

Optimización del sistema hospitalario ecuatoriano: Estudio, modelización, simulación y minimización de tiempos de espera de pacientes de consulta externa

Sandra Gutiérrez, Diego Recalde, Ana Guevara y Gabriela Rivadeneira

Departamento de Matemática (DEPMAT)

sandra.gutierrez@epn.edu.ec

Resumen

En este trabajo presentamos el caso del Hospital Eugenio Espejo (H.E.E), el hospital de especialidades más grande del Ecuador, el cual brinda servicios médicos a personas de diversas partes del país. Nuestra meta es mejorar los procesos de atención a los pacientes de consulta externa, disminuyendo los tiempos de espera de los mismos para hacer un mejor uso de los recursos del hospital e incrementar la satisfacción de los usuarios. Nuestro estudio parte de la hipótesis de que se pueden mejorar los procesos de atención en las entidades de salud públicas aplicando métodos de la Investigación de Operaciones, especialmente la Simulación de eventos discretos. Se realizaron 2449 observaciones de pacientes en 20 especialidades de ésta área con las cuales se recolectaron datos como frecuencias de llegadas de pacientes, tiempo de espera para la atención, tiempo de interacción con el médico especialista, entre otros. Además en un estudio complementario en la central telefónica, se pudo estimar la demanda satisfecha e insatisfecha para cada especialidad. Con esta información, se diseñó un modelo de simulación de eventos discretos, el cual se implementó en el complemento Simulink de Matlab. En este simulador, se evaluaron varios escenarios definidos a partir de las necesidades de cobertura de la demanda, de los costos asociados al incremento o disminución de médicos especialistas y de la disminución del tiempo de espera de los pacientes. Nuestra contribución con este trabajo es un modelo que describe el proceso de atención a pacientes de consulta externa y políticas para mejorar los servicios, los cuales pueden aplicarse en otras casas de salud.

Palabras claves: Investigación de operaciones en la Salud, simulación, teoría de colas.

Abstract

We present the case of Hospital Eugenio Espejo (H.E.E.), the biggest specialized hospital in Ecuador which provides medical services for people from all over the country. Our goal is to improve the process of attention to outpatients, minimizing waiting times on all processes associated within a medical appointment in order to achieve a better use of the hospital resources and increase patients' satisfaction. Our study's starting point is the hypothesis that Operations Research techniques, specifically Discrete Event Simulation (DES), can be of great help to improve attention to outpatients. Our sample's size was of 2449 in 20 specialties, which gave us information such as outpatients' inter-arrival times, service times, interaction time between the patient and its physician among others. Furthermore, a complementary study in the telephone center was performed. This complementary study helped us to estimate the satisfied and unsatisfied demand for each specialty. With all collected data, we implemented a DES-model in Matlab's complement Simulink. After validation of the model, we evaluated six scenarios defined by the demand necessities, costs related to increasing or decreasing the number of physicians and the reduction of outpatients' waiting time. Our contribution with this work is a model to describe the process of delivering medical attention to outpatients at H.E.E. as well as policies to improve services that can be applied to other medical institutions.

Keywords: Operations Research and Healthcare, Simulation, Queuing Theory.

1 Introducción

Los miembros de la sociedad ecuatoriana, pertenecen al sistema hospitalario desde su nacimiento hasta su muerte.

La clase de servicio que una persona recibe en un centro hospitalario ya sea público o privado, tiene fun-

damental importancia en su calidad de vida e incluso su longevidad.

En nuestro país, en la mayor parte de hospitales públicos, se inició una reforma a la asignación de turnos, mediante una central telefónica, sin embargo, se visualiza en este trabajo, que la asignación de turnos no es el verdadero problema en la atención a pacientes de con-

sulta externa, sino la demanda creciente que en ciertas especialidades difícilmente puede ser cubierta. Es así, que muy frecuentemente el tiempo de espera para que una persona pueda ser atendida resulta demasiado largo para el paciente, el mismo que luego de varios intentos debe acudir a la consulta privada. El crecimiento del número de establecimientos en el sector privado es un indicador de la falta de cobertura del sector público, así, según datos del INEC [1] el número de establecimientos privados ha crecido de 383 en 1999 a 593 en el 2009, mientras que el número de establecimientos públicos han ido de 177 a 185 en los mismos años.

La mejora del sistema hospitalario ecuatoriano es una necesidad acuciante, debido a que según [2] cerca del 70% de la población no tiene acceso a seguros de salud, el 19.7% está afiliado al IESS y 1.4% de la población tiene acceso a un seguro privado.

El problema de asignación de turnos en el sistema hospitalario, ha sido investigado alrededor del mundo durante los últimos 50 años, dando lugar a reglas (algunas de ellas muy complejas) de asignación de turnos médicos, véase [3]¹ y [4]. Sin embargo, en nuestro país, no se evidencia todavía un trabajo de este estilo, que se ajuste a la realidad nacional. Además, hemos respaldado nuestra propuesta, en una revisión reciente de lo que puede hacer la Investigación de Operaciones aplicada al área de la salud.

Por este motivo, el presente proyecto de investigación realiza un análisis en una entidad hospitalaria del sector de medicina pública, que proporciona una visión del comportamiento de la asignación de turnos y de la atención a pacientes en el área de consulta externa. Se utilizaron herramientas de la Investigación de Operaciones tales como Teoría de Colas y Simulación de eventos discretos, para proponer estrategias eficientes de asignación de turnos en donde se minimice el tiempo de espera de los pacientes y se analiza la demanda real para la atención en las diferentes especialidades, sugiriendo el incremento o decremento de personal médico que mejoraría la atención y disminuiría el tiempo de espera de los pacientes.

2 Materiales y Métodos

2.1 Materiales

Para la realización de este trabajo se han utilizado los siguientes recursos: Hardware: escribir características del servidor. Software: Matlab 7.0, complemento de simulación de eventos discretos Simulink, Excel de Microsoft Office.

2.2 Métodos

El estudio realizado en este proyecto se realizó en varias fases en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo

(HEE) de la ciudad de Quito, el cual se consideró nuestro caso de estudio. Las fases de nuestra investigación se describen a continuación:

2.2.1 Recolección de Datos

Para esta fase se realizaron visitas de campo para observar el comportamiento del sistema y se estableció que el muestreo aleatorio estratificado en 20 especialidades del hospital sería el más adecuado. Se determinaron además los tamaños de muestra en los diferentes estratos y en total se recolectaron 2500 muestras en el mes de febrero de 2010. Para esta recolección se diseñó un formulario que contenía información relevante para la formulación del modelo de simulación tales como tiempos de llegadas entre pacientes y frecuencia de llegada de pacientes, tiempos de atención de los médicos por especialidad, tiempo de interacción del paciente con el médico, entre otros. Se definió que la frecuencia de llegada de pacientes por especialidad tiene una distribución de Poisson con parámetro λ inherente a la especialidad. Para verificar esto, se utilizó la prueba de bondad de ajuste Ji-cuadrado, la cual verifica una de las dos hipótesis:

H_0 : Los datos tienen una distribución de Poisson.

H_1 : Los datos no tienen una distribución de Poisson.

Utilizando

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i},$$

donde, O_i representa a la frecuencia observada, E_i la frecuencia esperada y se considera que existen k clases. El criterio de la prueba dice que se rechaza H_0 si

$$\chi_{(1-\alpha, k-n-p)}^2 \geq \chi^2.$$

Esta prueba se evaluó para cada una de las especialidades estudiadas y en todas se pudo verificar que la distribución de Poisson regía a la frecuencia de llegada de pacientes.

El hecho de que las llegadas de los pacientes estén regidas por distribuciones de Poisson, se visualiza bastante razonable para este caso, puesto que las llegadas de pacientes se dan prácticamente sin calendarización. Este último hecho es porque la política de asignación de turnos en la central telefónica es llamar a todos los pacientes a la hora de inicio de atención, es decir a las 8 de la mañana, únicamente proporcionando un número que significará el orden en que atenderán a los pacientes, esto ocasiona que las personas que ya conocen el funcionamiento de las especialidades y que tienen un número de turno alto, acudan de acuerdo a su número a una hora diferente a la especificada en el momento de su llamada.

De igual manera, y bajo el mismo criterio, se comprobó que los tiempos de duración de las consultas tienen distribución exponencial para todas las especialidades estudiadas.

¹Siendo un artículo de hace varios años atrás sigue siendo una referencia en este tipo de aplicaciones.

2.2.2 Estudio de datos y extracción de información relevante al problema

Una vez concluida la fase de recolección de datos, se procedió al estudio de los mismos, con la ayuda de hoja electrónica, se resumieron los estadísticos para cada variable cuantitativa y se analizaron las frecuencias y porcentajes de las variables cualitativas.

2.2.3 Estudio de la demanda y del funcionamiento de la central telefónica para asignación de turnos

Esta fase se realizó con la finalidad de estimar la demanda de turnos para las diferentes especialidades. Se recolectaron datos durante una semana, con el apoyo de los operadores se pudieron obtener datos tales como tiempo de duración promedio de llamadas, y cuáles son las especialidades con mayor demanda y que debido a la capacidad actual (número de médicos) tienen la cobertura más baja.

2.2.4 Descripción del modelo de simulación de eventos discretos para el tiempo de espera de los pacientes en consulta externa

Para establecer el modelo de simulación de eventos discretos partimos de la descripción de los procesos en la atención a pacientes, posteriormente se identificaron cuellos de botella, y finalmente se implementó dicho modelo en Simulink de Matlab. El modelo recibe principalmente tres entradas: las frecuencias de llegadas de pacientes, los tiempos de consulta y la probabilidad de que su historia clínica esté en el consultorio donde tiene la cita. Este último dato se considera, porque se identificó que la atención a un paciente se puede ver prolongada si su historia clínica no se encuentra en el consultorio, dado que él mismo debe acudir a buscarla en una ventanilla de atención donde confluyen personas desde todas las especialidades y la espera para encontrar su documentación alargaría su estadía en el sistema.

2.2.5 Validación y verificación del modelo de simulación

El proceso de validación y verificación del modelo, es importante debido a que nos asegura de que el modelo conceptual ha sido trasladado a un modelo computacional con la suficiente precisión. En esta etapa del estudio, se compararon los valores recolectados mediante muestreo, con los valores calibrados en el simulador, como se sugiere en [6]. Para validar esos datos, se formuló la siguiente prueba de hipótesis al 95 % de confianza:

$$H_0 : m_{\text{real}} = m_{\text{simulada}}$$

$$H_1 : m_{\text{real}} \neq m_{\text{simulada}}$$

Donde m_{real} representa a la media muestral de los datos recolectados y m_{simulada} a la media simulada con los parámetros deducidos de las muestras. En particular, se

tiene, que si al calcular los intervalos de confianza para las medias, éstos intervalos contienen al 0, se puede concluir que no hay una diferencia significativa entre las medias, es decir se acepta la hipótesis nula.

2.2.6 Estudio de escenarios con el simulador implementado

En reuniones con el personal directivo del HEE surgieron varios escenarios propuestos para verificar cuál sería el más recomendable para mejorar la calidad del servicio en el hospital. Éstos se describen a continuación:

Escenario 1:

Características:

- Tiempo de atención promedio observado
- Arribo de pacientes por hora observado
- Número total de pacientes atendidos observado

Este escenario se implementó para validar el funcionamiento del modelo de simulación.

Escenario 2:

Características:

- Tiempo de atención estipulado por la norma internacional (15 minutos)
- Arribo de pacientes por hora observado
- Número total de pacientes atendidos observado

Este escenario se evaluó debido a que se debe proferir a los pacientes una atención de calidad y según información proporcionada por la administración del H.E.E., una consulta médica de calidad según los estándares internacionales debe durar en promedio 15 minutos.

Escenario 3:

Características:

- Tiempo de atención estipulado por la norma internacional
- Arribo de la demanda estimada según nuestro estudio calendarizada cada 15 minutos durante las 4 horas de atención, tomando en cuenta un receso de 15 minutos para el médico luego de dos horas de atención y un minuto entre paciente y paciente.

Este escenario surgió porque el hospital recibe a diario más solicitudes de turnos médicos que los que pueden otorgar, es por esto que el presente escenario y los que vienen a continuación buscan satisfacer esta demanda real del HEE.

Escenario 4:**Características:**

- Tiempo de atención estipulado por la norma internacional
- Arribo de la demanda estimada por este estudio en forma calendarizada cada 15 minutos durante 8 horas de atención, tomando en cuenta un receso de 15 minutos por médico luego de dos horas de atención y un minuto entre paciente y paciente.

Este escenario analiza la posibilidad de extender la atención en consulta externa a 8 horas para cubrir las necesidades de demanda.

Escenario 5:**Características:**

- Tiempo de atención promedio observado.
- Arribo de la demanda estimada por este estudio de pacientes en forma equitativa durante las 4 horas de atención

Este escenario analiza el comportamiento del sistema si se mantienen los tiempos de atención promedio que se observaron por médico y especialidad.

Escenario 6:**Características:**

- Tiempo de atención promedio observado
- Arribo de la demanda estimada de pacientes en forma equitativa durante 8 horas de atención

En este escenario se analiza la posibilidad de mantener los tiempos de atención promedio actuales y extender el servicio a 8 horas para cubrir las necesidades de demanda.

2.2.7 Estudio de escenarios con teoría de colas

En casi todas las especialidades, salvo Ginecología y Oftalmología, es aplicable utilizar modelos del tipo M/M/1/K/SIRO, lo cual significa que las llegadas de pacientes son de tipo Poisson, los tiempos de servicio son exponenciales y se tiene un servidor, además el límite de la fila es de K pacientes, dado que el número de turnos que se asignan diariamente son limitados. SIRO (servicio en orden aleatorio) representa el orden de atención, que es aleatorio puesto que no se aplica la política Primero en llegar, primero en salir, dado que en la central telefónica se asigna un número de turno al paciente y en ese sentido, no importa el orden de llegada sino el número aleatorio asignado por teléfono. Para las especialidades de Ginecología y Oftalmología el modelo que más se adapta a su comportamiento es el M/M/s/K/SIRO, el cuál básicamente tiene las mismas componentes que el modelo previamente descrito, salvo que se tienen s servidores.

3 Análisis**3.1 Central Telefónica**

Del estudio realizado en la central telefónica se obtuvo una estimación de la satisfacción de la demanda en el HEE, la cual se resume a continuación

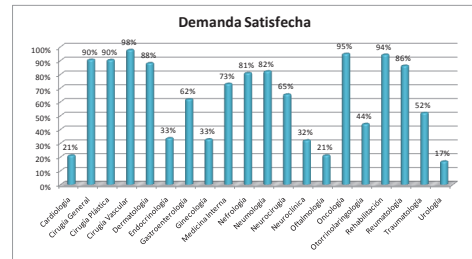


Figura 1. Estudio de la demanda realizado en central telefónica.

Se puede observar que existen siete especialidades críticas donde la cobertura está por debajo del 50%. Más adelante se mostrarán los resultados de evaluar la posibilidad de incrementar personal y los costos asociados a dichas decisiones en la sección asociada a Teoría de colas.

3.2 Desarrollo del modelo de simulación

Para describir el modelo de simulación adecuado para capturar el comportamiento real del sistema, se definió primero el mapa de procesos de atención al paciente en consulta externa, en este mapa de procesos se observó, que el cuello de botella para incrementar la espera de un paciente es la pérdida eventual de historias clínicas, lo que provoca que los pacientes cuya historia clínica no se encuentra en el consultorio, tengan que acudir a una ventanilla de atención y solicitar su búsqueda. A continuación la persona que brinda atención, procede a buscar, hasta dar una información de dónde se encuentra dicha historia (puede ser que en una consulta anterior, el médico por omisión, guardó entre sus documentos dicha historia).

En esta ventanilla (denominada en nuestro trabajo ventanilla 6) confluyen los pacientes de todas las especialidades y es aquí donde se provocan grandes esperas y filas. Otro aspecto importante que prolonga la espera del paciente, es que los médicos no pueden iniciar la consulta puntualmente si tienen que pasar visita a pacientes que se encuentran internos en el hospital. Además con el estudio se detectaron casos, en los cuales los médicos no cumplen con las horas de atención establecidas (en general 4), sino que atienden a sus pacientes (a veces en tiempos sorprendentes, por ejemplo 3 minutos en promedio) y luego se marchan del consultorio.

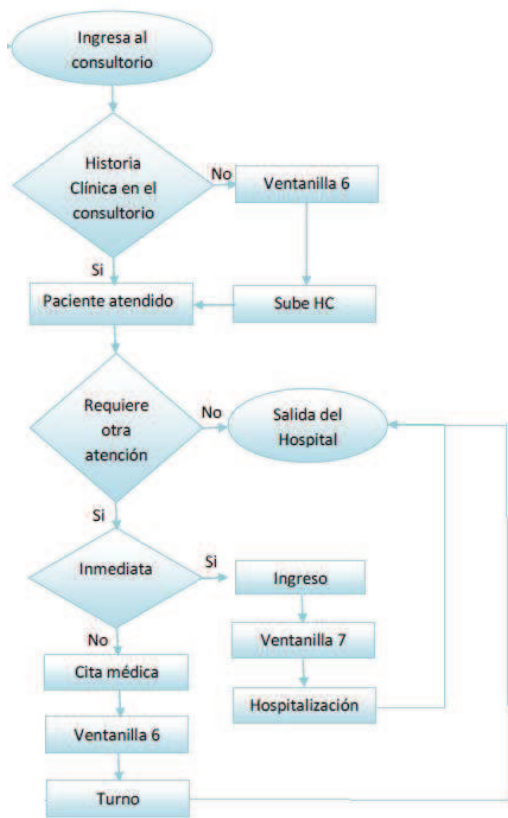


Figura 2. Mapa de procesos de consulta externa.

El modelo de simulación implementado para este estudio tiene tres entradas principales: distribución de los arribos, distribución de los tiempos de servicio y probabilidad de que la historia clínica se encuentre en el consultorio.

La lógica de la simulación se puede resumir de la siguiente manera:

Inicialización

Se ingresan los datos de distribución de llegadas (por ejemplo: Poisson, calendarizada a intervalos fijos, calendarizada a intervalos aleatorios o calendarizada a intervalos iguales a la media de atención), de distribución de tiempo de servicio y las probabilidades de que la historia clínica se encuentre en el consultorio calculada a partir de los datos recolectados en las encuestas realizadas.

Generación de pacientes

Se generan los pacientes de acuerdo al número de turnos disponibles para cada especialidad y se asignan a los médicos de acuerdo a la probabilidad de asignación calculada según la muestra recolectada. Presentamos a continuación un ejemplo de especialidad con 6 médicos

Generación de tiempos de servicio

Los tiempos de servicio dependen de la especialidad, se verificó con los datos recolectados, que los tiempos de servicio están distribuidos exponencialmente, esto significa que son variables de acuerdo a las necesidades específicas del paciente. Podemos visualizar los procesos que se realizan en el consultorio de un médico.

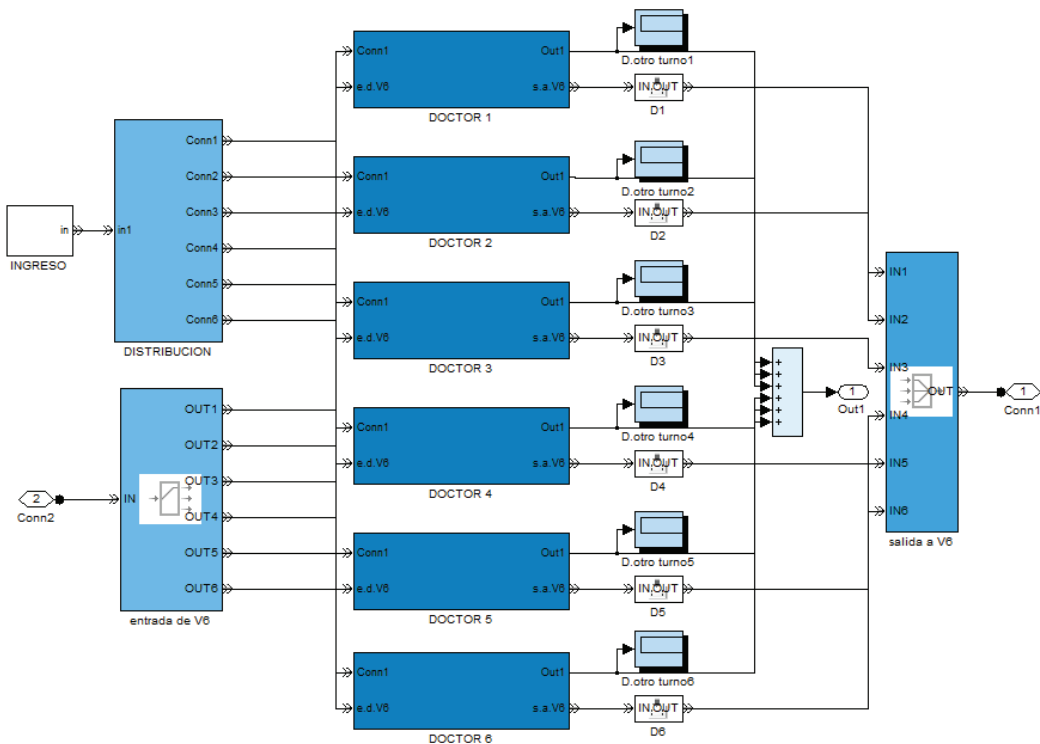


Figura 3. Diagrama de especialidad en el simulador.

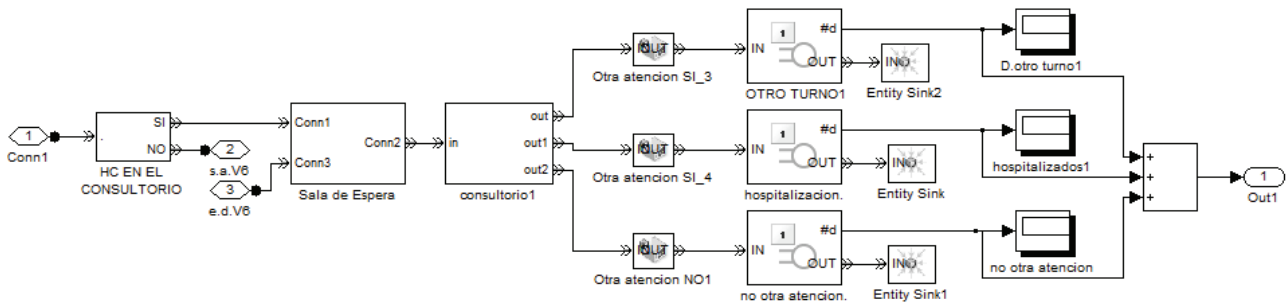


Figura 4. Diagrama del consultorio médico en el simulador.

Con el modelo descrito anteriormente se realizaron pruebas computacionales de calibración. Se ajustó a un nivel de error aceptable del 15%. Con este ajuste se realizó el siguiente paso.

Validación

Para validar el modelo, se utilizó el método descrito en la sección 2.2.5. Los resultados en nuestro proyecto se muestran en la Tabla 1.

Donde n es el número de días observados por especialidad, \bar{W}_s representa el tiempo promedio de espera en el sistema simulado, \bar{W}_r tiempo promedio de espera en el sistema real, se presentan además en la tabla las varianzas respectivas y los intervalos de confianza al 95%. El intervalo de confianza que se muestra en la tabla ayuda a definir que no existe diferencia significativa entre

los tiempos promedios de espera simulados y reales, por lo tanto el simulador se valida.

Evaluación de escenarios con el simulador de eventos discretos

En el **Escenario 1**, el número de médicos requeridos para satisfacer la demanda puede ser limitado y sin embargo reducir el tiempo de espera en un 95.3%. La clave radica en la calendarización del arribo de los pacientes, pues, aunque no se modifiquen los parámetros relacionados con el departamento de estadística, si los pacientes llegan a la hora convocada, la espera se reduce. La demanda de este escenario se satisface en todas las especialidades, exceptuando Gastroenterología donde un solo paciente no pudo ser atendido.

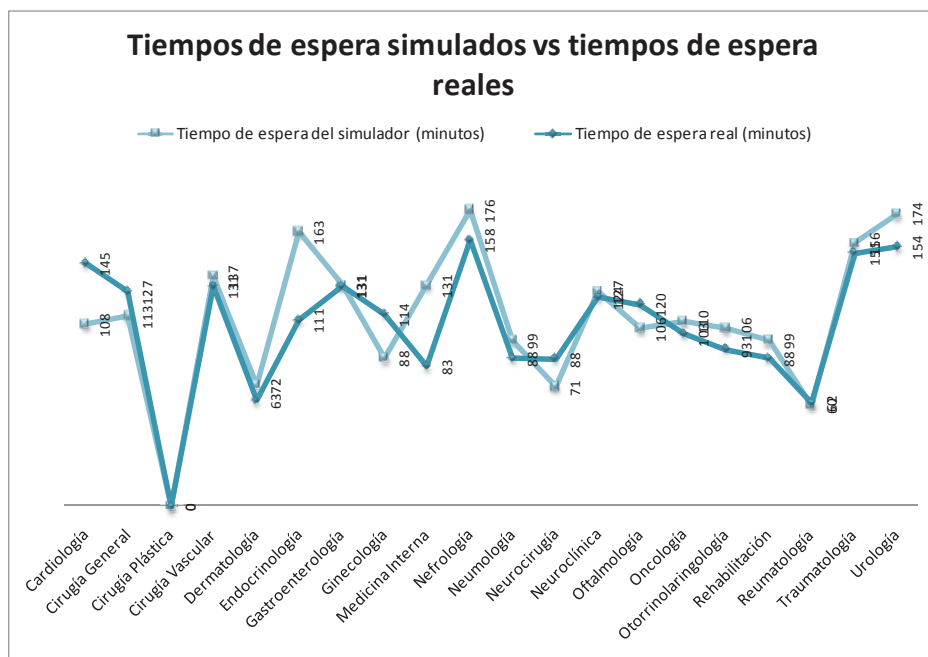


Figura 5. Comparación de tiempos de espera reales con los simulados.

La desventaja de este escenario es que los médicos requieren más de 4 horas para terminar de atender a todas las personas citadas y se asume que los doctores están asignados estrictamente a Consulta Externa, es decir, no tienen otras responsabilidades como pasar visita o actividades administrativas por lo que inician su atención a las 8 de la mañana.

Bajo estas condiciones el paciente debe esperar en promedio 5 minutos para su atención. Siendo que las especialidades que presentan mayor espera son aquellas

cuyo tiempo de consulta es elevado como Neumología y Rehabilitación, seguidos por Medicina Interna y Oncología. Mientras que las especialidades con tiempos de espera nulos como Endocrinología y Reumatología presentan un tiempo de consulta mínimo.

En el **Escenario 2**, cuya única variante es que se asume un tiempo de consulta uniforme para todas las especialidades de 15 minutos, tiempo sugerido por la norma internacional.

Especialidades	<i>n</i>	\bar{W}_s	\bar{W}_r	S_s^2	S_r^2	Intervalo de confianza
Cardiología	5	112,6	119,5	999,5	676,5	[-57,3 : 43,5]
Cirugía General	5	119,2	97,3	318,5	301,8	[-8,7 : 52,6]
Cirugía Plástica	3	149,3	148,2	1135,3	6,3	[-67,1 : 69,3]
Cirugía Vasculat	5	116,1	117,5	329,8	299,0	[-32,3 : 29,4]
Dermatología	5	78,1	78,8	157,9	151,7	[-22,3 : 21,0]
Endocrinología	5	110,5	99,6	1202,0	186,3	[-34,9 : 56,8]
Gastroenterología	5	132,8	135,3	1190,6	400,3	[-51,6 : 46,6]
Ginecología	5	84,4	134,1	83,0	977,0	[-89,8 : -9,7]
Medicina Interna	5	108,7	95,4	633,3	61,7	[-19,1 : 45,8]
Nefrología	4	148,9	141,3	6937,9	4321,7	[-149,9 : 165,1]
Neumología	5	71,5	85,3	796,3	409,3	[-56,5 : 29,0]
Neurocirugía	5	105,7	129,2	929,9	821,1	[-75,0 : 28,0]
Neuroclínica	5	124,7	127,4	64,6	51,9	[-15,9 : 10,6]
Oftalmología	5	126,9	131,2	1034,2	150,0	[-46,6 : 38,1]
Oncología	5	162,9	135,3	3834,3	1114,4	[-59,5 : 113,6]
Otorrinolaringología	5	126,9	95,2	1034,2	306,9	[-13,3 : 76,8]
Rehabilitación	5	74,6	75,0	660,7	409,2	[-40,6 : 39,9]
Reumatología	5	81,1	91,8	432,1	791,7	[-53,7 : 32,4]
Traumatología	5	160,7	132,3	776,6	201,1	[-10,0 : 66,9]
Urología	4	164,2	148,2	213,7	186,2	[-13,7 : 45,6]

Tabla 1. Intervalo de confianza para la validación del simulador.

Este nuevo tiempo de consulta provoca una disminución en el número de doctores de las especialidades que atienden más de 15 minutos en promedio, como son Ginecología (de 3 a 2 médicos) y Cirugía Plástica (de 2 a 1 médico). Mientras que las especialidades como Cirugía Vasculat, Medicina Interna, Neumología, Traumatología y Urología, cuyo tiempo de atención era menor a 15 minutos, se observa un incremento sugerido de 1 médico.

A pesar del incremento de los servidores, el tiempo de espera en estas especialidades aumentó en referencia al Escenario 1.

Bajo estas condiciones, el tiempo de espera se ve reducido en un 86 % si se considera el tiempo promedio de espera observado como referencia y aunque el tiempo promedio de espera del hospital asciende a 16 minutos, se garantiza una consulta que cumpla con los parámetros internacionales.

La desventaja del escenario 1, referente al número de horas que los médicos dedican a la atención se mantie-

ne en el escenario 2, es decir se superan las 4 horas de atención.

Con esta inquietud, se planteó el **Escenario 3**, en el cual se ha considerado la demanda total diaria (tomada de la Central Telefónica) y se ha organizado el arribo de pacientes distribuyendo dicha demanda a lo largo de 4 horas de atención. Se mantiene el inicio de atención a las 8h00 y el tiempo de consulta en 15 minutos.

Como se esperaba, el número de servidores en relación al escenario anterior aumenta significativamente, las especialidades que mantienen su número de médicos constante son Cirugía Plástica, Cirugía Vasculat, Nefrología, Neumología, Oncología y Rehabilitación. Pero en relación al promedio de servidores reales, existen 8 especialidades que se dan abasto con los médicos existentes, el resto de ellas requieren incrementar su personal para cubrir la demanda. Sin embargo, a pesar del incremento de servidores, Endocrinología y Cirugía Plástica no satisfacen totalmente la demanda.

El tiempo de espera se eleva debido al incremento de la demanda, esta vez el promedio en el hospital es de 10 minutos, a pesar de que especialidades como Cardiología, Medicina Interna y Traumatología doblen el promedio. Observamos en el **Escenario 4** que pasaría si se integran al hospital, médicos con un contrato que permita destinar 8 horas atención a la Consulta Externa. Entonces el arribo se distribuirá equitativamente ya no en 4 sino en 8 horas.

Se observa una reducción del número de médicos en relación al Escenario 3. Las especialidades que se mantienen con el mismo número de servidores son Cirugía Plástica, Nefrología y Oncología, mientras que en las restantes este disminuye. Este escenario tiene como debilidad que en la mayoría de especialidades la demanda no se satisface por completo. Únicamente en Cardiología, Endocrinología, Nefrología, Neurocirugía y Reumatología todos los pacientes citados son atendidos.

Solo en determinadas especialidades se eleva el tiempo de espera, como en Traumatología, Urología y Cardiología, sin embargo el promedio del hospital se fija en 7 minutos. Aunque la demanda de los días observados es mucho menor a la demanda ensayada en este escenario; el tiempo de espera en relación al tiempo real disminuye en un 93.9 %.

El escenario 3 al igual que el **Escenario 5**, contempla la demanda total diaria distribuida en 4 horas de atención, sin embargo se ha propuesto que se emplee el tiempo de atención promedio observado como tiempo de duración de la consulta.

Los servidores se han visto reducidos en la mayoría de especialidades, pero en Otorrinolaringología, Ginecología y Cirugía Plástica se requiere un incremento de servidores. En este escenario, la demanda es totalmente cubierta y el tiempo de espera en general se ve reducido en un 92 % tomando como referencia el tiempo de espera observado. A pesar del incremento de la espera en varias especialidades, el tiempo de espera promedio del hospital es de 9 minutos.

En el **Escenario 6**, se propone distribuir la demanda total a lo largo de las 8 horas de atención y tomando el tiempo observado como tiempo promedio de consulta. En comparación con el escenario 5, como se esperaba, se requiere un número menor de médicos en la mayoría de especialidades, únicamente en 6 permanecen estables.

Al igual que en el escenario 4, la demanda no se satisface por completo en la mayoría de especialidades, tan solo 5 de ellas atienden a todos los pacientes citados. El promedio de espera del hospital se fija en 8 minutos y en relación al tiempo de espera observado se presenta una reducción del 93.2 % En este escenario la espera de Traumatología es mínima en relación al número de pacientes que atiende. Urología que suele presentar una espera elevada en comparación al resto ha disminuido, mientras que Oftalmología y Otorrinolaringología son especialidades que presentan un incremento notable, pero a pesar de estos elevados valores la espera según este escenario es tolerable ya que no sobrepasan los 30 minutos.

4 Conclusiones

1. El número de médicos actual en Consulta Externa del HEE no logra cubrir la demanda total en las 4 horas de atención, por lo tanto, es necesario incrementar el número de servidores disponibles o doblar las jornadas de atención.
2. Con la capacidad de cobertura de la demanda actual, las personas que solicitan turno a través de la Central Telefónica tienen un 49 % de probabilidad de obtener su turno, el porcentaje restante causa congestión en las líneas telefónicas.
3. Los factores principales, de acuerdo a nuestro estudio, por los que los tiempos de espera se prolongan, son la hora a la que son citados los pacientes y la hora a la que el médico empieza la atención. Al llamar a todos los pacientes al mismo tiempo se aglomeran en los pasillos y esperan tiempos innecesarios hasta que llegue el momento de su turno.
4. El tiempo que las personas pasan esperando por atención en el H.E.E. no únicamente representa pérdidas económicas para ellos, sino también para el país, con un costo aproximado de USD 376689,60 anual.
5. El simulador de eventos discretos puede ser alimentado con datos de cualquier otra casa de salud para simular situaciones similares a las estudiadas en este proyecto.

Referencias

- [1] Instituto Nacional De Estadísticas y Censos, INEC. *Número de establecimientos según clase, sector y entidad. Años 1999 y 2009*. Revisado el 14 de abril de 2011 en http://www.inec.gob.ec/web/guest/ecu_est/reg_adm/est_sal/cam_egr_hos.
- [2] Instituto Nacional De Estadísticas y Censos, INEC. *Encuesta Nacional de Empleo Subempleo y Desempleo Urbano*, 2010.
- [3] Bailey N. *A study of queues and appointment systems in hospitals outpatient departments with special reference to waiting times*. Royal Statistics Society, 141:85-99, 1952.
- [4] Cayirli T, Veral E., and H. Rosen. *Designing appointment scheduling systems for ambulatory care services*. Health Care Manager Science, 9:47-58, 2006.
- [5] Kiok L.T. *Practical operations research applications for healthcare managers*. Annals of Academic Medicine, 38:564-6, 2009.
- [6] Robinson S. *Simulation, the practice of model development and use*. John Wiley & Sons, Inglaterra, 2003.