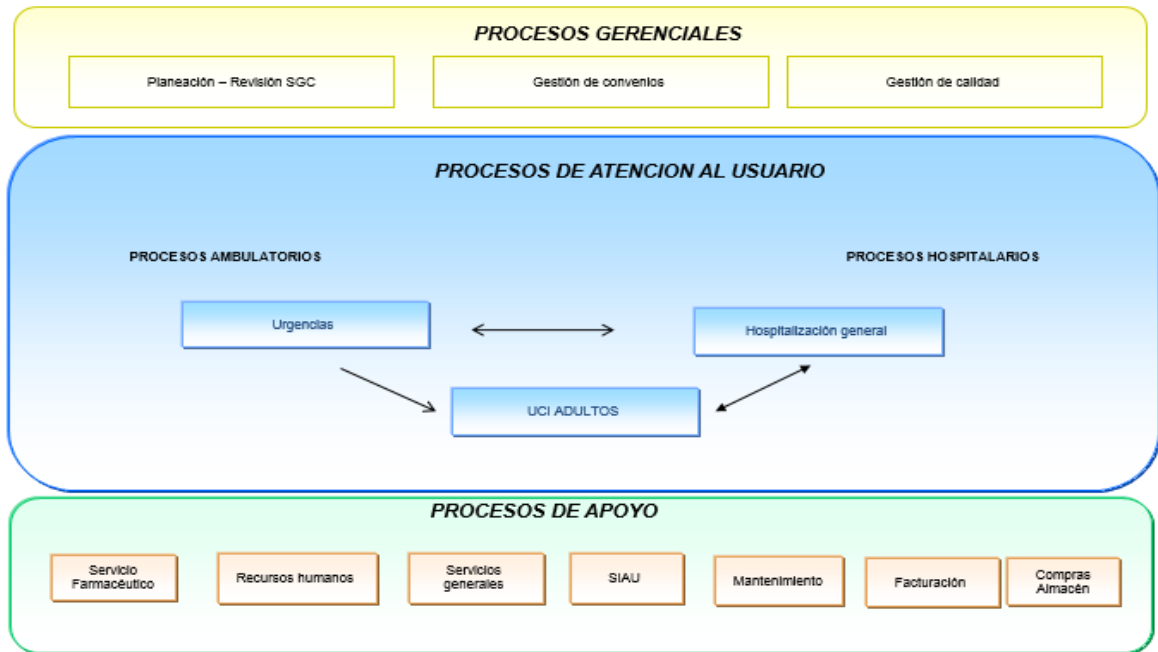
1.5 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Serviclínicos Dromédica S.A. cuenta con una junta directiva el cual es el máximo órgano de la estructura organizacional, además se puede identificar en el organigrama general de la empresa, al gerente de la institución con el cargo más alto del nivel jerárquico de los empleados. Asimismo se puede visualizar los empleados de las diferentes áreas, contando con un total de 218 empleados de los cuales 155 son empleados directos y 63 empleados indirectos.

1.6 MAPA DE PROCESOS

Los principales departamentos y áreas de la empresa se encuentran agrupadas en tres procesos: gerenciales, de atención al usuario y de apoyo, los cuales están directamente relacionados e integrados, con el fin de entender y mejorar la organización.

Figura1. Mapa de procesos de Serviclínicos Dromédica S.A



Fuente: Tomado de la información suministrada por Serviclínicos Dromédica S.A.

2 GENERALIDADES DEL PROYECTO

2.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

No hay duda que en Colombia es importante la implementación de mejoras en las empresas de servicio, pues son las que tienen contacto directo con el usuario y en la mayoría de los casos el nivel de satisfacción es deficiente, presentándose allí la mayor cantidad de quejas y reclamos por no cumplir los requerimientos de la población, en especial las del sector de la salud pues constituyen uno de los ámbitos claves en el sistema sanitario, tanto desde la perspectiva asistencial como por el impacto social que representa. Los servicios prestados por las instituciones prestadoras de servicio de salud son susceptibles de fuertes críticas debido a que no mantienen la seguridad clínica, no garantizan una atención de calidad y generan respuestas tardías a los pacientes ya sea por la cantidad de trámite, la falta de personal, camillas, equipos, entre otros factores que solo dan a entender que los procesos internos requieren un cambio para mejorar el servicio prestado.

En busca de la mejora continua, evitando costos innecesarios en la implementación de los cambios, sin antes tener el conocimiento de si la alternativa que se quiere desarrollar es viable, la simulación es un método que tiene en cuenta la situación real de un evento para crear escenarios alternativos que mejoren los procesos dentro de un área específica, que ayude a generar un ambiente en el cual se disminuya el tiempo de espera, se logre la planificación y la toma de decisiones, donde el paciente sea la prioridad en todas las acciones que se desarrollen en el sector de la salud.

En Bucaramanga existen varias clínicas que son prestadoras del servicio de salud, entre ellas se encuentra Serviclinicos Dromédica, que nació de una alianza estratégica con la Clínica La Merced en el año 2006, esta se especializa en

traumas debido a accidentes de tránsito, de trabajo, estudiantiles, eventos terroristas y catastróficos, entre otros. En esta institución el área de urgencias es la que genera mayor flujo de pacientes y la que presenta mayores deficiencias en el proceso de atención a diferencia de las demás áreas de estudio (observación, rayos x, hospitalización, cirugía y UCI), debido a la falta de estandarización de los procesos, a la escasa aplicación de métodos de ingeniería y al insuficiente personal capacitado para ejecutar métodos de trabajo, entre otros. Por tal razón se requiere la creación de estrategias que permitan el aprovechamiento de los recursos existentes y la mejora en el tiempo de prestación de todos los servicios.

Con el fin de mejorar los procesos que se desarrollan en Serviclínicos Dromédica se pretende implementar la simulación de eventos discretos para crear alternativas de solución a las causas que generan demoras para adquirir el servicio contribuyendo así a la estandarización de los tiempos de acceso, al manejo eficiente de los recursos y a la toma de decisiones basada en la evidencia.

2.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.2.1 Objetivo General

Diseñar alternativas tendientes a mejorar el tiempo de prestación de todos los servicios de Serviclínicos Dromédica mediante la simulación discreta.

2.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de los procesos y subprocesos en Serviclínicos Dromédica.
- Caracterizar los procesos y procedimientos a partir de estudio de tiempos y actividades

- Desarrollar el modelo de simulación como recurso experimental de los procesos involucrados.
- Identificar oportunidades de mejora y plantear propuestas basados en la interacción de los procesos involucrados.
- Evaluar el impacto de las mejoras por medio de la simulación
- Socializar las mejoras y sus resultados

2.3 RESULTADOS ESPERADOS

El proyecto de grado tiene como fin la elaboración y entrega de alternativas de mejora a Serviclínicos Dromédica, con el propósito de mejorar el tiempo de prestación de servicio de los pacientes de acuerdo a la capacidad financiera de la clínica, aprovechando los recursos disponibles para generar mayor satisfacción de las necesidades y expectativas de los usuarios.

3. MARCO TEORICO

“El servicio médico es la industria de servicio más intensa entre las actividades de servicio, y la de mayor impacto en el cliente. En ninguna otra parte esto es más evidente que en un hospital, donde la excelencia operacional reviste importancia crítica en el tratamiento clínico de pacientes, la calidad de su experiencia y, desde luego, el costo. El servicio médico como tal se caracteriza por un extenso contacto con los clientes, una amplia variedad de servidores y prácticamente la vida o la muerte como resultados potenciales.

Los problemas más frecuentes en el sistema de salud son los errores de brecha y cuellos de botella. Los errores de brecha son fallas de información que surgen cuando se transfiere una labor entre personas o grupos y un cuello de botella es la parte del sistema con menor capacidad respecto a la demanda. A menudo, los cuellos de botella resultan de departamentos individuales que optimizan su propia producción, es decir, la cantidad de pacientes o procedimientos por hora, sin considerar los efectos en los departamentos que los anteceden o les preceden. Si se hacen cambios para mejorar partes de un sistema sin resolver la restricción, tal vez los cambios no permitan reducir demoras ni tiempos de espera en el resto del sistema.”¹

Una metodología para realizar cambios dentro de las organizaciones, es el mejoramiento de procesos, el cual se enfoca en identificar los problemas actuales dentro de un sistema, como los cuellos de botella, los reprocesos, las actividades que no añaden valor y la división de trabajo innecesaria; con el fin de mejorar el tiempo de servicio o generar mayor eficiencia en sus procesos para brindar un

¹ CHASE, Richard B. y JACOBS, Robert F. Procesos en servicios médicos. En: Administración de operaciones: producción y cadena de suministros. 13ª ed. México. MARES, Chacón Jesús. 2014. p. 262-279.

servicio de calidad. En las empresas de salud esta metodología ayuda a prevenir los cuellos de botella en los procesos críticos para disminuir el tiempo de espera y así reducir el tiempo de ciclo.

3.1 SIMULACIÓN

3.1.1 Principios básicos de la Simulación. A partir de la investigación de operaciones, la simulación se considera como una técnica muy poderosa y eficiente para la realización del análisis de los procesos de producción y servicios, aunque uno de los autores principales de la investigación de operaciones Hamdy A. Taha² en su libro investigación de operaciones considera que “la simulación es un proceso que en su ejecución se hace lento y a veces muy costoso, por consiguiente, para establecer un modelo de simulación acorde a las características de un sistema real, es necesario delimitar todas las variables que representan el modelo real supuesto, considerando los costos tanto en tiempo como en recursos”.

Según Hamdy A. Taha³ “En la investigación de operaciones existen muchos métodos de ingeniería que son recurso del ingeniero para modelar y/o optimizar procesos; un ejemplo son los modelos matemáticos, tales son la programación lineal, programación entera, programación dinámica y/o programación no lineal, que utilizan algoritmos para obtener una respuesta acertada a un problema previo, es decir obtener una solución cercana a la óptima”. “Sin embargo en la actualidad y debido a la complejidad y al desarrollo de la industria en esta última década, posterior al desarrollo de la simulación por computador en la segunda mitad del siglo XX aproximadamente, se genera la necesidad de implementar modelos que

² TAHA, Hamdy A. Investigación de operaciones, 7ª edición. México, 2004. 848 p.

³ -----, -----, 7ª edición. México, 2004. 848 p.

suplan a las necesidades del entorno industrial actual”⁴, por ende, así como lo menciona Azarang⁵ en su libro *Simulación y análisis de modelos estocásticos*, “si se logra incluir variables estocásticas en el análisis de los procesos, se logrará manejar modelos complejos que se podrían analizar con la aplicación de la técnica de simulación”.

Es importante definir el concepto de simulación, según Jerry Banks, John S. Carson II, Barry L. Nelson y David M. Nicol en su libro *Discrete-event system simulation*, los cuales plantean que “la simulación es la imitación de la operación de un proceso del mundo real o sistema en el tiempo. Ya sea hecho a mano o en el ordenador, la simulación implica la generación de una historia artificial de un sistema y la observación de la historia artificial para sacar conclusiones relativas a las características de funcionamiento del sistema real”.⁶

De otro modo el término simulación tiene varios significados según su aplicación; en negocios suele referirse a los experimentos en computador del modelo de un sistema real. Los experimentos de simulación se efectúan antes de que el sistema real entre en operación a fin de ayudar en su diseño, ver cómo reaccionaría el sistema a los cambios en sus reglas operativas o evaluar la respuesta del sistema a los cambios de su estructura.

⁴ MORENO TRIANA, Yuri Milena y SÁNCHEZ MORALES, Johan Andrey. Caracterización del servicio de urgencias del hospital Vista Hermosa I nivel. E.S.E., haciendo uso de simulación discreta. Trabajo de grado ingeniero de producción. Bogotá D.C.: Universidad Francisco José de Caldas. Facultad Tecnológica, 2012. 16 p.

⁵ AZARANG, Mohammad R. *Simulación y análisis de modelos estocásticos*, México 1996, 282 p.

⁶ BANKS, Jerry, et al. *Introduction to simulation*. En: *Discrete-event system simulation*. 4 ed. New Jersey. Greg Dulles. 2004. p.1-20.

3.1.2 Aplicación de la simulación. La simulación es adecuada sobre todo en situaciones en que el tamaño o la complejidad del problema dificultan o imposibilitan el uso de técnicas de optimización. Por eso se estudiaron extensamente los talleres fabriles, caracterizados por problemas de filas de espera complejos, mediante la simulación, al igual que ciertos problemas de inventario, distribución de planta y mantenimiento (por mencionar algunos). La simulación también se aplica junto con técnicas científicas tradicionales de gestión y estadística.

Además, la simulación es útil para entrenar a los gerentes y trabajadores en cuanto a la operación del sistema real porque demuestra los efectos de los cambios en las variables del sistema, el control en tiempo real y el desarrollo de nuevas ideas para dirigir el negocio.⁷

3.1.3 Simulación de eventos discretos.

Eventos discretos: “Son aquellos en los que las propiedades de interés del sistema cambian en un cierto instante o secuencia de instantes, que normalmente obedecen a un patrón periódico.”⁸ Por lo tanto se concluye que las instituciones prestadoras del servicio de salud hacen parte de los sistemas discretos.

Las herramientas de simulación orientadas a eventos discretos ofrecen una plataforma que permite abordar con éxito un proceso de mejora continua de sistemas complejos para los cuales las técnicas analíticas clásicas basadas en el uso del cálculo diferencial, teoría de probabilidades y métodos

⁷ CHASE, Richard B. y JACOBS, Robert F. Simulación. En: Administración de operaciones: producción y cadena de suministros. 13ª ed. México. MARES, Chacón Jesús. 2014. p. 650-675.

⁸ GUASCH, Antoni, et al. Introducción a las técnicas de simulación digital. En: Modelado y simulación aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios. UPC Ed. México, Alfaomega, 2005. 2 p.

algebraicos, no pueden ser utilizadas para formalizar de modo sencillo la complejidad de los procesos.⁹

Así mismo HARREL; GHOSH; BOWDEN en su libro Simulation using promodel plantean que “la simulación de eventos discretos sucede cuando los cambios en el estado del modelo de simulación se producen en puntos discretos en el tiempo, como desencadenada por eventos.

Al mismo tiempo, afirman que una simulación de eventos discretos es aquella en la que se producen los cambios de estado en los puntos discretos en el tiempo provocado por los acontecimientos. Podrían ser eventos típicos en la simulación:

- La llegada de una entidad a una estación de trabajo.
- La falta de un recurso.
- La realización de una actividad.
- El final de un turno.

Los cambios de estado en un modelo se producen cuando algún evento ocurre”.¹⁰

Por otro lado en el libro Modelado y simulación: aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios, un sistema orientado a eventos discretos, según el formalismo de redes de colas, consiste en representar los distintos servidores donde se llevarán a cabo las actividades que se desarrollan en el sistema mediante un conjunto de colas (o estaciones de trabajo) interconectadas.

⁹GUASCH, Antoni, et al. Introducción a las técnicas de simulación digital. En: Modelado y simulación aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios. UPC Ed. México, Alfaomega, 2005. p. 1-22.

¹⁰ HARREL, Charles; GHOSH, Biman K y BOWDEN, Royce O. Discrete-event simulation. En: Simulation using promodel. second edition. New York, Amanda J. Green, 2004. p. 71-101.

Los elementos básicos que forman un proceso de colas son:

- Las entidades temporales que compiten entre sí para capturar los recursos.
- Los recursos (generalmente limitados); que proporcionan un servicio a las entidades temporales.
- El espacio de espera: que utilizan las entidades temporales cuando el recurso al que desean acceder está ocupado. Este espacio se denomina cola.¹¹

Propone el ing. Edwin Garavito¹² que el sistema se compone primordialmente de una **población** de clientes potenciales de donde se generan las solicitudes de servicio, un **módulo de servicio** que proporciona el servicio solicitado y una **acumulación** o “cola” en donde permanecen pasivos los clientes esperando para ser atendidos.

3.1.4 Ventajas de la simulación. Para conocer un poco más de las ventajas de la simulación, se enumeran algunas:¹³

- Desarrollar el modelo de un sistema con frecuencia permite comprender mejor el sistema real.
- En la simulación, el tiempo se abrevia; años de funcionamiento del sistema real se comprimen en segundos o minutos.
- La simulación no interrumpe actividades continuas del sistema real.

¹¹ GUASCH, Antoni, et al. Modelado de sistemas orientados a eventos discretos. En: Modelado y simulación aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios. UPC Ed. México, Alfaomega, 2005. p. 23-88.

¹² GARAVITO, Edwin. Teoría de colas [online]. <http://torcaza.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura2/pdfs/TOQCAP2.pdf>. [Citado 28 julio 2015]. Capítulo II

¹³ CHASE, Richard B. y JACOBS, Robert F. Simulación. En: Administración de operaciones: producción y cadena de suministros. 13ª ed. México. MARES, Chacón Jesús. 2014. p. 650-675.

- La simulación es mucho más general que los modelos matemáticos y se puede usar en condiciones inadecuadas para el análisis matemático estándar.
- La simulación se puede usar como un juego con fines de capacitación.
- La simulación ofrece una réplica más real de un sistema que el análisis matemático.
- La simulación es aplicable para analizar condiciones temporales y, por lo general, las técnicas matemáticas no.
- Comercialmente, hay muchos modelos estándar en paquete que abarcan una amplia variedad de temas.
- La simulación responde a preguntas del tipo “que pasa si...”

3.1.5 Desventajas de la simulación. Aunque la simulación es un planteamiento muy valioso y útil para resolver problemas presenta algunas desventajas como:¹⁴

- Aunque se dedique mucho tiempo y esfuerzo a la elaboración de un modelo para simulación, no hay garantía de que el en realidad genere las respuestas correctas.
- No hay forma de comprobar que el desempeño del modelo de simulación es totalmente confiable. La simulación implica muchas repeticiones de secuencias que se basan en hechos generados al azar. Aunque es poco probable, un sistema aparentemente estable puede explotar con la combinación correcta de sucesos.
- Según el sistema que se va a simular, la elaboración de un modelo de simulación tarda de una hora a 100 años-hombre. Los sistemas complicados pueden ser muy costosos y tardar mucho tiempo.

¹⁴ CHASE, Richard B. y JACOBS, Robert F. Simulación. En: Administración de operaciones: producción y cadena de suministros. 13ª ed. México. MARES, Chacón Jesús. 2014. p. 650-675.

- La simulación puede ser menos precisa que el análisis matemático porque se basa en eventos al azar. Si un sistema determinado se representa con un modelo matemático, quizá sea mejor que la simulación.
- Tal vez se necesite mucho tiempo significativo de computadora para ejecutar modelos complejos.
- Aunque avanza, la técnica de simulación aún carece de un método estandarizado. Por consiguiente, los modelos del mismo sistema creados por diferentes personas pueden ser muy distintos.

3.1.6 Metodología para construir el modelo. Se establecen los siguientes pasos metodológicos para construir un modelo de simulación:¹⁵

- a. Formulación del problema:** Define el problema que se pretende estudiar. Incluye por escrito sus objetivos.
- b. Diseño del modelo conceptual:** Especificación del modelo a partir de las características de los elementos del sistema que se quiere estudiar y sus interacciones teniendo en cuenta los objetivos del problema.
- c. Recogida de datos:** Identificar, recoger y analizar los datos necesarios para el estudio.
- d. Construcción del modelo:** Construcción del modelo de simulación partiendo del modelo conceptual y de los datos.
- e. Verificación y validación:** Comprobar que el modelo se comporta como es de esperar y que existe la correspondencia adecuada entre el sistema real y el modelo.
- f. Análisis:** Analizar los resultados de la simulación con la finalidad de detectar problemas y recomendar mejoras o soluciones.
- g. Documentación:** Proporcionar documentación sobre el trabajo efectuado.

¹⁵ GUASCH, Antoni, et al. Introducción a las técnicas de simulación digital. En: Modelado y simulación aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios. UPC Ed. México, Alfaomega, 2005. 1-22p.

- h. Implementación:** Poner en práctica las decisiones efectuadas con el apoyo del estudio de simulación.

3.2 PROGRAMAS DE DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADOR

3.2.1 Microsoft Office Visio 2010. “Simplifica y comunica información compleja con diagramas vinculados a los datos que puedes crear en tan solo unos clics. Visio simplifica la creación de diagramas. Visio te ayuda a trabajar visualmente, ya sea capturando rápidamente un diagrama de flujo que surgió a raíz de una lluvia de ideas en una pizarra, asignando una red de TI, creando un organigrama, documentando un proceso empresarial o dibujando un plano de planta.

Sus principales características son:

- Crea diagramas profesionales rápidamente
- Anima diagramas con la vinculación de datos
- Comunica con una versión real de forma visual”¹⁶

3.2.2 FLEXSIM. “El software de simulación Flexsim es un programa de simulación orientado a objetos, basado en el sistema de simulación de eventos discretos, para construir modelos que pueden ayudar a visualizar flujos de procesos para optimizar “throughput” y minimizar gastos operativos.

Flexsim suministra a los usuarios una interfaz gráfica de usuario (GUI-*graphical user interface*) amena e intuitiva para visualizar, modelar y simular flujos de procesos usando el modo de tomar y arrastrar objetos en un

¹⁶ OFFICE. Características principales de Visio. [online]. [Consultado 12 noviembre 2015]. Disponible en: <https://products.office.com/es/Visio/microsoft-visio-2013-top-features-diagram-software>

ambiente tridimensional. Además está disponible un análisis estadístico con detenimiento, de rendimientos de procesos, cuello de botella y throughput.”¹⁷

“Flexsim Healthcare es una herramienta de simulación con una sorprendente animación. Permite construir el modelo e interactuar en un ambiente tridimensional realmente amigable.

La simulación en 3D permite lograr un entendimiento del hospital, sus interacciones y lo mejor de todo, el aprender cómo mejorarlo. Flexsim HC puede simular semanas o meses de lo que sucede en un hospital en cuestión de minutos, permitiendo entender como ciertos cambios propuestos pueden afectar o beneficiar la productividad general y el nivel de servicio a lo largo del tiempo.

Flexsim proporciona las gráficas, reportes y estadísticas de los resultados del modelo de simulación de una manera clara y precisa. Permite comunicar fácilmente los cambios o proyectos que se presentan, pues se ve su funcionamiento directamente en el simulador y sus beneficios se cuantifican en los resultados estadísticos.”¹⁸

¹⁷ GARAVITO, Edwin. Características generales del software de simulación flexsim [online]. http://torcaza.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura2/pdfs/INTROD_FLEXSIM_1.pdf. [Citado 4 Noviembre 2015].

¹⁸ TOUCET, Jorge. Flexsim Healthcare para hospitales [online]. <http://www.flexsim.com.mx/flexsim-healthcare-hospitales>. [Citado 15 noviembre 2015].

Terminología del software de flexsim

- Flexsim objects

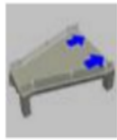

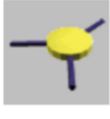
Tabla 1. Objetos que posee el software flexsim

<p>Source</p> 	<p>Es la fuente de entrada que crea los “flowitems” (entidades) que viajan a través del modelo. Cada “Source” crea una clase de “flowitem” y pueden asignárseles propiedades como tipo de entidad o color. Los modelos deben tener al menos un “Source” en ellos. Las fuentes pueden crear “flowitems” por una tasa entre llegadas, por una lista programada de llegadas o simplemente desde una secuencia definida de llegadas.</p>
<p>Sink</p> 	<p>Es usado para destruir los “flowitems” o darles salida del sistema. Una vez que un “flowitem” llega al “Sink” (salida) este no puede ser recuperado por su reingreso en el sistema. Cualquier recolección de datos que envuelve algún “flowitem” que va a dejar el sistema debe hacerse justo antes de entrar al “Sink” o en la pestaña del trigger: “OnEntry” del “Sink”.</p>
<p>Queue</p> 	<p>La cola es un buffer o área de almacenamiento usada para mantener los “flowitems” (entidades) cuando un objeto no puede ser aceptado por un proceso posterior. Por defecto la cola trabaja con disciplina FIFO (First In First Out) o PEPS. El “Queue” tiene opciones para acumular “flowitems” antes de que los suelte para entregarlos a los objetos posteriores.</p>
<p>Processor</p> 	<p>Es usado para simular el procesamiento de “flowitems” en un modelo. El proceso es simplemente modelado como un retraso forzado de tiempo. El tiempo total de proceso está dividido entre el tiempo de setup y el tiempo de proceso. Además puede ser determinada la falla y reparación de un procesador a intervalos regulares o aleatorios. Cuando un procesador falla, todos los “flowitems” que está procesando se retrasarán.</p>

Tabla 1. (Continuación)

 <p>Despachador</p>	<p>Un despachador o dispatcher controla un grupo de transportes u operadores. Las solicitudes de actividades o tareas (task request) son enviadas al dispatcher por un objeto y el dispatcher las delega a los operadores o transportes que controla. Las tareas serán desempeñadas por el operador o transporte que finalmente reciba la solicitud.</p>
 <p>Operator124</p>	<p>Un operador o varios pueden ser llamados para ser utilizados durante los tiempos de preparación, proceso o reparación. Permanecerán con el objeto que los llamó hasta que sean liberados al terminar su actividad. Una vez liberados pueden ir a trabajar con otros objetos si son llamados o solicitados. Los operadores buscarán el camino más corto para llegar a los objetos o bien se les puede definir caminos mediante una red o network si se necesita que sigan ciertas trayectorias al trasladarse.</p>
 <p>Conveyor</p>	<p>Este conveyor o transportador también transporta flowitems a través de él, su forma se define creando diferentes secciones y definiendo para cada sección su longitud, altura; si es recta o curva. Si esa sección es curva se le define el ángulo y radio. Esto permite definir la forma numéricamente a diferencia del SplineConveyor, que se hace según los spline points y los movimientos del mouse. Puede ser acumulativo o no acumulativo.</p>
 <p>MultiProcessor</p>	<p>El multiprocesador permite definir varios procesos subsecuentes que se llevan a cabo en ese mismo lugar. A cada proceso se le puede definir su nombre y su duración. Así mismo se puede especificar para cada proceso si se requiere o no de uno o varios operadores.</p>
 <p>Combiner</p>	<p>El combiner o combinador es utilizado para agrupar y juntar multiples flowitems. Puede tanto ensamblar o juntar (join) los flowitems definitivamente o bien agruparlos o empacarlos (pack) con la posibilidad de volverlos a separar más adelante en el proceso.</p>

Tabla 1. (Continuación)

 <p>Separator</p>	<p>El separador o separator es usado para separar o cortar un flowitem en múltiples partes. Esto puede ser utilizado al desempacar un flowitem anteriormente empacado por un combiner (unpack) o bien al crear múltiples copias del flowitem original (Split), que también podrían simular un corte del flowitem original que se convertirá en varias piezas. Tanto el proceso de desempaque como el de corte serán efectuados hasta que el tiempo de proceso definido haya sido completado. El separador puede llamar a operadores para preparación, proceso y reparación.</p>
 <p>Transporter</p>	<p>El transporte o transporter es usado principalmente para trasladar flowitems desde un objeto a otro. Puede llevar uno o varios al mismo tiempo. Un solo transporte puede recibir una o varias solicitudes de tareas (task request) de los diferentes objetos del modelo.</p>
 <p>NetworkNode</p>	<p>Los nodos de red o NetworkNodes son utilizados para definir una red de caminos o rutas que los transportes y los operadores pueden seguir. Los caminos pueden ser modificados usando los spline points para hacer las rectas, curvas y elevaciones que se necesiten.</p>

Fuente: Tomado del documento características generales del software de simulación flexsim. Ing. Edwin Alberto Garavito Hernández

http://torcaza.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura2/pdfs/INTROD_FLEXSIM_1.pdf

Además se hace necesario mencionar los siguientes términos tomados del artículo “Características generales del software de simulación Flexsim” elaborado por Edwin Garavito.

- **Flowitems**

Los ítems de flujo (o entidades) son los objetos que se mueven a través del modelo. Estos ítems pueden ser productos, partes, tarimas, ensambles, papeles, contenedores, llamadas telefónicas, o cualquier cosa que se mueva a través del

modelo. La mayoría tienen procesos que se realizan sobre ellos o son transportados a través del modelo por los recursos.

En flexsim, los flowitems son creados con el objeto denominado Source. Una vez que los flowitems han pasado a través del modelo, estos son enviados a un objeto llamado sink, que se pone al final del proceso y destruye los flowitems.

- **Itemtype**

El tipo de ítem es una etiqueta que tienen todos los ítems de flujo (flowitem) o productos y puede representar un código de barras, un tipo de producto o el número de una pieza, por otra parte el tipo de ítem define el tipo de pieza individual o el número de pieza dentro de las clases de entidades.

Flexsim está preparado para utilizar el itemtype como una referencia para decidir la ruta o el destino al cual deben dirigirse los flowitems.

- **Ports**

Todo objeto en Flexsim tiene un número ilimitado de puertos a través de los cuales se comunican con otros objetos. Existe tres tipos de puertos: puertos de entrada (input ports), puertos de salida (output ports) y puertos centrales (central ports).

Los dos primeros se utilizan para el ruteo de los ítems de flujo, sea de manera automática o a través de recursos móviles. Los puertos centrales son usados para crear referencias, o punteros entre los objetos, los cuales son usados para conectarse a recursos de transporte.

Tabla 2. Conexión y desconexión de puertos

	Salida- Entrada	centrales
Para desconectar	Q	W
Para conectar	A	S

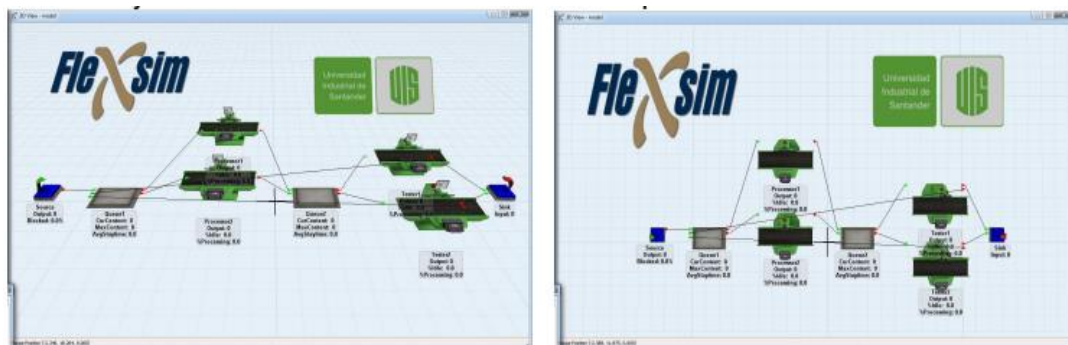
Fuente: Tomado del documento características generales del software de simulación flexsim. Ing. Edwin Alberto Garavito Hernández

http://torcaza.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura2/pdfs/INTROD_FLEXSIM_1.pdf

- **Vistas del Modelo**

Flexsim utiliza un ambiente de modelación tridimensional. La vista del modelo por default para construir modelos se llama 3D view o vista en perspectiva, que aparece cuando se crea un modelo nuevo o si se presiona el botón “3D” de la barra de herramientas. También se puede construir el modelo con la vista planar y utilizar la vista en perspectiva cuando se quiera visualizar o mostrar el modelo cuando se ejecuta la simulación. Se pueden abrir cuantas ventanas de vistas se deseen en flexsim simultáneamente y cada una puede mostrar partes diferentes del modelo, aunque entre más ventanas de vistas se tengan abiertas mayor será la demanda de recursos del computador.

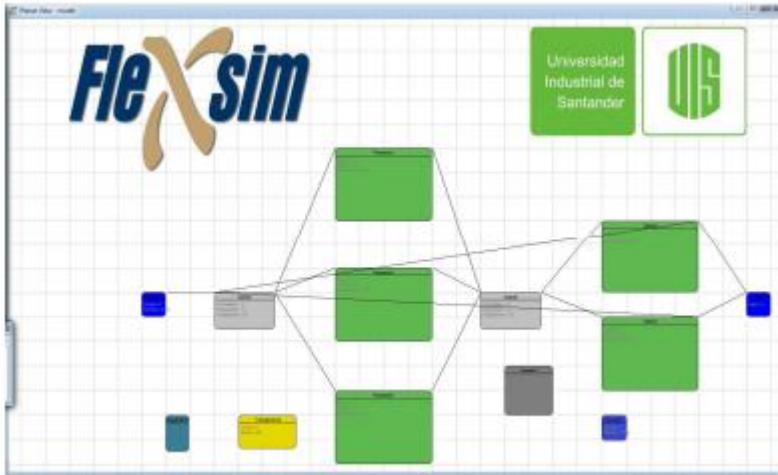
Figura 2. Vistas 3D del modelo (frontal y superior)



Fuente: Tomado del documento características generales del software de simulación flexsim. Ing. Edwin Alberto Garavito Hernández

http://torcaza.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura2/pdfs/INTROD_FLEXSIM_1.pdf

Figura 3. Vista planar del modelo (diagrama en bloques)



Fuente: Tomado del documento características generales del software de simulación flexsim. Ing. Edwin Alberto Garavito Hernández

http://torcaza.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura2/pdfs/INTROD_FLEXSIM_1.pdf

4 DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA CLÍNICA

4.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA CLÍNICA

4.1.1 Entrevistas: Para conocer como son los procesos dentro de las diferentes áreas de la clínica se realizaron una serie de preguntas al personal asistencial y a la persona encargada de talento humano y calidad, obteniéndose la siguiente información:

- Los pacientes que ingresan al área de urgencias inicialmente hacen entrega de documentos en admisiones para darles ingreso al servicio, mientras se realiza el registro del paciente la agilizadora se encarga de tomar los datos del paciente en la hoja de triage donde se llena con los signos vitales y se clasifica desde el triage 1 (atención inmediata) al triage 4 (atención no urgente), según el estado de salud del paciente al ingresar al servicio.

Teniendo en cuenta la clasificación que realiza la agilizadora, los pacientes son llevados a las camillas donde esperan ser atendidos por el médico, después de ser revisados, los pacientes pueden ser dados de alta o ser enviados a las diferentes áreas de la clínica, según la orden del médico.

Las personas que se encargan de brindar el servicio son los médicos, enfermeras, auxiliares de enfermería y los camilleros que son los encargados de transportar en sillas de ruedas a los pacientes a las diferentes áreas de servicio.

Tabla 3. Caracterización de los procesos en el área de urgencias

Entradas	Procesos	Salida
<ul style="list-style-type: none"> • Pacientes • Historias clínicas • Medicamentos e insumos • Imágenes diagnósticas • Materiales • Requisitos legales de habilitación • Equipos 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilización del paciente • Diagnóstico médico • Planeación del tratamiento • Observación-evaluación • Ejecución del tratamiento • Control y seguimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Pacientes con conducta definida • Historia clínica modificada • Información al paciente y/o familia • Liquidación de los servicios • Solicitud de servicios

Fuente: Tomado de la caracterización de procesos en urgencias suministrada por Serviclinicos Dromédica S.A.

- El área de rayos x es la encargada de generar las imágenes diagnósticas, las cuales son enviadas y revisadas por los médicos de urgencias, hospitalización, UCI y consulta externa, para darle a los pacientes el respectivo tratamiento. El personal encargado de brindar el servicio es el tecnólogo y los camilleros que trasladan a los pacientes de una área a otra.

Tabla 4. Caracterización de procesos en el área de Rayos x

Entradas	Procesos	Salida
<ul style="list-style-type: none"> • Pacientes • Historias clínicas • Materiales • Requisitos legales de habilitación • Equipos • Solicitud de servicios 	<ul style="list-style-type: none"> • Imágenes diagnósticas 	<ul style="list-style-type: none"> • Historia clínica modificada • Liquidación de los servicios • Pacientes • Solicitud de servicios

Fuente: Tomado de las visitas realizadas al área de rayos x.

- El servicio de observación es prestado en la misma área de urgencias, en ella se les brinda el servicio a los pacientes que presentan complicaciones de salud por causa de un accidente, infecciones, problemas cardiacos u otra causa y requieren cierto tiempo para ser observados con el fin de definir si es hospitalizado o dado de alta.

En esta área las personas encargadas de brindar un servicio oportuno y generar la estabilidad y mejoría del paciente son los médicos y enfermeras de urgencias.

La Tabla 5 muestra la caracterización de los procesos en el área de observación obtenidos de la información suministrada por el personal asistencial de esta área.

Tabla 5. Caracterización de procesos en el área de observación

Entradas	Procesos	Salida
<ul style="list-style-type: none"> • Pacientes • Historias clínicas • Medicamentos e insumos • Imágenes diagnósticas • Materiales • Requisitos legales de habilitación • Equipos 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilización del paciente • Diagnóstico médico • Planeación del tratamiento • Observación-evaluación • Ejecución del tratamiento • Control y seguimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Pacientes con conducta definida • Historia clínica modificada • Información al paciente y/o familia • Liquidación de los servicios • Solicitud de servicios

Fuente: Tomado de las visitas realizadas al área de observación.

- Los pacientes que ingresan a cirugía provienen de urgencias, observación, hospitalización y consulta externa; ellos son intervenidos quirúrgicamente debido a fracturas, lesiones graves o patologías que pueden perjudicar la vida del paciente. Estos pacientes después de la cirugía son dados de alta si el procedimiento es ambulatorio, de lo contrario son trasladados a hospitalización.

El personal asistencial de esta área, son médicos, especialistas, enfermeras y auxiliares de enfermería.

La Tabla 6 muestra la caracterización de los procesos en el área de cirugía obtenidos de la información suministrada por la clínica.

Tabla 6. Caracterización de procesos en el área de cirugía

Entradas	Procesos	Salida
<ul style="list-style-type: none"> • Orden de prestación de servicios de la EPS y/o ARS. • Pacientes • Insumos y medicamentos • Resultados de laboratorio • Remisión historia clínica • Orden de atención 	<ul style="list-style-type: none"> • Programación de cirugía • Recepción, registro • Realización procedimiento quirúrgico • Registro de procedimiento realizado 	<ul style="list-style-type: none"> • Paciente • Historia clínica • Orden de servicios • Ordenes de laboratorio • Soporte de procedimiento registrado

Fuente: Tomado de la caracterización de procesos en cirugía suministrada por Serviclínicos Dromédica S.A.

- Los pacientes que ingresan al área de hospitalización provienen de urgencias, observación, cirugía y uci; El objetivo es dar un manejo integral del paciente pre- post quirúrgico y patología del tratamiento médico.

Al ingresar el paciente a esta área se identifican sus necesidades y son valorados por especialistas, dónde se les asigna el tratamiento adecuado según los resultados de los laboratorios y medios diagnósticos, luego se observa la evolución del paciente y se toma la decisión de darle de alta o enviarlo a otra área de la clínica.

Los encargados de brindar este servicio son las enfermeras jefes, auxiliares de enfermería, bacteriólogos, fisioterapeutas, terapeutas respiratorios, entre otros.

La Tabla 7 muestra la caracterización de los procesos en el área de hospitalización obtenidos de la información suministrada por la clínica.

Tabla 7. Caracterización de procesos en el área de hospitalización

Entradas	Procesos	Salida
<ul style="list-style-type: none"> • Medicamentos • Materiales • Equipos monitorización • Pacientes • Imágenes diagnósticas • Servicio de transporte • Historias clínicas • Autorización de servicios 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de necesidades • Valoración por especialista • Observar evolución • Estabilización del paciente • Diagnóstico médico • Planeación del tratamiento • Ejecución del tratamiento • Control y seguimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Historia clínica • Ordenes de servicio • Remisiones • Egresos del paciente, alta, remitido, defunción • Tratamiento intrahospitalario • Información al paciente y/o familia

Fuente: Tomado de la caracterización de procesos en hospitalización suministrada por ServiClínicos Dromédica S.A.

- Los pacientes que ingresan a UCI, provienen de Urgencias, hospitalización y remisiones; el objetivo es brindar un manejo integral con calidad a todo paciente de patologías complejas y brindar atención avanzada con miras a disminuir complicaciones.

El paciente ingresa a UCI, donde se identifican las necesidades de atención, luego se planea y se da inicio al tratamiento, se observa la evolución del paciente, si el paciente presenta mejoría es trasladado a hospitalización, de lo

contrario permanece en esta área, existiendo la posibilidad de complicarse y morir, en este caso pasa a la morgue.

Los encargados de brindar el servicio son las enfermera jefes, médicos, especialistas, auxiliares de enfermería, bacteriólogos, técnicos de Rayos-x, entre otros.

La Tabla 8 muestra la caracterización de los procesos en UCI obtenidos de la información suministrada por la clínica.

Tabla 8. Caracterización de procesos en el área de UCI

Entradas	Procesos	Salida
<ul style="list-style-type: none"> • Pacientes • Realización de cobro y estado de cuenta • Reporte de muestras tomadas • Imágenes diagnósticas • Medicamentos, insumos • Material esterilizado • Historias clínicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo • Administración de medicamentos • Registro de historia clínica • Diagnóstico • Planeación de tratamiento • Verificación de ordenes médicas • Inicio de tratamiento • Resultado de exámenes • Ejecutar tratamiento • Egreso de la unidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta de pacientes dentro y fuera de la institución • Tratamiento médico • Remisiones • Historia clínica • Devolución de medicamentos

Fuente: Tomado de la caracterización de procesos en UCI suministrada por Serviclínicos Dromédica S.A.

Dentro de las preguntas y la información suministrada por el personal de la clínica, se logró identificar las funciones del personal asistencial de la siguiente manera:

FUNCIONES DE LA AGILIZADORA:

- ◆ Ingresar al paciente al servicio de urgencias
- ◆ Toma datos y signos vitales del paciente
- ◆ Realiza el encabezado del formato de triage

- ◆ Examinar al paciente en forma ágil e integral con el fin de determinar la prioridad.

FUNCIONES DEL MEDICO:

- ◆ Ordenar las medidas terapéuticas y procedimientos necesarios para el manejo del paciente.
- ◆ Definir el destino del paciente de acuerdo a la prioridad.

FUNCIONES DE LA ENFERMERA:

- ◆ Colaborar en las medidas terapéuticas y procedimientos indicados por el médico.
- ◆ Vigilar el cumplimiento de las órdenes médicas sobre transporte, destino de acuerdo a la prioridad establecida.

FUNCIONES DE LA AUXILIAR DE ENFERMERIA:

- ◆ Instaurar el tratamiento y procedimientos ordenados.
- ◆ Transporte y posición adecuada del paciente.

FUNCIONES DEL CAMILLERO:

- ◆ Transportar al lesionado respetando las indicaciones sobre posición y prioridad establecida.

4.1.2 Observación directa: Se realizaron visitas al área de urgencias para identificar la distribución del área, la cantidad de camillas y personal disponible tanto de médicos y enfermeras, se le preguntó al personal asistencial que tipo de problemas presentaba esta área, que se debía mejorar en el servicio, que recursos se requerirán para agilizarlo, que cambios se deberían hacer para que el servicio no presente tiempos de espera prolongados, además de percibirse y tomar nota de que se podría

mejorar. Se realizó un recorrido y se observó las diferentes rutas que un paciente puede tomar, además de cómo se lleva a cabo el ingreso del paciente desde la recepción de documentos, atención de la enfermera, diagnóstico del médico y el tratamiento a seguir hasta lograr estabilidad y mejoría.

4.2 CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS

4.2.1 Visitas diarias: en busca de mejoras acordes a la condición de la clínica se realizó toma de datos en el área de urgencias con el fin de llevar un registro de la hora de entrada del paciente al sistema, tiempo que espera para ser atendido por el médico, tiempo en la toma del triage, tiempo entre paciente-médico, tiempo de servicio en rayos-x y tiempo en el área de observación. Estos datos fueron tomados por el mes de mayo al ser uno de los meses con mayor flujo de pacientes y el horario escogido fue de 7am-12 pm y de 3pm-7pm todos los días, ya que representa las horas pico de llegada de pacientes.

Además se realizaron visitas esporádicas a la clínica en el mes de junio del 2015, en esos días se habló con el personal asistencial de las diferentes áreas sobre los problemas que perciben en el servicio opinando que es necesario ampliar la infraestructura para aumentar la cantidad de camillas y recursos ya que en ocasiones la capacidad que se tiene no cumple con la demanda, generando tiempos de espera prolongados en el servicio; también se observó que existen equipos indispensables para el servicio a los cuales se les realiza un mantenimiento correctivo es decir presentan fallas y requieren una reparación de emergencia; cuando se presentan daños inesperados en los equipos el servicio tiende a ser menos eficiente debido a que hay paradas en el servicio, y en algunos casos aumenta el costo por daño y reparaciones, asimismo se vio que en algunos turnos de

Urgencias existen roces dentro del personal médico, lo cual genera incomodidad y poco sentido de pertenencia en el lugar de trabajo.

4.2.2 Información suministrada por el personal de cada área: se realizó visitas esporádicas a las áreas de cirugía, UCI y hospitalización, con el fin de conocer cómo funciona cada una de estas áreas se recolectó información de la cantidad de pacientes atendidos en el mes de mayo, tiempo de servicio en cada una de estas áreas, pacientes que al terminar el mes permanecieron en hospitalización y uci además, averiguar la cantidad de salas, el horario disponible en el área de cirugía, la cantidad de personal asistencial y la capacidad de servicio en estas áreas.

De acuerdo a estas visitas y preguntas se logró conocer que en el área de hospitalización se atendieron 179 pacientes, en UCI 10 pacientes y se realizaron 300 cirugías.

El área de cirugía cuenta con 4 salas las cuales están disponibles las 24 horas del día excepto los domingos y festivos, en los cuales no se programan cirugías solo se atienden urgencias.

4.3 MODELO DE SIMULACIÓN

4.3.1 Análisis de datos: teniendo en cuenta los datos tomados y recolectados en las diferentes áreas de la clínica, se llevó a cabo un análisis de datos del mes de mayo en general y luego fueron clasificados por grupos de días iguales para identificar por medio de histogramas las franjas horarias pico de las diferentes áreas, la media, mediana, moda y desviación estándar, además de pruebas de bondad y ajuste para identificar el tipo de distribución al cual pertenecen.

a) **Histogramas:** A continuación se muestra los histogramas generales de servicio en cada área de estudio.

Urgencias (histogramas basados en los datos de tiempos de espera y tiempos de llegada y tiempo de servicio médico-paciente)

Figura 4. Tiempo de espera del mes de mayo en urgencias

MEDIA	39,46593
MEDIANA	25
MODA	0
DESV. EST	53,8176666
VARIANZA	2896,34123



Análisis: En el área de urgencias en el mes de mayo, la tasa de llegada fue de 1086 pacientes/mes de los cuales se obtuvo la siguiente información:

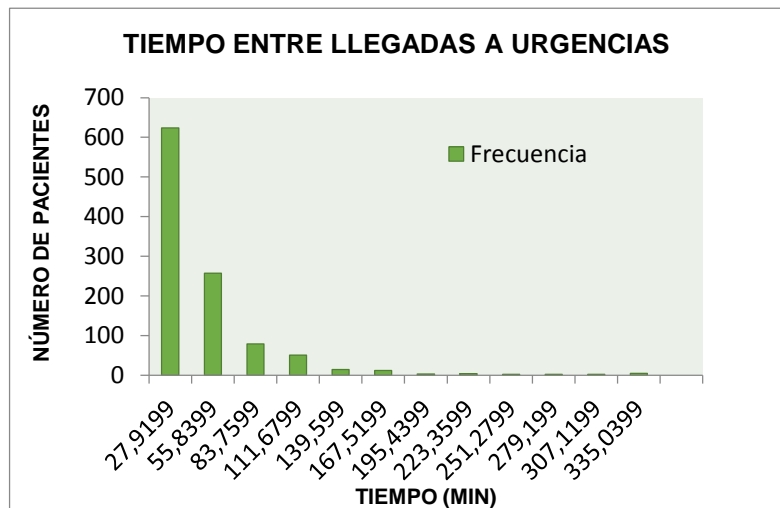
- Del 100% de los pacientes que asistieron al servicio de urgencias el 67,40% (732) esperaron para ser atendidos en un intervalo de 0-40 minutos.
- El 18,23% de los pacientes fueron atendidos luego de esperar entre 40 y 80 minutos.
- El 12,52% ingresaron para ser atendidos en un intervalo de 80-240 minutos.
- El 1,84% de los pacientes fueron atendidos después de esperar entre 240 y 440 minutos.
- De las personas ingresadas al servicio 3 de ellas (0,27%) lo abandonaron debido a tiempos de espera prolongados para ser atendidos por el médico.

En el servicio de urgencias la clínica establece un método de selección y clasificación de los pacientes denominados Triage, donde se estima el tiempo de espera para la atención de un paciente dependiendo de la severidad de su condición.

- Los pacientes prioridad 1 deben ser atendidos inmediatamente al llegar a la sala de urgencias, debido a que presenta una situación que amenaza su vida.
- Los pacientes prioridad 2 deben ser atendidos en un tiempo menor a 30 minutos, donde el paciente presenta estabilidad pero puede llegar a complicarse.
- Los pacientes prioridad 3 son los pacientes que presentan estabilidad y pueden esperar un tiempo mayor a 30 minutos.

Figura 5. Tiempo de llegada entre pacientes en el mes de mayo en urgencias

MEDIA	33,00473934
MEDIANA	20
MODA	0
DESV.EST	42,96725482
VARIANZA	1846,184987



Análisis: De 1086 pacientes ingresados a urgencias el 83,51% llegaron en un intervalo de 0 a 55,84 minutos y el 16,49% llegaron en un intervalo de 55,84 a 335 minutos (De 1 a 5 horas aprox.)

Figura 6. Tiempo de servicio en el mes de mayo en urgencias

MEDIA	2,539893617
MEDIANA	2
MODA	2
DESV. EST	1,740039537
VARIANZA	3,027737589

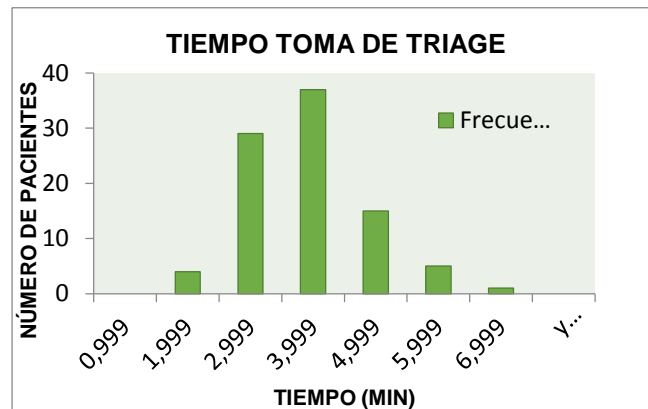


Análisis: De una muestra de 1086 pacientes ingresados a urgencias el 82,76% fue atendido por el médico en un intervalo de 1 a 4 minutos y el 17,24% en un intervalo de 4 a 13 minutos.

Triaje (Histograma correspondiente de toma de triaje)

Figura 7. Tiempo de toma de triaje

MEDIA	2,9010989
MEDIANA	3
MODA	3
DESV. EST	0,98944367
VARIANZA	0,97899878

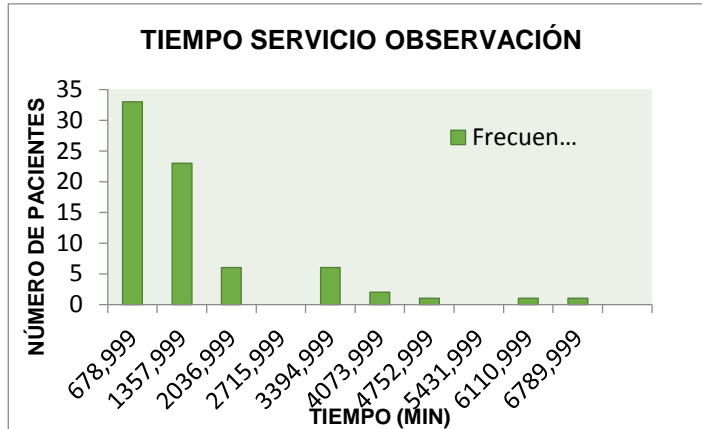


Análisis: En la toma de triaje una enfermera demora entre 1 y 5 minutos en el 93,41% de los casos y el 6,59% de los casos se demora entre 5 y 7 minutos.

Observación

Figura 8. Tiempo de servicio en observación

MEDIA	1171,94521
MEDIANA	735
MODA	730
DESV. EST	1314,54628
VARIANZA	1728031,91

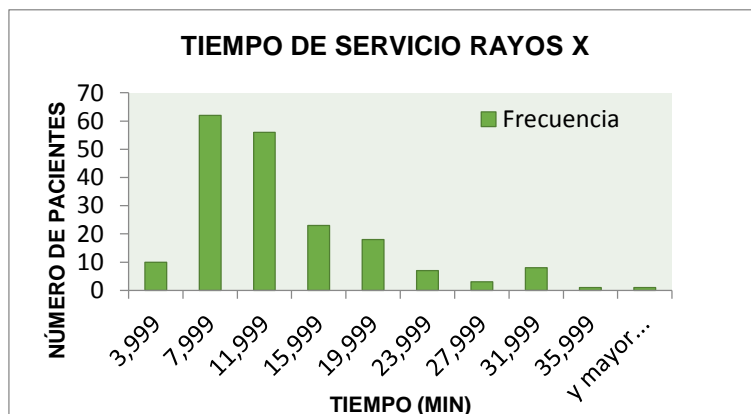


Análisis: De una muestra de 73 pacientes ingresados a observación el 76,71% estuvieron bajo atención médica de 85 a 1357 minutos (aproximadamente de 1 a 22 horas) y el 23,29% se mantuvieron en observación de 22 a 113 horas aproximadamente. El tiempo de observación varía dependiendo de la gravedad del paciente, si se muestra mejoría dentro de las siguientes 8 horas de ser ingresados se les da salida, de lo contrario se mantienen en observación hasta que se recuperen o exista disponibilidad de camillas en hospitalización

Rayos x

Figura 9. Tiempo de servicio Rayos X

MEDIA	10,8677249
MEDIANA	9
MODA	8
DESV. EST	6,94035881
VARIANZA	48,1685804



Análisis: En rayos- x con una muestra de 189 pacientes, el 89,42% se demoran en el servicio de 2 a 20 minutos y el 10,58% de 20-36 minutos. El tiempo de servicio en esta área es variable debido a que depende de la cantidad de imágenes diagnósticas solicitadas por el médico.

Hospitalización (Histograma basado en los datos de servicio)

Figura 10. Tiempo de servicio en hospitalización

MEDIA	5604,710227
MEDIANA	3165
MODA	4044
DESV. EST	6072,879658
VARIANZA	36879867,34

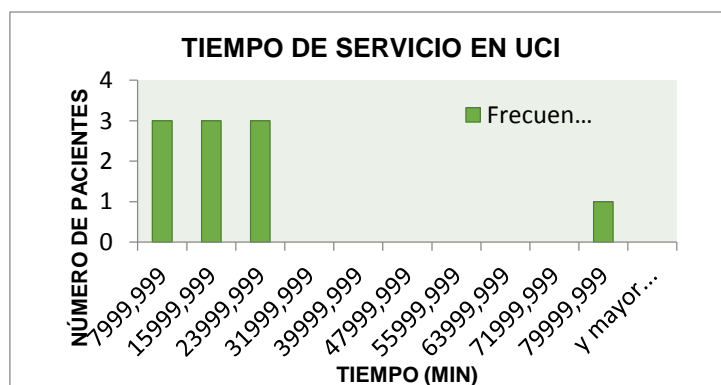


Análisis: La cantidad de pacientes ingresados a hospitalización en el mes de mayo fue de 179 de los cuales el 75% (132 pacientes) permanecieron en el servicio de 10 a 8000 minutos (aproximadamente 5 días) y el 25% de 5 a 28 días aprox.

UCI

Figura 11. Tiempo de servicio en UCI

MEDIA	18412,6
MEDIANA	12910
MODA	
DESV. EST	22656,432
VARIANZA	513313912

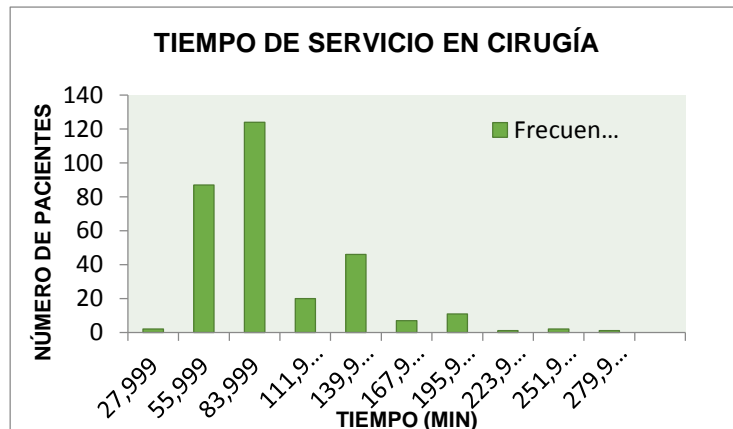


Análisis: El ingreso de pacientes a UCI (Unidad de cuidados intensivos) en el mes de mayo fue de 10 pacientes de los cuales el 90% (9 pacientes) permanecieron de 1000 a 24000 minutos (de 1 a 17 días aprox.) y el 10% de 50 a 56 días.

CIRUGÍA

Figura 12. Tiempo de servicio en Cirugía

MEDIA	72,1096346
MEDIANA	60
MODA	60
DESV. EST	43,6170984
VARIANZA	1902,45127



Análisis: El 92,69% de los procedimientos quirúrgicos demoran entre 15 y 140 minutos y el 7,31% de los casos demora entre 140 y 280 minutos (2 y 5 horas aprox.)

De acuerdo a la información obtenida de los histogramas anteriores y la información suministrada por el personal asistencial, se puede concluir que cada dependencia presenta los siguientes datos:

Tabla 9. Datos de las dependencias de Serviclínicos Dromédica.

DEPENDENCIAS	Tiempos entre llegadas (min)	Tiempo de servicio promedio(min)	Número de personal asistencial	Camas disponibles
URGENCIAS	1,33	2,54	2 médicos, 1 jefe de enfermería, 1 agilizadora, 4 enfermeras	4 camillas para atención médica 1 camilla de reanimación
TRIAGE	5,33	2,90	4 enfermeras	4 camillas para atención médica
RAYOS-X	2,65	10,86	1 tecnólogos	1 sala
OBSERVACIÓN	523,56	1171,94	2 médicos, 1 enfermera	6 camas
HOSPITALIZACIÓN	219,40	5604,71	2 jefes de enfermería, 2 médicos, 9 auxiliares, 2 fisioterapeutas	38 camas
UCI	3153	18412,6	2 médicos, 3 jefes de enfermería, 5 auxiliares, 2 terapeutas respiratorios y 1 coordinador jefe	9 Camas

4.3.2 Objetivos esperados de la simulación

Con el desarrollo de la simulación de Serviclínicos Dromédica en Flexsim, se busca reflejar el comportamiento de las diferentes áreas de la clínica, con el fin de reconocer que áreas presentan tiempos de espera y así poder determinar alternativas que mejoren el servicio.

4.3.3 Variables

Para definir el modelo de simulación se tuvieron en cuenta las siguientes variables:

- Tiempo entre llegadas a urgencias
- Permanencia en atención médica en urgencias
- Permanencia en el área de Rayos-x
- Permanencia en el área de observación
- Permanencia en el área de hospitalización
- Permanencia en el área de UCI
- Permanencia en el área de cirugía
- Número de pacientes que ingresaron por día a consulta externa
- Número de pacientes programados a cirugía por día

4.3.4 Pruebas de bondad y ajuste a los datos

Con el fin de determinar qué tipo de distribución eran los datos tomados y suministrados por la clínica, se realizaron pruebas de bondad y ajuste por medio de la herramienta ExpertFit del programa Flexsim.

Los datos de tiempo de servicio de hospitalización, observación, rayos-x y UCI se ajustaron a una de las distribuciones que presenta el programa, por otro lado los datos que se tomaron de llegada a urgencias, servicio médico-paciente, servicio cirugía, llegadas programadas a cirugía y consulta externa no se ajustaron a ningún tipo de distribución, por lo tanto se decidió tomar una distribución empírica recomendada por el programa.

Además de las pruebas realizadas a los datos, se determinaron las posibles rutas que puede realizar un paciente dentro de la clínica, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 10. Posibles rutas de los pacientes dentro de la clínica.

Rutas posibles	Personas	Probabilidad	Acumulada
3. Urgencias-médico-rayos-x-resultados- salida	501	45,88%	45,88%
2. Urgencias- médico-salida	463	42,40%	88,28%
9. Urgencias- médico-observación- salida	20	1,83%	90,11%
13. Urgencias- médico - hospitalización –cirugía-hospitalización –salida	20	1,83%	91,94%
12. Urgencias- médico - hospitalización –salida	18	1,65%	93,59%
10. Urgencias- médico – cirugía-salida	13	1,19%	94,78%
4. Urgencias- médico- rayos x- resultados-observación- salida	12	1,10%	95,88%
11. Urgencias- médico – cirugía-hospitalización - salida	12	1,10%	96,98%
8. Urgencias- médico -observación-cirugía-hospitalización-salida	11	1,01%	97,99%
1. Urgencias – retiro	6	0,55%	98,53%
5. Urgencias- médico- rayos x- resultados-observación- hospitalización-salida	6	0,55%	99,08%
6. Urgencias- médico- rayos x- resultados-observación- hospitalización-cirugía-salida	4	0,37%	99,45%
7. Urgencias- médico- rayos x- resultados-observación- hospitalización-cirugía-hospitalización-salida	2	0,18%	99,63%
15. Urgencias- médico - hospitalización –UCI-morgue	2	0,18%	99,82%
16. Urgencias- médico -UCI-rayos x- UCI-hospitalización –salida	1	0,09%	99,91%
17. Urgencias- médico -UCI-morgue	1	0,09%	100,00%
	1092	100%	

4.3.5 Representación del sistema por medio de Microsoft Visio

Para realizar la simulación del sistema inicialmente se realizó el plano de la clínica en el programa Microsoft Visio.

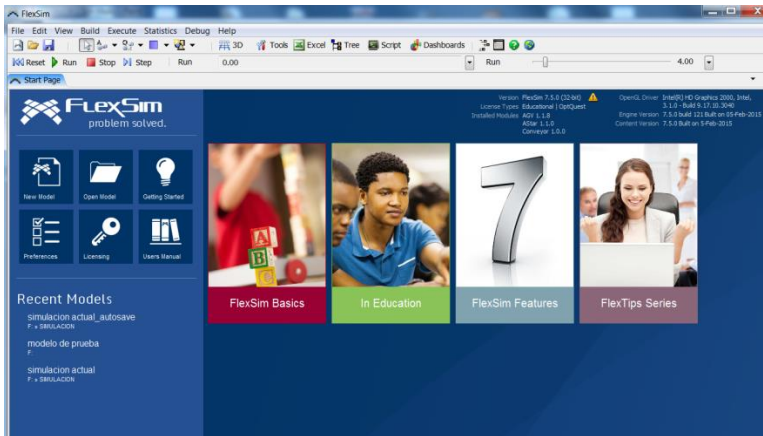
Figura 13. Plano de la clínica



4.3.6 Simulación por medio del programa Flexsim

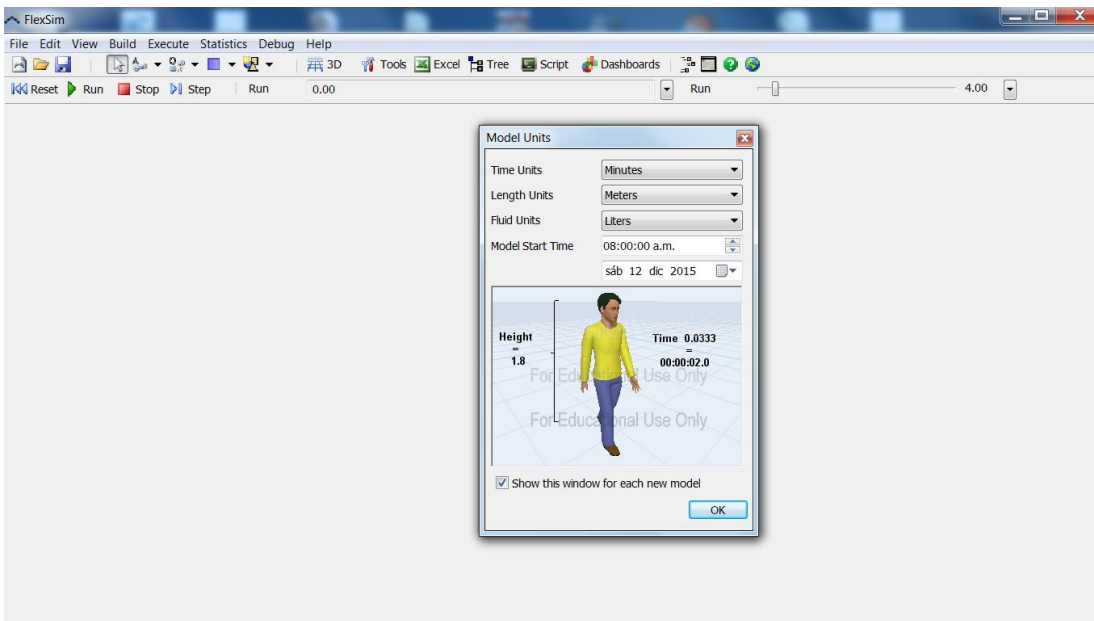
Después de realizar el plano de la clínica se procedió a crear el modelo en el programa Flexsim, en el cual se pudiera visualizar de la mejor manera posible el comportamiento del sistema.

Figura 14. Ingreso de un nuevo modelo a Flexsim



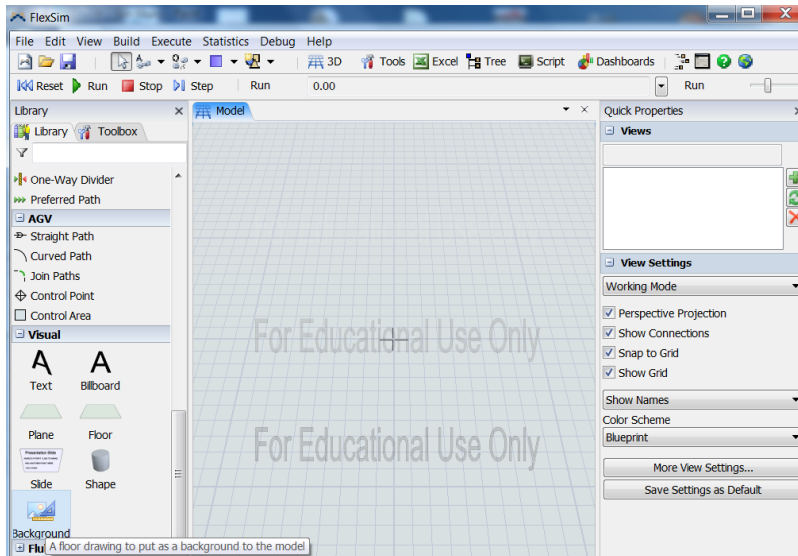
En esta parte del programa se selecciona la unidad de tiempo en minutos y la longitud en metros para ingresar a la creación del modelo.

Figura 15. Selección de las unidades del modelo



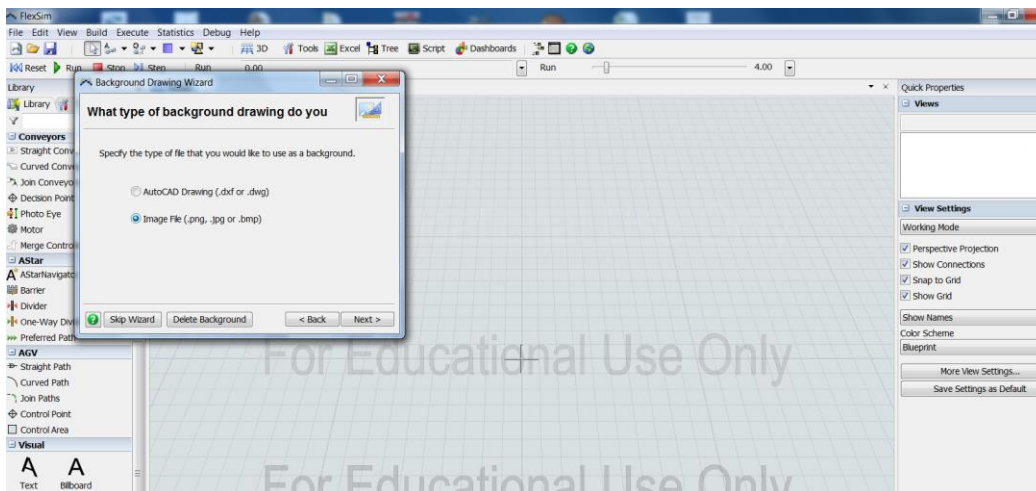
Posteriormente se verifica que la licencia esta activada para que no haya limitaciones al momento de ingresar los recursos al programa; luego se realiza la exportación del plano de la siguiente forma:

Figura 16. Exportación del plano a Flexsim



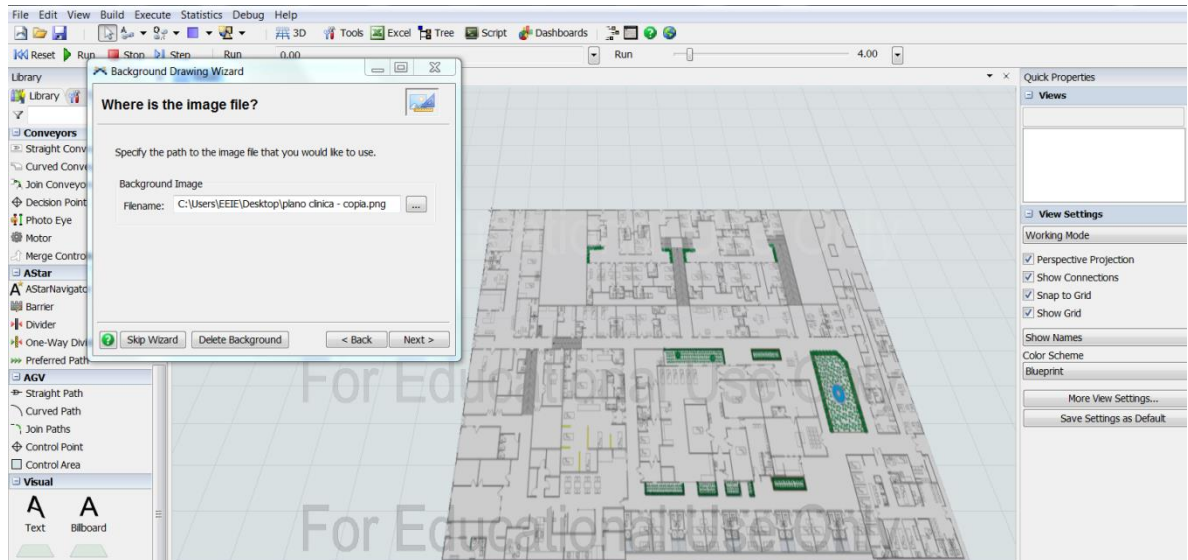
Al seleccionar la opción Background en la librería del programa, se abre una ventana con las opciones de formato de la imagen a exportar:

Figura 17. Elección del formato de imagen



Luego se escoge la ubicación del plano y se selecciona la opción abrir

Figura 18. Finalización de la exportación del plano



Al finalizar la exportación del plano, se inicia con la ubicación de los objetos necesarios para la simulación, en este caso se utilizaron los siguientes:

Tabla 11. Objetos utilizados en la simulación

<p style="text-align: center;">Source</p> 	<p>En la simulación de los procesos de la clínica, el Source fue utilizado en las llegadas a urgencias, el ingreso de pacientes programados a cirugía y los pacientes que de consulta externa pasaron a rayos-x con distribuciones empíricas.</p> <p>El Source además distribuye los pacientes a las diferentes áreas de la clínica con unos porcentajes y cantidades de pacientes mostrados en la tabla 11.</p>
<p style="text-align: center;">Sink</p> 	<p>El Sink se utilizó para dar salida a los pacientes del sistema cuando ya han cumplido la ruta de servicio en la clínica y para generar la salida de los pacientes que ingresaron de consulta externa a rayos-x.</p>
<p style="text-align: center;">Queue</p> 	<p>El Queue fue utilizado como estación de espera en las áreas de urgencias, rayos-x, observación, hospitalización, cirugía y UCI mientras esperan la disponibilidad de camas o el traslado de pacientes de un área a otra.</p>
<p style="text-align: center;">Processor</p> 	<p>El Processor fue utilizado para simular el proceso de las diferentes áreas, cambiándoles la apariencia a las máquinas por camas y simulando el tiempo de servicio en las áreas de urgencias, rayos-x, observación, hospitalización, cirugía y uci.</p>
 <p style="text-align: center;">Despachador</p>	<p>El despachador realiza el control de los dos camilleros de la clínica para que realicen el traslado de los pacientes a través de cada área.</p>

4.3.7 Estabilización del sistema

Con el fin de que los datos simulados fueran lo más precisos posibles y consecuentes con la realidad, fue necesario realizar la determinación de la fase de calentamiento para obtener un valor más confiable de las variables de respuesta, luego de varias corridas se puede observar la estabilidad en los datos.

Para determinar la fase de calentamiento del sistema modelado se aplicó el método de Welch, el cual considera que a través de la experimentación con una variable de interés tal como el promedio y/o varianza, en la corrida de la simulación, se obtendrá en algún punto la convergencia de los valores de la variable, de este modo graficando el valor promedio de la variable vs tiempo de simulación, se visualizará gráficamente el periodo de estabilización del sistema modelado corrido. Teniendo en cuenta lo anterior se realizaron las siguientes pruebas:

Datos de interés:

Variable: tiempo de espera promedio en la clínica

Warm up: 0

Tamaño de la corrida (Run): cambiante

La Tabla 13 muestra los valores que arrojó el sistema simulado. Con base en ellos se establece el cálculo de la etapa de precalentamiento:

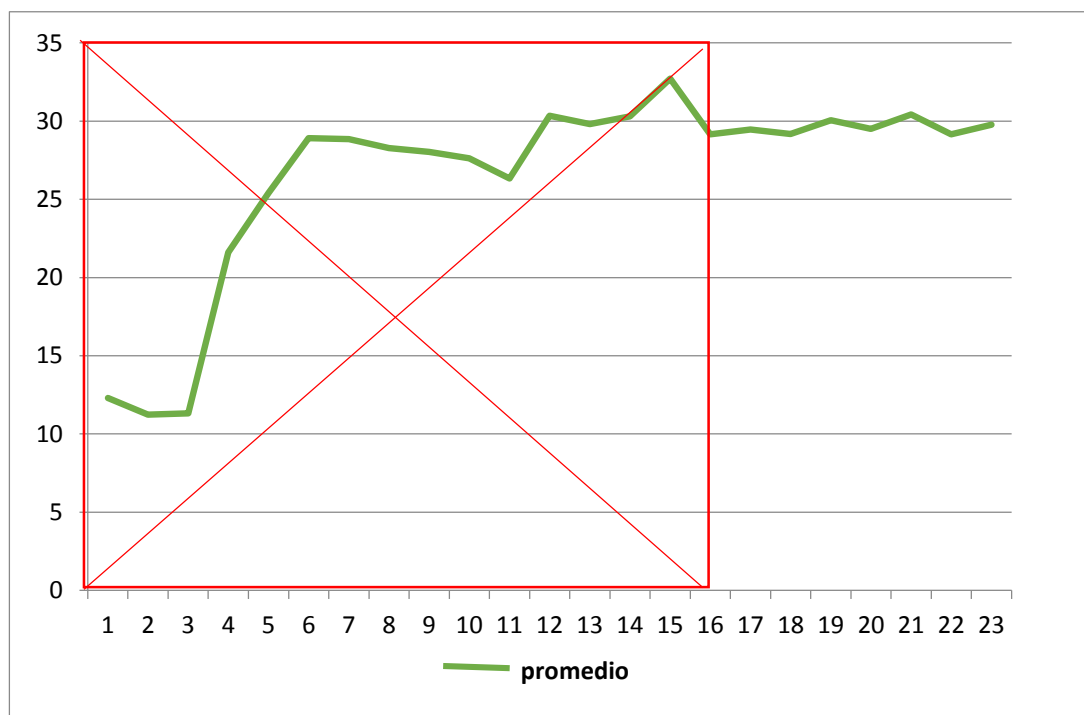
Tabla 12. Cálculo del Warm up

HORAS	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
CORRIDA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Réplica 1	11,37	13,02	12,25	15,1	36,46	28,5	22,08	29,61	31,7	32,77
Réplica 2	14,76	10,83	12,9	31,16	15,1	25,04	24,58	27,85	23,77	27,56
Réplica 3	11,91	11,81	10,25	13,72	23,25	30,58	37,59	27,1	25,33	28,88
Réplica 4	11,62	11,19	11,37	26,02	25,44	28,63	32,76	22,09	33,15	24,16
Réplica 5	11,85	9,34	9,79	22,01	26,83	31,76	27,23	34,71	26,21	24,72
PROMEDIO	12,302	11,238	11,312	21,602	25,416	28,902	28,848	28,272	28,032	27,618

Tabla 12. (Continuación)

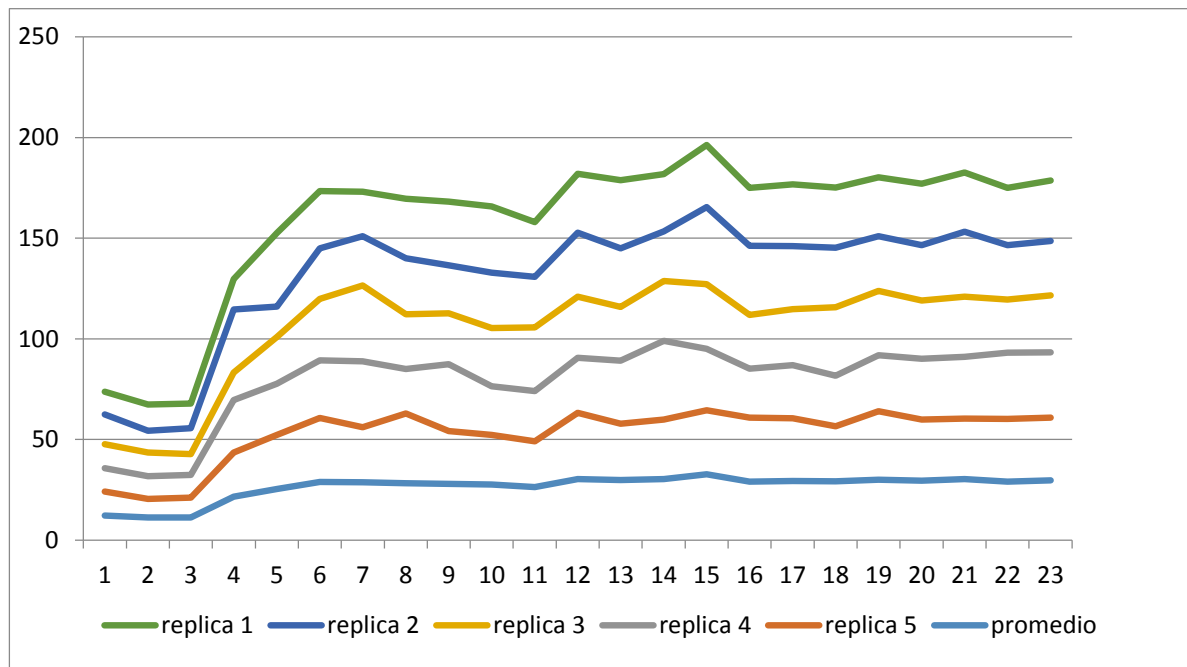
HORAS	264	288	312	336	360	384	408	432	456	480
CORRIDA	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Réplica 1	27,13	29,29	33,92	28,41	30,8	28,7	30,71	29,9	29,22	30,57
Réplica 2	25,18	31,7	29,12	24,72	38,26	34,31	31,33	29,47	27,3	27,38
Réplica 3	31,61	30,38	26,6	29,71	32,06	26,74	27,72	34,02	31,9	28,94
Réplica 4	24,84	27,34	31,37	39,07	30,55	24,41	26,48	25,06	27,88	30,28
Réplica 5	22,86	32,95	28,01	29,62	31,85	31,64	31,05	27,46	33,93	30,37
PROMEDIO	26,324	30,332	29,804	30,306	32,704	29,16	29,458	29,182	30,046	29,508
HORAS	504	528	552							
CORRIDA	21	22	23							
Réplica 1	29,31	28,49	30,02							
Réplica 2	32,33	26,94	27,12							
Réplica 3	29,92	26,45	28,29							
Réplica 4	30,62	32,87	32,3							
Réplica 5	29,96	31,04	31,14							
PROMEDIO	30,428	29,158	29,774							

Figura 20. Promedio móvil de la variable



Con el fin de mostrar con mayor claridad que el sistema se estabiliza después del tiempo 16 el cual equivale a 384 horas (23040 minutos) se realizó una segunda gráfica en la cual se puede observar las réplicas y el promedio.

Figura 21. Promedio móvil cinco réplicas



Finalmente se obtiene como resultado del método Welch que la etapa de precalentamiento inicia aproximadamente desde el tiempo 16.

4.3.8 Verificación y validación del modelo

- **Verificación**

La verificación apropiada de los resultados que se obtuvieron se logró a partir de observación e información suministrada por el personal asistencial de cada área. Con base en estos registros se realizó una comparación entre lo simulado y lo real, obteniendo como resultado los siguientes datos:

Tabla 13. Cuadro comparativo de los modelos

Modelo conceptual	Modelo de simulación
<p>El área de urgencias presentó una media de 39,466 y una desviación estándar de 53,818 en el tiempo de espera, además se pudo visualizar que esta área es la que presenta un tiempo menor de llegadas entre pacientes, ocasionando tiempos de espera prolongados.</p>	<p>El modelo de simulación confirma que el área de urgencias tiene una capacidad inferior a la demanda de pacientes diarios, ocasionando tiempos de espera extensos a los pacientes que su prioridad no es urgente.</p>
<p>El área de observación aunque tiene un tiempo de servicio mayor comparado con el tiempo entre llegadas, tiene la capacidad suficiente para suplir la demanda, sin ocasionar problemas en el servicio.</p>	<p>El área de observación no presenta tiempos de espera en el modelo, confirmando que no tiene problemas en cuanto a capacidad física ni de personal asistencial.</p>
<p>En el área de rayos-x según lo observado en las visitas realizadas y la toma de tiempos de permanencia del paciente en el servicio se pudo conocer que es una de las áreas que atiende mayor cantidad de pacientes al mes. Esta área es la encargada de tomar las imágenes diagnósticas a los pacientes de las diferentes áreas de la clínica, donde cuenta solamente con un tecnólogo y un equipo para suplir la demanda de imágenes diagnósticas diarias de la clínica, considerándose este el proceso cuello de botella de la clínica.</p>	<p>En la simulación se puede visualizar que el área de rayos-x presenta tiempos de espera prolongados coincidiendo con la realidad, lo cual confirma que el modelo de simulación coincide con el modelo conceptual y que esta área no posee la suficiente capacidad tanto física como de personal para suplir con la demanda de pacientes diarios.</p>
<p>El área de hospitalización en el diagnóstico presentó un tiempo de servicio mayor al tiempo de llegada.</p>	<p>El área de hospitalización en la simulación no presentó tiempos de espera para entrar al servicio lo que demuestra que la capacidad que posee hospitalización es capaz de cumplir con la demanda de pacientes que ingresaron en el mes de mayo.</p>

Tabla 13. (Continuación)

<p>El área de cirugía según los datos recolectados y las preguntas que se le realizaron al personal asistencial no presenta problemas de capacidad en la salas de cirugía ni de personal asistencial; pero aun así se presentan tiempos de espera debido a que los pacientes que van a entrar a un procedimiento quirúrgico son citados todos a la misma hora y van siendo atendidos según la orden del cirujano.</p>	<p>La simulación evidencia tiempos de espera prolongados para entrar al servicio, donde es mayor el tiempo de espera al inicio del día concordando con lo expuesto en el modelo conceptual.</p>
<p>UCI es el área que presenta menos ingreso de pacientes al mes, teniendo la capacidad suficiente para prestar una atención especializada a personas que experimentan una situación de salud crítica y que requieren vigilancia permanente por parte del personal de salud.</p>	<p>En esta área no se presentaron tiempos de espera, confirmándose lo expuesto en el modelo conceptual, la capacidad de esta área cumple con la demanda de pacientes satisfactoriamente.</p>

Tabla 14. Datos sistema registrado Vs sistema simulado

	Sistema registrado		Sistema simulado		Variación en ingresos al sistema	Variación en tiempo de servicio
	Ingresos al sistema	Tiempo de servicio promedio	Ingresos al sistema	Tiempo de servicio promedio		
Urgencias	1092	2.54	1137	2.68	4.12%	5.51%
Observación	55	1171.94	61	993.82	10.91%	15.20%
Rayos-x	1402	10.86	1339	10.66	4,49%	1.84%
Cirugía	300	72.11	289	73.06	3.67%	1,32%
Hospitalización	179	5604.71	130	5024.32	27,37%	10,36%
UCI	10	18412.6	8	7136.60	20%	61,24%

Para verificar que el sistema modelado concordaba con el sistema real se realizaron 15 corridas cada una con un tiempo de un mes (43200 minutos), registrándose el ingreso de pacientes a las diferentes áreas de estudio y el tiempo de servicio en cada una de ellas, ya que estos se podían comparar con los datos tomados y obtenidos en la clínica como se muestra en la Tabla 15, en la cual se indica que existe similitud entre ellos.

Se debe tener en cuenta que los datos registrados pueden presentar algunos errores en cuanto a la captura, omisión de datos o variables en el modelamiento del sistema.

- **Validación**

Con base en los resultados arrojados por el sistema modelado después de hacer las corridas en la simulación se comprobó que estas son acordes con la realidad que se presentaba en las áreas de estudio en Serviclínicos Dromédica.

La validación se realizó a partir de la revisión de los códigos digitados en cada objeto y por medio de métodos estadísticas como:

Hipótesis sobre la media

$H_0: \mu (\text{modelo}) = \mu (\text{registrado})$

$H_i = \mu (\text{modelo}) \neq \mu (\text{registrado})$

La Tabla 15 demuestra los valores calculados para determinar mediante prueba de medias si H_0 se acepta o se rechaza:

Tabla 15. Intervalos de confianza para medias de ingreso de pacientes

Áreas	Media del sistema registrado	Media del sistema modelado	Varianza 1	Varianza 2
Urgencias	36.4	37.9	387.80771	383.46983
Observación	1.83	2.03		
Rayos-x	46.73	44.63		
Cirugía	10	9.63		
Hospitalización	5.97	4.33		
UCI	0.33	0.27		

Considerando que: $v=n-1$, entonces;

$$V=6-1, v=5$$

Y que con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, $t_{\alpha/2}= 2.571$

Se obtuvo:

Media	16,8766667	16,465
Varianza (conocida)	387,80771	383,46983
Observaciones	6	6
Diferencia hipotética de las medias	0	
z	0,03630914	
P(Z<=z) una cola	0,48551793	
Valor crítico de z (una cola)	1,64485363	
Valor crítico de z (dos colas)	0,97103586	
Valor crítico de z (dos colas)	1,95996398	

Análisis: Ya que t_0 es menor que t_c , $0.036 < 2.571$, se acepta H_0 , el sistema simulado arroja resultados significativamente similares al sistema registrado.

5 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA

5.1 PROCESOS CUELLO DE BOTELLA EN EL SISTEMA

Teniendo en cuenta lo observado en la clínica y lo simulado se puede verificar que el área de urgencias, rayos-x y cirugía presentan problemas que generan tiempos de espera prolongados y hacen que el servicio se congestione, explicando lo observado de la siguiente manera:

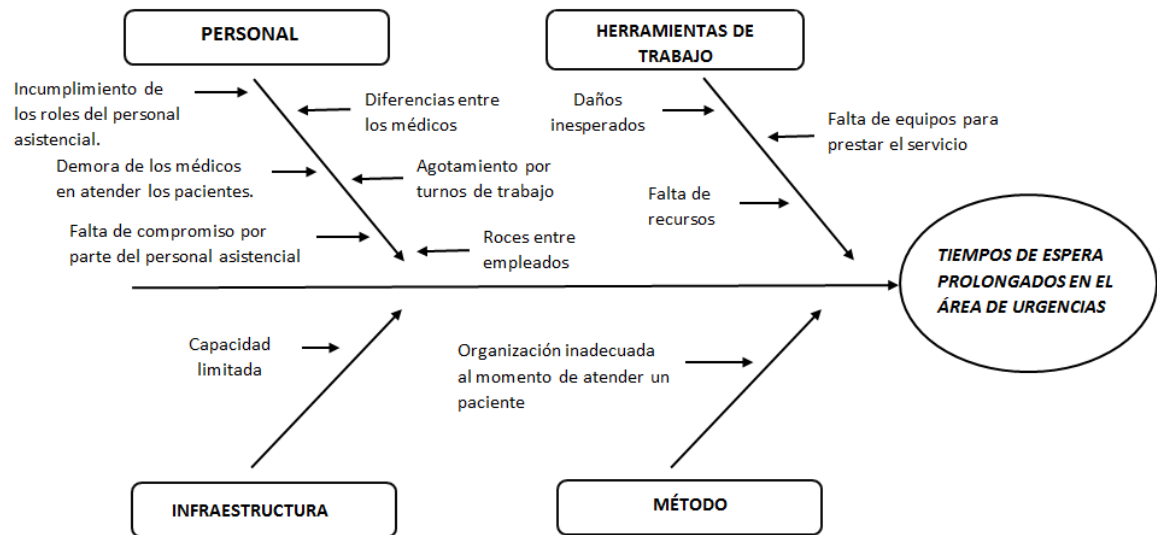
- En el área de urgencias se pudo observar que el mayor problema es la falta de capacidad física, la cual impide que se puedan ubicar más camillas y así suplir la demanda de pacientes diarios de una forma más eficiente.
- El área de rayos-x solo cuenta con un tecnólogo y un equipo para suplir la demanda de imágenes diagnósticas diarias de la clínica, lo que genera tiempos de espera prolongados para algunos pacientes, generando un servicio poco eficiente.
- El área de cirugía cuenta con los recursos necesarios en cuanto a personal asistencial, salas, equipos e instrumentos quirúrgicos vitales para los procedimientos quirúrgicos, el problema se centra en el horario de llegada de los pacientes, ya que los pacientes que van a ser operados en un día son citados a la misma hora y son atendidos según la orden del cirujano de turno, generando tiempos prolongados a los pacientes que no son atendidos inmediatamente hasta el punto de esperar más de 3 horas para adquirir el servicio.

5.2 PROPUESTAS DE MEJORA

Con el fin de proponer alternativas de mejora se identificó las posibles causas que originan tiempos de espera prolongados en las áreas de urgencias, rayos-x y cirugía por medio de diagramas Causa – Efecto, donde se pudo verificar en el

modelo conceptual y en la simulación que estas áreas son las que presentan dicho problema.

Figura 22. Diagrama causa y efecto del área de urgencias



Recomendaciones

- **Incumplimiento de los roles del personal asistencial:** Seguimiento en el área de urgencias por una persona delegada por la dirección médica, con el fin de supervisar que los empleados cumplan con las funciones expuestas en el manual de triage, de lo contrario tomar las medidas respectivas.
- **Demora de los médicos en atender los pacientes:** incentivar al personal médico para brindar un servicio de mejor calidad, por medio del reconocimiento mensual por parte del personal de urgencias al médico que desempeñe mejor su labor en el mes.

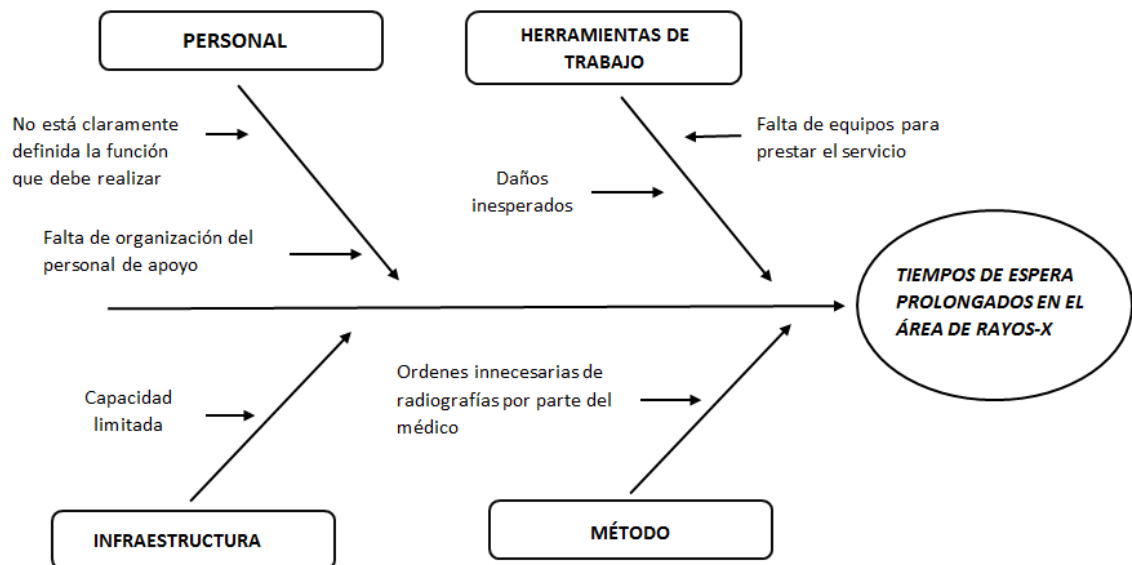
- **Falta de compromiso por parte del personal asistencial:** Incentivar al personal de enfermería mensualmente por medio de obsequios tales como: sesión de spa, cenas para dos personas, entradas a parques recreativos, para que la enfermera se desempeñe mejor en el mes.
- **Agotamientos por turnos de trabajo:** Seguimiento y control de la salud del personal asistencial con el fin de evitar riesgos de salud a futuro.
- **Roces entre empleados:** Integración del personal médico y asistencial por medio de actividades recreativas, con el fin de fortalecer el vínculo entre los empleados y así generar un mejor clima organizacional.
- **Diferencias entre los médicos de la clínica:** Realizar actividades entre el personal médico con el fin de limar asperezas y lograr un mejor ambiente laboral.
- **Daños inesperados en los equipos:** Se requiere la realización de mantenimientos preventivos a los equipos utilizados en esta área, con el fin de evitar que en cierto momento los equipos presenten fallas imprevistas y congestionen el servicio.
- **Falta de recursos:** Comprar un saturador para que el personal de enfermería preste un servicio más eficiente, además se requiere la compra de dos sillas de ruedas para facilitar el traslado de los pacientes a las diferentes áreas de servicio, debido a que las sillas que están actualmente en uso no suplen con la demanda y hace que exista espera de disponibilidad de la misma.
- **Organización inadecuada al momento de atender un paciente:** Realizar una numeración a las camillas y a las ordenes médicas para que el personal médico atienda a los pacientes asignados por las enfermeras de acuerdo a

dicha numeración y así mejorar la organización y evitar confusiones en la prestación del servicio, además organizar al personal médico con una distribución intercalada de pacientes, donde cada médico atienda al final del turno la misma cantidad de pacientes.

Propuesta de mejora

El problema más importante dentro del área de urgencias es la capacidad limitada en infraestructura, lo que impide que se pueda ubicar un mayor número de camillas y así ampliar el servicio de Urgencias. Como propuesta de mejora se sugiere ampliar la infraestructura, con el fin de generar un mayor espacio para la ubicación de una nueva camilla y así poder reducir los tiempos de espera, aumentar la capacidad y así brindar un mejor servicio al usuario.

Figura 23. Diagrama causa y efecto del área de rayos x



Recomendaciones

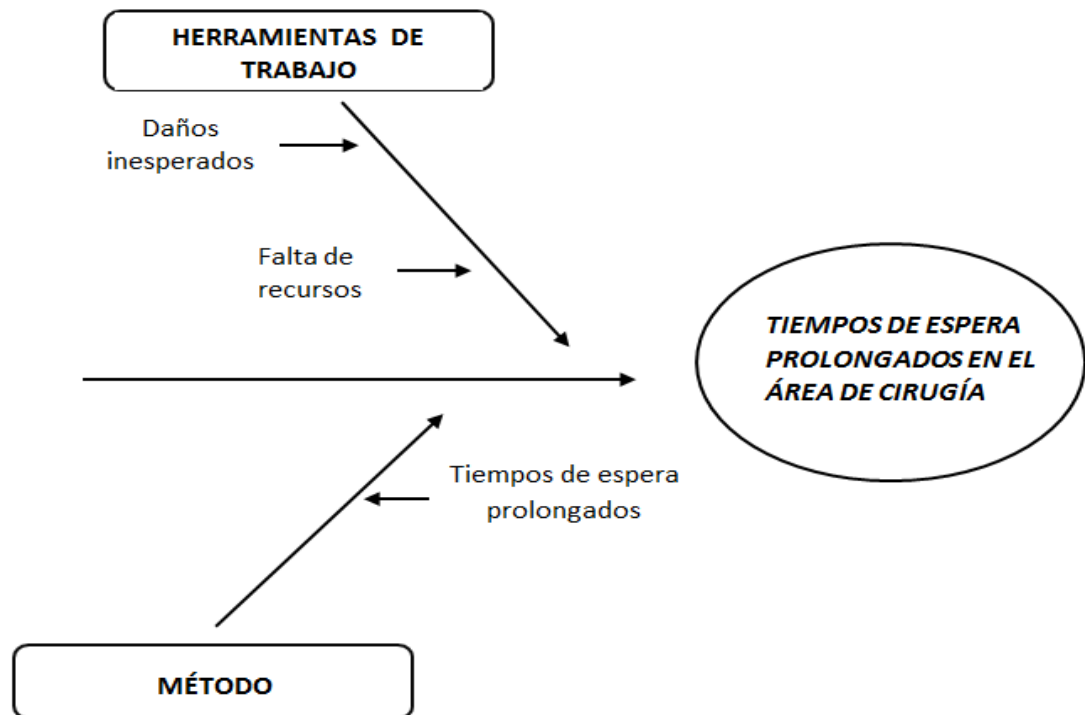
- **No está claramente definida la función que debe realizar:** Definir claramente la función que debe desempeñar el tecnólogo del área de rayos-x, con el fin de realizar exclusivamente esa labor y así brindar un servicio más eficiente.
- **Falta de organización del personal de apoyo:** Mayor organización del personal de apoyo al momento de trasladar al paciente que sale del área de Rayos-x con el fin de desplazarse a otra área de la clínica.
- **Daños inesperados en los equipos:** Se requiere la realización de mantenimientos preventivos a los equipos utilizados en el área de Rayos-x, con el fin de evitar que en cierto momento los equipos presenten fallas imprevistas y congestionen el servicio.
- **Falta de recursos:** Agregar un equipo de Rayos-x con fin de aumentar la capacidad y disminuir el tiempo de espera de los pacientes.
- **Ordenes innecesarias de radiografías por parte del médico:** Minimizar la exposición del paciente a radiografías, asegurando la necesaria intervención de este a Rayos-x.

Propuesta de mejora

El área de rayos-x mensualmente ofrece el servicio a una gran cantidad de pacientes que provienen de las diferentes áreas de la clínica, según el diagnóstico realizado y la simulación en el programa se pudo comprobar que los tiempos de espera para ingresar al servicio son extensos; por esto se sugiere la compra de un

equipo de rayos x, con el fin de disminuir el tiempo de espera y generar un servicio más eficiente.

Figura 24. Diagrama causa y efecto del área de cirugía



Recomendaciones

- **Daños inesperados en los equipos:** Se requiere la realización de mantenimientos preventivos a los equipos utilizados en el área de Cirugía, con el fin de evitar que en cierto momento los equipos presenten fallas imprevistas y congestionen el servicio.
- **Falta de recursos:** Falta de insumos biomédicos y elementos de apoyo (carro de transporte de balas de oxígeno) para prestar un servicio más eficiente.

Propuesta de mejora

El área de cirugía genera tiempos de espera prolongados al momento de ingresar un paciente a cirugía, debido a que se programan una cantidad de pacientes en un día y todos son citados a una misma hora, por esto se sugiere que los pacientes sean citados a cirugía por bloques, es decir, unos pacientes en la mañana y otros en la tarde con el fin de disminuir el tiempo de espera para el procedimiento quirúrgico requerido.

6 FORMULACIÓN DE ESCENARIOS

Finalizada la etapa de verificación y validación del sistema modelado y conociendo la fase de calentamiento, es necesario iniciar con la formulación de escenarios donde por medio de la experimentación se puede visualizar que escenario representa la mejora más factible para la clínica.

A partir del análisis previo del modelo simulado y teniendo en cuenta las propuestas de mejoras planteadas en el numeral anterior, las cuales van dirigidas a mejorar el indicador de oportunidad del servicio de urgencias, rayos-x y cirugía, se formularon los siguientes escenarios:

- El primer escenario que se construyó para la mejora fue: realizar cambio en el horario de llegada de los pacientes a cirugía, (divididos en dos bloques uno en la mañana y otro en la tarde).
- El segundo escenario fue: aumentar la capacidad instalada, ubicando una camilla de más en el área de urgencias, instalar un nuevo equipo de imágenes diagnósticas en el área de rayos-x y realizar cambio en el horario de llegada de los pacientes a cirugía, (divididos en dos bloques uno en la mañana y otro en la tarde).
- En el tercer escenario se planteó: instalar un nuevo equipo de imágenes diagnósticas en el área de rayos x y realizar cambio en el horario de llegada de los pacientes a cirugía, (divididos en dos bloques uno en la mañana y otro en la tarde).
- En el cuarto escenario se realizó: aumentar la capacidad instalada, ubicando una camilla de más en el área de urgencias y realizar cambio en el horario de llegada de los pacientes a cirugía, (divididos en dos bloques uno en la mañana y otro en la tarde).

- En el quinto escenario se propuso: aumentar la capacidad instalada, ubicando una camilla de más en el área de urgencias e instalar un nuevo equipo de imágenes diagnósticas en el área de rayos-x.
- El sexto escenario se constituyó de: instalar un nuevo equipo de imágenes diagnósticas en el área de rayos-x.
- El séptimo escenario consta de: aumentar la capacidad instalada, ubicando una camilla de más en el área de urgencias.

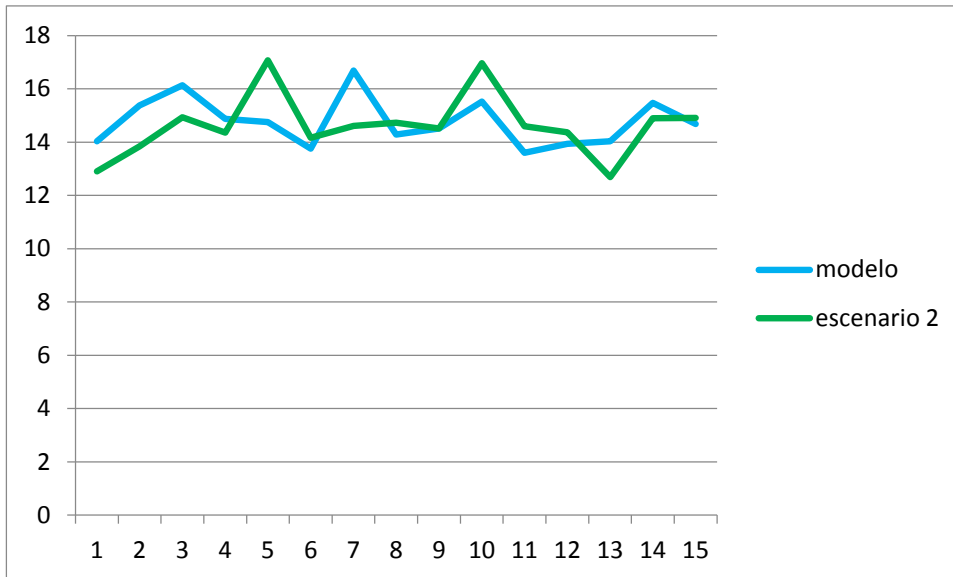
6.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1.1 Primera variable de respuesta

Tabla 16. Tiempo de espera en urgencias

	Situación actual	escenario 1	escenario 2	escenario 3	escenario 4	escenario 5	escenario 6	escenario 7
Réplica 1	14,03	15,53	12,9	14,57	17,57	15,71	14,29	14,57
Réplica 2	15,38	14,36	13,84	17,08	14,6	16,03	14,8	15,9
Réplica 3	16,14	16	14,93	14,2	16,63	13,39	17,09	17,5
Réplica 4	14,87	16,74	14,36	16,61	15,77	15,54	17,1	16,2
Réplica 5	14,75	14,03	17,07	16,29	15,69	17,11	16,19	14,93
Réplica 6	13,76	14,29	14,17	15,44	13,95	15,9	15,91	13,56
Réplica 7	16,69	15,8	14,61	14,64	14,25	14,33	13,82	14,96
Réplica 8	14,28	13,84	14,73	14,33	13,2	15,06	15,39	15,08
Réplica 9	14,51	17,37	14,51	16,84	17,3	15,11	15,6	16,22
Réplica 10	15,52	13,39	16,96	16,11	14,23	13,58	16,79	15,64
Réplica 11	13,6	15,79	14,6	15,51	14,56	13,26	13,74	13,22
Réplica 12	13,94	16,41	14,37	14,21	15,4	14,6	15,57	14,28
Réplica 13	14,03	17,09	12,69	13,95	13,03	13,72	13,47	13,74
Réplica 14	15,48	15,86	14,9	16,24	13,95	17,69	18,36	12,51
Réplica 15	14,68	14,28	14,91	14,89	15,51	16,68	13,96	14,29
Promedio	14,78	15,39	14,64	15,39	15,04	15,18	15,47	14,84

Figura 25. Modelo vs escenario 2



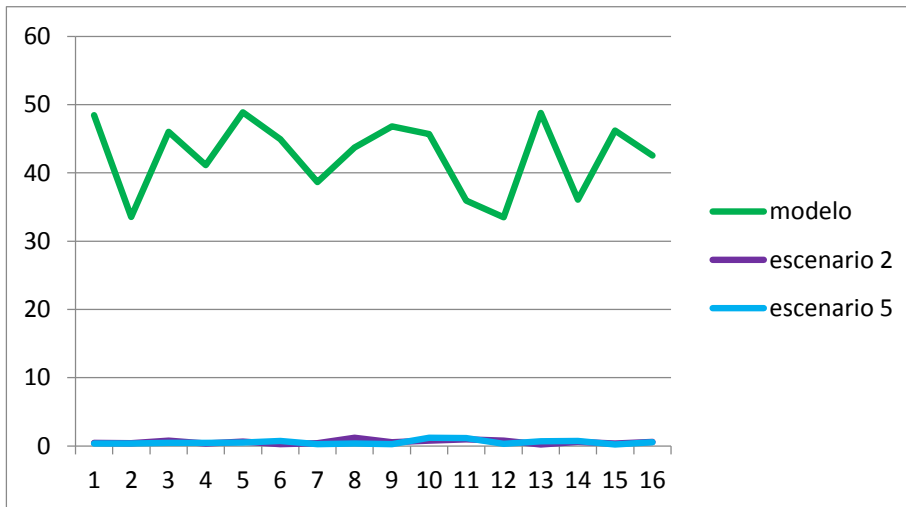
Análisis: como se observa en la Figura 26, los datos arrojados por el modelo simulado en tiempos de espera se hace menor en algunas corridas, por lo que se concluye que éste es el que optimiza el indicador de tiempo de espera en urgencias.

6.1.2 Segunda variable de respuesta

Tabla 17. Tiempo de espera en rayos x

	Situación actual	escenario 1	escenario 2	escenario 3	escenario 4	escenario 5	escenario 6	escenario 7
Réplica 1	48,45	31,36	0,47	0,9	44,56	0,37	0,61	42,21
Réplica 2	33,53	38,51	0,42	1,1	42,33	0,38	1,12	46,9
Réplica 3	46	47,85	0,78	0,73	52,74	0,47	0,59	45,88
Réplica 4	41,13	57,45	0,38	0,93	51,5	0,46	0,71	31,78
Réplica 5	48,86	43,12	0,64	0,78	38,91	0,51	0,65	48,58
Réplica 6	44,94	44,38	0,27	0,66	39,14	0,72	0,88	61,22
Réplica 7	38,65	39,35	0,4	0,9	35,08	0,28	0,53	31,93
Réplica 8	43,74	34,96	1,21	0,59	31,95	0,37	0,57	24,12
Réplica 9	46,81	43,48	0,54	0,99	38,13	0,27	0,82	43,58
Réplica 10	45,71	60,8	0,79	0,71	44,65	1,22	3,56	60,11
Réplica 11	35,96	51,32	0,98	0,92	28,14	1,17	1,16	33,27
Réplica 12	33,48	51	0,76	0,95	43,87	0,3	0,86	33,15
Réplica 13	48,8	43,45	0,24	0,84	42,31	0,68	0,57	32,51
Réplica 14	36,07	45,38	0,61	1,03	43,74	0,74	0,66	35,44
Réplica 15	46,21	41,45	0,38	0,5	49,23	0,23	0,98	42,17
Promedio	42,56	44,92	0,59	0,84	41,75	0,54	0,95	40,86

Figura 26. Modelo vs escenario 5 y 2



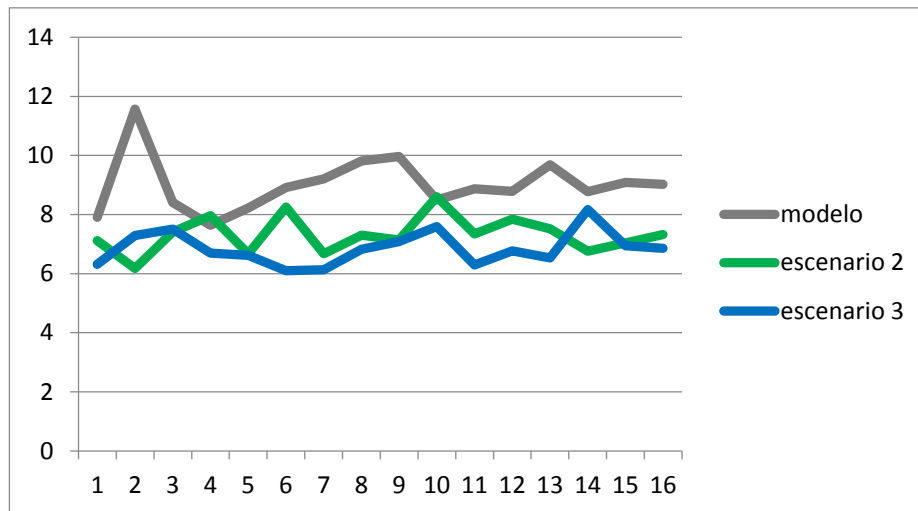
Análisis: Como se observa en la Tabla 18 el escenario 5 es el más favorable en esta área mostrando una mejora del 98,7% y el escenario 2 aparece como segunda opción de mejora viable con un porcentaje de 98,6%.

6.1.3 Tercera variable de respuesta

Tabla 18. Tiempo de espera en cirugía

	Situación actual	escenario 1	escenario 2	escenario 3	escenario 4	escenario 5	escenario 6	escenario 7
Réplica 1	7,91	6,73	7,12	6,32	7,74	8,7	7,82	8,67
Réplica 2	11,57	5,68	6,18	7,29	7,75	8,09	8,28	7,6
Réplica 3	8,41	8,42	7,41	7,51	7,54	8,1	7,88	9,01
Réplica 4	7,64	7,35	7,96	6,7	8,13	7,74	7,82	9,49
Réplica 5	8,22	8,32	6,67	6,62	7,71	7,42	10,26	10,15
Réplica 6	8,92	6,95	8,26	6,1	8,48	9,12	9,73	9,16
Réplica 7	9,21	7,07	6,67	6,13	6,55	9,11	8,61	7,54
Réplica 8	9,81	7,06	7,3	6,83	8,32	9,7	7,33	9,56
Réplica 9	9,97	7,99	7,14	7,08	10,56	8,92	8,86	6,4
Réplica 10	8,49	7,65	8,6	7,59	6,68	10,07	8,81	7,76
Réplica 11	8,87	7,4	7,34	6,29	8,03	7,6	7,03	8,94
Réplica 12	8,79	5,51	7,84	6,77	7,5	8,59	9,86	8,77
Réplica 13	9,68	7,92	7,52	6,53	7,44	10,36	8,22	10,2
Réplica 14	8,78	8,35	6,76	8,17	8,37	12,26	9,31	8,16
Réplica 15	9,09	8,11	7,04	6,94	8,19	9,32	8,08	9,69
Promedio	9,02	7,37	7,32	6,86	7,93	9,01	8,53	8,74

Figura 27. Modelo vs escenario 3 y 2



Análisis: como se muestra en la Tabla 19 y la figura 28 las opciones viables de mejora son las del escenario 3 con el 24% y el escenario 2 con el 18,9%.

6.2 ELECCIÓN DEL ESCENARIO MÁS FACTIBLE

Según el análisis realizado se obtuvo que los escenarios 2, 3 y 5 disminuyen el tiempo de espera en las áreas de urgencias, rayos x y cirugía; con el fin de determinar cuál escenario es más factible se realizó una comparación entre ellos y el modelo con el tiempo de espera promedio de las tres áreas.

Tabla 19. Tiempos de espera promedio

	Modelo	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 5
Promedio	22,12	7,52	7,70	8,24

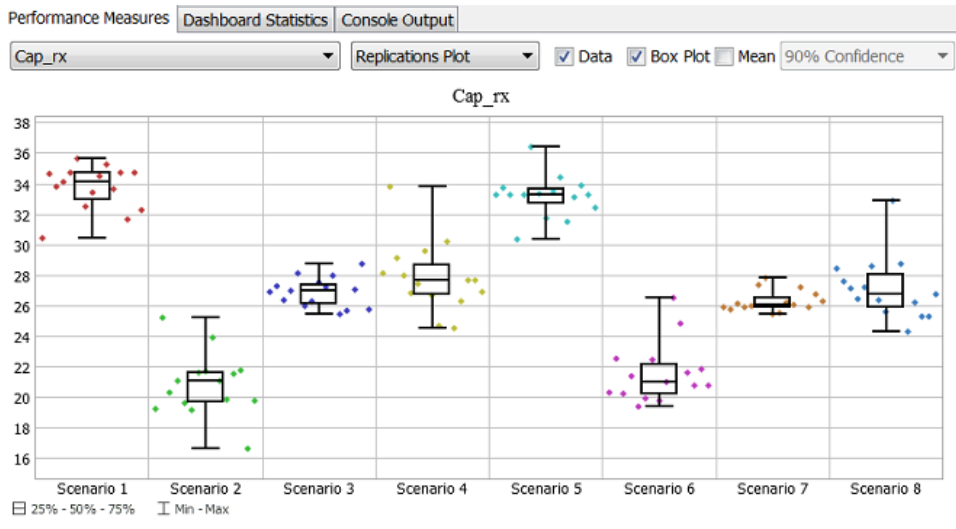
De acuerdo a la Tabla 20 se considera que el escenario 2 reduce el tiempo de espera en la clínica el 66%, mejorando el servicio y reduciendo el tiempo de estadía del paciente en cada una de las áreas que presentan problemas para ingresar al servicio.

Los tres escenarios plantean la compra de un equipo en rayos-x, motivo por el cual se realizó un análisis de cuánto tiempo está en procesamiento el equipo y cuál es el escenario que menos reduce el porcentaje de utilización.

Tabla 20. Porcentaje de utilización del equipo de rayos x

	Modelo	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 5
Promedio	33,18	20,82	26,89	21,56

Figura 28. Comparación de % de utilización del equipo de rayos x



Análisis: Como se observa en la Figura 29 el escenario 5 es el modelo que no posee mejoras, es decir los escenarios a comparar son el 2, 3 y 6 donde se puede visualizar que el escenario que menos reduce el porcentaje de utilización del equipo de rayos-x es el número 3.

Por lo tanto, finalmente se escoge el escenario 3:

Instalar un nuevo equipo de imágenes diagnósticas en el área de rayos x y realizar cambio en el horario de llegada de los pacientes a cirugía, (divididos en dos bloques uno en la mañana y otro en la tarde).

Con la aplicación de esta mejora se reduce el tiempo de espera promedio en la clínica el 65,2%.

7 PRESENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA A SERVICLÍNICOS DROMÉDICA S.A

El día 28 de Enero del presente año se llevó a cabo en las instalaciones de Serviclinicos Dromédica S.A. la socialización de los resultados obtenidos en el proyecto de grado. Se contó con la participación del Director médico de la clínica, la auditora de Calidad, la jefe de talento humano y la coordinadora del sistema de información y atención al usuario. En esta reunión se expusieron los objetivos que conllevan a diseñar alternativas tendientes a mejorar los problemas de tiempo de espera prolongados presentes en las áreas de urgencias, rayos x y cirugía.

En la socialización se presentaron los resultados obtenidos de la simulación donde se muestra una mejora en el sistema reduciendo el tiempo de espera promedio del paciente en la clínica al aumentar la capacidad de Rayos-x con un nuevo equipo de imágenes diagnósticas y realizar cambio en el horario de llegada de los pacientes a cirugía.

Al finalizar la reunión se realizó una socialización en donde cada uno de los integrantes expuso su punto de vista, expresando estar de acuerdo con lo planteado y manifestando su interés por dar continuidad a estudios posteriores teniendo en cuenta los datos y recomendaciones dadas con el fin de aumentar la eficiencia en el servicio.

8. CONCLUSIONES

- Se determinó por medio del método de Welch que a partir de la corrida 16 (384 horas) el sistema se estabiliza, y se puede comprobar por medio de la verificación y validación que los datos arrojados por la simulación son similares a los reales.
- Mediante la simulación de eventos discretos realizada por medio del software de Flexsim se pudo establecer que el área de urgencias, Rayos-x y cirugía presentan problemas que generan tiempos de espera prolongados y hacen que el servicio se congestione.
- Las áreas de hospitalización, observación y UCI aunque presentan tiempos de servicio muy altos en comparación con el tiempo entre llegadas, mantienen la capacidad suficiente para suplir con la demanda mensual de usuarios.
- Dentro de las herramientas que tiene Flexsim se encuentra Experimenter en el cual se realizó la propuesta de siete escenarios de los cuales se consideró como mejor opción el escenario 3, el cual consiste en aumentar la capacidad de Rayos-x con un nuevo equipo de Imágenes diagnósticas y realizar cambios en el horario de llegada de los pacientes a cirugía (divididos en dos bloques uno en la mañana y otro en la tarde).
- El escenario 2 representa una disminución del 66.01% en el tiempo promedio de espera en la clínica y reduce en un 37.26% la utilización del equipo de rayos-x, por otra parte, el escenario 3 disminuye un 65.02% el tiempo de espera promedio y reduce en un 22.56% la utilización del equipo de rayos-x;

por esta razón, el escenario 3 es el más adecuado, debido a que reduce menos el porcentaje de utilización del equipo.

- La aplicación de los cambios propuestos en el escenario 3 reduce el tiempo de espera en el área de rayos-x el 98.04%, en cirugía el 24% y reduce el tiempo de espera promedio de la clínica en un 65,2%, mejorando la prestación del servicio en el sistema.

9. RECOMENDACIONES

- Con el objetivo de dar continuidad al proyecto formulado y de evitar que los beneficios generados por la implementación de la simulación se inutilicen, se recomienda continuar con estudios posteriores sobre el modelo de todos los servicios de Serviclínicos Dromédica, (laboratorio, consulta externa, recursos y cambios futuros en el flujo de pacientes) con el fin de lograr un sistema más eficiente.
- Se considera necesario profundizar en las subcausas que generan tiempo de espera en las áreas de urgencias, cirugía y rayos-x por medio de las recomendaciones realizadas a cada una de ellas en el presente trabajo.
- Por último, la base fundamental para que toda empresa sea exitosa es que sus empleados estén comprometidos con su trabajo, la motivación por él debe ser alimentada día a día por sus directivos, garantizándoles un buen lugar de trabajo y un ambiente en el cual el bienestar de los usuarios sea el objetivo principal de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

AZARANG, Mohammad R. Simulación y análisis de modelos estocásticos, México 1996, 282 p.

BANKS, Jerry, et al. Introduction to simulation. En: Discrete-event system simulation. 4 ed. New Jersey. Greg Dulles. 2004. p.1-20.

CHASE, Richard B. y JACOBS, Robert F. Procesos en servicios médicos. En: Administración de operaciones: producción y cadena de suministros. 13ª ed. México. MARES, Chacón Jesús. 2014. p. 262-279.

-----, -----. En: Administración de operaciones: producción y cadena de suministros. 13ª ed. México. MARES, Chacón Jesús. 2014. p. 650-675.

GARAVITO, Edwin. Características generales del software de simulación flexsim [online].
http://torcaza.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura2/pdfs/INTROD_FLEXSIM_1.pdf. [Citado 4 Noviembre 2015].

-----, Teoría de colas [online].
<http://torcaza.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura2/pdfs/TOQCAP2.pdf>.
[Citado 28 julio 2015]. Capítulo II

GUASCH, Antoni, et al. Introducción a las técnicas de simulación digital. En: Modelado y simulación aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios. UPC Ed. México, Alfaomega, 2005. 2 p.

-----, -----. En: Modelado y simulación aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios. UPC Ed. México, Alfaomega, 2005. p. 1-22.

GUASCH, Antoni, et al. Modelado de sistemas orientados a eventos discretos. En: Modelado y simulación aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios. UPC Ed. México, Alfaomega, 2005. p. 23-88.

HARREL, Charles; GHOSH, Biman K y BOWDEN, Royce O. Discrete-event simulation. En: Simulation using promodel. second edition. New York, Amanda J. Green, 2004. p. 71-101.

MORENO TRIANA, Yuri Milena y SÁNCHEZ MORALES, Johan Andrey. Caracterización del servicio de urgencias del hospital Vista Hermosa I nivel. E.S.E., haciendo uso de simulación discreta. Trabajo de grado ingeniero de producción. Bogotá D.C.: Universidad Francisco José de Caldas. Facultad Tecnológica, 2012. 16 p.

TAHA, Hamdy A. Investigación de operaciones, 7ª edición. México, 2004. 848 p.

-----, ----- .7ª edición. México, 2004. 848 p.

TOUCET, Jorge. Flexsim Healthcare para hospitales [online]. <http://www.flexsim.com.mx/flexsim-healthcare-hospitales>. [Citado 15 Noviembre 2015].