

Disminución del tiempo de servicio en el área de análisis clínicos de un hospital, usando modelos de líneas de espera

HERNÁNDEZ, Miguel†, MORALES, Juan*, ÁLVAREZ, Claudia y OLACHEA, Luis

Recibido Marzo 15, 2016; Aceptado Agosto 18, 2016

Resumen

El objetivo fue evaluar el servicio en el Área de Recepción de Laboratorio de un Hospital, mediante la simulación y el rediseño de métodos de trabajo, para mantener un tiempo de atención a los derechohabientes menor a los veinte minutos en promedio. La metodología utilizada combina los procedimientos de la simulación de procesos (Harrel, 2003 & Garcia, 2013) para el análisis del sistema y la simplificación de métodos de trabajo (García, 2005). Se diseñó un modelo de simulación usando las variables de tiempo entre llegada del derechohabiente, tiempos de servicio de la recepcionista y los químicos; así como las políticas de orden para la fila, horarios y distribución del área. El modelo fue validado estadísticamente usando prueba de medias y de varianzas, se realizó la experimentación de tres escenarios y se determinó que la mejor opción es asignar una recepcionista más al área, lo que permitió disminuir los tiempos de servicio a 16 minutos por paciente, con un intervalo de confianza para la media de 6 a 26 minutos con una confiabilidad del 95%.

Simulación, Promodel, filas de espera, estadístico

Abstract

The objective was to evaluate the service in the reception area of a hospital laboratory by simulation and redesign of working methods, to keep time less attention to rights holders twenty minutes on average. The methodology combines the procedures of the process simulation (Harrel, 2003 & Garcia, 2013) for system analysis and simplified working methods (García, 2005). A simulation model using the variables of time between arrival of the rightholder, service times the receptionist was designed and chemicals; and order policies for the row, schedules and distribution area. The model was validated statistically using test means and variances, experimentation of three scenarios was conducted and it was determined that the best option is to assign more than one receptionist the area, which permitted reduce service time to 16 minutes per patient, a confidence interval for the average of 6-26 minutes with a reliability of 95%.

Simulation, Promodel, queues, statistician

Citación: HERNÁNDEZ, Miguel, MORALES, Juan, ÁLVAREZ, Claudia y OLACHEA, Luis. Disminución del tiempo de servicio en el área de análisis clínicos de un hospital, usando modelos de líneas de espera. Revista Administración y Finanzas. 2016, 3-8: 7-21.

*Correspondencia del Autor (correo electrónico: josue.morales@itson.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Esta investigación analiza las variables que intervienen en la atención y servicio brindado en un hospital que cuenta más de doscientos cincuenta mil derechohabientes; donde los tiempos atención y servicio son cruciales, dado el valor de una vida humana.

De igual forma, se presenta una propuesta con soluciones basadas en una metodología de la investigación de operaciones ampliamente aceptada dentro de los ámbitos de la ingeniería.

El área bajo estudio en el hospital, es el laboratorio de análisis clínicos, donde diariamente se atienden a más de cien personas para realizarles pruebas, a partir de muestras biológicas principalmente de heces, orina y sangre, las cuales permiten determinar el estado de salud de los pacientes.

La Organización Mundial de la Salud menciona que los Hospitales juegan un rol importante en el sistema del cuidado de la salud y la esperanza de vida de las personas, son instituciones que tienen un personal médico y de otros profesionales afines al sector, organizados en instalaciones de hospitalización, ofrecen servicios médicos, de enfermería y servicios relacionados las 24 horas al día, los 7 días a la semana.

A nivel mundial, la industria de la salud consume más del 10 por ciento del producto interno bruto (PIB) de la mayoría de los países desarrollados, el cuidado de la salud puede representar una enorme parte de la economía de un país (Health & Care, 2014).

En países desarrollados como Estados Unidos de Norte America, los costos que representa el costo de su sistema de salud representa el 17% del PIB (Gurtner & Soyoz, 2015), de la misma manera las dificultades económicas de México en los últimos años, han afectado a muchos sectores productivos y de servicios, entre ellos el Sector Salud, mientras la demanda del Servicio crece día con día, una planificación más adecuada de la prestación del Servicio ofrecido, se vuelve cada vez más urgente o apremiante, para así resolver la creciente demanda del Servicio a prestar.

Estos recortes presupuestales afectan también los servicios de los laboratorios clínicos que se encuentran en hospitales operados por el gobierno; según Estridge & Reymolds (2012), la afectación en tiempos de crisis no afecta tanto a los que son operados por hospitales privados.

Antecedentes

El Hospital bajo estudio, es la institución con mayor presencia en la atención a la salud y en la protección social de los mexicanos desde su fundación en 1943, para ello, combina la investigación y la práctica médica, con la administración de los recursos para el retiro de sus asegurados, para brindar tranquilidad y estabilidad a los trabajadores y sus familias, ante cualquiera de los riesgos especificados en la Ley del Seguro Social. Hoy en día, más de la mitad de la población mexicana, tiene algo que ver con el Instituto, hasta ahora, la más grande en su género en América Latina (Navarrete, 2013).

Las organizaciones que participan en el cuidado de la salud, como es el caso de este hospital, enfrentan diferentes problemáticas relacionadas con los tiempos de espera de sus derechohabientes en la diferentes áreas que la conforman, y otra problemática aún más importante es la calidad en los servicios (Ayala, 2007), ya que al ser una empresa dedicada a la salud de las personas, un solo error puede significar una vida perdida, en el presente estudio se analiza el área de análisis clínicos de laboratorio del Hospital ubicado en la Cd. de Guymas Sonora, aunque también atiende a derechohabientes de del municipio de Empalme Sonora.

El hospital tiene todos los Servicios y Áreas necesarias para dar la atención de segundo nivel a la derechohabiencia de Guaymas y Empalme, como: Medicina familiar, laboratorio de análisis clínicos, sala de rayos x, farmacia, dirección, etc. Las diferentes áreas están distribuidas en una planta alta y planta baja, donde el área de recepción de laboratorio se encuentra en la planta baja y los consultorios de atención de las distintas especialidades, se encuentran en la planta alta. En la figura 1, se observa la distribución de la planta baja del Hospital y donde se aprecia la ubicación del Laboratorio de Análisis Clínicos y sintetizado para fines prácticos como LAC.

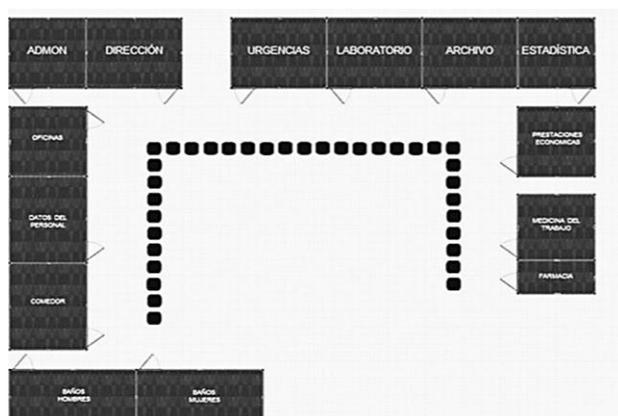


Figura 1 Distribución planta baja

El área de la planta baja es de aproximadamente 30 m², cuenta con dos locaciones para la toma de muestra, una recepción, oficina de jefatura, área de química sanguínea y hematología, área de copro y orina, área de inmunología y cultivos.

El horario de atención es de 7:00 a 8:00 hrs., aunque el servicio se presta hasta que el último derechohabiente es atendido, alrededor de las 9:00 am.

Cabe mencionar que para recibir el servicio de recepción, los pacientes comiencen a llegar desde las 6:30 hrs, por lo que se tiene un sistema de registro que permita mantener un orden en la fila, previo a la llegada de la recepcionista a las 7:00 hrs.

El servicio del LAC es de lunes a viernes, y la sala de espera para pacientes, comienza a llenarse desde antes de la 7:00 hrs. de tal forma que las 20 sillas resultan insuficientes para los más de 100 pacientes que esperan ingresar a realizarse una prueba clínica, por lo que es común que los pacientes esperen su turno de pie.

Como parte del análisis del servicio brindado por el Hospital, se diseñó y aplicó una encuesta a los derechohabientes para identificar su percepción del Servicio recibido por parte de la Institución, y establecer a partir de esta opinión, las diferentes problemáticas que se presentan al interior de la misma.

De los problemas identificados mediante la encuesta, el que presentó un mayor grado de insatisfacción por parte de la derechohabiencia fue el tiempo de espera para la prestación del Servicio del Laboratorio de Análisis Clínico.

Para tener datos que reflejen la situación actual de esta Área, y tener un valor de referencia, en cuanto identificar el tiempo razonable que un paciente debe esperar a recibir el servicio de atención, se hizo un estudio de manera simultánea en las instalaciones de área de espera de laboratorio de otra Institución del sector salud de esta misma ciudad, la cual es la clínica que brinda seguridad social a los trabajadores del Estado de Sonora; el resultado de la encuesta de opinión en este organismo concluyó que el 84% de los derechohabientes encuestados se dijo satisfecho del tiempo espera, el cual es de 14 minutos en promedio desde que se arriba a la Sala, hasta que se ingresa la Toma de muestra. (Ver Anexos 1)

Es importante señalar que el número de derechohabientes que se atiende por día en ambas instituciones, específicamente en el servicio de Análisis Clínico de Laboratorio, es diferente en cantidad, ya que para el hospital de trabajadores de estado de Sonora, el promedio de atención diaria es de 40 pacientes, para el Hospital bajo estudio es de 130 aproximadamente; es decir, 70% más de pacientes.

Después de haber analizado la percepción de los pacientes y el tiempo de atención, se procedió a realizar el estudio de tiempo de espera en el Hospital bajo estudio, dando como resultado un tiempo promedio de espera de 42 minutos en promedio por paciente, desde que ingresa a hacer fila hasta que recibe el servicio por el laboratorista; es decir, 66% más lento que el otro hospital, donde el tiempo promedio es de 14 minutos, esta proporción tiene similitud con la pacientes atendidos de 40 versus 130 en promedio, aun así, debe la institución tener estrategias para no tener tiempos de espera mayores a los 20 minutos, cantidad que la derechohabencia ha establecido en la encuesta como el tiempo de espera máximo permisible.

Definición del problema

Con la información anterior, se puede establecer que la problemática es el tiempo de espera para los pacientes que reciben servicio en el Laboratorio de Análisis Clínicos en el Hospital de la Cd. de Guaymas Sonora, el cual es en promedio de 42 minutos, valor 100% mayor a los 20 minutos que la Derechohabencia ha establecido como la máxima permisible. Además, otras instituciones tienen tiempos cercanos a los 14 minutos, por lo que el tiempo actual en el IMSS representa un problema grave que debe ser atendido.

En la figura 2, se observa la fila que se genera a partir de las 6:30 hrs. en el área de recepción, donde una persona registra a partir de las 7:00 hrs. los datos de los pacientes que entregaran muestra para análisis, los cuales ingresan en el orden de llega, es decir, primeros en llegar primeros en ser atendidos, al laboratorio de análisis clínicos a partir de las 7:10 hrs.



Figura 2 Área de espera en recepción

En consecuencia, se establece la siguiente pregunta de investigación, ¿Cuál debe ser la estrategia y técnica del servicio que permita mantener tiempos de espera menores a veinte minutos?

Objetivo

Evaluar el servicio en el Área de Recepción de Laboratorio de un Hospital, mediante la simulación como herramienta de análisis y el rediseño de métodos de trabajo, para mantener un tiempo de atención menor a los veinte minutos.

Los resultados que se obtengan a partir de este estudio, usando un simulador, para analizar las líneas de espera el Área de Recepción de Laboratorio Clínico, ofrecerá una base sólida para establecer una propuesta de mejora operacional, que ayude en la toma de decisiones a directivos o personal Administrativo de la institución local.

Metodología

La presente investigación corresponde a la ingeniería aplicada, es una investigación de campo realizada en un Hospital, con datos correspondientes al periodo de enero a febrero de 2016.

La metodología utilizada combina los procedimientos de la simulación de procesos (Harrel, 2003) para el análisis del sistema y la simplificación de métodos de trabajo (García, 2005) para la propuesta de mejora.

Sujeto de estudio

El Sistema a analizar es el Área de Recepción de Laboratorio de Análisis Clínicos para la derechohabencia de esta institución de salud. En esta área trabaja una recepcionista, y tres químicos.

Materiales

Los materiales utilizados para la presente investigación son: Encuesta de opinión sobre servicio de atención a la derechohabencia en el área de recepción de laboratorio.

Software de Simulación PROMODEL para la modelación del sistema. Software Stat: Fit para el análisis estadístico de los tiempos de llegada y de servicio. Procesador de texto y hoja de calculo electrónica.

Procedimiento

Los pasos del procedimiento descritos de forma general son:

Seleccionar el trabajo a mejorar

Registrar los detalles del Trabajo

Realizar diagrama de flujo del proceso

Realizar diagrama de recorrido del derechohabiente

Identificar las Variables relevantes del Sistema

Analizar los detalles del trabajo

Definir objetivo, alcance y requerimientos de la simulación

Construir el Modelo

Validar el Modelo

Definir diferentes escenarios de simulación

Evaluar los escenarios de funcionamiento

Elaborar propuesta de implementación

Diseñar el Plan de procedimiento de Trabajo

Elaborar la propuesta de adiestramiento a los empleados

Resultados y discusión

Seleccionar el trabajo a mejorar

Se diseñó un cuestionario que se aplicó a 300 derechohabientes, a través de un muestreo no probabilístico por conveniencia, en los comentarios del instrumento se mencionó sobre los tiempos de espera antes de ser atendidos por la recepcionista del área de laboratorio de análisis clínicos, se externaba también que los tiempos promedio de espera era de 42 minutos antes de ser atendidos por el laboratorista. En la tabla 1 se observa la distribución de los tiempos actuales de espera en recepción.

Tiempo de espera (min.)	Cantidad de derechohabientes	Porcentaje
< 19	10	3.35%
20-29	32	10.6%
30-39	62	20.6%
40-50	110	36.6%
>50	86	28.6%
Suma	300	100%

Tabla 1 Tiempo aproximado de espera en recepción

Con los datos de al tabla 1, se determinó el tiempo promedio de espera, los cuales en ocasiones pueden ser mayores a los 60 minutos.

Registrar los detalles del Trabajo

Se acudió al área bajo estudio y se observó el comportamiento del sistema, in situ y se realizó un diagrama de flujo del proceso, diagrama de recorrido del derechohabiente para analizar el comportamiento del proceso.

Se registraron los tiempos de atención en recepción, toma de muestra, los tiempos de arribo de los derechohabientes a la sala de espera y los tiempos promedio en la fila.

Realizar diagrama de flujo del proceso

Se establecen los tiempos promedio de espera durante el proceso, a partir de la observación directa y los datos colectados durante las tomas de muestras del sistema.

A partir de la observación realizada, se identificó que la jornada laboral empieza normalmente a partir de las 7am, que de hecho es parte del problema, ya que al momento de iniciar dicha jornada, la fila de espera ya está constituida por un sistema de trabajo establecido con anterioridad que ordena la espera.

El problema se genera al no respetar el orden inicial, lo que ocasiona conflictos entre la derechohabiente y situaciones de espera injusta.

Previamente la orden de servicios, tiene una cita programada por sistema, para realización de los estudios de gabinete de laboratorio, el cual no se respeta por el sistema de atención de ordenamiento antes descrito.

La recepcionista de laboratorio llega cotidianamente después de la hora de inicio, aproximadamente 5 minutos, lo que alarga la espera de atención al inicio de la jornada, adicionalmente hay que hacer una espera para que el software de atención a la derechohabiente inicie, y pueda proceder con la recepción de la solicitud de servicio y la toma de muestra de laboratorio. En la figura 2 se observa el diagrama de flujo de proceso.

Ubicación: Área de Recepción de Laboratorio		Resumen			
Actividad: Análisis clínicos de laboratorio		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorro
Fecha: 27/01/16		Operación	2		
Operador: Recepcionista y Laboratorio.	Analista: Q.B. Miguel Angel Hernández Valenzuela	Transporte	3		
Marque el método y tipo apropiado		Demora	1		
Método: Actual Propuesto		Inspección	0		
Tipo: Obrero Material (Cliente) Máquina		Almacenaje	0		
Comentarios: Es posible realizar cambios en los procesos.		Tiempo(min)	37min+40s		
		Distancia(M)	22M		
		Costo	-----		
Descripción de la actividad	Símbolo	Tiempo	Distancia (M)	Método recomendado	
Llegada del cliente a la Sala de Espera	○ → □	20s	15M		
Espera ser atendido	○ → ●	35m40s	3M		
Atendido por Recepcionista	● → □	42s	0M		
Entra a Laboratorio	○ → □	5s	2M		
Toma de muestras por Químico	● → □	50s	0M		
Abandona Servicios de Lab.	○ → □	5s	2M		

Figura 3 Diagrama de flujo de proceso

El tiempo de atención de la recepción de laboratorio, más el tiempo atención en la toma de muestra, se registran y se analizan para el estudio.

Las tablas de excel elaboradas a partir de los muestreos realizados durante el mes de Enero, Febrero del año en curso, se presentan como anexos en esta investigación.

Realizar diagrama de recorrido del derechohabiente

En la figura 4, se muestra el recorrido que hace el derechohabiente dentro de las instalaciones, desde la entrada del Hospital recorre aproximadamente 25 metros para llegar a la fila de espera del área de recepción de laboratorio, donde se encuentra el sistema de ordenamiento de esta, establecido con anterioridad, y el cual combinado con una sala de espera de no mayor a 20 espacios, culmina por no generar “cola aparente”.

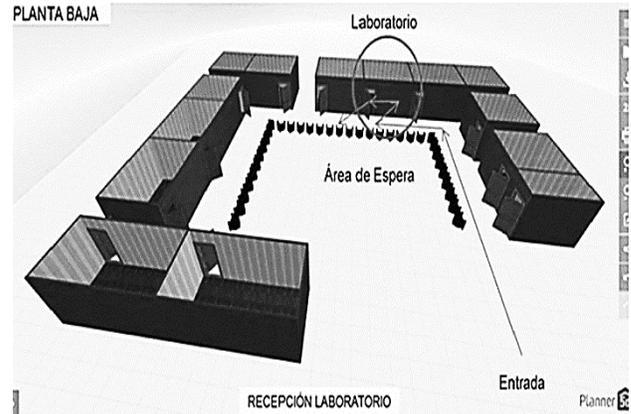


Figura 4 Diagrama de recorrido del derechohabiente

Identificar las Variables relevantes del Sistema

La primera variable de interés es la del tiempo entre llegadas de los derechohabientes, para esto se registró el tiempo de cada uno de los pacientes durante el tiempo de servicio en el área análisis clínicos desde el primer paciente en llegar hasta el último durante la jornada laboral, un día de la semana, seleccionado al azar, durante las 4 semanas del mes de enero. En el anexo 2 se presentan tiempos de arribos a sala de espera. En la figura 5 se observa el análisis estadístico en Stat:Fit de los tiempos de llegada.

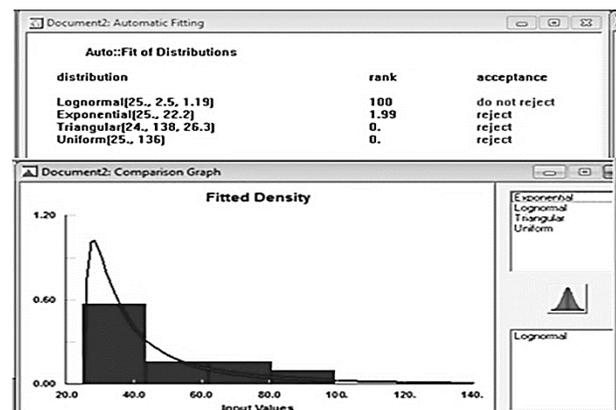


Figura 5 Distribución de probabilidad de llegadas

Se observa en la figura 5, que la distribución que más se ajusta a los datos es la logarítmica normal, la cual tiene un 100% de aceptación. Este resultado, corresponde a lo que el marco de referencia teórico establece como acertado, según (García, 2013). La estadística descriptiva es de un arribo con media de 47.21 segundos de cliente a cliente, con una desviación estándar de 22.40 segundos, y con una confiabilidad del 95%. La segunda variable es la del tiempo de atención de la recepcionista, para lo cual se recolectaron datos de 3 días, seleccionados aleatoriamente, durante el mes de Enero en el anexo 3 se observan estos tiempos. A partir de estos registros se tomaron 100 datos para identificar a través del software Stat:fit, el tipo de distribución, el resultado se observa en la figura 6.

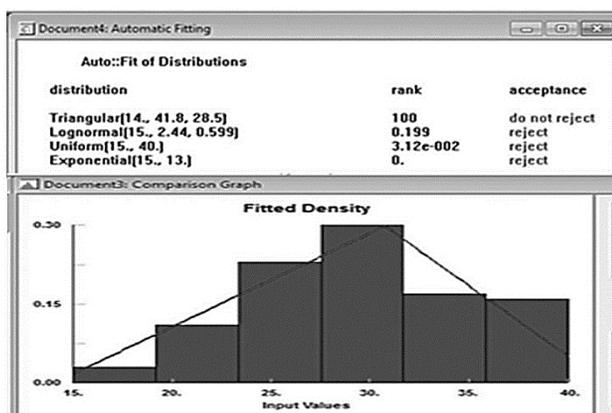


Figura 6 Distribución de probabilidad recepcionista

Se observa en la figura 7, que la distribución que más se adapta a los datos es la triangular con una estadística descriptiva de un mínimo de 15, moda 28 y un máximo de 40 segundos por cliente en el tiempo de atención, esto con una confiabilidad del 95%. Finalmente la última variable es la del tiempo de atención de los químicos, en el anexo 4. Los datos fueron recolectados el mismo día que se recolectaron los tiempos de atención de la recepcionista. En la figura 8, se observa el análisis para determinar el tipo de distribución en Stat:fit.

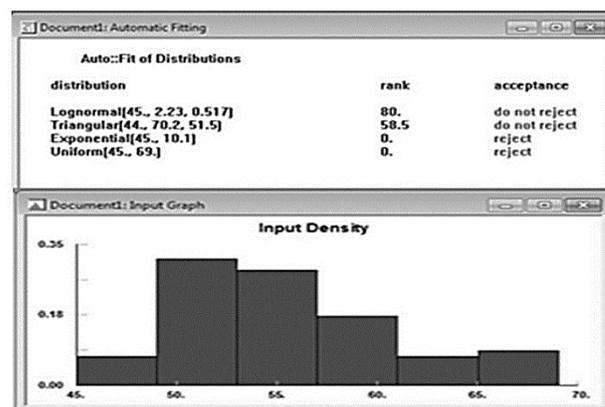


Figura 7 Distribución de probabilidad químicos

En la figura 7, se observa que la distribución de probabilidad que más se adapta a los datos es la logarítmica normal y triangular, la cual tiene un 80% y un 58.5% de aceptación respectivamente, con una estadística descriptiva de: promedio 55.1 segundos por cliente y desviación estándar de 5.54 segundos en el tiempo de atención por parte de un químico, esto con una confiabilidad el 95%. Otras variables importantes son la cantidad de clientes atendidos por día, durante el mes de Enero 2016, en la tabla 2 se enlistan los 20 días que se laboró.

134	126	132	129	133
135	134	130	134	127
130	131	127	136	128
135	127	133	128	130

Tabla 2 Pacientes atendidos por día

Analizar los detalles del trabajo

Para analizar el trabajo que se realiza, se respondieron las siguientes figuras:

1. ¿Se puede mejorar el sistema de atención a la derechohabencia, aplicando una metodología diferente a la ya existente?

Respuesta: Sí, es posible mejorar el sistema de atención a la derechohabiente, aplicando un diferente método de atención al ya existente, e incluso es altamente recomendable aplicar la mejora.

3. ¿Es recomendable utilizar un software de simulación para manufactura, para analizar el trabajo y establecer posibles escenarios de mejora?

Respuesta: Sí, es recomendable utilizar un software de simulación para manufactura, para analizar el trabajo y establecer los escenarios de mejora, al hacerlo, no solo se observan los escenarios de mejora, sino que también realiza una toma de decisión argumentada.

4. ¿El layout del área de recepción de laboratorio clínico requiere de adecuaciones para mejorar el trabajo realizado y por ende el sistema de atención prestado a la derechohabiente?

Respuesta: El layout del área de recepción de laboratorio clínico, sí requiere de adecuaciones para mejorar el trabajo realizado y por ende el sistema de atención prestado a la derechohabiente. Se observa fila de espera ordenada por sistema de turnos mediante ficha, antes de la llegada de la recepcionista, el cual toman de una caja donde están los números que indican el turno,

Definir objetivo, alcance y requerimientos de la simulación

Se usó la simulación como un medio de análisis del sistema. El objetivo de la simulación es crear un modelo que permita experimentar y definir si la cantidad de recepcionistas o químicos es la adecuada, o si los horarios de atención son los correctos, de tal forma que la atención y el tiempo de espera sea del agrado de la derechohabiente.

De acuerdo a lo propuesto por García (2005), se tuvo muy claro a partir de la encuesta a la derechohabiente, ¿Cuál era el trabajo a mejorar? y por ende, que proceso era susceptible a mejores posibilidades de solución.

El alcance de la simulación es solo concerniente al área de recepción y toma de muestras de laboratorio, y establecer las mejores condiciones que brinden el mejor servicio.

Los requerimientos base son: los tiempos entre llegadas, los tiempos de servicio, las locaciones, el proceso y los pacientes. Con estos elementos fue posible la construcción del modelo de simulación.

Construir el Modelo

En la figura 8 se observa el layout diseñado en PROMODEL del sistema de atención a derechohabientes en área de recepción de laboratorio clínicos; Anexo 5, se observa la programación del modelo en formato de texto, con los elementos base que se requieren en promodel, como son: locaciones, arribos, proceso, entidades, recursos.

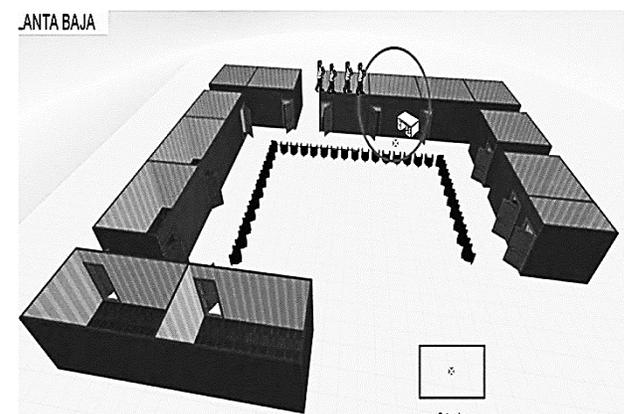


Figura 8 Distribución del sistema en PROMODEL

Validación del modelo

El modelo se validó mediante la variable de derechohabientes atendidos en el laboratorio del Hospital de Guaymas, en este caso para el mes de Enero de 2016, ya que fue el periodo durante el cual se tomaron las muestras; en dicho mes se laboró un total de 20 días y se atendieron 2,619 pacientes, según registros del hospital, equivalentes a 131 derechohabientes atendidos por día en promedio.

En la tabla 3, se muestra en la columna de Realidad los pacientes atendidos cada uno de los 20 días del mes.

Simulación	Realidad	Modelo
1	134	134
2	126	134
3	132	129
4	129	137
5	133	124
6	130	139
7	131	132
8	127	131
9	136	131
10	128	131
11	135	136
12	134	128
13	130	130
14	134	132
15	127	135
16	135	127
17	127	137
18	133	131
19	128	128
20	130	135
Mínimo	126	124
Máximo	136	139
Media	131	132.05
Des. Estándar	3.17	3.83

Tabla 3 Pacientes atendidos Realidad y Modelo

Después de que se ha corrido el modelo de simulación, e identificado a partir de la gráfica de la variable tiempo de espera en entrada, se determinó que un tiempo de warmup (ruido del sistema) de 10 minutos era suficiente para considerar el tiempo de desestabilización del modelo hasta alcanzar su estabilización, existe el problema de que las observaciones obtenidas en el experimento de simulación, generalmente, no son independientes. Por lo que se debe asegurar que la cantidad de simulaciones a realizar sean las suficientes.

Determinación del número de corridas

Con la media y la desviación estándar de los datos del modelo se procede a determinar si el número de corridas iniciales es suficiente, aplicando la fórmula recuperada de Devore (2008), se obtiene:

Número de observaciones requeridas

Para: $n < 30$

$$n = \left(\frac{St}{E\bar{X}} \right)^2 + 1 \quad (1)$$

Donde:

S=Desviación estándar de la muestra preliminar

E= Precisión deseada

t = Valor del parámetro t (t Student)

X = Tiempo promedio de la muestra preliminar

Usando la ecuación (1) (Devore, 2008) se sustituye con los datos del modelo de la tabla 3, con una confiabilidad de 95%, el valor de t con 20-1 grados de libertad es 1.729.

$$n = \frac{(3.83^2)(1.729^2)}{[(0.05)(132.05)]^2} + 1 = 2.0 \text{ observaciones}$$

El resultado es 2 observaciones, por lo que las 20 fueron suficientes.

Identificado el sistema que será modelado, es necesario utilizar pruebas estadísticas para la validación de un modelo de simulación. Para comprobar si el modelo es una representación aceptable del sistema real se utiliza lo siguiente.

Hipótesis sobre la varianza

$$H_0: V(\text{Modelo}) = V(\text{Real})$$

$$H_1: V(\text{Modelo}) \neq V(\text{Real})$$

$$V(\text{Real}) = 3.17^2$$

$$V(\text{Modelo}) = 4.04^2$$

$$F_{\text{Calculada}} = \frac{3.83^2}{3.17^2} = 1.4598 \quad (2)$$

$F_{\text{Calculada}}$ en la ecuación (2) es 1.4598, mientras que la $F_{\text{Tablas}(19,19)}$ es igual a 2.149 con α de 0.05, por ser menor la $F_{\text{Calculada}}$ se puede decir que las varianzas son iguales con un nivel de significancia del cinco por ciento.

Hipótesis sobre la media

El estadístico a utilizar, dado que la prueba de varianzas se acepta, es el correspondiente a varianzas iguales y poblacionalmente desconocidas, con media poblacional también desconocida y con muestras menores a 30 datos.

$$H_0: \mu_M = \mu_R$$

$$H_1: \mu_M \neq \mu_R$$

$$\mu(\text{modelo}) = 132$$

$$\mu(\text{real}) = 131$$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (3)$$

Sustituyendo en la ecuación (3) (Devore, 2008), los datos de la tabla 3, se obtiene:

$$t = \frac{132.04 - 131}{\left(\sqrt{\frac{20(14.6689) + 20(10.0489)}{(20 + 20) - 2}} \right) \sqrt{\left(\frac{1}{20} + \frac{1}{20} \right)}} = 0.9118$$

El estadístico que arroja la tabla t student con 95% de aceptación y grados de libertad de 40-2 = corresponde a 1.686, y el resultado de t arroja 0.9118 por lo cual se acepta la hipótesis nula y el sistema simulado es igual estadísticamente con el sistema real.

Definir diferentes escenarios de simulación

Las distintas opciones que se experimentan en el modelo ya validado son:

- Una recepcionista y máximo 140 pacientes atendidos.
- Dos recepcionistas y máximo 140 pacientes atendidos.
- Dos recepcionistas y máximo 150 pacientes atendidos, meta de la dirección del seguro.

Hay un escenario que no es considerado por cuestiones sindicales, como lo es la llegada anticipada de la recepcionista que por cuestiones sindicales no es posible que se ejecute, es decir llegue antes de las 7:00 am.

Evaluación de los escenarios de funcionamiento

El escenario que mejores datos muestra en cuanto a los tiempo de espera usando el software de promodel, es el de dos secretarias y 140 pacientes atendidos, el cual genera un tiempo de espera de derechohabientes de 46 minutos promedio, con una espera inicial programada de 30 minutos, es decir la espera programada es el tiempo máximo que puede presentarse si un paciente llega a las 6:30 hrs. dado que la jornada laboral inicia formalmente a las 7:30 hrs.; es decir el tiempo promedio real de espera, es de solo 16 minutos, el cual esta por debajo de la meta establecida al inicio de la investigación.

Los resultados muestran una reducción de un 61% en el tiempo de espera y no modifican el servicio que brinda los químicos que toman las muestras.

Propuesta de implementación

Se propone una secretaria más para el área de recepción de laboratorio del Hospital de Guaymas, Sonora.

La implementación de dicha propuesta no implicaría contratar una nueva secretaria para el área de recepción, solo ajustar el modelo de atención a dos secretarias por el tiempo que dure la toma de muestra y cambiar a una secretaria de un área menos utilizada a la de recepción en laboratorio, o bien apoyar a recepción con una secretaria de un turno distinto, ajustando su entrada al horario de toma de muestras de laboratorio, para posteriormente incorporarse a su turno habitual de trabajo, con la reducción lógica del tiempo prestado a dicho apoyo; en ambos casos con el respectivo entrenamiento para recepción de laboratorio, que se estima en una semana promedio.

Plan de procedimiento de trabajo

El plan de trabajo es que ya entrenado el personal de apoyo a recepción de laboratorio, se instala el servicio a partir del día lunes posterior a finalizado el entrenamiento, iniciando actividades a las 7:00am, y empezar la jornada laboral con 2 secretarias de recepción, las cuales se alternarían la atención prestada a la derechohabencia con el fin de depurar con mayor agilidad la fila de espera que puede existir por pacientes que llegan antes de las 7:00 hrs.

Una vez concluido el proceso de toma de muestras, es decir las 9:00 hrs., la secretaria adicional se incorporaría a una asignación distinta al departamento de recepción, si así, le es conveniente a la institución y solo se incorporaría nuevamente a la rutina de toma de muestra al día posterior.

Propuesta de adiestramiento a los empleados

El adiestramiento es fundamental en esta situación, por lo que se propone un adiestramiento previo de una semana, a la implementación del nuevo método de trabajo, con el fin de mejorar la fluidez, al alternar la atención a la derechohabencia durante el proceso de recepción, además de dar oportunidad a la nueva secretaria recepcionista de aprender las claves de los estudios analíticos y conocer el software respectivo.

Anexos

Anexo 3 Tiempo de servicio de recepcionista

Anexo1 Encuesta de opinión derechohabiente

Encuesta de Opinión Instituto Tecnológico de Sonora Campus Guaymas, Derechohabiente de Hospital Regional de Zona #4 del IMSS.					
I. ¿De qué Calidad es el Servicio prestado a la Derechohabiente del Hospital Regional de Zona #4 del IMSS?					
	1	2	3	4	5
1. De pobre Calidad	14				
2. De muy pobre Calidad		18			
3. Buena Calidad			72		
4. Muy buena Calidad				36	
5. De alta Calidad					10
II. ¿Para usted es de gran utilidad los Servicios prestados por el Hospital Regional de Zona #4 del IMSS?					
	1	2	3	4	5
1. Totalmente en desacuerdo	19				
2. En desacuerdo		11			
3. Indiferente			9		
4. De acuerdo				25	
5. Totalmente de acuerdo					96
III. ¿El Tiempo de Atención de los diferentes Servicios que presta a la Derechohabiente el Hospital Regional de Zona #4 del IMSS, le parece excesivo?					
	1	2	3	4	5
1. Totalmente en desacuerdo	8				
2. En desacuerdo		27			
3. No sabe, No conoce			7		
4. De acuerdo				45	
5. Totalmente de acuerdo					63
IV. ¿La Atención prestada por el Área de Recepción de Laboratorio del Hospital Regional de Zona #4 del IMSS, fue la esperada?					
	1	2	3	4	5
1. Muy incatisfecho	6				
2. Incatisfecho		13			
3. Medio			17		
4. Satisfecho				85	
5. Muy satisfecho.					29
V. ¿En promedio cuánto Tiempo fue esperado en ser atendido por el Servicio de Recepción de Laboratorio del Hospital Regional de Zona #4 del IMSS?					
	1	2	3	4	5
1. Menor a 20min.	5				
2. 20min.		16			
3. 21 - 40min.			31		
4. 41 - 60min.				95	
5. Mayor a 60min.					43

Tiempo de atención de recepcionista			
30	25	32	24
20	43	21	23
29	20	25	20
23	19	20	25
25	26	25	24
33	18	18	29
49	25	32	25
20	17	21	20
15	27	21	18
25	22	23	22
22	28	19	23
30	20	29	20
20	15	20	20
30	31	16	24
39	28	22	26
22	22	25	29
17	18	20	30
17	25	25	28
23	11	21	15
25	27	20	23
20	23	20	25
14	30	25	21
33	43	28	30
17	30	30	42
35	29	25	21

Anexo 2 Tiempo de arribo del derechohabiente

25	37	30	77
26	37	30	77
27	40	31	77
27	41	31	78
27	42	31	78
27	42	31	78
27	42	32	79
27	45	32	81
27	45	32	81
28	46	32	82
28	46	32	83
28	47	33	84
28	47	33	84
28	48	33	85
28	50	34	87
28	51	34	87
28	52	34	89
28	52	35	136
28	55	29	62
28	55	29	63
29	56	29	64
29	60	29	73
29	60	29	74
29	62	30	74
30	76	30	75

Anexo 4 Tiempo de servicio de químicos

Tiempo de muestra por químicos			
Pacientes	Toma de muestra	Pacientes	Toma de muestra
1	62	36	50
2	50	37	55
3	52	38	60
4	55	39	55
5	60	40	60
6	60	41	52
7	55	42	54
8	65	43	55
9	45	44	59
10	55	45	58
11	60	46	55
12	54	47	54
13	55	48	55
14	51	49	56
15	65	50	58
16	50	51	54
17	51	52	54
18	60	53	55
19	61	54	57
20	64	55	52
21	52	56	51
22	45	57	52
23	60	58	55
24	49	59	49
25	45	60	48
26	65	61	69
27	50	62	52
28	55	63	51
29	63	64	53
30	50	65	49
31	50	66	51
32	60	67	54
33	50	68	48
34	65	69	67
35	49	70	62

Anexo 5 Sintaxis del modelo en PROMODEL

```

=====
*
* Formatted Listing of Model:
* C:\Users\piter\Desktop\Tesis\Tesis Miguel Hernandez\Tesis Miguel\Tesis Miguel_MOD *
=====
Time Units: Seconds
Distance Units: Meters

=====
* Locations
=====
Name Cap Units Stats Rules Cost
-----
Reception 1 1 Time Series Oldest.
Quinico 1 4 Time Series Oldest. : By turn
Quinico.1 1 1 Time Series Oldest.
Quinico.2 1 1 Time Series Oldest.
Quinico.3 1 1 Time Series Oldest.
Quinico.4 1 1 Time Series Oldest.
Entrada inf 1 Time Series Oldest.
Espera INFINITE 1 Time Series Oldest. FIFO.

=====
* Entities
=====
Name Speed (m/s) Stats Cost
-----
Derechohabiente 50 Time Series
Derechohabiente_atendido 50 Time Series

=====
* Resources
=====
Name Units Stats Res Est Search Search Path Motion Cost
-----
Recepcionista 1 By Unit Least Used Oldest Empty: 50 mpm Full: 50 mpm

=====
* Usage limits for Resources
=====
Res Frequency First Time Priority Node List Logic
-----
Recepcionista 3 hr 0 999 UNIT 30 min

=====
* Processing
=====
Entity Location Operation Blk Output Routing Destination Rule Move Logic
-----
Derechohabiente Entrada 1 Derechohabiente Espera FIRST 1 MOVE FOR .3
Derechohabiente Espera 1 Derechohabiente Reception FIRST 1 MOVE FOR .1
Derechohabiente Reception GET 1 Recepcionista
UNIT 1(15,28,40)sec
FREE 1 Recepcionista
Derechohabiente Quinico UNIT 1(40,50,70) sec 1 Derechohabiente Quinico FIRST 1 MOVE FOR .1
Derechohabiente_atendido EXIT 1 Derechohabiente_atendido EXIT FIRST 1

=====
* Results
=====
Entity Location Qty Each First Time Occurrences Frequency Logic
-----
Derechohabiente Entrada 1 1 140 1(45.21, 36.79) SEC

=====
* External Files
=====
ID Type File Name Prompt
-----
File General Read UNKNOWN.XXX
    
```

En base a los resultados anteriores, y después de implementar la propuesta, el servicio brindado por este Hospital en el área de Laboratorio de análisis clínicos, mejoró notablemente, ya que los derechohabientes externaban que el tiempo de espera era lo que más los molestaba, ya que en ocasiones podía tomarles una hora desde su llegada hasta recibir el servicio, con la propuesta los tiempo promedio de servicio son de 16 minutos por paciente, con un intervalo de confianza para la media de 6 a 26 minutos, y una confiabilidad del 95%.

Entre las principales recomendaciones que se realizan a la empresa son: 1) Establecer un sistema de revisión periódica del servicio que reciben los derechohabientes, que incluya no a otras áreas del Hospital, 2) Capacitar al personal medico y de apoyo sobre la calidad en el servicio, para que la opinión que tiene el derechohabiente mejore, 3) Realizar otros estudios como este, de tal manera que las propuestas sean objetivas y basadas en datos estadísticos y no meramente en la experiencia de los tomadores de decisiones.

Agradecimientos

Para la realización de esta investigación, se agradece al Hospital Regional de Guaymas, las facilidades brindadas y se hace un reconocimiento de su compromiso por la mejora continua.

Conclusiones y recomendaciones

El objetivo de Evaluar el servicio en el Área de Recepción de Laboratorio de un Hospital, mediante la simulación como herramienta de análisis y el rediseño de métodos de trabajo, para mantener un tiempo de atención menor a los veinte minutos. Se cumplió satisfactoriamente, se generó una propuesta que permite reducir a tiempos de espera menores a veinte minutos y sin generar un costo mayor para la institución.

Referencias

Ayala, M. (2007). Análisis y Aplicación de la Teoría de Colas en un Centro Médico de Consulta Externa. Tesis (Magister de Ingeniería). México D.F. Universidad Nacional Autónoma de México.

Devore, J. (2008). Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. México D.F. CENGAGE Learning Editores S.A. de C.V.

Estridge, B. & Reymolds, A. (2012). Basic clinical laboratory techniques. Clifton Park, New York USA: Dekmar Cengage Learning.

HERNÁNDEZ, Miguel, MORALES, Juan, ÁLVAREZ, Claudia y OLACHEA, Luis. Disminución del tiempo de servicio en el área de análisis clínicos de un hospital, usando modelos de líneas de espera. Revista Administración y Finanzas. 2016

García, R. (2005). Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo. México. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A.

García, E. García, H. & Cárdenas, L. (2013). Simulación y análisis de sistemas con ProModel 2ª edición. México. Pearson Educación.

Gurtner, S. & Soyez, K. (2015). Challenges and Opportunities in Health care Management. Switzerland. Springer International Publishing.

Harrel, C. Ghosh, B. & Bowden, R. (2003). Simulation USING PROMODEL Second edition. New York. McGraw-Hill Higher Education.

Health & Care. (2014). Incomel International Group. Recuperado de: http://www.incomelgroup.com/divisions.html#H_C

Navarrete, S.; Gómez, A.; Riebeling C.; López, G.; Nava, A.(2013). La investigación sobre calidad de la atención en el Instituto Mexicano del Seguro Social. Estudio bibliométrico. Recuperado de: <http://www.pwc.com/mx/es/industrias/archivo/2013-08-retos-sistema-opciones.pdf>