



**VALIDACIÓN DEL MODELO DE LÍNEAS DE ESPERA PARA EL MEJORAMIENTO EN LOS
TIEMPOS DE ATENCIÓN DEL SERVICIO DE URGENCIAS DEL HOSPITAL SAN VICENTE
DE PAUL**

Por

Andrés Felipe Acevedo

Cristian Camilo Velásquez Yepes

Juan Camilo Tuirán Manco

**Trabajo presentado y dirigido como requisito para obtener el título de Ingeniero
industrial**

Asesor

Francisco Campillo Machado

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE PRODUCCION Y DISEÑO

INGENIERÍA INDUSTRIAL

MEDELLÍN

2023

Nota de Aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a nuestras familias que nos acompañaron y creyeron en nosotros a lo largo de este gran proceso de aprendizaje e intercambio de conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos nuestros compañeros, familiares, profesores y demás personas que se cruzaron en nuestro camino para formar parte de este proyecto el cual nos ayudó a crecer como personas y profesionales con principios y valores, los cuales fueron inculcados por una institución que quiere lo mejor para sus estudiantes y finalmente queremos resaltar nuestro esfuerzo y compromiso para sacar nuestros sueños y metas adelante sin importar el esfuerzo que sabíamos que teníamos que hacer.

RESUMEN

La implementación de tecnologías y métodos de trabajo nuevos al interior de las organizaciones de salud facilitan a las entidades el logro de sus objetivos, el control de los recursos y la calidad en los servicios que se prestan allí.

En el siguiente proyecto se presenta una propuesta para el mejoramiento en la atención del servicio de urgencias del hospital San Vicente de Paul en la ciudad de Medellín.

lo que busca la entidad es mejorar la atención a los usuarios, que la valoración no se demore tanto y que los servicios no se vean colapsados por la cantidad de usuarios que están llegando a la zona de urgencias del hospital.

uno de los principales puntos que se deben atacar, es la pérdida de tiempo al momento de asignar los especialistas a los usuarios que los requieran, debido al proceso que se lleva en el hospital y que no permite que los usuarios tengan una buena experiencia en el servicio de urgencias debido al alto tiempo que pasan en las instalaciones del servicio de urgencias, además la institución no cuenta con una sala de espera adecuada para que los usuarios durante su estadía en ella se sientan conforme.

Teniendo en cuenta lo anterior, en el proyecto se presenta una investigación para una aplicación de la teoría de colas, un proceso que da buenos resultados adecuados al momento de ser aplicada, debido a que esta arroja unos factores en los cuales se trabaja para mejorar, como lo son el tiempo de espera o capacidad de trabajo que maneja la sala de urgencias para que esta no siga colapsando, se centraliza en los datos arrojados por la investigación y este es un complemento importante para analizar todos los procesos que se van a intervenir.

Abstract

The implementation of new technologies and work methods within health organizations facilitates the achievement of their objectives, the control of resources and the quality of the services provided there.

The following project presents a proposal for the improvement of the emergency department of the hospital San Vicente de Paul in the city of Medellin.

What the entity is looking for is to improve the attention to the users, that the assessment does not take so long and that the services are not collapsed by the amount of users that are arriving to the emergency area of the hospital. One of the main points to be attacked is the loss of time when assigning specialists to users who require them, due to the process that takes place in the hospital and that does not allow users to have a good experience in the emergency department due to the high time spent in the facilities of the emergency department, also the institution does not have an adequate waiting room for users to feel comfortable during their stay in it.

Taking into account the above, the project presents a research for an application of the queuing theory, a process that gives good results when applied, this is a process that gives good results when applied, because it shows some factors in which we work to improve, such as the waiting time or work capacity that manages the emergency room so that it does not continue to collapse, it is centralized in the data provided by the research and this is an important complement to analyze all the processes to be intervened.

Tabla de Contenido

Índice de Tablas e Ilustraciones	8
Introducción	9
Capítulo 1 Naturaleza del trabajo	10
Planteamiento del problema.	10
1.2 Justificación y antecedentes.	11
1.2.1 Justificación	11
1.2.2 Antecedentes.....	12
1.3 Objetivos.....	14
1.3.1 Objetivo general.....	14
1.3.2 Objetivos específicos	14
Capítulo 2 Marco Referencial.....	15
2.1. Marco Teórico.....	15
Modelos de líneas de espera	15
Modelos de simulación.....	16
2.1. Marco Conceptual	18
2.3. Marco contextual	19
Capítulo 3 Metodología	20
1.1 Modalidad de trabajo de grado.....	20
Método de muestreo y análisis.....	20
1.2 Tipo Investigación:	20
3.4.1 Diseño del caso	21
3.4.2 Preparación, técnicas e instrumentos de recolección de información:	21
Capítulo 4 Resultados 4.1 Identificación de las operaciones actuales	22
Caracterización de la demanda.....	22
Servicio en la taquilla	22
Servicio en triage	22

Servicio en el área médico especialista	23
Diagrama de flujo	24
Las Variables para considerar en el modelo de simulación:	25
Variables Entrada:	25
Variables Salidas:	25
Restricciones:	26
Parámetros:	26
Políticas	26
Funciones del modelo	26
Funciones Matemáticas	26
Funciones Lógicas	27
Situación actual del proceso de urgencias.....	27
Proceso Entrada	27
Proceso Taquilla (información).....	29
Proceso Triage	31
Proceso Especialista.....	33
Simulación del proceso	35
Modelo inicial	38
Taquilla	39
Triage	40
Especialista.....	40
Resultados de la simulación	41
Modelo de política propuesta	44
Capítulo 5 Conclusiones y recomendaciones.....	45
5.1. Conclusiones	45
5.3. Recomendaciones y trabajo futuro.....	46
Capítulo 6 Referencias bibliográficas	47

Índice de Tablas e Ilustraciones

Tabla 1 Flujo de pacientes en la taquilla (información) y clasificación (triage) y especialistas	11
Tabla 2 Resumen marco teórico	17
Tabla 3 Método para el análisis de una línea de espera	22
Tabla 4 Estadística descriptiva de tiempos	23
Tabla 5 Modelo inicial	38
Tabla 6 Modelo propuesta de política	44
Tabla 7 Comparativo de simulación	45
Ilustración 1 Flujograma.....	24
Ilustración 2 Proceso de Entrada	29
Ilustración 3 Proceso Taquilla	31
Ilustración 4 Proceso Triage.....	33
Ilustración 5 Proceso Especialista.....	34
Ilustración 6 Simulación Proceso actual.....	37
Ilustración 7 Resultados simulación	42

Introducción

Hoy día la importancia de prestar servicios con la mejor calidad posible se hace presente en todos los modelos de atención de casi todo tipo de empresa y sector económico, los hospitales no son ajenos a esta práctica de mejora en sus procesos y es por eso por lo que los responsables a la hora de la toma de decisiones de los hospitales son cada vez más conscientes de la necesidad de administrar de manera más eficientemente los recursos hospitalarios a su cargo. Para proporcionar un buen servicio, los responsables deben utilizar herramientas que les permitan analizar, programar, planificar, priorizar y, en general, decidir sobre la mejor forma de administrar los recursos disponibles (Vissers y Beech, 2005; Abraham, Byrnes y Bain, 2009). Un ejemplo del tipo de problemas a analizar es el de estimar el nivel de servicio que se proporciona a los pacientes, el tiempo promedio de espera, la cantidad de pacientes en fila de espera para ser atendidos, la capacidad utilizada y la probabilidad de que el paciente deba esperar. En los sistemas hospitalarios el tiempo de espera para recibir atención es un elemento clave en la medición de la calidad del servicio, por lo que la disminución de dicho tiempo de espera se ha vuelto un factor de suma importancia en la administración de esta clase de sistemas (Green, 2005, 2010).

Para obtener las propiedades que se mencionan anteriormente se pueden aplicar medios analíticos derivados de la teoría de líneas de espera. Las herramientas analíticas permiten entender las relaciones existentes entre cada uno de los elementos de un sistema, a diferencia de otros enfoques de análisis, que con frecuencia asemejan cajas negras (Hopp y Spearman, 2008). Por otro lado, no se espera que en todos los sistemas hospitalarios se pueda tener un programa de simulación especializado; en cambio, el acceso a las fórmulas analíticas es universal y gratuito. Como se menciona en el trabajo de Song, Tucker y Murrell (2013), los estudios empíricos en sistemas hospitalarios son en proporción menos abundantes que su contraparte en los ámbitos de manufactura y producción, lo que genera un área de oportunidad para los profesionales que administran esta clase de sistemas para aplicar diversas herramientas analíticas bien conocidas en otras áreas.

En este orden de ideas, el presente trabajo muestra el método para analizar el servicio de Urgencias aplicando los conceptos y relaciones de la teoría de líneas de espera. Se toma como caso de estudio el servicio de Urgencias de un hospital de la ciudad de Medellín, donde los administradores del área perciben una gran cantidad de pacientes en fila esperando a ser atendidos.

Capítulo 1 Naturaleza del trabajo

Planteamiento del problema.

Se analizó el área de Urgencias de un hospital en la ciudad de Medellín porque a pesar de sus logros y reconocimientos en el ámbito clínico, las personas que acuden a esta institución siempre se quejan del pésimo servicio ya que indican que tardan demasiadas horas durante la espera para ser atendidos en el área de urgencias. Teniendo en cuenta lo anterior, se decide realizar un estudio que determine cuáles son las causas que están generando esta problemática en la institución, en el proceso de atención de urgencias aplicando simplemente modelos de simulación y modelos de teorías de líneas de espera que no involucren costos o intervenciones en infraestructura.

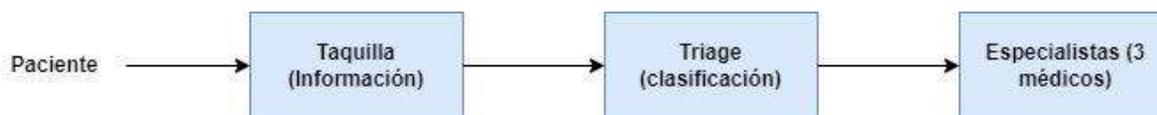
En el área de Urgencias se realiza un proceso que requiere una serie de pasos aplicados en serie, los cuales son: llegada a taquilla, atención en la clasificación de acuerdo con padecimiento, para finalizar con el médico de primer contacto que evaluará su estado (Ilustración 1).

El diagnóstico que se le da al paciente en el triage es de gran importancia, ya que determina el tiempo que tardará esa persona en ser atendida por un especialista de la siguiente sección. Existe un sistema de información o pantalla donde se informa al paciente el tiempo estimado que tardará en ser atendido por el especialista. Los niveles considerados en el estudio son: naranja, 10 min; amarillo, 30-60 min; verde, 60-120 min; azul, 120-240 min.

Estas tres fases comparten un área común de espera. La administración del área de urgencias ha observado un incremento en la demanda del servicio, lo que ha traído como consecuencia que es más frecuente encontrar una cantidad considerable de personas esperando a ser atendidas. Desde hace varios años operan con tres médicos especialistas que son los que atienden a los pacientes que salen del triage. Las preguntas que desea responder la administración son:

1. ¿Con la capacidad instalada de la sala de urgencias suplimos la demanda actual de atención de pacientes?
2. ¿Cuál es el tiempo que tarda un paciente en el triage?
3. ¿Cuál es el tiempo promedio de espera de un paciente para ser atendido por un médico especialista?

Tabla 1 Flujo de pacientes en la taquilla (información) y clasificación (triage) y especialistas



1.2 Justificación y antecedentes.

1.2.1 Justificación

Los motivos que nos llevaron a realizar esta investigación fueron las diferentes críticas, molestias y reclamos expuestos a través de los diferentes medios de información y la misma comunicación expuesta por la entidad sobre las demoras, los colapsos en la atención para el acceso a los servicios médicos y el incremento en el número de personas que llegan a los servicios de urgencia del hospital.

Pretendemos entonces, que, para evaluar y posteriormente dar frente a esta situación, puede aplicarse una simulación de dicho proceso basados en modelos de teorías de líneas de espera.

“La teoría de colas y de líneas de espera es estudio cuantitativo, que se presenta en procesos frecuentes de atención al cliente de supermercados, bancos, oficinas de gobierno, hospitales en el que solicitan generar una transacción, cuyos lugares en muchos de los casos están sujetos a recursos y tiempo que tienen una capacidad de atención limitada “ (Arista, 2016).

Con el uso de este modelo se busca agilizar el proceso de atención en el servicio de urgencias teniendo en cuenta las épocas más críticas de mayor flujo de pacientes, de esta manera, también se mejora la rotación de camas libres para recibir más urgencias y mejores ingresos de caja.

1.2.2 Antecedentes

La administración de un sistema hospitalario requiere la adecuación de los conceptos, como los de investigación de operaciones, a los objetivos y necesidades de esta clase de sistemas. En este sentido, el aspecto monetario no es la única medida de desempeño; también es necesario tomar en cuenta la calidad del servicio prestado y que se traduce, por ejemplo, en medidas como el tiempo de respuesta y el tiempo de atención en un área tan impactante como lo es un servicio de urgencias.

“Los responsables de la toma de decisiones de los hospitales son cada vez más conscientes de la necesidad de administrar de manera eficiente los sistemas hospitalarios. Una opción son los modelos de líneas de espera. En el presente trabajo se analiza el servicio del área de Urgencias de un hospital público aplicando los conceptos y relaciones de líneas de espera. A partir de los resultados del modelo se concluye que en el área de Urgencias no se cuenta con la cantidad mínima necesaria de médicos para permitir un flujo constante de pacientes. Con el modelo se calcula el número mínimo de médicos necesarios para satisfacer la demanda actual y futura de servicio, con los mismos tiempos de servicio y la misma disciplina de servicio. Los modelos analíticos permiten entender directamente las relaciones existentes entre demanda de servicio, número de médicos y prioridad de atención del paciente vistos como un sistema de líneas de espera. El trabajo es de utilidad para los administradores y responsables de la gestión de sistemas hospitalarios.

Este trabajo se desarrolló en la ciudad de Celaya estado de Guanajuato, México en el año de 2017.”

“En el área de Urgencias se realiza un proceso que requiere una serie de pasos dispuestos en serie, los cuales son: llegada a ventanilla, atención en la clasificación de acuerdo a padecimiento, para finalizar con el médico de primer contacto que evaluará su estado. El diagnóstico que se le da al paciente en el triage es de gran importancia, ya que determina el tiempo que tardará esa persona en ser atendida por el especialista de la siguiente sección. Existe un pizarrón donde se informa al paciente el tiempo estimado que tardará en ser atendido por el especialista. Los niveles considerados en el estudio son: naranja, 10 min; amarillo, 30-60 min; verde, 60-120 min; azul, 120-240 min.”

“La presente investigación que se titula “sistema de línea de espera y la percepción de la calidad de servicio de un establecimiento de salud 2017”, tuvo como objetivo general determinar la

relación que existe entre el sistema de línea de espera y la percepción de la calidad de servicio en el C.S Gustavo Lanatta Lujan 2017. La investigación fue de tipo sustantiva, el diseño fue no experimental de corte transeccional. Se empleó el método hipotético deductivo. La muestra estuvo conformada de 76 usuarios externos atendidos en el servicio de consulta externa de medicina del C.S Gustavo Lanatta Lujan. Para la recolección de datos se aplicaron los instrumentos de la variable sistema de línea de espera y la percepción de la calidad de servicio. El procesamiento de datos se realizó con el software SPSS (versión 22) y Excel 2015 para el análisis descriptivo e inferencial. En la presente investigación se evidencio con la consiguiente estadísticas que existe una alta relación negativa entre la variable primera denominada sistema de línea de espera y la variable segunda mencionada como percepción de la calidad de servicio, considerando como población los usuarios del consultorio externo de medicina - Lima 2017; se obtuvo un coeficiente de correlación de Rho de Spearman $= -0.831$, lo que se interpreta al 99.99% la correlación es significativa al nivel 0,01 bilateral, interpretándose como alta relación negativa entre las variables, con una $p = 0.00$ ($p < 0.05$), por lo que se rechaza la hipótesis nula”.

“La investigación parte del problema la atención del cliente del BCP, razón por la cual los clientes ocasionan líneas de espera; notándose algunas demoras y pérdida de tiempo de parte de los clientes, nos planteamos la interrogante ¿La gestión de “líneas de espera” es óptimo en el proceso de la atención del cliente del BCP en el periodo 2014? El objetivo fue describir y determinar si es óptima la gestión de “líneas de espera” en el proceso de la atención del BCP periodo 2014. El diseño metodológico de la investigación fue el estudio de caso, mediante el diseño de investigación transversal, ya que mediante esta se recabó información en un determinado periodo de estudio 2014. El instrumento de medición fue la ficha de observación y la ficha de encuesta. La muestra estuvo conformada por 238 clientes del BCP. Se demostró que la optimización de las líneas espera es importante para determinar el servicio al cliente: una media de 27 clientes de atención día, un mínimo de 15 clientes en una hora y un máximo de 46 cliente en una hora respectivamente; con 3 ventanillas de atención de optimiza en un nivel medio tanto para la empresa y la atención de los clientes”.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Validar el modelo de líneas de espera para el mejoramiento en los tiempos de atención del servicio de urgencias del hospital san Vicente de Paul.

1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar la capacidad instalada del servicio de urgencias para la identificación de su problemática.
- Analizar los resultados de la simulación identificando posibles mejoras en el proceso.
- Probar un modelo de línea de espera bajo una simulación en ProModel una vez se obtengan los datos de la investigación.

Capítulo 2 Marco Referencial

2.1. Marco Teórico

Modelos de líneas de espera

En Whitt (1999) se propone una estrategia de partición del flujo de pacientes que entran al sistema con el objetivo de favorecer el flujo de pacientes asignándoles su propio servidor; sin embargo, el modelo supone que no existe diferencia significativa entre la demanda de cada clase de pacientes.

G.R. Rodríguez Jáuregui et al. / Contaduría y Administración 62 (2017) 719–732 Bastani (2007) desarrolla un modelo para analizar tres áreas: cuidados intensivos, unidad de coronarias y hospitalización, y supone una disciplina de atención tipo primero-en-entrar-primero- en-salir. En De Bruin, van Rossum, Visser y Koole (2007) se analiza el flujo de pacientes y la capacidad de atención del área de emergencias cardíacas con un modelo donde se permiten readmisiones. Se resalta el hecho de que se distinguen dos clases de pacientes, aunque al momento del análisis se toma la demanda de servicio como una sola. Hulshof et al. (2012) proponen estrategias para mejorar el flujo de pacientes de consulta externa clasificándolos por los síntomas del paciente y asignándoles sus respectivos médicos(servidores).

El modelo analítico se construye tomando como base los cambios en la operación de varios hospitales de Alemania. La misma estrategia de clasificar pacientes y asignarlos a médicos se propone en Tan, Tan y Lau (2013) y Tan, Lau y Lee (2013), donde además se desarrolla un modelo dinámico para analizar el área de urgencias de un hospital en Singapur. El modelo trabaja en tiempo real y se requieren métodos heurísticos para obtener una solución de este.

En Lin, Patrick y Labeau (2013) se construye un modelo con etapas en serie para analizar el flujo entre dos áreas de un hospital y estimar los recursos de personal necesarios. Finalmente, en Yom- Tov y Mandelbaum (2014) se propone un modelo donde existen pacientes que regresan(recirculan) y supone un tiempo de servicio tipo Erlang; sin embargo, considera una disciplina primero-en-entrar-primero-en-salir.

Modelos de simulación

En el caso de la simulación aplicada para el análisis se pueden mencionar los trabajos de Benneyan (1997), donde analiza el área de pediatría, requiriendo una inversión de tiempo para análisis considerable por la necesidad de llevar a cabo numerosas corridas. En Llorente, Puente, Alonso, y Arcos (2001) se analiza el área de urgencias de un hospital, pero el modelo supone una disciplina primero-en-entrar-primero-en-salir en lugar de tomar en cuenta las prioridades de urgencia o de atención. En Pendharkar, Bischak y Rogers (2012) el modelo de simulación se aplica para sistemas donde la demanda es mayor a la capacidad de atención.

Finalmente, en la misma tabla 1 se muestran también dos revisiones de la literatura: aplicaciones de las líneas de espera en la administración de sistemas hospitalarios en general (Fomundam y Herrmann, 2007) y aplicaciones específicas al área de consulta externa (Oredsson et al., 2011). Las contribuciones del presente trabajo son:

1. Se trata de un análisis empírico realizado en el área de urgencias de un hospital público, de los cuales la literatura no es abundante.
2. No existen antecedentes sobre estudios similares en enfoque en sistemas hospitalarios en la región Laja-Bajío.
3. Ejemplifica la aplicación de herramientas estadísticas y matemáticas para apoyar la toma de decisiones en la administración de la capacidad y el control de sistemas hospitalarios.
4. A diferencia de varios trabajos mencionados en los antecedentes, se emplea un modelo de líneas de espera con prioridades de atención para estimar la capacidad del área y las proyecciones ante incrementos de demanda.
5. Se emplea simulación como herramienta de validación y no como la principal para el análisis del sistema.

Tabla 2 Resumen marco teórico

Autor	Año	Comentario
Benneyan	1997	Modelo de simulación para analizar el tiempo de atención en el área de pediatría
Whitt	1999	Análisis de la pertinencia de dividir los pacientes y asignar servidores para cada clase
Llorente et al.	2001	Modelo de simulación para analizar la capacidad de atención del área de urgencias generales
Bastani	2007	Aplicación de teoría de líneas de espera para modelar el flujo de pacientes entre el área de Urgencias y el área de Cuidados Intensivos
De Bruin et al.	2007	Análisis de la capacidad de atención en el área de Emergencias Cardíacas. Se analiza el efecto de la variabilidad de la demanda
Fomundam y Herrmann	2007	Estado del arte sobre las aplicaciones de teoría de líneas de espera al análisis y solución de problemas en la administración de sistemas hospitalarios
Oredsson et al.	2011	Estado del arte sobre análisis de los tiempos de espera de los pacientes en el área de Urgencias
Hulshof et al.	2012	Análisis de políticas de atención en el área de consulta externa
Pendharkar et al.	2012	Modelo de simulación para analizar sistemas con capacidad insuficiente. Se aplica al área de trastornos del sueño
Tan et al.	2013	Modelo dinámico de líneas de espera para controlar personal médico en el área de Urgencias
Lin et al.	2013	Análisis del flujo de pacientes en las áreas de Urgencias tomando en cuenta el nivel de urgencia del paciente
Tan et al.	2013	Modelo de líneas de espera para analizar el flujo de pacientes en el área de Urgencias
Yom-Tov y Mandelbaum	2014	Modelo que utiliza en la distribución Erlang para representar los retornos de los clientes en atención hospitalaria

Autor: Propio

Este resumen resalta el comentario más relevante del marco referencial con su autor y año de comentario

2.1. Marco Conceptual

Minsalud, (2023) define El triage como un sistema de selección y clasificación de pacientes en los servicios de urgencia, basado en sus necesidades terapéuticas y los recursos disponibles para atenderlo. La Resolución 5596 del 24 de diciembre de 2015 del Ministerio de Salud y Protección Social estipuló cinco categorías de triage, con la salvedad que los tiempos establecidos de atención no aplicarán en situaciones de emergencia o desastre con múltiples víctimas.

Calidad de servicio Parasuraman et al. (1985) definieron la calidad de servicio se refiere a la calidad percibida por el usuario acerca del producto o servicio es decir el concepto relacionado la excelencia del servicio.

Serrano y López (2010) resalta en su definición a Parasuraman, Zeithaml y Berry (1985) los cuales definieron a la percepción de la calidad de servicio como la excelencia de la o superioridad del servicio que surge de la comparación de las expectativas de usuario con la percepción.

Proceso de cola Chivilches (2000) lo definió como es la forma en que los usuarios esperan para ser atendidos que puede ser un sistema de colas de una sola línea y sistema de colas de líneas múltiples. Y las disciplinas del proceso de colas que se dan de la siguiente manera: primero en entrar y primero en salir (PEPS), ultimo en entrar, primero en salir (UEPS) y la selección de prioridad, que se le da al cliente una prioridad.

Servicio en la taquilla o servicio de admisión es la encargada de articular en el ámbito de la Atención Primaria y Especializada del área de salud, la ordenación, coordinación y priorización de las actividades que se producen entorno a la asistencia médica especialista. (Juárez, 2019)

Simulación del proceso un simulador de procesos es una especie de maqueta o modelo digital o virtual de cualquier proceso industrial. Este modelo o copia digital está diseñado a partir de diversos que se quieran tomar en cuenta para la producción de un producto específico. (Autycom, 2020).

Caracterización de la demanda en salud corresponde al número de servicios que un paciente necesita del servicio de salud en un período de tiempo definido. “La demanda de recurso humano es derivada de la de los servicios de salud. Ésta a su vez proviene de un proceso de acceso, recorte o abstención del total de necesidades potenciales de servicios de salud de la población, que solo se hace efectivo como demanda en función de las disponibilidad de B. Mercados de

recurso humano en salud 30 Oferta y demanda de recursos humanos en salud en Colombia recursos económicos propios, del sistema general de salud, de la asistencia pública, de las estructuras de redes de prestación de servicios y de los modelos de prestación de los mismos.” (Universidad de Antioquia, pág. 30)

ProModel es un simulador con animación para computadoras personales.

Permite simular cualquier tipo de sistemas de manufactura, logística, manejo de materiales, como también bandas de transporte, grúas viajeras, ensamble, corte, talleres, logística, etc. (Sistemas, 2022).

2.3. Marco contextual

El Hospital San Vicente de Paúl, es una institución privada sin ánimo de lucro que presta servicios de salud con énfasis en la atención del paciente de alta complejidad. Actualmente cuenta con los servicios de hospitalización, laboratorio clínico, ayudas diagnósticas y atención de urgencias. Debido a la buena reputación que tiene esta institución, siempre tiene un buen balance en términos de prestación de atención médica y sus ingresos económicos también lo demuestran, pero debido al mismo prestigio que se tiene, muchas personas acuden a este centro de atención hospitalaria por cualquier tipo de urgencia y debido a la gran cantidad de personas, se presentan aglomeraciones y largos periodos de espera antes de ser atendidos por un profesional de la salud.

Actualmente es el servicio de urgencias quien presenta múltiples quejas por parte de la población ya que perciben que su atención es deficiente a la hora de recibir pacientes.

El servicio de urgencias de esta institución es el filtro de llegadas de todos los pacientes, desde allí se realiza el diagnóstico de ingreso, se clasifican los pacientes según su diagnóstico y se remite a una especialidad tratante para que el paciente pueda continuar con su tratamiento y posterior salida luego de presentar mejoría.

El área de urgencias tiene un solo ingreso (puerta principal) por donde ingresan todos los pacientes. Una ventanilla donde se reciben los documentos (admisión de pacientes) y un consultorio para realizar el triage, en donde solo ingresa un paciente por atención. Luego de esta clasificación, el paciente puede estar en sala de urgencias A o sala de urgencias B según su clasificación (tipo de urgencias). Si el paciente ingresa con acompañante, este se encarga de

hacer la fila en la taquilla, si no, le toca esperar hasta ser atendido para estar en cualquiera de las dos salas de urgencias.

Capítulo 3 Metodología

3.1 Modalidad de trabajo de grado

Método de muestreo y análisis

El estudio se llevó a cabo siguiendo los pasos de la *Ilustración 2*. Para analizar una línea de espera se debe caracterizar la demanda y los tiempos de servicio; una vez obtenida esta información, se continúa con el cálculo de las propiedades. El método de mínimos cuadrados se utilizó para verificar la función que ajusta mejor los datos de los arribos y los servicios. Esto es importante, porque en teoría de líneas de espera varios modelos analíticos suponen que el proceso sigue un tipo de distribución y las funciones relacionadas (Hall, 1991). En caso de omitirla, entonces los resultados analíticos deben tomarse con reserva y se recomienda validarlos de alguna otra manera (simulación, por ejemplo). En el caso de la demanda, esta es recibida en primera instancia en la taquilla. La observación y el muestreo se llevaron a cabo en días normales de operación durante 4 h (9:00-13:00). Se registró el tiempo de llegada de cada paciente, y posteriormente se obtuvo el tiempo entre arribos tomando la diferencia entre dos pacientes consecutivos. La observación y el muestreo del tiempo de servicio en taquilla, el triage y los médicos especialistas se llevaron a cabo en un período de 4 h, considerado como representativo del servicio, durante el cual se registró el tiempo que transcurre desde que el paciente está frente al servidor (los médicos o bien en la taquilla) hasta que se retira, durante varios días seleccionados al azar (con esto se supone que la demanda es independiente del día, la hora y la época del año), al menos un día diferente para cada estación.

1.2 Tipo Investigación:

Este trabajo se enmarca como una investigación cuantitativa; se utilizará este tipo de investigación debido a que se busca describir una realidad que se está viviendo en el hospital San Vicente con el servicio de urgencias, el cual requiere un proceso que se ajuste más a las necesidades de la población ya que el servicio es lento.

3.4.1 Diseño del caso

Método de investigación: El método que vamos a utilizar es el analítico. porque este permite desarrollar mejoras significativas en la precisión y reducción de errores, así como también puede ayudar a evitar ejercicios demandantes en costo y tiempo. este nos permitirá analizar un modelo matemático y poder determinar cuál es la mejor alternativa.

Fuentes de información: La fuente de información para este trabajo de investigación fue tipo secundaria, ya que la información fue recolectada diariamente para así obtener una base de datos que nos permita realizar el análisis necesario.

3.4.2 Preparación, técnicas e instrumentos de recolección de información:

Instrumento de recolección de la información: cuestionario estructurado en el cual se pudieran establecer conteos en los arrobos y tiempos de atención.

Tabla 3 Método para el análisis de una línea de espera

<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar la estación 2. Caracterizar la demanda, obteniendo la media, la varianza y la variabilidad, construir histogramas. Aplicar método de mínimos cuadrados. 3. Caracterizar el tiempo de servicio, obteniendo la media, la varianza y la variabilidad, construir histogramas. 4. Determinar desempeño del sistema.
--

Capítulo 4 Resultados

4.1 Identificación de las operaciones actuales

Caracterización de la demanda

Los usuarios llegan en primera instancia a la taquilla, desde donde son canalizados a las distintas áreas del hospital. Del análisis de los tiempos de arribos se obtuvo que en promedio cada 3 min llega un usuario a la ventanilla para solicitar alguna orientación, siendo la desviación estándar de 2.374 min. La media de 3 min corresponde a 20 usuarios por hora, de los cuales se obtuvo que el 53.95% son los que efectivamente se canalizan a la sección de triage, es decir, alrededor de 10.79 usuarios por hora.

Servicio en la taquilla

Solo hay una taquilla, por lo que solo hay una persona para atender y brindar la información a los usuarios del servicio. Con los datos recolectados en la fase de taquilla (tabla 2) se obtuvo el tiempo promedio que tardan los usuarios en recibir información en la taquilla, el cual fue de 1.32 min, con una desviación estándar de 1.037 min. La variabilidad indica qué tan uniforme es el fenómeno (en este caso el servicio en la taquilla) (Hopp y Spearman, 2008). En el caso de la taquilla la variabilidad tiene un valor de 0.614, lo cual, al ser menor que 1, indica que el servicio de atención es similar para cada paciente. No todos los pacientes pasan a la siguiente etapa, como se indica en la figura 3: 9.21 pacientes por hora son dirigidos a otras opciones.

Servicio en triage

En esta etapa el paciente es revisado y, de acuerdo con los síntomas, el equipo asigna un nivel de prioridad de atención. Con las muestras observadas en la etapa de *trriage* se obtiene la media

del tiempo que están los pacientes dentro del área: 4.17 min. Se tiene una desviación estándar de 2.36 min y una varianza de 5.31 min.

La variabilidad en esta etapa tiene un valor de 0.321, lo cual indica que el servicio presenta variaciones pequeñas, consecuencia del empleo de un protocolo de revisión bien establecido y que es igual para cada paciente.

Servicio en el área médico especialista

Esta es la última fase en este proceso para atender al paciente y determinar su situación. En el área existen tres especialistas que proporcionan el servicio. En este caso se tomó la muestra de un solo médico para simplificar el análisis posterior. El tiempo promedio resultante es de 20.91 min. En esta fase se observa un valor de variabilidad más alto, consecuencia de que cada paciente requiere un tiempo específico de atención y que no depende del médico sino del padecimiento en particular de cada paciente. Aun así, se considera que en esta sección la variabilidad es moderada.

Tabla 4 Estadística descriptiva de tiempos

Esta tabla hace alusión a los tiempos de proceso en cada estación de trabajo

Estadística descriptiva de tiempos					
Estación	Servidores	Media	Desv. est.	Varianza	Variabilidad $C_{\bar{x}}^2 = \frac{var_{\bar{x}}}{(\bar{x})^2}$
<i>Arribos (demanda)</i>					
Ventanilla	N/A	3.0 min	2.374 min	5.635	0.626
Triage		5.56 min	4.831 min	23.338	0.754
<i>Tiempo de servicio</i>					
Ventanilla	1	1.323 min	1.037 min	1.075	0.614
Triage	1	4.177 min	2.369 min	5.613	0.32
Especialistas	3	20.91 min	19.36 min	374.89	0.85

Diagrama de flujo

Este diagrama de flujo muestra el proceso de atención de pacientes en el área de urgencias. El paciente es recibido en la taquilla para su respectiva orientación y admisión al área de urgencias, posterior a eso ingresa a un proceso de revisión de síntomas, luego se asigna un nivel de prioridad, alta según hallazgo o manejo de médico especialista.

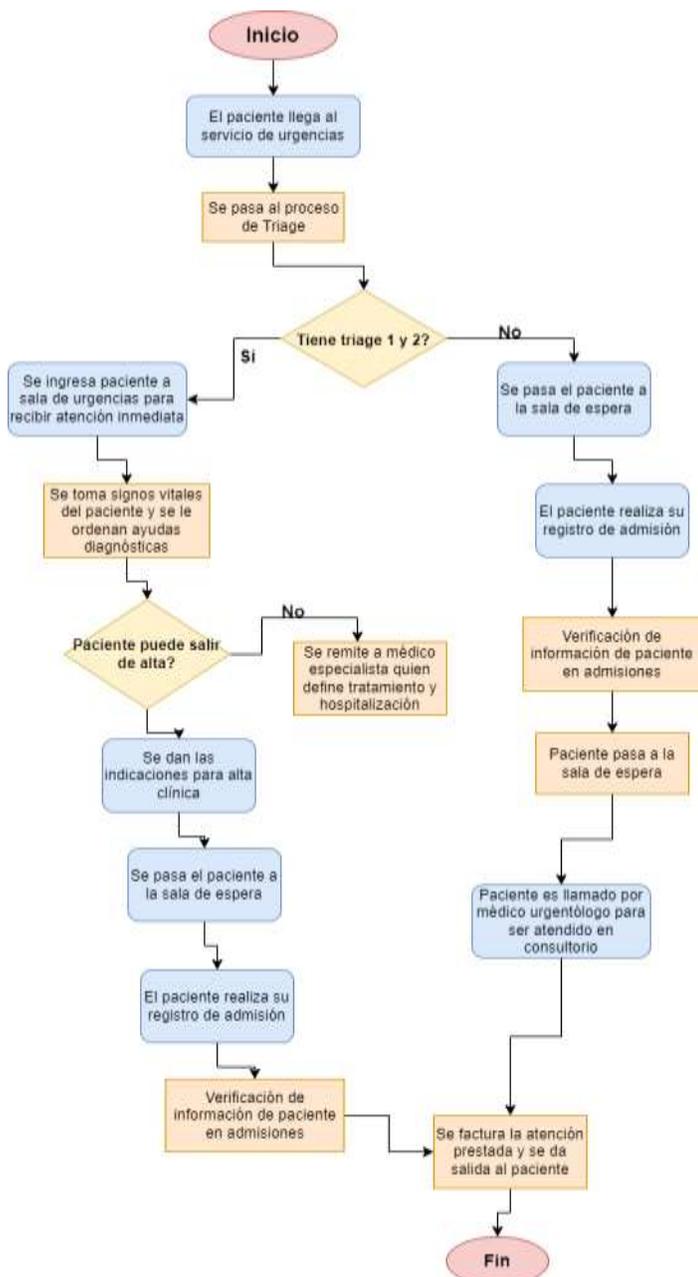


Ilustración 1 Flujograma

Autor: Propio

A continuación, se describe el proceso de atención actual del servicio de urgencias usando un software de simulación que ayudará a recrear el escenario de entrada del paciente hasta la salida del servicio de urgencias. El software que se usará para esta simulación se llama ProModel 9.3 (2016) versión estudiante.

ProModel es un simulador con animación y optimización para hacer modelos de simulación y optimizarlos. Permite simular cualquier tipo de sistemas de manufactura, logística, servicios, Contac centers, manejo de materiales, etc.

ProModel es un paquete de simulación que no requiere programación, aunque si lo permite. Corre en Windows y no requiere hardware especializado. Es la combinación perfecta entre facilidad de uso y flexibilidad para modelos complejos. Puedes simular justo a tiempo, Teoría de Restricciones, sistemas de empujar, jalar, logística, sistemas de servicio, atención a clientes, etc. Prácticamente, cualquier sistema puede ser modelado.

Una vez que el modelo ha sido creado, éste puede ser optimizado para encontrar los valores óptimos de los parámetros clave del modelo. Algunos ejemplos incluyen determinar la mejor combinación de factores para maximizar producción minimizando costo, minimizar el número de camiones sin penalizar el servicio, etc.

El módulo de optimización nos ayuda a encontrar rápidamente la solución óptima en lugar de solamente prueba y error.

Las Variables para considerar en el modelo de simulación:

Variables Entrada:

- Tiempo de llegada
- Tiempo atención en el triage
- Tipo de urgencia de cada paciente
- Tiempo de atención en la taquilla (recepción de documentos)
- Tiempo de atención por especialidad

Variables Salidas:

- Tiempo promedio de espera de los pacientes
- Tiempo ocio tiempo en el sistema (personal de triage)

- Tiempo bloqueo

Restricciones:

- Solo 1 paciente a la vez

Parámetros:

- Niveles de clasificación de urgencia y tiempo de espera estimados

Políticas

- El tiempo de atención en triage no se puede disminuir ya que es política de atención del paciente
- El tiempo de atención del médico especialista no se puede disminuir ya que es política de atención del paciente

Funciones del modelo**Funciones Matemáticas**

- Taquilla = 1 persona por turno
- Triage = 1 persona por turno
- Médico especialista= 3 por turno

Funciones Lógicas

- Paciente se presenta en el área de urgencias del hospital

Situación actual del proceso de urgencias

El tiempo de llegada (**Proceso de Entrada**, Ilustración 2 Proceso de Entrada) y el tiempo de atención en la taquilla (**Proceso Taquilla**, Ilustración 3 Proceso Taquilla) tienen una distribución normal, ya que los pacientes pueden llegar en momentos aleatorios y el tiempo que tardan en registrar también puede variar.

El tiempo de atención en el triage tarda aproximadamente el mismo tiempo en evaluar a cada paciente y también se identificó como una distribución Normal (**Proceso Triage**, Ilustración 4 Proceso Triage)

De igual manera se evidencia en el proceso de atención con especialistas (**Proceso Especialista**, Ilustración 5 Proceso Especialista) en donde la distribución es tipo Normal.

Mediante el uso del software ProModel se identifica el tipo de distribución que se usará en la simulación; de acuerdo con los resultados es una distribución Normal ya que no fue rechazada y se identifica según el informe (capturas de pantalla) con **DO NOT REJEDEC**. (No se rechaza).

El tiempo promedio de espera de los pacientes, el tiempo ocio en el sistema y el tiempo de bloqueo también pueden tener una distribución normal ya que dependen del tiempo que tardan los pacientes en ser atendidos y del tiempo que el personal de triage necesita para atender a cada paciente. La política de que los pacientes en estado crítico salten todos los procesos puede afectar la distribución del tiempo de atención y el tiempo promedio de espera de los pacientes.

Proceso Entrada

goodness of fit				
data points	30			
estimates	maximum likelihood estimates			
accuracy of fit	0.0003			
level of significance	0.05			
summary				
distribution	Chi Squared	Kalmanogorav Smirnov	Anderson Darling	
Exponential	2.04 [2]	0.333	9.47	
Lognormal	not available	0.500	3.59	
Normal	0.0374 [2]	0.223	2.45	
Uniform	1.09e-030 [2]	0.333	3.86	

Project Views	
Input	
Data	
Notes	
Statistics	
Goodness of Fit	
Graphics	

detail	
Exponential	
minimum =	1
beta =	1
Chi Squared	
total classes	3
interval type	equal length
net bins	3
chi**2	2.84
degrees of freedom	2
alpha	0.05
chi**2(2,0.05)	5.99
p-value	0.242
result	DO NOT REJECT
Kolmogorov-Smirnov	
data points	30
ks stat	0.333
alpha	0.05
ks stat(30,0.05)	0.242
p-value	0.00179
result	REJECT

Project Views	
Input	
Data	
Notes	
Statistics	
Goodness of Fit	
Graphics	

Anderson-Darling	
data points	20
ad stat	9.47
alpha	0.05
ad stat(0.05)	2.49
p-value	0
result	REJECT
Lognormal	
minimum =	1
mu =	0.346574
sigma =	0.346574
Chi Squared	
too few intervals	
Kolmogorov-Smirnov	
data points	30
ks stat	0.508
alpha	0.05
ks stat(30,0.05)	0.242
p-value	1.06e-007
result	REJECT

Project Views	
Input	
Data	
Notes	
Statistics	
Goodness of Fit	
Graphics	

Anderson-Darling	
data points	20
ad stat	3.59
alpha	0.05
ad stat(0.05)	2.49
p-value	0.0130
result	REJECT
Normal	
mean =	2
sigma =	0.016497
Chi Squared	
total classes	3
interval type	equal length
net bins	3
chi**2	0.0374
degrees of freedom	2
alpha	0.05
chi**2(2,0.05)	5.99
p-value	0.981
result	DO NOT REJECT

Project Views	
Input	
Data	
Notes	
Statistics	
Goodness of Fit	
Graphics	

Kolmogorov-Smirnov	
data points	30
ks stat	0.223
alpha	0.05
ks stat(30,0.05)	0.242
p-value	0.0061
result	DO NOT REJECT
Anderson-Darling	
data points	30
ad stat	2.45
alpha	0.05
ad stat(0.05)	2.49
p-value	0.0523
result	DO NOT REJECT

Uniform	
minimum =	1
maximum =	3
Chi Squared	
total classes	3
interval type	equal length
net bins	3
chi**2	1.89e-030
degrees of freedom	2
alpha	0.05
chi**2(2,0.05)	5.99
p-value	1
result	DO NOT REJECT
Kolmogorov-Smirnov	
data points	30
ks stat	0.333
alpha	0.05
ks stat(30,0.05)	0.242
p-value	0.00179
result	REJECT
Anderson-Darling	
data points	10
ad stat	3.86
alpha	0.05
ad stat(10,0.05)	2.49
p-value	0.0102
result	REJECT

Ilustración 2 Proceso de Entrada

Autor: Propio

Proceso Taquilla (información)

Paciente se acerca a la taquilla para ser orientado y proceso de registro. 1. Recepción de documentos e ingreso (registro).

Si tiene convenio con su aseguradora pasa a triage

Si no tiene convenio se rechaza.

goodness of fit			
data points	30		
estimates	maximum likelihood estimates		
accuracy of fit	-1.24e+069		
level of significance	0.05		
summary			
distribution	Chi Squared	Kolmogorov Smirnov	Anderson Darling
Exponential	2.48 [2]	0.367	10.5
Lognormal	not available	0.585	3.73
Normal	0.575 [2]	0.265	2.96
Uniform	1.4 [2]	not available	2.7

Project Views	
Input	detail
Data	Exponential
Notes	minimum = 3
Statistics	beta = 1.03333
Goodness of Fit	Chi Squared
Graphics	total classes 3
	interval type equal length
	net bins 3
	chi**2 2.40
	degrees of freedom 2
	alpha 0.05
	chi**2(2,0.05) 5.99
	p-value 0.29
	result DO NOT REJECT
	Kolmogorov-Smirnov
	data points 30
	ks stat 0.367
	alpha 0.05
	ks stat(30,0.05) 0.242
	p-value 0.0004
	result REJECT

Project Views	
Input	Anderson-Darling
Data	data points 19
Notes	ad stat 10.5
Statistics	alpha 0.05
Goodness of Fit	ad stat(0.05) 2.49
Graphics	p-value 0
	result REJECT
	Lognormal
	minimum = 3
	mu = 0.437777
	sigma = 0.334358
	Chi Squared
	too few intervals
	Kolmogorov-Smirnov
	data points 30
	ks stat 0.505
	alpha 0.05
	ks stat(30,0.05) 0.242
	p-value 1.33e-007
	result REJECT

Project Views	
Input	Anderson-Darling
Data	data points 19
Notes	ad stat 3.73
Statistics	alpha 0.05
Goodness of Fit	ad stat(0.05) 2.49
Graphics	p-value 0.0118
	result REJECT
	Normal
	mean = 4.03333
	sigma = 0.07496
	Chi Squared
	total classes 3
	interval type equal length
	net bins 3
	chi**2 0.575
	degrees of freedom 2
	alpha 0.05
	chi**2(2,0.05) 5.99
	p-value 0.75
	result DO NOT REJECT

Project Views	
Input	Kolmogorov-Smirnov
Data	data points 30
Notes	ks stat 0.265
Statistics	alpha 0.05
Goodness of Fit	ks stat(30,0.05) 0.242
Graphics	p-value 0.0235
	result REJECT
	Anderson-Darling
	data points 30
	ad stat 2.96
	alpha 0.05
	ad stat(0.05) 2.49
	p-value 0.0286
	result REJECT

The screenshot shows the 'Goodness of Fit' section in Minitab. The 'Uniform' distribution is selected. The results are as follows:

Test	Value	Result
minimum	3	
maximum	5	
Chi Squared		
total classes	3	
interval type	equal length	
net bins	3	
chi ²	1.4	
degrees of freedom	2	
alpha	0.05	
chi ² (2,0.05)	5.99	
p-value	0.497	
result		DO NOT REJECT
Kolmogorov-Smirnov		
Math Error: Kolmogorov Smirnov statistic not calculated		
Anderson-Darling		
data points	7	
ad stat	2.7	
alpha	0.05	
ad stat(0.05)	2.49	
p-value	0.0380	
result		REJECT

Ilustración 3 Proceso Taquilla

Autor: Propio

Proceso Triage

Paciente espera a que sea llamado para ser valorado por el profesional encargado.

Si el paciente aplica según criterio del médico para el servicio de urgencias pasa a ser atendido por el médico especialista.

Si el paciente no requiere una estancia hospitalaria se remite a cita prioritaria con su EPS.

The screenshot shows the 'Goodness of Fit' section in Minitab. The results are as follows:

goodness of fit				
data points	30			
estimates	maximum likelihood estimates			
accuracy of fit	3.63e-273			
level of significance	0.05			
summary				
distribution	Chi Squared	Kolmogorov Smirnov	Anderson Darling	
Exponential	9.04 (2)	0.322	6.44	
Lognormal	no fit	no fit	no fit	
Normal	4.33 (2)	0.293	2.04	
Uniform	0.13 (3)	0.367	4.76	

Project Views		detail	
Input			
Data			
Notes			
Statistics			
Goodness of Fit			
Graphics			
		Exponential	
		minimum =	5
		beta =	1.23333
		Chi Squared	
		total classes	4
		interval type	equal length
		net bins	3
		chi**2	9.04
		degrees of freedom	2
		alpha	0.05
		chi**2(2,0.05)	5.99
		p-value	0.0189
		result	REJECT
		Kolmogorov-Smirnov	
		data points	30
		ks stat	0.322
		alpha	0.05
		ks stat(30,0.05)	0.242
		p-value	0.00286
		result	REJECT

Project Views		Anderson-Darling	
Input			
Data			
Notes			
Statistics			
Goodness of Fit			
Graphics			
		data points	23
		ad stat	6.44
		alpha	0.05
		ad stat(0.05)	2.49
		p-value	0.000607
		result	REJECT
		Lognormal	
		FLOATING POINT: floating point error	
		Normal	
		mean =	6.23333
		sigma =	0.989388
		Chi Squared	
		total classes	4
		interval type	equal length
		net bins	3
		chi**2	4.33
		degrees of freedom	2
		alpha	0.05
		chi**2(2,0.05)	5.99
		p-value	0.115
		result	DO NOT REJECT

Project Views		Kolmogorov-Smirnov	
Input			
Data			
Notes			
Statistics			
Goodness of Fit			
Graphics			
		data points	30
		ks stat	0.293
		alpha	0.05
		ks stat(30,0.05)	0.242
		p-value	0.00884
		result	REJECT
		Anderson-Darling	
		data points	30
		ad stat	2.84
		alpha	0.05
		ad stat(0.05)	2.49
		p-value	0.0868
		result	DO NOT REJECT

Project Views		Uniform	
Input			
Data			
Notes			
Statistics			
Goodness of Fit			
Graphics			
		minimum =	5
		maximum =	8
		Chi Squared	
		total classes	4
		interval type	equal length
		net bins	4
		chi**2	8.13
		degrees of freedom	3
		alpha	0.05
		chi**2(3,0.05)	7.81
		p-value	0.0433
		result	REJECT
		Kolmogorov-Smirnov	
		data points	30
		ks stat	0.367
		alpha	0.05
		ks stat(30,0.05)	0.242
		p-value	0.0004
		result	REJECT

Anderson-Darling	
data points	18
ad stat	4.76
alpha	0.05
ad stat(0.05)	2.49
p-value	0.00374
result	REJECT

Ilustración 4 Proceso Triage

Autor: Propio

Proceso Especialista

Según la valoración, el paciente inicia un nuevo proceso que varía sus condiciones, llámese hospitalización, cirugía, ayudas diagnósticas, entre otros.

goodness of fit			
data points	30		
estimates	maximum likelihood estimates		
accuracy of fit	1.82e-209		
level of significance	0.05		
summary			
distribution	Chi Squared	Kolmogorov-Smirnov	Anderson-Darling
Exponential	1.51 (2)	0.267	5.66
Lognormal	no fit	no fit	no fit
Normal	1.48 (2)	0.156	1.01
Uniform	3.6 (3)	0.267	1.72

detail	
Exponential	
minimum =	20
beta =	2.06667
Chi Squared	
total classes	4
interval type	equal length
net bins	3
chi**2	1.51
degrees of freedom	2
alpha	0.05
chi**2(2,0.05)	5.99
p-value	0.47
result	DO NOT REJECT
Kolmogorov-Smirnov	
data points	30
ks stat	0.267
alpha	0.05
ks stat(30,0.05)	0.242
p-value	0.0226
result	REJECT

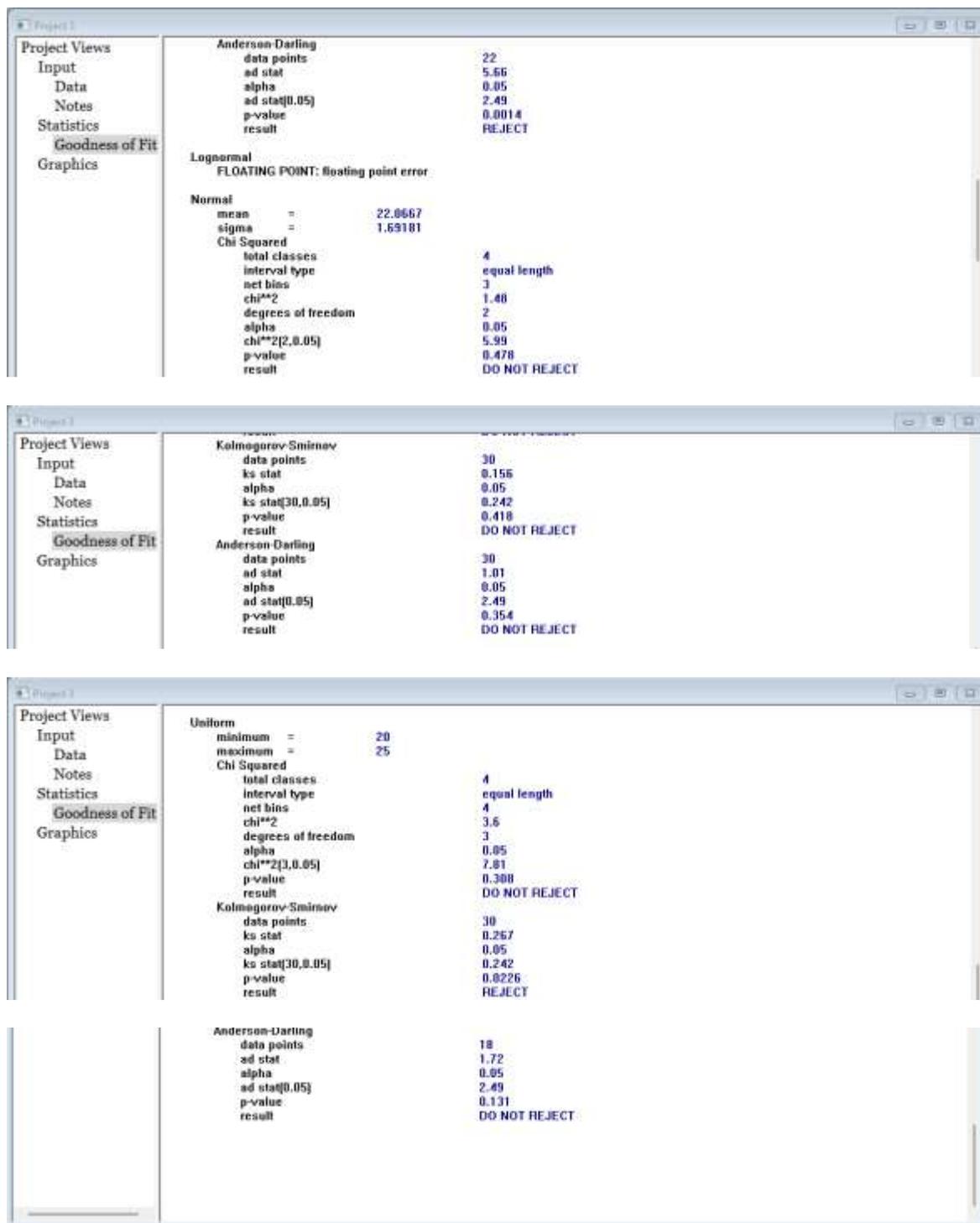


Ilustración 5 Proceso Especialista

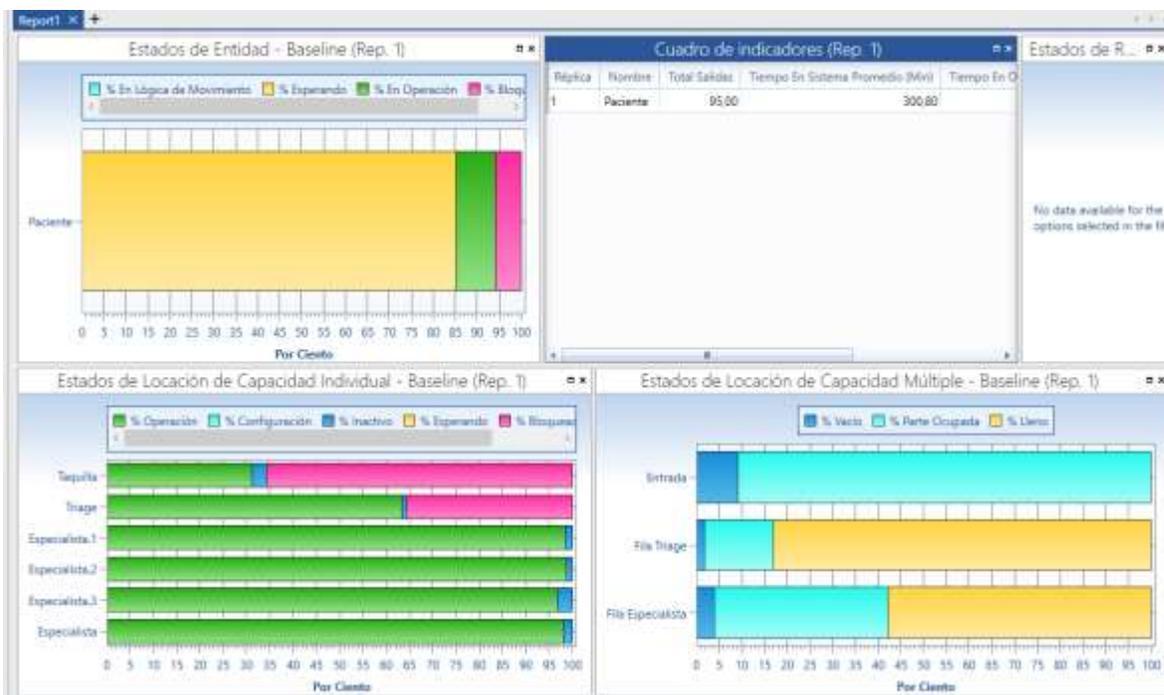
Autor: Propio

Luego de obtener los resultados del tipo de distribución que será aplicado para la simulación, se procede a simular el proceso de atención de pacientes en urgencias con el software ProModel.

Inicialmente se simula el proceso actual teniendo en cuenta la información del levantamiento de datos y luego se simulará el proceso aplicando políticas de mejora propuestas por nosotros según los resultados vistos en la simulación

Simulación del proceso

Se realiza una simulación del proceso actual teniendo en cuenta un turno de 12 horas de trabajo y 5 réplicas para una mejor toma de decisiones: los resultados indican tiempo de espera, total de salidas, bloqueos en el sistema.



Cuadro de indicadores (Rep. 1)

Réplica	Nombre	Total Salidas	Tempo En Sistema Promedio (Min)	Tempo En Operación Promedio (Min)	Costo Promedio
1	Paciente	95,00	300,80	27,25	0,00

Cuadro de indicadores (Todas las Reps)

Réplica	Nombre	Total Salidas	Tempo En Sistema Promedio (Min)	Tempo En Operación Promedio (Min)	Costo Promedio
3	Paciente	106,00	258,81	25,54	0,00
4	Paciente	100,00	270,62	28,05	0,00
2	Paciente	97,00	274,08	27,46	0,00
1	Paciente	95,00	300,80	27,25	0,00
5	Paciente	91,00	216,72	26,63	0,00



Locación Resumen (Prom. Reps)

Réplica	Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido
Avg	Entrada	12,00	999,999,00	359,20	159,50	79,58	
Avg	Taquilla	12,00	1,00	161,80	4,26	0,96	
Avg	Fila Triage	12,00	30,00	160,80	122,79	27,38	
Avg	Triage	12,00	1,00	130,80	5,49	1,00	
Avg	Fila Especialista	12,00	30,00	129,80	125,41	22,48	
Avg	Especialista.1	12,00	1,00	32,80	21,85	0,98	
Avg	Especialista.2	12,00	1,00	32,60	21,76	0,98	
Avg	Especialista.3	12,00	1,00	35,40	19,91	0,97	
Avg	Especialista	36,00	3,00	100,80	21,03	0,98	

Report 1 * Entidad Resumen Table * Locación Resumen Table * Estados de Locación Simple Table *

Locación Estados (Indiv. Cap) (Prom. Reps)

Réplica	Nombre	Tiempo Programado (Hr)	% Operación	% Configuración	% Inactivo	% Esperando	% Bloqueado	% Down
Avg	Taquilla	12,00	30,96	0,00	4,46	0,00	64,58	0,00
Avg	Triage	12,00	73,85	0,00	0,43	0,00	25,72	0,00
Avg	Especialista.1	12,00	98,33	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00
Avg	Especialista.2	12,00	97,93	0,00	2,07	0,00	0,00	0,00
Avg	Especialista.3	12,00	97,28	0,00	2,72	0,00	0,00	0,00
Avg	Especialista	36,00	97,84	0,00	2,16	0,00	0,00	0,00

Ilustración 6 Simulación Proceso actual

Autor: Propio

Las salidas de pacientes son aprox. 95 personas por turno y el tiempo en el sistema es de 300,80 min, un aproximado de 5 horas en el sistema desde que el paciente llega a la taquilla hasta que sale del servicio de urgencias. El tiempo real del paciente en su atención es de solo 27,25 min aprox. Lo que nos muestra que la gran mayoría del tiempo los pacientes se pasan esperando y en bloqueo para avanzar a la siguiente locación.

Podemos ver que los tiempos de entrada más altos corresponden a la entrada fila triage y filas especialistas. Como respuesta a la simulación del proceso podemos observar que el estado de espera del paciente indica que estos (pacientes) se encuentran en una fase de espera para recibir atención o para avanzar al siguiente proceso. Casi el 85% se encuentran en este estado, lo que sugiere que una gran proporción de los pacientes están experimentando demoras en su atención. Esto puede ser atribuido a diversos factores, como una alta demanda de servicios, falta de capacidad de respuesta o limitaciones en los recursos disponibles. La reducción de este porcentaje de espera es crucial para mejorar la eficiencia y la satisfacción de los pacientes.

Taquilla

El estado “en operación” representa el tiempo en el que la entidad (paciente) está siendo atendida o está en proceso de recibir atención médica. El 10% de los pacientes se encuentra en este estado (siendo atendidos) y los demás se encuentran en espera, lo que indica que solo una fracción está siendo atendida en un momento dado. Este porcentaje puede reflejar una falta de capacidad suficiente para manejar la demanda actual de atención médica o una planificación inadecuada de los recursos disponibles.

En el estado de bloqueo indica que los pacientes (entidad) están impedidos de avanzar o recibir atención debido a algún tipo de obstáculo o condición inesperada. Este estado puede ser causado por factores como equipos o recursos defectuosos, personal médico no disponible o falta de camas disponibles en el área de hospitalización. El 5% de las entidades se encuentran en este estado, lo que sugiere que existe un problema que impide el flujo eficiente de los pacientes en el sistema.

Como lo podemos notar en las locaciones, las cuales presentan bloqueos, en la taquilla se muestra una congestión significativa, esto puede atribuirse a una falta de capacidad del área de triage para atender a los pacientes de manera oportuna, la proporción de pacientes en operación (32%) sugiere que hay una cantidad considerable de pacientes que están siendo atendidos en la taquilla, pero aun así, la mayoría sigue esperando, el porcentaje de tiempo inactivo (3%) aprox. puede indicar que hay momentos en los que no hay pacientes en la taquilla, lo cual puede

deberse a fluctuaciones en la demanda, el alto porcentaje de pacientes bloqueados (65%) en la taquilla es preocupante, pues indica que un número significativo de pacientes no pueden avanzar en el proceso debido a obstáculos, esto puede deberse a problemas de flujo de trabajo, falta de personal, equipos defectuosos u otros factores que impiden la atención adecuada como por ejemplo un bloqueo para avanzar a la siguiente locación (triage).

Triage

El porcentaje de pacientes en operación en el triage (64%) indica que la mayoría de los pacientes están siendo atendidos y clasificados de acuerdo con sus síntomas, esto sugiere que el personal en esta área está trabajando eficientemente para evaluar a los pacientes y asignarles una prioridad adecuada. El bajo porcentaje de pacientes inactivos (1%) en el triage sugiere que hay pocos momentos en los que no hay pacientes en esta área, esto indica un flujo constante de pacientes en proceso de clasificación y evaluación, lo cual también indica que el personal tampoco está disponible para pausas activas o tomar un tiempo de descanso. El porcentaje de pacientes bloqueados (35%) en el triage es significativo y puede indicar que hay retrasos en el flujo de pacientes desde esta área hacia el siguiente paso del proceso, esto puede deberse a limitaciones en la disponibilidad de recursos o a la necesidad de una mejor coordinación entre las diferentes áreas del sistema de atención médica.

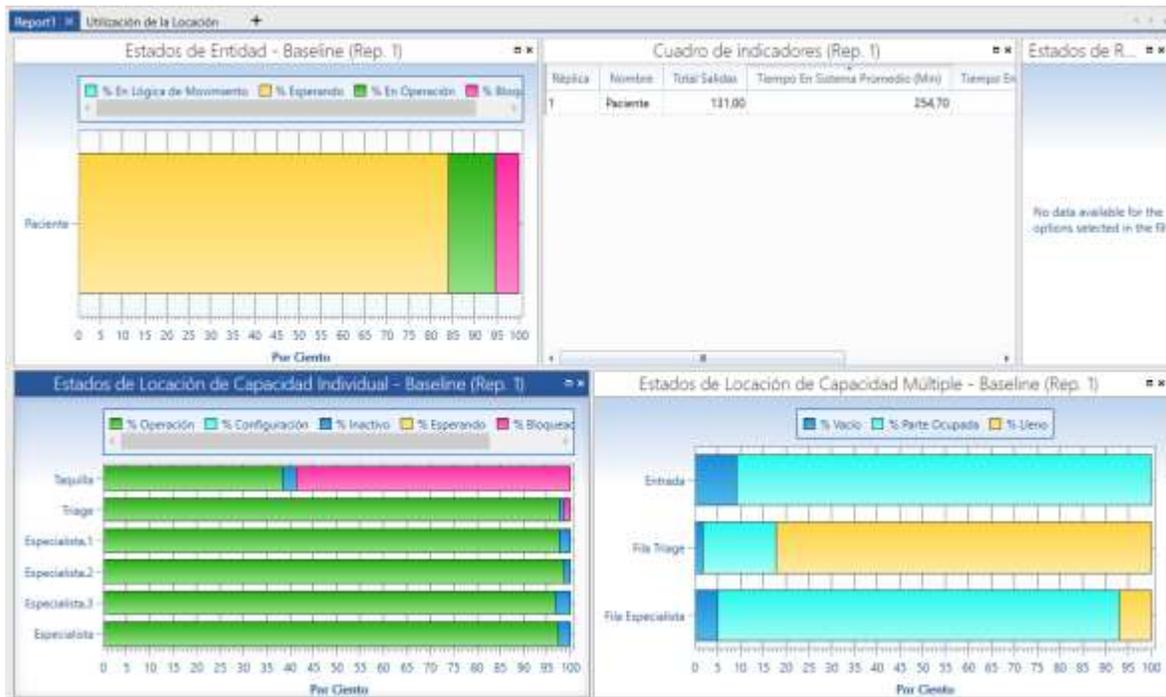
Especialista

El alto porcentaje de especialistas en operación (98%) indica que la mayoría de los especialistas están ocupados y brindando atención a los pacientes que han pasado por el proceso de taquilla y triage, lo que nos muestra que hay poco tiempo de inactividad y esto puede estar ocasionando los bloqueos en el triage porque la atención en este siempre se encuentra casi copada.

De acuerdo con lo anterior, se evidencian falencias en el proceso y por esto se propone una política que busca obtener una mejor respuesta al resultado obtenido en la simulación del proceso actual; habiendo dicho esto, se incluye en el nuevo modelo un especialista más en el proceso de atención quedando el modelo de la siguiente manera:

- 1 Taquilla
- 1 Área de triage
- 4 Especialistas

Resultados de la simulación





Entidad Resumen (Prom. Reps)							
Réplica	Nombre	Total Sólidos	Cantidad actual En Sistema	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En Lógica de movimiento Promedio (Min)	Tiempo Esperando Promedio (Min)	Tiempo En Operación P
Avg	Pacientes	125,40	235,80	255,37	0,00	213,95	

Locación Resumen (Prom. Reps)							
Réplica	Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido
Avg	Entrada	12,00	999,999,00	361,20	139,83	70,14	
Avg	Taquilla	12,00	1,00	189,80	3,66	0,96	
Avg	Fila Triage	12,00	30,00	188,80	105,28	27,55	
Avg	Triage	12,00	1,00	156,60	4,52	1,00	
Avg	Fila Especialista	12,00	30,00	157,60	86,62	19,39	
Avg	Especialista.1	12,00	1,00	32,80	21,84	0,98	
Avg	Especialista.2	12,00	1,00	29,60	23,86	0,98	
Avg	Especialista.3	12,00	1,00	34,80	20,23	0,97	
Avg	Especialista.4	12,00	1,00	32,00	21,65	0,96	
Avg	Especialista	48,00	4,00	129,40	21,67	0,97	

Locación Estados (Indiv. Cap) (Prom. Reps)								
Réplica	Nombre	Tiempo Programado (Hr)	% Operación	% Configuración	% Inactivo	% Esperando	% Bloqueado	% Down
Avg	Taquilla	12,00	36,43	0,00	3,79	0,00	59,79	0,00
Avg	Triage	12,00	90,57	0,00	0,47	0,00	8,96	0,00
Avg	Especialista.1	12,00	98,07	0,00	1,93	0,00	0,00	0,00
Avg	Especialista.2	12,00	97,81	0,00	2,19	0,00	0,00	0,00
Avg	Especialista.3	12,00	96,50	0,00	3,50	0,00	0,00	0,00
Avg	Especialista.4	12,00	95,71	0,00	4,29	0,00	0,00	0,00
Avg	Especialista	48,00	97,02	0,00	2,98	0,00	0,00	0,00

Ilustración 7 Resultados simulación

Autor: Propio

Con la política aplicada, puede notarse una disminución considerable en el bloqueo de pacientes con respecto al modelo del proceso actual, además, también puede evidenciarse un aumento en el número de pacientes que salen del proceso de urgencias. 97 salidas de pacientes con el modelo actual y 131 salidas de pacientes con el modelo propuesto. En cuanto al tiempo promedio de espera en el sistema de los pacientes fue: con el modelo actual 300.80 min aprox. y en con el modelo propuesto, la espera promedio de los pacientes fue de 254.70 min aprox.

El análisis del proceso de atención en el área de urgencias ha revelado la presencia de bloqueos y cuellos de botella que afectan negativamente la eficiencia y la calidad de la atención médica. Estos bloqueos se traducen en tiempos de espera prolongados para los pacientes. La simulación del proceso ha permitido comprender mejor la naturaleza de estos bloqueos y ha proporcionado una visión de sus posibles causas.

Además, para tener una mayor información a la hora de decidir, se pueden analizar patrones y tendencias de la demanda para anticipar momentos de mayor afluencia de pacientes y asignar recursos adicionales en el momento que sea necesario según la predicción de datos, también se podría establecer un sistema de monitoreo en tiempo real para identificar cuellos de botella y bloqueos en el proceso de atención médica. Esto permitirá tomar medidas correctivas de manera oportuna y mejorar la eficiencia global del sistema.

Modelo de política propuesta

La siguiente tabla es un archivo de texto que indica la configuración que fue utilizada para llevar a cabo la simulación del proceso propuesto luego de realizar un análisis completo.

Tabla 6 Modelo propuesta de política

```

.....
*
*                               Listado del modelo formateado:
*                               C:\Users\kamil\Downloads\Proyecto_Aula_07mayo.mod
*
.....

Unidades de Tiempo:           Minutos
Unidades de Distancia:       Pies

.....
*                               Locaciones
*
.....

Nombre          Cap      Unidades Estadist      Reglas          Costos
-----
Entrada          INFINITE 1      Series de tiempo Más Tiempo, FIFO,
Taquilla        1        1      Series de tiempo Más Tiempo,
Fila_Triage     30       1      Series de tiempo Más Tiempo, FIFO,
Triage          1        1      Series de tiempo Más Tiempo, , Primera
Fila_Especialista 30       1      Series de tiempo Más Tiempo, FIFO,
Especialista    1        4      Series de tiempo Más Tiempo, , Primera
Especialista.1  1        1      Series de tiempo Más Tiempo,
Especialista.2  1        1      Series de tiempo Más Tiempo,
Especialista.3  1        1      Series de tiempo Más Tiempo,
Especialista.4  1        1      Series de tiempo Más Tiempo,

.....
*                               Entidades
*
.....

Nombre          Velocidad (Ppm) Estadist      Costos
-----
Paciente        150      Series de tiempo

.....
*                               Procesamiento
*
.....

                          Proceso          Enrutamiento
Entidad  Locación  Operación      Blk  Salida  Destino  Regla  Lógica de Movimiento
-----
Paciente Entrada  1      Paciente Taquilla  FIRST 1
Paciente Taquilla  WAIT N(1.323,1.037) min 1 Paciente Fila_Triage  FIRST 1
Paciente Fila_Triage  1      Paciente Triage  FIRST 1
Paciente Triage  WAIT N(4.177,2.369) min 1 Paciente Fila_Especialista  FIRST 1
Paciente Fila_Especialista  1      Paciente Especialista  FIRST 1
Paciente Especialista  WAIT N(20.91,19.36) min 1 Paciente EXIT  FIRST 1

.....
*                               Arribos
*
.....

Entidad  Locación  Cant. por Arribo  Primera Vez  Ocurrencias  Frecuencia  Lógica
-----
Paciente Entrada  1      0      INF      N(2,0.81) min

```

Autor: Propio

Capítulo 5 Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

Al evaluar el proceso que realiza el servicio en la sala de urgencias, se identifica que la capacidad instalada no puede cumplir con la demanda que se le presenta al hospital, en la tabla 4 nos arroja los tiempos que deben esperar los usuarios por cada proceso que deben pasar, desde un enfoque industrial, el área de urgencias se encuentra sobrepasada por la demanda de servicio, ya que los pacientes provenientes del triage se acumulan sin límite. Para ello es necesario adicionar un médico en el área de especialistas y de esa manera favorecer el flujo de pacientes, aunque seguirá siendo el cuello de botella del área de urgencias.

Si no es viable mantener un médico adicional fijo, entonces puede optarse por monitorear la demanda a través del número de pacientes en espera. Se puede fijar una política en la que cuando se alcance cierto número de pacientes en espera, se incorpore un médico para, por ejemplo, atender los pacientes con el menor nivel de urgencia.

Al momento de analizar los resultados arrojados por la investigación se llegó a la conclusión que se debe ampliar la capacidad con la que cuenta el hospital en los servicios de taquilla, triage y especialistas para ofrecer una mejor experiencia al usuario. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 7 Comparativo de simulación

	Taquilla	Triage	Especialista	Tiempo de espera paciente (min)	Salidas pacientes
% de bloqueo proceso actual	64.58%	25.72%	0	300,8	95
% de bloqueo proceso propuesto	59.79%	8.96%	0	254,7	131

Se puede concluir que después de ingresar los datos recopilados y realizar unas pruebas en el programa ProModel, se pueden plantear distintos escenarios en los diferentes procesos con el objetivo de ver en que influye cada uno de esos movimientos en la mejora de la problemática a

corregir y poder levantar planes de acción que tengan un impacto positivo en el servicio de urgencias sin correr altos riesgos implementando algún cambio sin tener una simulación previa.

Los procesos basados en la experiencia y la aplicación de modelos de teoría de líneas de espera para la administración de las operaciones en sistemas hospitalarios son un área de investigación e interés que recientemente ha atraído la atención de disciplinas que promulgan la optimización de recursos y procesos.

La teoría de líneas de espera es una herramienta que permite calcular de manera eficiente y rápida algunas de las medidas de desempeño de mayor interés para la administración y control de los sistemas hospitalarios.

La administración de recursos de sistemas hospitalarios implica dar a los pacientes un servicio de calidad. El uso de herramientas que apoyen la toma de decisiones proporciona a los administradores información sobre el desempeño del sistema que tienen a su cargo. En este punto es importante señalar que estas herramientas, combinadas con el criterio y la experiencia de los administradores, se traducen en un mayor entendimiento del sistema.

5.3. Recomendaciones y trabajo futuro

Se podría pensar en una inversión en infraestructura para crear un espacio mayor y poder adecuar nuevos sitios de locación y que las salas de espera sean un poco más grandes para no presentar acumulación de pacientes teniendo en cuenta que se adicionarían las nuevas locaciones en el proceso de atención.

Capítulo 6 Referencias bibliográficas.

- Colombia potencia de la vida (s,f) *Triag.* Minsalud.
<https://www.minsalud.gov.co/salud/PServicios/Paginas/triage.aspx>
- Chivilches, L. (2000). Investigación operativa II. Perú: PEPCAD.
- Serrano, A., Lopez, M. (2010). Modelos de gestión de la calidad de servicio: revisión y propuesta de integración con la estrategia empresarial. España. Universidad Cantabria.
- Parasuraman, A. Zeithaml, V. y Berry, L. (1985). A conceptual model of service quality and its implications for future research
- Arista. (2016). Teoría de colas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.*, 3.
- Autycom. (2020). *Autycom innovación inteligente*. Obtenido de
<https://www.autycom.com/simulador-de-procesos-que-es-y-cuales-son-sus-ventajas/>
- Juárez, G. M. (2019). *Revista Médica*. Obtenido de <https://revistamedica.com/auxiliar-administrativo-salud-admision-documentacion-clinica/>
- Sistemas, B. E. (2022). *Belge.com*. Obtenido de https://www.belge.com.br/promodel_esp.php
- Universidad de Antioquia, F. N. (s.f.). *minsalud.gov.co pag 30*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/oferta-demanda-recursos-humanos-2007-pars.pdf>
- Abraham, G., Byrnes, G. B. y Bain, C. A. (2009). Short-Term Forecasting of Emergency Inpatient flow. *IEEE Transactionson Information Technology in Biomedicine*, 13, 380–388.
<http://dx.doi.org/10.1109/TITB.2009.2014565>
- Bastani, P. (2007). *A queueing model of hospital congestion* [Master of Science thesis]. Simon Fraser University.

Benneyan, J. C. (1997). An introduction to using computer simulation in healthcare: Patient wait case study. *Journal of the Society for Health Systems*, 5(3), 1–15.

Curry, G. L. y Feldman, R. L. (2009). *Manufacturing Systems. Modeling and Analysis*. Berlin: Springer.

De Bruin, A. M., van Rossum, A. C., Visser, M. C. y Koole, G. M. (2007). Modeling the emergency cardiac in-patientflow: An application of queuing theory. *Health Care Management Science*, 10(2), 125–137. <http://dx.doi.org/10.1007/s10729-007-9009-8>

Fomundam, S. F. y Herrmann, J. W. (2007). *A survey of Queuing Theory applications in healthcare* [consultado 26 Nov2014]. Disponible en: <http://drum.lib.umd.edu/handle/1903/7222>

Green, L. (2005). Capacity planning and management in hospitals. En M. L. Brandeau, F. Sainfort, y W. P. Pierskalla(Eds.), *Operations Research and Healthcare* (pp. 15–43). New York: Kluwer Academic Publishers.

Green, L. (2010). Queueing theory and modelling. En Y. Yuehwern (Ed.), *Handbook of Healthcare Delivery Systems* (pp.1–16). Florida: CRC Press.

Hall, R. W. (1991). *Queueing Methods for Manufacturing and Services*. California: Prentice Hall.

Hillier, F. S. y Lieberman, G. J. (2005). *Introduction to Operations Research* (8th ed.). Boston: McGraw-Hill.

Hopp, W. J. y Spearman, M. L. (2008). *Factory Physics* (3dr ed.). Long Grove: Waveland Press Inc.

Hulshof, P. J., Vanberkel, P. T., Boucherie, R. J., Hans, E. W., van Houdenhoven, M. y van Ommere, C. W. (2012). Analytical models to determine room requirements in outpatient clinics. *OR Spectrum*, 34(2), 391–405. <http://dx.doi.org/10.1007/s00291-012-0287-2>