



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Esta obra ha sido publicada bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú.

Para ver una copia de dicha licencia, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE ADMISIÓN EN UNA EMPRESA PRIVADA QUE BRINDA SERVICIOS DE SALUD AMBULATORIOS

Tesis para optar el Título de Ingeniera Industrial, que presenta la bachiller:

Pamela Wong Zevallos

ASESORES: **Walter Silva Sotillo**
Fernando Noriega Bardalez

Lima, junio de 2009

RESUMEN

El presente estudio analiza los procesos de admisión y pago de una entidad de salud con la finalidad de brindar una solución que eleve el nivel de satisfacción de los clientes.

En dicho análisis se realizó un estudio de tiempos para obtener información estadística del comportamiento de la llegada de los clientes y de los tiempos de espera en cola. El tiempo de permanencia total en el sistema de admisión y pago resultó ser 62 minutos.

Por otro lado se analizó el comportamiento de la demanda de las especialidades ofrecidas, calculando la cantidad de consultas atendidas por cada una de ellas.

El diagnóstico del análisis, señala que los tiempos de espera en la cola de admisión y pago son excesivos. Así pues, se plantea una propuesta de mejora que establece la implementación de una central de atención telefónica para la reserva de citas y un sistema de prioridades para la atención presencial.

Esta mejora fue plasmada en un modelo de simulación en el *software* Arena, obteniendo un menor tiempo de permanencia total en el sistema de admisión y pago. Además se optimizó el uso de los recursos actuales reduciendo el costo promedio de atención por cliente.









Dedicada a mi familia, en especial a mis padres.
Y un agradecimiento especial a Juan Pablo y a mis asesores.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	2
1.1 Conceptos Aplicados	2
1.1.1 Tamaño de muestra	2
1.1.2. Prueba de hipótesis	3
1.1.3. Prueba de bondad de ajuste	3
1.1.4. Proceso Poisson	4
1.2 Estudio del Trabajo	5
1.2.1 Estudio de tiempos	6
1.2.2. Diagrama de flujo	7
1.3 Gestión de Colas	8
1.3.1 Definición de cola	8
1.3.2 Tipos de Cola	8
1.4 Simulación de Sistemas	9
1.4.1. Etapas de la Simulación	9
1.4.2. Simulación con el Software ARENA	12

CAPÍTULO 2.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	14
2.1	Reseña histórica de la Empresa	14
2.2	Descripción de la Empresa	15
2.2.1.	Organización Funcional	16
2.2.2	Área de Admisión y Caja	17
2.2.2.1	Proceso Principal	17
2.2.2.1.1	Admisión	21
2.2.2.1.2	Caja	24
2.3.	Especialidades médicas	26
2.4.	Infraestructura	31
2.4.1.	Distribución de planta	31
CAPÍTULO 3.	VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO ACTUAL	32
3.1.	Componentes del modelo	32
3.1.1.	Entidades	32
3.1.2.	Atributos	32
3.1.3.	Recursos	33
3.1.4.	Horarios	33
3.1.5.	Colas	34
3.1.6.	Estaciones	34
3.1.7.	Contadores	35

3.2. Descripción del modelo	35
3.2.1. Abandonos del modelo actual	38
3.2.2. Proceso de Atención en Admisión	42
3.2.3. Proceso de Atención en Caja	43
3.3. Validación del Modelo	48
3.3.1. Cálculo del número de réplicas	48
3.3.2 Resultados de la validación	49
CAPÍTULO 4. PROPUESTA DE MEJORA	51
4.1. Central telefónica	51
4.1.1. Descripción de la Propuesta.	51
4.1.2. Objetivos de la Propuesta.	51
4.1.3. Proceso propuesto para la reserva de consultas	52
4.1.4. Dimensionamiento de la Central Telefónica	53
4.1.4.1. Duración promedio de la llamada	53
4.1.4.2. Frecuencia de las llamadas	55
4.1.4.3. Cálculo de la demanda	55
4.1.4.3.1. Escenario Optimista	57
4.1.4.3.2. Escenario Conservador	57
4.2. Sistema de prioridades	59
4.2.1. Descripción de la propuesta	59

4.2.2. Objetivos de la propuesta	59
4.2.3. Parámetros considerados	59
4.2.3.1. Horario de la consulta	59
4.2.3.2. Especialidad	60
4.2.4. Construcción del modelo mejorado	61
CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	71
5.1. Resultados de la corrida del modelo mejorado	71
5.2. Reducción del costo promedio por cliente	72
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
6.1. Conclusiones	75
6.2. Recomendaciones	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Elementos de una prueba de hipótesis	3
Tabla 1.2 Tipos de Cola	9
Tabla 2.1 Clasificación Internacional de la Empresa	15
Tabla 2.2 Tasa diaria de llegada de clientes	19
Tabla 2.3 Prueba de Ji-Cuadrado	22
Tabla 2.4 Valores de X (media) y S (desviación) responsables de admisión	23
Tabla 2.5 Parámetros de la estadística de contraste de admisión	23
Tabla 2.6 Prueba de Ji-Cuadrado para las ventanillas de caja	24
Tabla 2.7 Valores de X (media) y S (desviación) de cada caja	25
Tabla 2.8 Parámetros de la estadística de contraste de caja	25
Tabla 2.9 Demanda mensual de consultas	27
Tabla 2.10 Captación de consultas por especialidad	30
Tabla 2.11 Variaciones en la demanda anual de las especialidades	30
Tabla 3.1 Atributos del modelo actual	33
Tabla 3.2 Contenido de los bloques create	37
Tabla 3.3 Funcionalidad de los bloques aplicados en el modelo	46
Tabla 3.4 Funcionalidad de los elementos aplicados en el modelo	47
Tabla 3.5 Valores de “h” del modelo actual	48
Tabla 3.6 Resultados estadísticos del modelo actual	49
Tabla 3.7 Validación del modelo	50

Tabla 4.1 Duración promedio de la llamada para la reserva de una consulta	54
Tabla 4.2 Distribución diaria de las llamadas	55
Tabla 4.3 Principales especialidades a nivel de captación de consultas	56
Tabla 4.4 Escenario Optimista	57
Tabla 4.5 Escenario Conservador	57
Tabla 4.6 Recursos Requeridos para el escenario conservador	58
Tabla 4.7 Recursos Requeridos para el escenario optimista	58
Tabla 4.8 Tipos de Clientes	60
Tabla 4.9 Agrupación de especialidades para clientes tipo 1	60
Tabla 4.10 Agrupación de especialidades para clientes tipo 3	61
Tabla 4.11 Valores de las medias para el escenario optimista	62
Tabla 4.12 Valores de las medias para el escenario conservador	62
Tabla 4.13 Proporción de clientes tipo 1 y 2	63
Tabla 4.14 Especialidades por tipo de cliente	64
Tabla 4.15 Condiciones por tipo de cola y cliente	66
Tabla 4.16 Formato de encuesta de abandono	68
Tabla 4.17 Resultados de encuesta de abandono	68
Tabla 4.18 Condiciones de abandono	69
Tabla 5.1 Resultados estadísticos del modelo mejorado	71
Tabla 5.2 Costos mensuales del área actual	72
Tabla 5.3 Costos por cliente situación actual	72

Tabla 5.4 Costos por cliente situación propuesta	73
Tabla 5.5 Ahorro mensual	74



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Tiempo total de operación	6
Figura 2.1 Organigrama de la Empresa	16
Figura 2.2 Proceso actual de admisión y pago	20
Figura 2.3 Demanda anual de consultas	26
Figura 2.4 Diagrama de Pareto de consultas	28
Figura 2.5 Principales especialidades a nivel de captación de consultas	29
Figura 2.6 Distribución de Planta de Admisión y Caja	31
Figura 3.1 Representación de la llegada de las entidades	36
Figura 3.2 Definición de la tasa de abandono	40
Figura 3.3 Abandono o permanencia en el sistema	40
Figura 3.4 Condición de asignación del recurso admisión	41
Figura 3.5 Segmento del modelo de espera en Admisión	42
Figura 3.6 Liberación del recurso Admisión	43
Figura 3.7 Atención en admisión	43
Figura 3.8 Segmento de espera en Caja	44
Figura 3.9 Proceso de atención en caja	45
Figura 4.1 Proceso propuesto para reserva de consultas	52
Figura 4.2 Primera etapa del modelo mejorado en Arena	64
Figura 4.3 Segunda etapa del modelo mejorado en Arena	65
Figura 4.4 Tercera etapa del modelo mejorado en Arena	67
Figura 4.5 Etapa de abandono en Arena	69
Figura 4.6 Cuarta etapa del modelo mejorado en Arena	70
Figura 4.7 Quinta etapa del modelo mejorado en Arena	70

INTRODUCCIÓN

El primer capítulo contiene conceptos teóricos, aspectos generales del sistema en estudio y aquellas herramientas a ser utilizadas en el transcurso de la investigación.

El segundo capítulo enmarca los puntos que abarcará el estudio. Describe el proceso de admisión y pago de la Empresa en base a su funcionamiento actual, así como cada una de las variables involucradas. Obteniendo información estadística acerca de los tiempos de espera en cola y del comportamiento de la demanda las especialidades.

El tercer capítulo describe la construcción del modelo de simulación de la situación actual en el software Arena y valida los resultados obtenidos de la simulación con los resultados obtenidos del estudio de tiempos reales.

El cuarto capítulo presenta la propuesta de mejora con sus correspondientes objetivos. Describe el nuevo planteamiento del proceso de admisión y pago y los recursos que requiere dicha mejora. Dicha propuesta es plasmada en un modelo de simulación.

El quinto capítulo evalúa la propuesta de mejora cuantitativa y cualitativamente comparándola con la situación actual de la Empresa.

Finalmente se dan las conclusiones y recomendaciones del presente estudio.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1 Conceptos Aplicados

En este acápite se describen los principales conceptos y herramientas utilizados en esta investigación.

1.1.1 Tamaño de muestra

Según Mendenhall y Sincich (1997), para una población infinita se requiere definir un tamaño de muestra con el cual trabajar. Esta muestra representa una porción de la población total sujeta a estudio y se calcula de la siguiente forma:

$$n = \frac{\sigma \left(Z_{1-\frac{\alpha}{2}} \right)^2}{d^2} \quad (1.1)$$

Donde:

n = tamaño de muestra que se desea calcular.

σ = desviación estándar de la muestra.

Z = nivel de confianza.

d = porcentaje de error permisible.

1.1.2. Prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis sirve para tomar decisiones acerca de los parámetros. Está compuesta por los elementos mostrados en la tabla 1.1

Tabla 1.1 Tabla de elementos de una prueba de hipótesis

Elemento	Descripción
Hipótesis Nula (H0)	Hipótesis acerca de uno o más parámetros de la población
Hipótesis Alternativa (Ha)	Hipótesis alternativa en caso de rechazar la hipótesis nula
Estadística de Prueba	la decisión de rechazar o no la hipótesis nula y se calcula a partir de datos de la muestra
Región de Rechazo	indica los valores de la estadística de prueba que implicarán el rechazo de la hipótesis nula
Nivel de significancia (p)	Es la probabilidad (suponiendo que H0 es verdadera) de observar un valor de la estadística de prueba que contradice la hipótesis nula y apoya la hipótesis alternativa, en por lo menos el mismo grado que lo hace el que se calcula a partir de los datos de la muestra
Error tipo I	Rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera y se denota por el símbolo alfa
Error tipo II	Aceptar la hipótesis nula cuando esta es falsa y se denota por el símbolo beta

Fuente: Mendenhall y Sincich (1997); Elaboración Propia

1.1.3. Prueba de bondad de ajuste

Se aplica la prueba de bondad de ajuste, también conocida como prueba de Ji-Cuadrado:

$H_0 \rightarrow$ Hipótesis Nula

$H_1 \rightarrow H_0$ es falso

Para ello se emplea la siguiente fórmula de sumatoria de cuadrados, el resultado obtenido será comparado con el parámetro X^2 .

$$X^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (o_i - e_i)^2}{e_i} \rightarrow X^2 (k - 1) \quad (1.2)$$

1.1.4. Proceso Poisson

Según Banks (2001), algunos eventos aleatorios, como la llegada de clientes a un hospital, se pueden describir mediante una función contable $N(t)$ definida para todo $t \geq 0$. Esta función representa el número de eventos que ocurren en un intervalo $[0, t]$.

El tiempo cero es el punto en el cual la observación empieza independientemente de que ocurra una llegada en dicho momento o no.

Para cada intervalo $[0, t]$ el valor de $N(t)$ es una observación de una variable aleatoria donde solo son posibles valores enteros para $N(t)$.

El proceso continuo $\{N(t), t \geq 0\}$ se denomina proceso Poisson con media λ . Asumiendo los siguientes supuestos:

- Una única llegada para un instante de tiempo determinado.
- La distribución de las llegadas entre el instante de tiempo t y $t + s$ dependerá del valor de s y no del punto inicial t .
- Las llegadas son independientes.

Si se cumple con los tres supuestos, se puede mostrar que la probabilidad de que $N(t)$ sea igual a n está dada por:

$$P[N(t) = n] = e^{-\lambda t} (\lambda t)^n / n! \text{ para } t \geq 0 \text{ y } n = 0, 1, 2, \dots$$

La media y la varianza están dadas por:

$$E[N(t)] = \alpha = \lambda t$$

$$V[N(t)] = \alpha = \lambda t$$

Considerando que un primer arribo ocurre en el tiempo A_1 , el segundo en el $A_1 + A_2$ y así sucesivamente desde que ocurre el primer arribo después del tiempo t si y solo si no hay arribos en $[0, t]$ es visto que:

$$P(A_1 > t) = P[N(t) = 0] = e^{-\lambda t}$$

La probabilidad de que se dé el primer arribo está dada por:

$$P(A_1 \geq t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

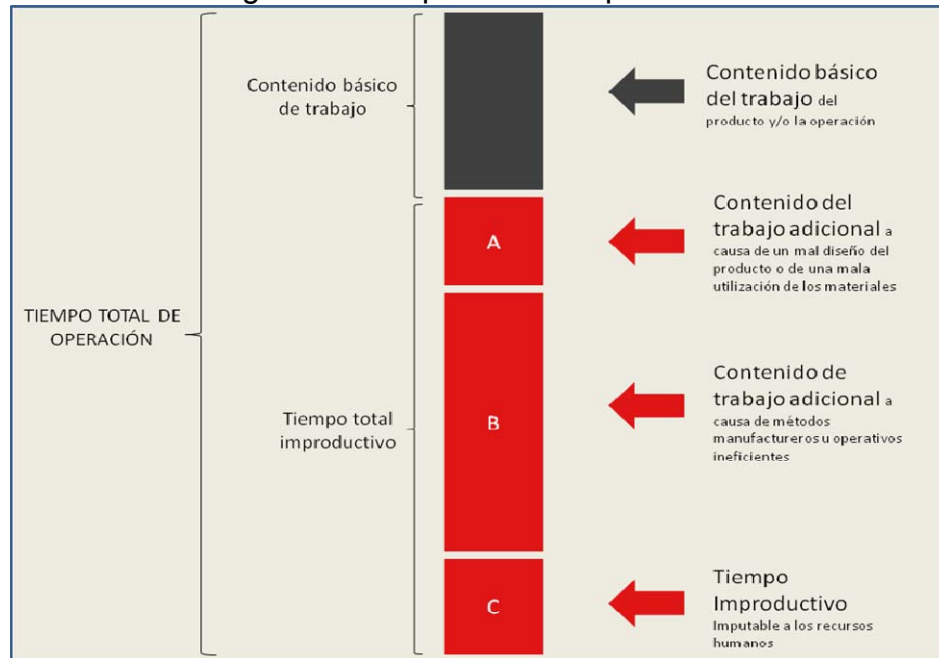
Dicha función continua corresponde a la distribución exponencial con parámetro λ y media $1/\lambda$.

1.2 Estudio del Trabajo

El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando¹.

¹ INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO Oficina Internacional del trabajo Ginebra (cuarta edición 1996) capítulo 2: Estudio del trabajo y productividad pág. 9.

Figura 1. Tiempo total de Operación



Fuente: Introducción al estudio de trabajo (1996)
Elaboración Propia

1.2.1 Estudio de tiempos

“El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida”².

a) Material Fundamental

- Cronómetro
- Tablero de observaciones
- Formularios de estudios de tiempos

² INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO Oficina Internacional del trabajo Ginebra (cuarta edición 1996) capítulo 20 pág. 273

b) Principales Motivos para realizar un estudio de tiempos

- Novedad de la tarea no ejecutada anteriormente.
- Cambio de material o de método que requiere un nuevo tiempo tipo.
- Quejas de los trabajadores sobre el tiempo tipo de una operación
- Demoras por una operación lenta, que retrasa las siguientes, y posiblemente las anteriores, por acumularse los trabajos que no siguen su curso.
- Fijación de tiempos tipo antes de implantar un sistema de remuneración por rendimiento.
- Bajo rendimiento o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupos de máquinas.
- Comparar las ventajas de dos métodos posibles.
- Costo aparentemente excesivo de algún trabajo.

1.2.2. Diagrama de flujo

Este diagrama viene representado por una serie de símbolos con significados particulares que permiten tener una representación gráfica de los pasos de un proceso de manera que se pueda simplificar y entender más fácilmente.

Los diagramas de flujo utilizan símbolos y se conectan por medio de flechas para indicar la secuencia de operación. Los principales símbolos son:

- Flecha: indica el sentido y trayectoria del proceso de información o tarea.
- Rectángulo: Se usa para representar un evento o proceso determinado. Éste es controlado dentro del diagrama de flujo en que se encuentra.
- Rombo: Se utiliza para representar una condición. Normalmente el flujo de información entra por arriba y sale por un lado si la condición se cumple o sale

por el lado opuesto si la condición no se cumple. Lo anterior hace que a partir de éste el proceso tenga dos caminos posibles.

- **Círculo:** Representa un punto de conexión entre procesos. Se utiliza cuando es necesario dividir un diagrama de flujo en varias partes, por ejemplo por razones de espacio o simplicidad. Una referencia debe darse dentro para distinguirlo de otros. La mayoría de las veces se utilizan números en los mismos.

1.3 Gestión de Colas

1.3.1 Definición de cola

Según Fitzsimmons y Fitzsimmons (2004), la cola es una línea de espera de clientes que requieren el servicio de uno o más servidores. No necesita necesariamente ser física o tener individuos en espera ante un servidor, existen las siguientes variaciones:

- El servidor puede atender a varios clientes al mismo tiempo.
- El cliente no necesita acercarse al servidor.
- El cliente puede necesitar pasar por un sistema de más de una cola para recibir completamente el servicio.

1.3.2 Tipos de Cola

De acuerdo a las características de un sistema donde se realizan colas de espera se pueden definir tres tipos en la tabla 1.2

Tabla 1.2 Tipos de Cola

Más de una cola	Una Sola Cola	Cola numerada
El cliente decide a qué cola desea unirse.	El cliente solo tiene la opción de unirse a una única cola.	El cliente será atendido de acuerdo al número que se le ha sido asignado.
El cliente puede percibir que espero más o menos tiempo	El cliente que llegue primero tendrá la seguridad que será atendido primero	El cliente debe estar atento a su número de atención.
El cliente puede percibir menor tiempo de espera.	El cliente puede percibir mayor tiempo de espera.	Dependiendo del número asignado, el cliente puede percibir mayor o menor tiempo de espera.
Menor privacidad para el cliente, dado que tiene a una persona en espera detrás de él.	Mayor privacidad para el cliente.	Mayor privacidad para el cliente.

Fuente: "Service Management" J. A. Fitzsimmons y M. J. Fitzsimmons (2004)
Elaboración propia

1.4 Simulación de Sistemas

Se define como la técnica numérica para realizar experimentos en una computadora digital que involucran ciertos modelos matemáticos y lógicos que describen el comportamiento de sistemas de negocios, económicos, sociales a través de largos periodos de tiempo.

1.4.1. Etapas de la Simulación

a) Definición del sistema

Para tener una definición del sistema que se desea simular, es necesario hacer un análisis preliminar del mismo, con el fin de determinar la interacción del sistema con otros sistemas, las restricciones del sistema, las variables que interactúan dentro del sistema y sus interrelaciones, las medidas de efectividad que se van a utilizar para definir y estudiar el sistema y los resultados que se esperan obtener del estudio.

b) Formulación del modelo

Definir todas las variables que forman parte del modelo, sus relaciones lógicas y los diagramas de flujo que describan en forma completa al modelo.

c) Colección de datos

Definir con claridad los datos que el modelo va a requerir. Esta se puede obtener de registros contables, de opiniones de expertos, de bases de datos, de información histórica.

d) Verificación del modelo

Se refiere a la construcción correcta del modelo, si la lógica operacional del modelo (programa de ordenador) se corresponde con la lógica del diseño. Permite determinar si hay errores en el programa

e) Validación del modelo

El método que se utiliza en este trabajo es el de comparación de los resultados de salida del modelo con los del sistema real.

Consiste en ejecutar el modelo y obtener una serie de datos de salida y comparar éstos, mediante algún método estadístico, con resultados que se tengan del sistema. Para este caso: Planteamiento de una prueba de hipótesis.

Suponiendo que se generan valores observados de una variable Y, (ya sea, tiempo de espera, número de personas en cola, etc.). Se sabe que en el sistema real el promedio de la variable Y es una constante c.

Se plantea la prueba de hipótesis de la siguiente manera:

$$H_0 : E(Y) = c,$$

$$H_1 : E(Y) \neq c,$$

Se calcula la estadística

$$t_0 = \frac{[E(Y) - c]}{\left[\frac{S}{\sqrt{n}}\right]},$$

Donde; n es el tamaño de muestra y S es la desviación estándar de la muestra, que se calcula de la siguiente manera:

$$S = \sqrt{\left[\frac{\sum (Y_i - E(Y))^2}{(n-1)}\right]}$$

La hipótesis nula H_0 se rechaza si $|t_0| > t_{\alpha/2, n-1}$ Si las hipótesis alternativas fueran:

a) $H_{1:} E(Y) > c$, se rechaza si $t_0 > t_{\alpha, n-1}$

b) $H_{1:} E(Y) < c$, se rechaza si $t_0 < t_{\alpha, n-1}$

Se debe tener en cuenta adicionalmente los errores Tipo I y los errores Tipo II.

El error Tipo I es la probabilidad de rechazar la hipótesis nula, dado que es verdadera y se define de la siguiente manera:

$$P(\text{Rechazar } H_0 / H_0 \text{ es verdadera}) = \alpha$$

El error Tipo II es la probabilidad de no rechazar H_0 cuando en realidad es falsa y se define así:

$$P(\text{No rechazar } H_0 / H_1 \text{ es verdadera}) = \beta(\delta), \text{ donde } \delta = |E(Y) - c| / S$$

f) Número de réplicas del modelo

Según Banks (2001), se corren n réplicas inicialmente, se calcula el ancho del intervalo inicial y si se determina que éste es muy ancho, se reduce el mismo tomando más observaciones.

El número total de réplicas requeridas para reducir el ancho del intervalo es n^*

$$n^* = \left[n \left(\frac{h}{h^*} \right)^2 \right]$$

En donde $[]$ significa redondeo hacia el próximo entero.

Luego de calcular la nueva n^* , se hacen $n^* - n$ réplicas adicionales asegurando que las mismas son independientes.

1.4.2. Simulación con el Software ARENA

Arena es una herramienta que provee un entorno de trabajo integrado para construir modelos de simulación, integra en un ambiente todas las funciones necesarias para el desarrollo de una simulación exitosa (animaciones, análisis de entrada y salida de datos y verificación del modelo). Se basa en los siguientes fundamentos:

a) Entidad

Puede ser un objeto o persona que se mueve a través de un sistema y que causa cambios en las variables de respuesta.

b) Recurso

Es un elemento estacionario que puede ser ocupado por una entidad. Los recursos se emplean cuando se requiere representar actividades claves del sistema que restringen el flujo de entidades.

Tienen una capacidad finita; así mismo, cuentan con una serie de estados por los cuales atraviesan a lo largo de la simulación, ejemplo, ocupado, ocioso, inactivo o dañado.

c) Atributo

Es una característica propia de cada entidad. Se pueden definir tantos atributos como lo requiera el usuario para modelar el sistema en estudio. Cada entidad individual tiene su propio valor de atributo. Esto implica que para determinar este valor, a diferencia de las variables, se debe examinar la entidad que lo porta.

d) Variables

Representan características del sistema. Son de carácter global; es decir; su valor es el mismo en cualquier parte del modelo.

e) Sistema

Es un conjunto de elementos que se encuentran en interacción y que buscan alguna meta o metas comunes; funciona de manera organizada, recibe entradas y las procesa y emite salidas.

f) Modelo

Es una representación de la realidad que se desarrolla con el propósito de estudiarla. Permite simplificar la realidad.

CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se describe la situación actual del área donde se desarrollan las operaciones de admisión y pago de los servicios de la empresa.

Este análisis se centra principalmente en describir las etapas del proceso que lo componen, las especialidades, los recursos, el estudio de los tiempos involucrados y las funciones de los empleados.

2.1 Reseña Histórica de la Empresa

La empresa es fundada en el año 1979³, la construcción de la institución médica se fue dando por etapas al igual que la adquisición de los equipos.

En 1983 se inicia el servicio de Laboratorio de Análisis Clínico. El edificio crece de uno a cuatro pisos y se crea el servicio de Medicina de Rehabilitación el año siguiente.

En marzo de 1994 se construye la sala de operaciones de día, modernamente equipada y para el año 1996 se hace realidad el nuevo local del laboratorio de Análisis Clínico.

En 1998 se implementa el servicio de óptica y se amplía la infraestructura de los servicios de Radiología y Farmacia. El siguiente año se inaugura el centro de Medicina Física de Rehabilitación.

En el año 2000, continuando con la política de renovación tecnológica, se adquieren equipos para las especialidades de Cardiología y Oftalmología.

³ Reseña Histórica recuperada de la página web de la empresa el día 14 de noviembre del 2008.

Los siguientes años y hasta la actualidad se han venido dando modificaciones en la Institución de tal manera que se pueda brindar cada día un servicio de mayor calidad a los pacientes.

2.2 Descripción de la Empresa

La empresa es una institución que se dedica a brindar servicios de salud, de excelente calidad⁴ mediante la utilización de tecnología de punta y médicos especialistas reconocidos en el mercado nacional.

Según la clasificación CIIU⁵ la institución se encuentra ubicada de la siguiente manera:

Tabla 2.1 Clasificación Internacional de la Empresa

Sección	N Servicios Sociales y de Salud
División	85 Servicios Sociales y de Salud
Sub-División	8511 Actividades de Clínicas y Hospitales

Fuente: Clasificación industrial de todas las actividades económicas García (1981)

La Empresa cuenta con un equipo de trabajo conformado por 800 empleados, entre los cuales se encuentran médicos, enfermeras, auxiliares y personal administrativo.

La misión de la empresa es: ofrecer un servicio médico de alta calidad y económicamente accesible a la comunidad en general haciendo de la Institución un centro de salud de primer nivel⁶.

⁴ Afirmación basada en encuesta realizada a pacientes de la institución (2007). El 96% de los encuestados está de acuerdo en que los servicios de la empresa son de excelente calidad.

⁵ Clasificación Industrial Internacional Uniforme, que resume la actividad económica de las empresas a nivel mundial y que permite una uniformización de los criterios para referirse a estas actividades.

⁶ Misión recuperada de la página web de la empresa el día 14 de noviembre del 2008.

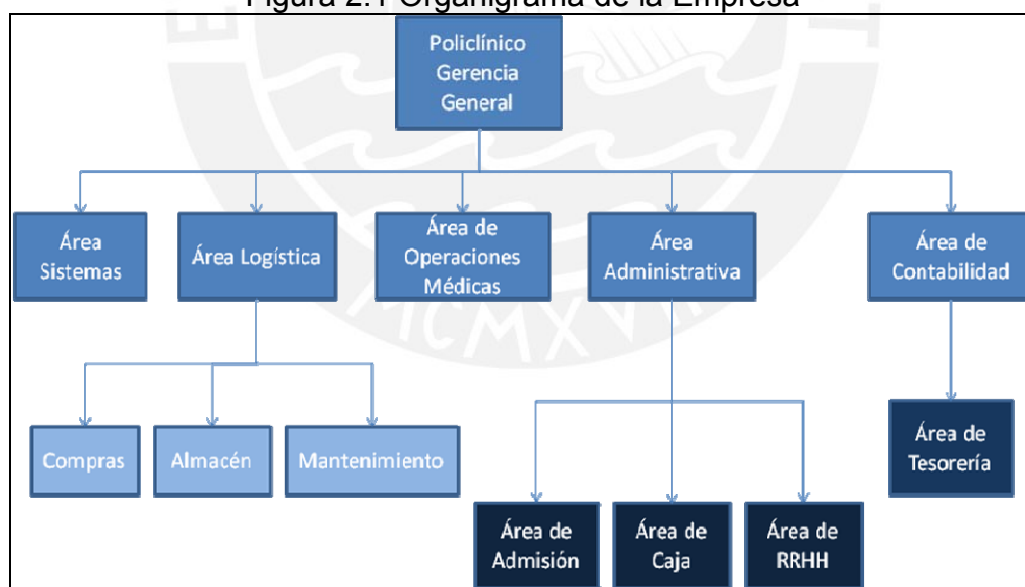
La visión de la empresa es: estar a la vanguardia de los avances tecnológicos y contar con personal profesional permanentemente capacitado, convocando siempre la participación y el apoyo de instituciones y personas preocupadas por el tema de salud⁷.

2.2.1 Organización Funcional

La institución se divide en cinco áreas: logística, administración, sistemas, contabilidad y operaciones médicas las cuales están bajo el liderazgo de la gerencia general. A su vez esas áreas están compuestas por otras sub-áreas.

A continuación se muestra el organigrama en la figura 2.1

Figura 2.1 Organigrama de la Empresa



Fuente: La Empresa.
Elaboración Propia

⁷ Visión Histórica recuperada de la página web de la empresa el día 14 de noviembre del 2008.

2.2.2 Área de Admisión y Caja

2.2.1.1 Proceso Principal

El proceso de admisión y pago tiene como objetivo generar citas para la especialidad de interés del cliente y posterior a eso realizar el cobro de las mismas.

El área de admisión se encuentra en el primer piso del edificio y el horario de atención al público es de lunes a sábado de 8:00 a.m. a 6:00 p.m.

Cuenta con recursos humanos, de infraestructura y de información y ofrece una gama de especialidades médicas.

Recursos Humanos

- Cuatro personas responsables de procesar el servicio en admisión.
- Tres cajas responsables de la facturación.
- Un encargado de entrega de tickets.

Recursos de Infraestructura

- Cuatro módulos de admisión de clientes.
- Tres módulos de caja.
- Software de gestión de reservas de citas.
- Dos televisores que muestran los números de atención.
- Sala de espera con capacidad de 50 personas.
- Herramienta de tickets.
- Equipos diversos de oficina (impresoras, papelería, teléfonos, etc.)

Recursos de Información

- Software de gestión de información del maestro de pacientes, especialidades y médicos.

Especialidades

La empresa ofrece 23 especialidades médicas: Medicina general, oftalmología, ginecología, dermatología, otorrinolaringología, pediatría, traumatología, gastroenterología, reumatología, cardiología, neumología, urología, endocrinología, neurología, odontología, psiquiatría, cirugía, alergista, geriatría, nefrología, cirugía cardiovascular, cirugía plástica y neuropediatría.

Proceso de Admisión y pago

El proceso se inicia cuando el cliente se presenta en admisión. Se toma un tamaño de muestra de acuerdo a la fórmula (1.1)

Donde:

$\sigma = 0.24$ corresponde a una pequeña muestra de diez clientes (Córdova, 2006)

$Z = 1.96$ para obtener un nivel de confianza al 95%

$d = 5\%$ el cual es el valor máximo permisible para ser considerado dentro de este estudio.

Por lo tanto reemplazando los valores se obtiene el tamaño de muestra siguiente:
 $n = 385$ clientes.

Después de haber realizado el estudio de tiempo de las llegadas se define en la tabla 2.2 la distribución que siguen las entidades dependiendo del intervalo de tiempo:

Tabla 2.2 Tasa diaria de llegada de clientes

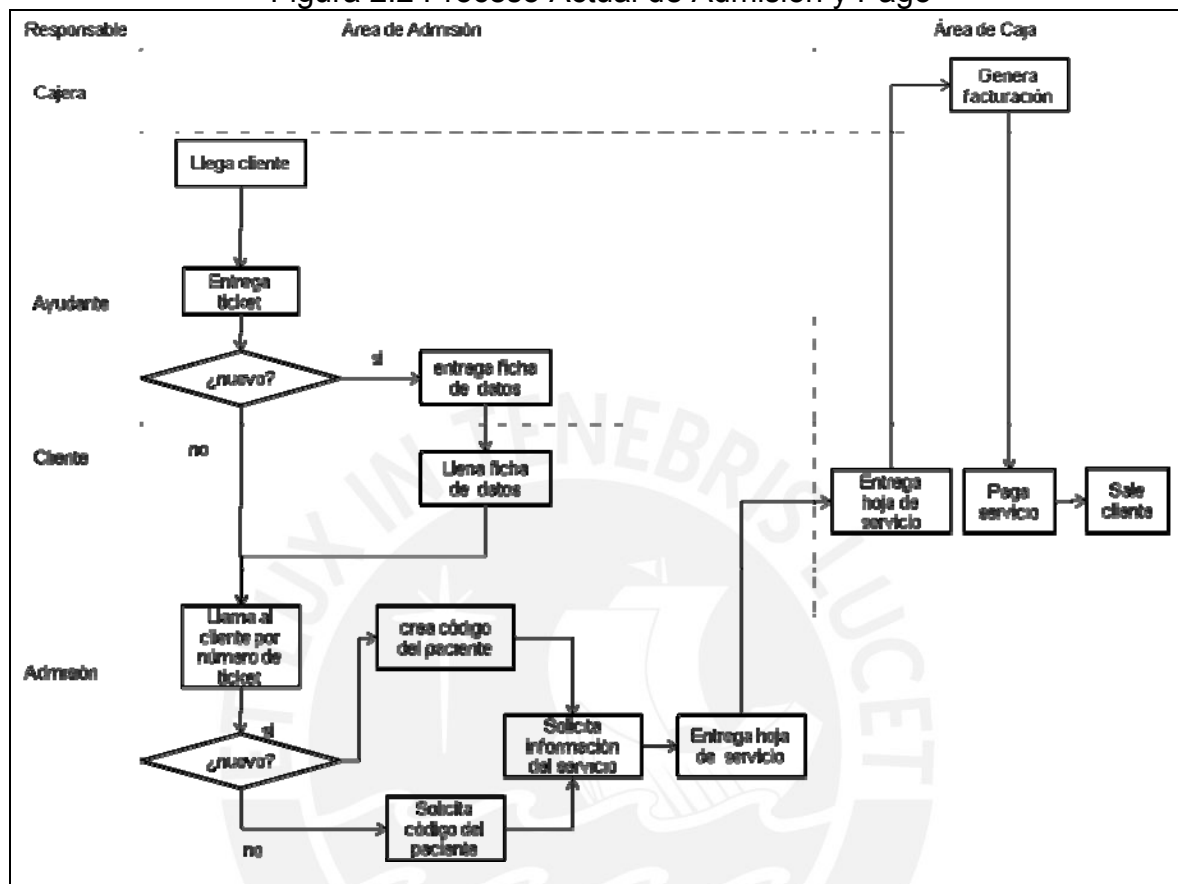
Hora Inicio	Hora Fin	Distribución	Tiempo promedio entre llegadas(min)	Desviación Estándar(min)	P-Value	Tasa de llegada de Clientes	%	% Acumulado
08:00:00	09:00:00	Beta	0.49	0.41	0.35	123	23.30%	23.30%
09:00:00	10:00:00	Exponencial	0.61	0.53	0.71	98	18.56%	41.86%
10:00:00	11:00:00	Exponencial	0.68	0.68	0.33	89	16.86%	58.71%
11:00:00	12:00:00	Weibull	0.72	0.65	0.15	83	15.72%	74.43%
12:00:00	13:00:00	Exponencial	2.17	2.10	0.06	28	5.30%	79.73%
13:00:00	14:00:00	Beta	2.12	2.17	0.06	29	5.49%	85.23%
14:00:00	15:00:00	Gamma	3.13	3.25	0.34	20	3.79%	89.02%
15:00:00	16:00:00	Weibull	2.68	2.82	0.75	23	4.36%	93.37%
16:00:00	17:00:00	Exponencial	2.95	2.85	0.62	21	3.98%	97.35%
17:00:00	18:00:00	Exponencial	4.47	4.37	0.06	14	2.65%	100.00%
						528	100.00%	

Elaboración propia

La distribución que se asume para cada intervalo de tiempo es en base al procesamiento de los tiempos entre cada llegada en el programa *input analyzer* del software Arena. Este muestra la distribución que mejor se ajusta, el tiempo promedio entre llegadas, la desviación estándar y el p-value (el cual debe ser mayor a 5% para que la distribución que arroja sea la más aceptable). Según estos resultados, casi el 75% de los clientes se presenta en la mañana (cuatro horas que representan el 40% del tiempo de atención)

En la figura 2.2 se describe el proceso principal; cómo interactúan los recursos anteriormente mencionados y el desarrollo de las operaciones que componen el proceso de admisión y pago.

Figura 2.2 Proceso Actual de Admisión y Pago



Elaboración propia

En el momento que los clientes llegan son recibidos por un ayudante de admisión el cual les entrega un ticket con un número de atención. El ayudante pregunta al cliente si viene por primera vez a la institución. Si el cliente es frecuente continúa con el proceso, si es nuevo se le entrega una ficha de inscripción en la cual debe llenar la siguiente información:

- Nombres y Apellidos
- Sexo
- Estado Civil
- Tipo y número de documento
- Lugar y fecha de nacimiento

- Nacionalidad
- Dirección, teléfono, email, ocupación y persona de contacto.

2.2.2.1.1 Admisión

Luego que el cliente ya tiene un turno de atención, este debe permanecer en la sala de espera a ser atendido en admisión. El tiempo promedio en la sala de espera para el cliente es 43.87 minutos con una desviación estándar de 6.97 minutos.

La persona de admisión llama a los clientes de acuerdo a la numeración de los tickets y realiza una serie de operaciones. Pregunta al cliente si se trata de un paciente nuevo; en dicho caso le solicita la ficha de inscripción e ingresa la información del paciente al sistema. Si el paciente es frecuente pide el carné con número de historia o apellidos y nombres del paciente. La Empresa no trabaja con seguros privados.

A continuación el cliente brinda información acerca de la especialidad que desea tomar (horario, día y médico) para que la persona de admisión pueda verificar la disponibilidad del servicio. Si el cliente no tiene definido el servicio que desea tomar, el trabajador ofrece las opciones de acuerdo a la especialidad solicitada.

Con la confirmación del cliente, el trabajador ingresa el servicio al sistema y entrega el número de historia (creada para el paciente nuevo) para que se dirija a caja a realizar el pago. Si es un paciente regular el pago se realiza con el código de carné.

Las consultas que se ofrecen por médico son asignadas 50% para el día y 50%, como citas previas, para días siguientes. Por ejemplo; si un médico atiende en su turno 30 pacientes, 15 de ellos fueron clientes que se acercaron ese mismo día a reservar y pagar su consulta y los otros fueron clientes que se acercaron días anteriores a reservar y pagar el servicio.

El tiempo promedio que toma el proceso de atención en ventanilla mencionado anteriormente presenta una distribución normal que se justifica de la siguiente manera:

Se aplica la prueba de bondad de ajuste, también conocida como prueba de Ji-Cuadrado:

$$H_0 \rightarrow \text{Ventanillas tienen distribución Normal}$$

$$H_1 \rightarrow H_0 \text{ es falso}$$

Teniendo en cuenta que son 4 responsables de admisión, se calcula los valores de X^2 . Se emplea la fórmula (1.2) de sumatoria de cuadrados, el resultado obtenido es:

Tabla 2.3 Prueba de Ji-Cuadrado

Responsable	X^2 Calculado
1	0.0183
2	0.0643
3	0.0621
4	0.0359

Elaboración Propia

El valor teórico de X^2 es 146.56. Se obtiene de la siguiente manera:

$$X^2(k-1-r); (r=2)$$

$$X^2(375-1-2) = 146.56 \text{ (nivel de significación } \alpha = 95\%)$$

Como se observa en la tabla 2.3 los valores obtenidos son sumamente inferiores al parámetro teórico. Así, se concluye que el tiempo de atención en cada ventanilla corresponde a una distribución normal.

Teniendo la distribución que mejor se ajusta, se realiza una prueba de hipótesis de igualdad de medias para poder promediar los tiempos de atención en cada ventanilla y justificar que no presentan diferencias significativas entre ellas.

$$H_0 \rightarrow \mu_0 = \mu_1$$

$$H_1 \rightarrow \mu_0 \neq \mu_1$$

En esta prueba se realizan las comparaciones entre todas las ventanillas, dos a dos. Los resultados que presenta esta prueba son los siguientes:

$$\text{Rechazar } H_0 \text{ si } \rightarrow |T| > t_{1-\frac{\alpha}{2}}$$

Tabla 2.4 Valores de X (media) y S(desviación) responsables de admisión

Ventanilla	X	S	X (seg)	S (seg)
R1	00:05:04	00:01:59	304	119
R2	00:05:19	00:02:09	319	129
R3	00:05:13	00:02:07	313	127
R4	00:05:22	00:02:15	322	135

Elaboración Propia

Tabla 2.5 Parámetros de la estadística de contraste de admisión

Ventanilla	X-Y	S ² P	(1/n1+1/n2)	T	t(α=0.05, g.l.=748)	T
R1-R2	-15	15401	0.0053333	-1.6550	1.96	1.655
R1-R3	-9	15145	0.0053333	-1.0014	1.96	1.001
R1-R4	-18	16193	0.0053333	-1.9369	1.96	1.937
R2-R3	6	16385	0.0053333	0.6418	1.96	0.642
R2-R4	-3	17433	0.0053333	-0.3111	1.96	0.311
R3-R4	-9	17177	0.0053333	-0.9403	1.96	0.940

Elaboración Propia

Dado que los valores obtenidos de |T| en la tabla 2.5 son menores que $t_{1-\frac{\alpha}{2}}$ (1.96)

no se puede rechazar H_0 y se afirma que no existen diferencias significativas entre cada responsable de admisión. El tiempo promedio que toma el proceso es: 2.89 minutos con una desviación estándar de 0.864. Este tiempo se calcula mediante el procesamiento de la muestra por el *input analyzer*.

2.2.2.1.2 Caja

En caja, el cliente debe esperar para ser atendido en una segunda cola, este tiempo en promedio es de 12.58 minutos con una desviación estándar de 4.38.

La cajera recibe información del precio del servicio por medio del sistema informático ingresando el número de historia. Realizado el pago, la cajera entrega una boleta de atención la cual se entrega en el consultorio para que el paciente pueda ser atendido.

Para calcular el tiempo promedio de atención en una ventanilla de caja se procede de manera similar a la evaluación de las ventanillas de admisión:

Se aplica la prueba Ji-Cuadrado:

$H_0 \rightarrow$ Cajeras tienen distribución Normal

$H_1 \rightarrow H_0$ es falso

Teniendo en cuenta que son 3 cajeras, se calcula los valores de X^2 . Se emplea la fórmula (1.2) de sumatoria de cuadrados, el resultado obtenido es:

Tabla 2.6 Prueba de Ji-Cuadrado para las ventanillas de caja

Caja	X^2 Calculado
1	0.0610
2	0.1303
3	0.0771

Elaboración: Propia

El valor teórico de X^2 es 146.56 y se obtiene de la siguiente manera:

$$X^2(k-1-r); (r=2)$$

$$X^2(375-1-2) = 146.56 \text{ (nivel de significación } \alpha = 95\%)$$

Como se observa en la tabla 2.6 los valores obtenidos son sumamente inferiores al parámetro teórico. Así, se concluye que el tiempo de atención en cada caja corresponde a una distribución normal.

Teniendo la distribución que mejor se ajusta, se realiza una prueba de hipótesis de igualdad de medias para poder promediar los tiempos de atención en cada caja y justificar que no presentan diferencias significativas entre ellas.

De manera similar a como se evaluaron las ventanillas de admisión, se realiza la prueba de hipótesis que permite detectar que los tiempos promedio de atención en cada caja no presentan diferencias significativas entre ellos.

$$H_0 \rightarrow \mu_0 = \mu_1$$

$$H_1 \rightarrow \mu_0 \neq \mu_1$$

En esta prueba se realizan las comparaciones entre todas las cajas. Los resultados que presenta esta prueba son los siguientes:

$$\text{Rechazar } H_0 \text{ si } |T| > t_{1-\frac{\alpha}{2}}$$

Tabla 2.7 Valores de X(media) y S(desviación) de cada caja

Caja	X	S	X(seg)	S(seg)
C1	00:04:06	00:00:59	246	59
C2	00:04:16	00:01:28	256	88
C3	00:04:12	00:01:07	252	67

Elaboración propia

Tabla 2.8 Parámetros de la estadística de contraste de caja

Caja	X-Y	S ² P	(1/n1+1/n2)	T	t(α=0.05, g.l.=748)	[T]
C1-C2	-10	5612.5	0.00533333	-1.8277	1.96	1.8277
C1-C3	-6	3985	0.00533333	-1.3015	1.96	1.3015
C2-C3	4	6116.5	0.00533333	0.7003	1.96	0.7003

Elaboración propia

Dado que los valores obtenidos de |T| en la tabla 2.9 son menores que $t_{1-\frac{\alpha}{2}}$ (1.96)

no se puede rechazar H_0 y se afirma que no existen diferencias significativas entre cada cajera. El tiempo promedio que toma el proceso mencionado

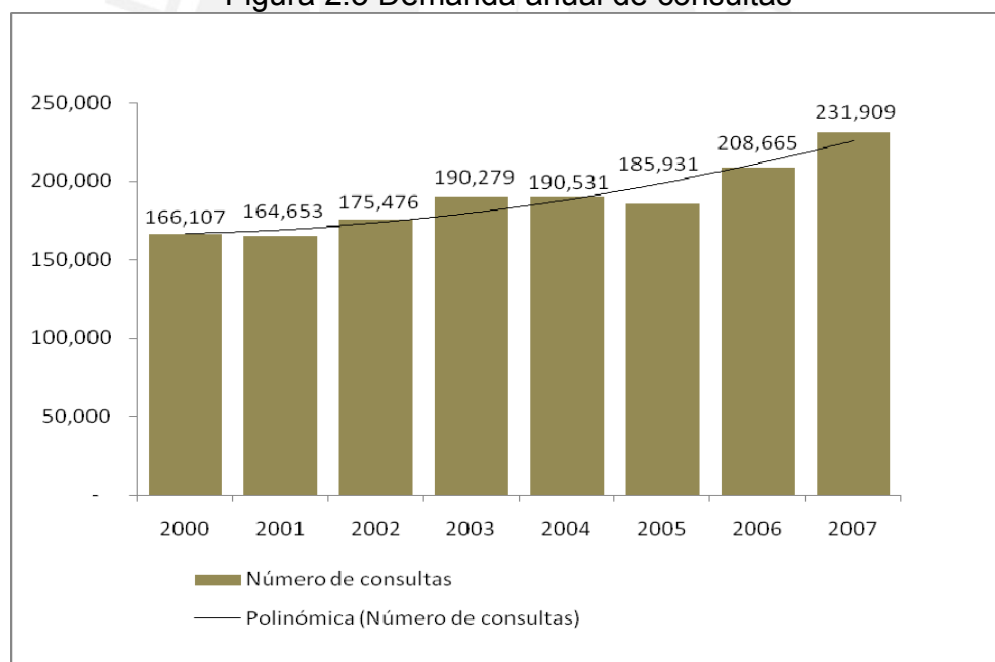
anteriormente es 2.65 minutos con una desviación estándar de 0.572. Este tiempo se calcula procesando la muestra en el *input analyzer*.

2.3 Especialidades médicas

Actualmente son 23 especialidades médicas, proyectando siempre un crecimiento de acuerdo con las últimas tendencias.

Las especialidades se van a clasificar de acuerdo a la demanda de pacientes. En la totalidad de ellas se nota un incremento progresivo⁸ desde el año 2000 a la fecha. Estas son en promedio 200 000 consultas por año. Ver figura 2.3

Figura 2.3 Demanda anual de consultas



Elaboración Propia

Si bien, la demanda muestra un considerable incremento anual, al analizar las variaciones mes a mes podemos afirmar que esta se comporta de manera

⁸ En el año 2005 se reduce la cantidad de consultas demandadas ya que la oferta se redujo por motivos de refacciones de las instalaciones del policlínico.

constante. Existe un ligero incremento en el primer trimestre sin embargo este no es relevante para el estudio. Por lo tanto se supondrá que la demanda es constante durante el año. Ver tabla 2.9

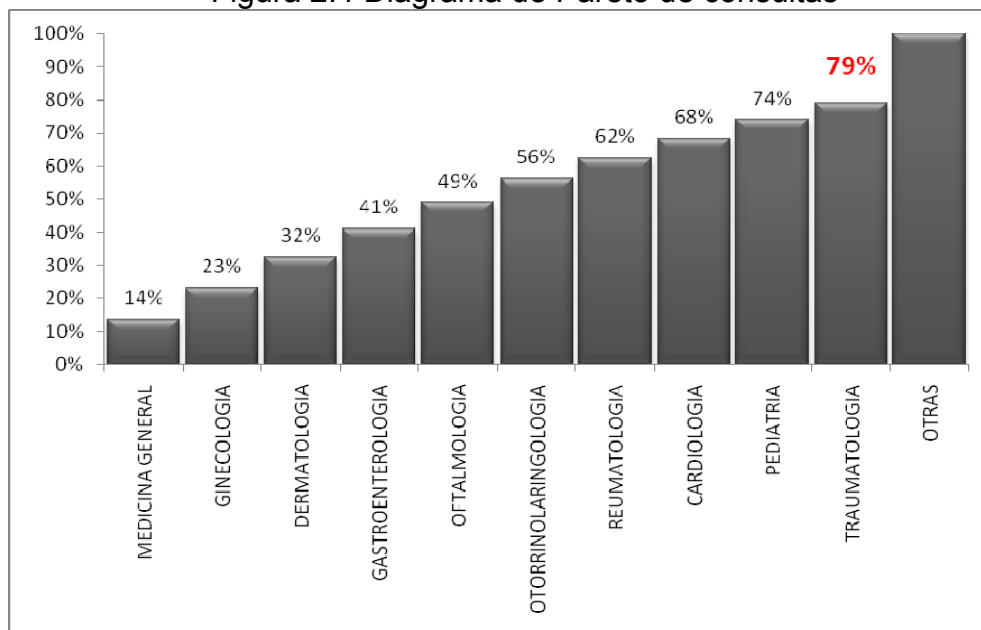
Tabla 2.9 Demanda mensual de consultas

Mes	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	
Ene	15,983	15,092	16,596	17,849	17,946	17,704	19,781	22,875	143,826	
Feb	15,307	13,845	15,250	16,630	16,776	16,249	18,501	20,299	132,857	
Mar	15,306	14,602	14,505	17,304	17,606	17,047	18,906	20,438	135,714	
1Q	46,596	43,539	46,351	51,783	52,328	51,000	57,188	63,612	412,397	27%
Abr	12,238	11,951	15,567	15,376	15,302	15,421	15,189	17,989	119,033	
May	13,743	13,858	14,722	16,239	15,474	15,137	17,621	18,529	125,323	
Jun	13,691	12,779	12,783	14,902	14,259	14,368	16,094	17,594	116,470	
2Q	39,672	38,588	43,072	46,517	45,035	44,926	48,904	54,112	360,826	24%
Jul	12,005	13,351	13,455	15,359	14,808	13,298	16,759	18,359	117,394	
Ago	14,170	14,854	15,079	15,728	16,327	16,425	18,585	20,385	131,553	
Set	13,796	13,760	14,356	15,580	16,355	14,783	17,396	18,996	125,022	
3Q	39,971	41,965	42,890	46,667	47,490	44,506	52,740	57,740	373,969	25%
Oct	14,102	14,538	14,715	15,900	15,414	16,318	17,838	20,738	129,563	
Nov	13,901	13,956	14,730	15,413	15,299	15,267	17,152	18,974	124,692	
Dic	11,865	12,067	13,718	13,999	14,965	13,914	14,843	16,733	112,104	
4Q	39,868	40,561	43,163	45,312	45,678	45,499	49,833	56,445	366,359	24%
Total	166,107	164,653	175,476	190,279	190,531	185,931	208,665	231,909	1,513,551	

Elaboración propia

El nivel de demanda de cada especialidad varía. En base a un diagrama de Pareto se pudieron obtener las especialidades más demandadas que brinda la institución médica. Ver figura 2.4

Figura 2.4 Diagrama de Pareto de consultas

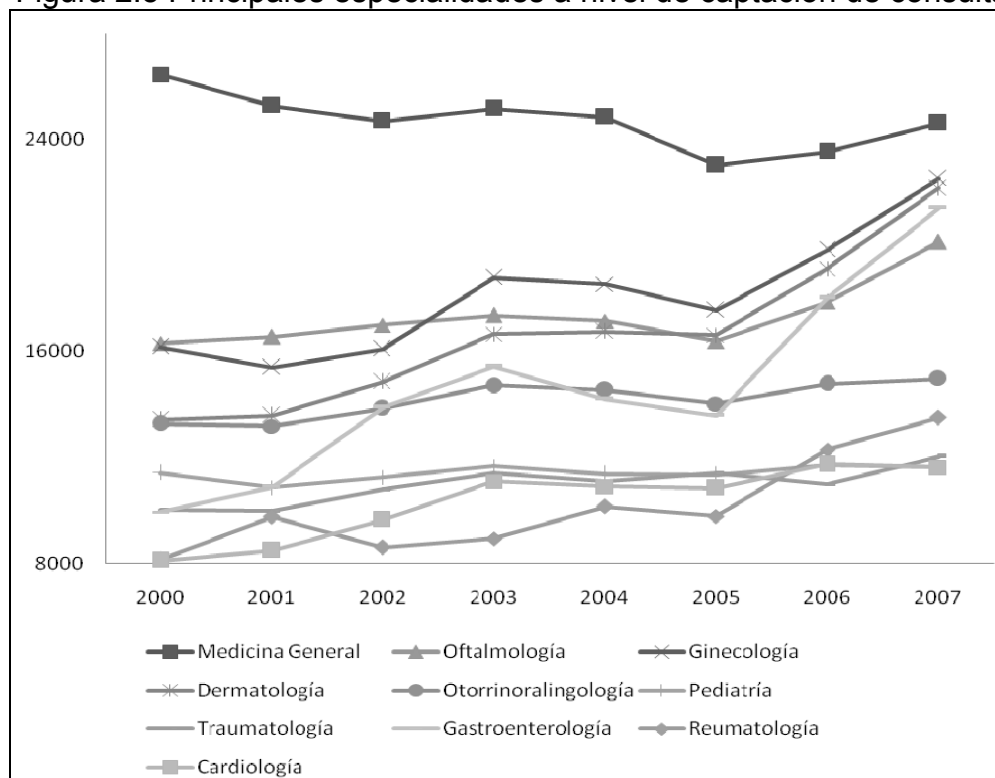


Elaboración propia

Se puede observar que el 79% de la demanda es atendido por 10 de las 23 especialidades, siendo medicina general la que se posiciona en el primer lugar capturando el 14%.

A continuación en la figura 2.5 se muestra la tendencia de la demanda anual de las principales especialidades

Figura 2.5 Principales especialidades a nivel de captación de consultas



Elaboración Propia

En el año 2005 se ve una caída en la demanda de los servicios, esta se da por unos arreglos en la infraestructura del edificio por lo que se restringieron las capacidades de atención de consultas. Por otro lado, medicina general, la especialidad de mayor cantidad de consultas; tiene una tendencia a la disminución de las consultas la cual se justifica porque actualmente la Empresa brinda mayores especialidades y tiene el apoyo de especialistas de tópico que direccionan las necesidades de los clientes.

Los valores de la figura 2.5 se muestran en valores y variaciones porcentuales en las tablas 2.10 y 2.11 respectivamente.

Tabla 2.10 Captación de consultas por especialidad

Especialidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Medicina General	26,463	25,282	24,709	25,179	24,866	23,039	23,539	24,633
Oftalmología	16,306	16,565	17,006	17,371	17,153	16,383	17,863	20,142
Ginecología	16,164	15,394	16,100	18,801	18,551	17,563	19,844	22,542
Dermatología	13,429	13,595	14,867	16,658	16,747	16,613	19,121	22,170
Otorrinolaringología	13,269	13,185	13,861	14,717	14,556	14,039	14,785	14,976
Pediatría	11,421	10,867	11,250	11,671	11,377	11,339	11,731	11,643
Traumatología	10,007	9,969	10,795	11,414	11,100	11,396	10,982	12,045
Gastroenterología	9,945	10,876	13,892	15,433	14,203	13,577	18,021	21,420
Reumatología	8,140	9,768	8,614	8,936	10,152	9,778	12,302	13,503
Cardiología	8,108	8,490	9,650	11,096	10,903	10,844	11,743	11,634
Otras	32,855	30,662	34,732	39,003	40,923	41,360	48,734	57,201
Total	166,107	164,653	175,476	190,279	190,531	185,931	208,665	231,909

Elaboración propia

Tabla 2.11 Variaciones en la demanda anual de las especialidades

Especialidad	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Medicina General	-4.5%	-2.3%	1.9%	-1.2%	-7.3%	2.2%	4.6%
Oftalmología	1.6%	2.7%	2.1%	-1.3%	-4.5%	9.0%	12.8%
Ginecología	-4.8%	4.6%	16.8%	-1.3%	-5.3%	13.0%	13.6%
Dermatología	1.2%	9.4%	12.0%	0.5%	-0.8%	15.1%	15.9%
Otorrinolaringología	-0.6%	5.1%	6.2%	-1.1%	-3.6%	5.3%	1.3%
Pediatría	-4.9%	3.5%	3.7%	-2.5%	-0.3%	3.5%	-0.8%
Traumatología	-0.4%	8.3%	5.7%	-2.8%	2.7%	-3.6%	9.7%
Gastroenterología	9.4%	27.7%	11.1%	-8.0%	-4.4%	32.7%	18.9%
Reumatología	20.0%	-11.8%	3.7%	13.6%	-3.7%	25.8%	9.8%
Cardiología	4.7%	13.7%	15.0%	-1.7%	-0.5%	8.3%	-0.9%
Otras	-6.7%	13.3%	12.3%	4.9%	1.1%	17.8%	17.4%
Total	-0.9%	7%	8.4%	0.1%	-2.4%	12.2%	11.1%

Elaboración propia

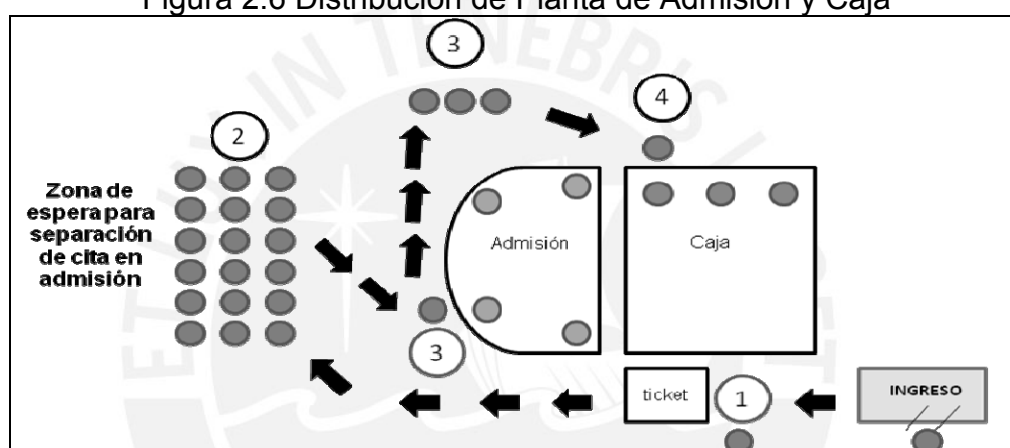
Por lo tanto se concluye que la demanda de cada una de las especialidades se incrementa cada año. En promedio este crecimiento es de un 5.07%.

2.4. Infraestructura

2.4.1. Distribución de planta

El área de admisión y caja tiene la siguiente distribución de planta

Figura 2.6 Distribución de Planta de Admisión y Caja



Elaboración propia

El cliente toma el pasillo del lado izquierdo el cual lo lleva al área de admisión donde procede a tomar un ticket (1). Luego se coloca en la primera cola (2) donde espera a ser atendido por una persona de admisión, cuando llega su turno se acerca donde la persona para reservar el servicio (3) y pasa a la cola de caja (4), donde finalmente realiza el pago del servicio. No se atienden citas por teléfono.

CAPÍTULO 3. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO ACTUAL

En este capítulo se plantea el desarrollo del modelo que representa la situación actual; se nombran y describen cada uno de sus componentes, se describe el proceso de construcción y se presentan los resultados de la simulación del mismo.

Estos resultados se validan con la información obtenida del estudio de tiempos para ver si se está representando la realidad correctamente.

3.1. Componentes del modelo

3.1.1. Entidades

Los clientes que se mueven a través del sistema representan las entidades. Estos llegan con comportamientos distintos de tal forma que se ajustan a diferentes distribuciones, para ello se genera un bloque “create” para cada intervalo de tiempo. La elección de la distribución que mejor se ajusta al comportamiento de las llegadas de los clientes para cada intervalo de tiempo fue presentada en el capítulo 2.

3.1.2. Atributos

Los atributos presentes permiten medir la característica “tiempo” de las entidades “clientes” en diversas etapas del proceso y son los siguientes:

Tabla 3.1 Atributos del modelo actual

Atributo	Descripción
Tllegada	tiempo en el que la entidad "cliente" llega al sistema.
Tesperaadmision	tiempo desde que el cliente llega al sistema hasta que su número de atención sale en la pantalla.
inicio atencion admisión	tiempo desde el inicio de la atención en admisión.
duracion atencion admisión	duración del servicio de admisión.
Tiniocolacaja	tiempo desde que inicia la espera en la cola de caja.
Tesperacaja	tiempo total de espera en la cola de caja hasta ser llamado por una cajera.
inicio atencion caja	tiempo desde el inicio de la atención en caja.
duracion atencion caja	duración del servicio de caja.
permanencia total	tiempo total desde que llega el cliente hasta que culmina el servicio (no considera tiempos de traslado)

Elaboración Propia

3.1.3. Recursos

Los recursos son los elementos que llevan a cabo las actividades claves del sistema. Estos son los responsables de admisión y las cajeras.

Responsables de admisión: Personas encargadas de procesar el servicio del cliente en el sistema. Existen cuatro personas responsables de dicha actividad.

Cajeras: Personas encargadas de procesar el cobro del servicio del cliente. Existen tres personas responsables de dicha actividad.

3.1.4. Horarios

Los horarios representan el tiempo en que los recursos del sistema trabajarán realizando las actividades a las que están asignados y el tiempo muerto que tienen asignado a refrigerio. Hay dos horarios distintos asignados a cada uno de los recursos⁹.

⁹ Para efectos del correcto funcionamiento del modelo en este se coloca un nombre distinto de horario a cada recurso; sin embargo; en la práctica solo son dos horarios diferentes.

Horario 1: corresponde a aquellos trabajadores que inician sus labores a las 8:00 a.m. trabajan durante 270 minutos consecutivos luego toman 60 minutos de descanso en el cual almuerzan y de ahí nuevamente trabajan durante 270 minutos consecutivos. La jornada culmina a las 6:00 p.m.

Horario 2: corresponde a aquellos trabajadores que inician sus labores a las 8:00 a.m. trabajan durante 330 minutos consecutivos luego toman 60 minutos de descanso en el cual almuerzan y de ahí nuevamente trabajan durante 210 minutos consecutivos. La jornada culmina a las 6:00 p.m.

La hora de almuerzo es fija y se asume así en el modelo. En el modelo se justifica esta afirmación colocando para cada elemento “resources” (recursos) en el valor de “Capacity Entity Rule” (regla de capacidad para la entidad) el valor de “ignore” (ignorar).

3.1.5. Colas

Las colas representan el tiempo que los clientes deben esperar antes de ser atendidos por algún recurso del sistema. Se definen dos tipos de colas: cola admisión y cola caja.

Cola admisión: tiempo que los clientes deben esperar antes de que su número de atención sea llamado por un responsable de admisión.

Cola caja: tiempo que los clientes deben esperar después de ser atendidos en admisión hasta que reciban la atención de un cajero.

3.1.6. Estaciones

Las estaciones asignan un espacio en el cual se encuentran ubicados los recursos para que las entidades puedan dirigirse hacia ellos. En el modelo existen dos estaciones: zona de admisión y zona de caja.

Zona de admisión: Considera la zona donde se encuentran agrupados los recursos de admisión.

Zona de caja: Considera la zona donde se encuentran agrupados los recursos de caja.

3.1.7. Contadores

Los contadores permiten llevar un conteo de aquellas entidades que cumplan con cierta característica específica. Se definen dos tipos de contadores: contador de llegadas y contador de abandonos.

Contador (Llegadas): Lleva el conteo de las entidades que llegan al sistema y deciden quedarse en este para recibir el servicio.

Contador (Abandonos): Lleva el conteo de las entidades que llegan al sistema y al ver cierta cantidad de personas esperando en cola deciden abandonar.

3.2. Descripción del modelo

El modelo comienza colocando diez módulos “create” que representan la llegada de las entidades, cada una con la distribución que mejor se ajusta, de acuerdo al intervalo de tiempo al cual pertenece.

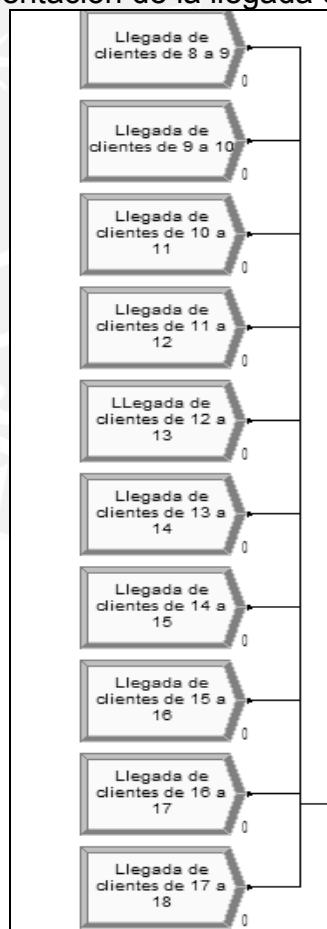
La forma en que se delimita la llegada de los clientes a un bloque “create” es a través de la definición de los arribos máximos “max arrivals” y primera creación “first creation”. En dichos campos se colocan las fórmulas que indican la siguiente condición:

$(T_{now} < LS_i) * 1000000^{10}$, donde LS_i equivale al límite superior del intervalo i ($i=1...10$) y el inicio de creación para cada bloque debe ser mayor o igual al LI_i (límite inferior del intervalo i).

Esto quiere decir; por ejemplo, para el intervalo $i=2$; que si el tiempo en ese instante “ T_{now} ” es mayor a 60 minutos y menor a 120 minutos entonces puede llegar un número muy grande de clientes, sin embargo si el tiempo es mayor a 120 minutos entonces la probabilidad de que llegue algún cliente más en dicho bloque se convierte en cero.

A continuación se muestra la primera parte del modelo en la que se ven los módulos de creación de las entidades.

Figura 3.1 Representación de la llegada de las entidades



Elaboración propia

¹⁰ 1000000 = número muy grande.

Las reglas para cada bloque se definieron y sustentaron en el capítulo 2 y se muestran resumidas en la tabla 3.2:

Tabla 3.2 Contenido de los bloques create

Name	Entity Type	Type	Expression	Units	Entities per Arrival	Max Arrivals	First Creation
Llegada de clientes de 8 a 9	Ciente	Expression	2.28*BETA(0.927,3.4)	Minutes	1	(tnow<60)*1000000	0
Llegada de clientes de 9 a 10	Ciente	Expression	EXPO(0.614)	Minutes	1	(tnow<120)*1000000	60
Llegada de clientes de 10 a 11	Ciente	Expression	WEIB(0.698,1.06)	Minutes	1	(tnow<180)*1000000	120
Llegada de clientes de 11 a 12	Ciente	Expression	LOGN(0.757,0.888)	Minutes	1	(tnow<240)*1000000	180
Llegada de clientes de 12 a 13	Ciente	Expression	EXPO(2.17)	Minutes	1	(tnow<300)*1000000	240
Llegada de clientes de 13 a 14	Ciente	Expression	13*BETA(0.633,3.25)	Minutes	1	(tnow<360)*1000000	300
Llegada de clientes de 14 a 15	Ciente	Expression	EXPO(3.13)	Minutes	1	(tnow<420)*1000000	360
Llegada de clientes de 15 a 16	Ciente	Expression	EXPO(2.68)	Minutes	1	(tnow<480)*1000000	420
Llegada de clientes de 16 a 17	Ciente	Expression	EXPO(2.46)	Minutes	1	(tnow<540)*1000000	480
Llegada de clientes de 17 a 18	Ciente	Expression	EXPO(2.46)	Minutes	1	(tnow<600)*1000000	540

Elaboración propia

Cada columna representa lo siguiente:

- **Name:** Permite asignar un nombre que identifique al bloque
- **Entity Type:** Hace referencia al tipo de entidad, en este modelo es cliente.
- **Type:** Señala que se usará una expresión para definir el comportamiento de las llegadas.

- **Expression:** Muestra la distribución que mejor se ajusta para las llegadas de los clientes en cada intervalo de tiempo.
- **Units:** Unidades en las que se mide el tiempo: Minutos.
- **Entities per Arrival:** Para este modelo una sola entidad llega por cada arribo.

Los bloques “create” están unidos a un bloque “branch” mediante el cual las entidades pueden optar por dos caminos: permanecer en el sistema o abandonar el mismo

3.2.1. Abandonos del modelo actual

La tasa de abandono que se coloca en la parte inicial del modelo se calcula tomando en cuenta dos aspectos: Información cuantitativa del sistema y la información del personal experto.

a) Información cuantitativa del sistema

El sistema diariamente reporta la cantidad de los tickets de atención generados, esta cantidad se compara con la cantidad efectiva de tickets atendidos por los responsables de admisión. De esta forma se puede estimar el porcentaje de abandono promedio.

Según el siguiente cálculo, esta tasa de abandono se tomó considerando una muestra de 43 días de jornada laboral:

$$n = \frac{0.25(1.96)^2}{0.15^2} = 43 \text{ días}$$

Donde:

$\sigma = 0.25$ ya que se obtiene de una muestra pequeña de diez valores (Córdova 2006)

$Z = 1.96$ para obtener un nivel de confianza al 95%

$d = 15\%$ el cual es el valor máximo permisible para ser considerado dentro de este estudio.

Por lo tanto la tasa de abandono se calcula de la siguiente manera:

Tasa de abandono = $1 - (\text{promedio de tickets atendidos} / \text{promedio de tickets generados por el sistema})$

Tasa de abandono = $1 - (525 / 544) = 3.5\%$

b) Información del personal experto y gerencia

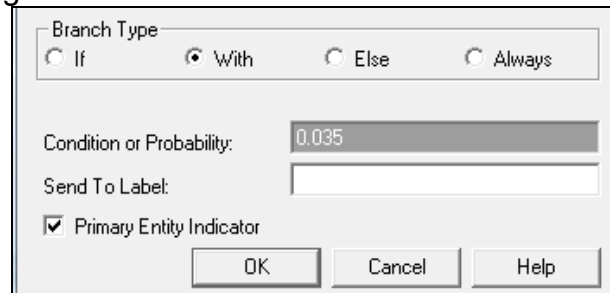
Se procedió a realizar una encuesta a la gerencia, médicos y personal del área acerca del porcentaje que se obtuvo de la cantidad de abandonos que brinda el sistema (3.5%). Los resultados de la encuesta validarán el valor obtenido del sistema.

Por lo tanto la tasa de abandono a considerar en el modelo es 3.5%.

c) Abandono o permanencia en el sistema

Por lo tanto se asume que el 3.5% abandona el sistema al considerar que la cantidad de clientes que ya se encuentran esperando es excesiva. Para representar esto en el modelo se coloca un bloque “branch” que permite asignar la tasa de abandono como se aprecia en la figura 3.2

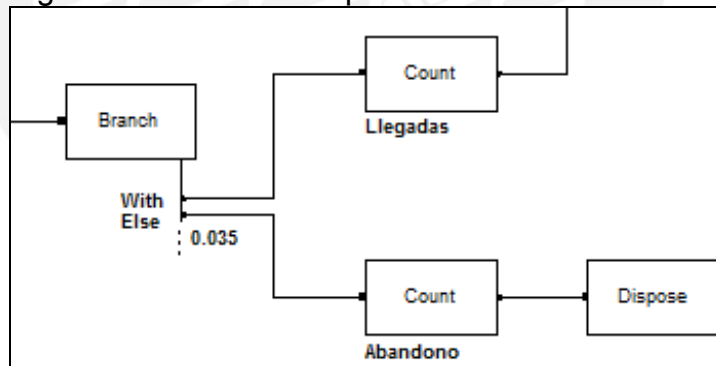
Figura 3.2 Definición de la tasa de abandono



Elaboración propia

Se escoge la opción “with” y se pone en este modelo 0.035 como valor de la probabilidad de abandono, este bloque se une con el contador de abandonos y finalmente a un bloque dispose. También el “branch” va conectado con un contador de “llegadas efectivas” el cual realiza el conteo de los clientes que permanecen en el sistema para ser atendidos. En la figura 3.3 se ilustra este proceso.

Figura 3.3 Abandono o permanencia en el sistema



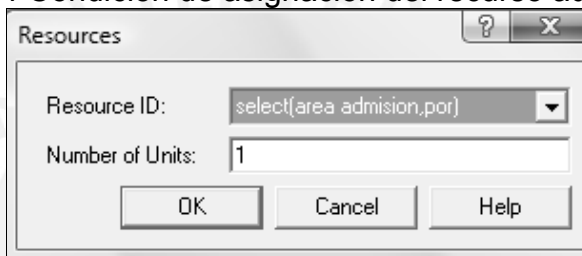
Elaboración propia

El contador de llegadas se une a un bloque “assign” el cual tiene la función de tomar el tiempo de llegada de cada uno de los clientes, para ello se utiliza el atributo “llegada” el cual toma el valor del “tnow”; es decir; toma el tiempo en ese momento y lo guarda como el tiempo de llegada del cliente al sistema.

El cliente espera en la primera cola, la cual se representa con el bloque “queue” definido como “cola admisión” que a su vez tiene asignado el elemento “queues” “cola admisión” y tiene como regla PEPS (el primero en entrar el primero en salir de la cola).

El cliente que se libera de la cola pasa al bloque “seize” el cual concede el primer recurso del proceso; uno de los cuatro responsables de admisión; para esto se coloca en la opción “resource id” que se aprecia en la figura 3.4

Figura 3.4 Condición de asignación del recurso admisión



Elaboración propia

La expresión “select(area admisión,por)”, significa que el primer recurso que se libera debe atender al siguiente cliente en cola.

Luego se coloca un bloque “tally” el cual calcula el tiempo de espera desde que el cliente se coloca en la cola de admisión hasta que su número de atención aparece en la pantalla. Los parámetros que se deben llenar para este bloque son tally ID y value, donde:

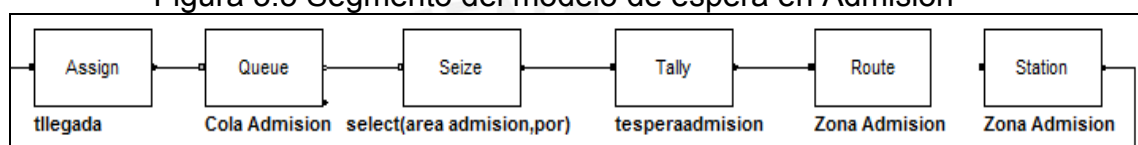
tally ID: **tesperaadmision**, asocia el nombre que identifica al bloque con el elemento “tallies”.

value: **tnow-tllegada**, resulta de la resta del tiempo en ese instante menos el tiempo de llegada de la entidad.

Después se añade un bloque “route” el cual asigna un tiempo de traslado constante¹¹ de 0.33 minutos desde la posición del cliente hasta el módulo de admisión. Para esto se genera un bloque “station” al cual se dirige el cliente después del route. Se define el elemento “stations” zona de admisión.

La segunda parte del modelo se muestra en la figura 3.5

Figura 3.5 Segmento del modelo de espera en Admisión



Elaboración propia

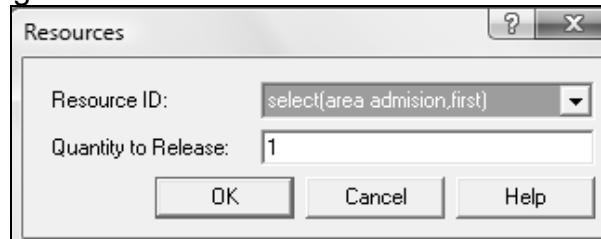
3.2.2. Proceso de Atención en Admisión

Se coloca un bloque “assign” que almacena el tiempo en que se inicia la atención de admisión. El atributo asociado es “hora atención admisión” y toma el valor “tnow”. Luego se coloca el bloque “delay” que representa el tiempo de servicio por el responsable, este tiempo sigue una distribución normal con parámetros NORM(2.89, 0.864) que corresponde al tiempo promedio de atención en admisión (ver página 23).

A continuación se muestra en la figura 3.6 el bloque “release” el cual permite liberar el recurso.

¹¹ Se asume 0.33 minutos considerando que la distancia a la zona de admisión es de 16.5 metros y la velocidad promedio de una persona es aproximadamente 3 km/hora (fuente: Heriberto G. Contreras Garibay, Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana, Volumen XIX, Número 1, Enero Abril de 2006).

Figura 3.6 Liberación del recurso Admisión



Elaboración propia

La expresión “select (area admision, first)” equivale a que el primer cliente que termina de ser atendido es el primero en liberar el recurso.

Así culmina el servicio de admisión y se almacena mediante un “tally” cuyo valor corresponde a “tnow – inicio atención admisión”; es decir; el tiempo en dicho instante menos el tiempo del inicio de atención.

En la figura 3.7 se muestra el proceso de atención en admisión

Figura 3.7 Atención en admisión



Elaboración propia

3.2.3. Proceso de Atención en Caja

Terminado el proceso de admisión el cliente se dirige a la zona de caja, esto se representa con un bloque “route” el cual considera un tiempo constante¹² de 0.20 minutos que toma el cliente para dirigirse a la zona de caja. Esta zona está definida por un bloque “station” y el elemento correspondiente “stations” “zona de caja”.

¹²Se asume 0.20 minutos considerando que la distancia a la zona de caja es de 10 metros y la velocidad promedio de una persona es aproximadamente 3 km/hora (fuente: Heriberto G. Contreras Garibay, Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana, Volumen XIX, Número 1, Enero Abril de 2006).

En la zona de caja, se coloca un bloque “assign(tiniciocolacaja)” que guarda el tiempo en que se inicio la espera en la cola de caja. Esta cola se representa mediante un bloque “queue” identificado como “cola caja” que tiene asignado el elemento “cola caja” y que tiene la regla PEPS.

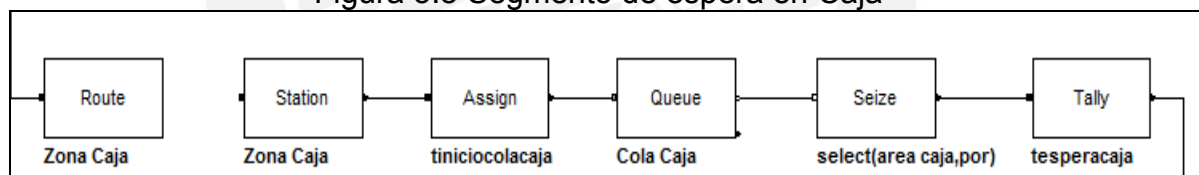
El cliente que se libera de la cola de caja pasa al bloque “seize” el cual concede el recurso “cajera” las cuales están agrupadas a través de un bloque set; para esto se coloca en la opción “resource id” la siguiente regla:

“select(area caja,por)”, lo cual significa (de la misma forma que en admisión) que el primer recurso que se libera debe atender al siguiente cliente en cola.

Luego se coloca el bloque “tally” “tesperacaja” el cual calcula el tiempo de espera en la cola de caja de la siguiente manera: “tnow – tiniciocolacaja”.

En la figura 3.8 se muestra el proceso de espera en caja

Figura 3.8 Segmento de espera en Caja



Elaboración propia

Después se coloca un “assign” para calcular el tiempo de inicio de atención en caja. Unido a este va el bloque “delay” que representa el tiempo de servicio por la cajera, este tiempo sigue una distribución normal con parámetros NORM(2.65, 0.572) que corresponde al tiempo promedio de atención en caja (ver página 26).

A continuación esta el bloque “release” el cual permite liberar el recurso según la siguiente regla:

“select (area caja,first)” lo que equivale a que el primer cliente que termina de ser atendido en caja es el primero en liberar el recurso.

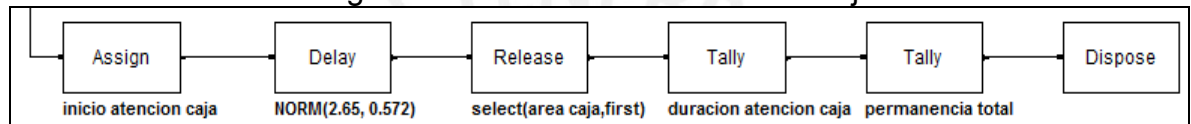
En ese momento culmina el servicio de caja y se colocan dos últimos bloques “tally” los cuales calculan los siguientes valores:

Duración de atención en caja = “tnow-inicio atencion caja”

Permanencia en el sistema = “tnow – tllegada”

Finalmente se une al modelo un bloque “dispose” el cual indica la culminación del mismo. Esta parte final se presenta en la figura 3.9

Figura 3.9 Proceso de atención en caja



Elaboración propia

En la tabla 3.3 se resumen los bloques de acuerdo a la secuencia del proceso:

Tabla 3.3 Funcionalidad de los bloques aplicados en el modelo

Bloque	Función del bloque
Create	Permite generar las entidades a ser procesadas en el sistema. Se crean 10 bloques, cada uno de ellos para un intervalo de tiempo distinto.
branch 1	Permite tomar la decisión de permanecer en el sistema o abandonarlo de acuerdo a variables predefinidas.
Count	Permite contar la cantidad de entidades que al llegar al sistema deciden permanecer en este.
Count	Permite contar la cantidad de entidades que al llegar al sistema deciden abandonarlo.
dispose	Tiene como función retirar una entidad del modelo cuando esta ha llegado al punto de salida del sistema simulado.
Assign	Permite asignar y guardar el tiempo de llegada de la entidad al sistema.
Queue	Permite definir la cola de admisión y el tipo de regla de liberación que sigue.
Seize	Permite asignar el recurso de admisión a la entidad según una regla específica (el primero en cola toma el primer recurso libre).
Tally	Permite calcular y guardar el tiempo de espera en admisión de cada entidad.
Route	Permite asignar un tiempo de traslado hacia una zona específica del sistema, en este punto es a la zona de admisión.
Station	Permite asignar un espacio físico en el cual se encuentran colocados los recursos de admisión.
Assign	Permite asignar el tiempo en el cual se inicia la atención en admisión.
Delay	Permite asignar una duración al servicio de la persona responsable de admisión
Release	Permite liberar un recurso de admisión de acuerdo a una regla específica. La primera entidad que termina el servicio es la primera en liberar el recurso.
Tally	Permite calcular y guardar el tiempo de duración de la atención en admisión de cada entidad.
Route	Permite asignar un tiempo de traslado hacia una zona específica del sistema, en este punto es a la zona de caja.
Station	Permite asignar un espacio físico en el cual se encuentran colocados los recursos de caja.
Assign	Permite asignar y guardar el tiempo de inicio de la cola de caja.
Queue	Permite definir la cola de caja y el tipo de regla de liberación que sigue.
Seize	Permite asignar el recurso de admisión a la entidad según una regla específica (el primero en cola toma el primer recurso libre).
Tally	Permite calcular y guardar el tiempo de espera en caja de cada entidad.
Assign	Permite asignar y guardar el tiempo de inicio de la cola de caja.
Delay	Permite asignar una duración al servicio de la persona responsable de caja
Release	Permite liberar un recurso de caja de acuerdo a una regla específica. La primera entidad que termina el servicio es la primera en liberar el recurso.
Tally	Permite calcular y guardar el tiempo de duración de la atención en caja.
Tally	Permite calcular y guardar el tiempo de permanencia en el sistema de cada entidad.
Dispose	Tiene como función retirar una entidad del modelo cuando esta ha llegado al punto de salida del sistema simulado.

Elaboración propia

En la tabla 3.4 se detallan los elementos asociados a cada bloque

Tabla 3.4 Funcionalidad de los elementos aplicados en el modelo

Elemento Asociado	Nombre	Regla
Queues	Cola Admisión	Ranking Criterion: FirstInFirstOut
	Cola Caja	Ranking Criterion: FirstInFirstOut
Resources	Admisión 1,2,3,4	Capacity or Schedule: Schedule Sched ID: Horario 1,2,3,4 Capacity Entity Rule: Ignore
	Cajera 1,2,3	Capacity or Schedule: Schedule Sched ID: Horario 5,6,7 Capacity Entity Rule: Ignore
Schedules	Horario 1,2,3,4,5,6,7	Format Type: Duration Schedule Type: Capacity Time Units: Minutes
Sets	area admisión	Members: Admisión 1, 2, 3 y 4
	area caja	Members: Caja 1, 2 y 3
Stations	Zona Admisión	Agrupar los servidores de admisión
	Zona Caja	Agrupar los servidores de caja
Tallies	Tesperaadmision	Mide el tiempo de cola en admisión
	duracion atencion admision	Mide la duración del servicio de admisión
	Tesperacaja	Mide el tiempo de cola en caja
	duracion atencion caja	Mide la duración del servicio de caja
	permanencia total	Mide el tiempo total de permanencia en el sistema de la entidad.
Counters	Abandono	Initial Option: Replicate
	Llegadas	Initial Option: Replicate
Attributes	Tllegada	Mide el tiempo de llegada de la entidad
	inicio atencion admision	Mide el inicio de atención de admisión
	inicio atencion caja	Mide el inicio de atención de caja
	Tiniciocolacaja	Mide el inicio de la cola en caja
Outputs		SIMAN Expression: TAVG(tesperaadmision)
		SIMAN Expression: DAVG(Colaadmisionprom)
		SIMAN Expression: DSTD(Colaadmisionprom)
		SIMAN Expression: TAVG(tesperacaja)
		SIMAN Expression: DAVG(Colacajaprom)
		SIMAN Expression: DSTD(Colacajaprom)
		SIMAN Expression: NC(Abandono)
Dstats	Colaadmisionprom	SIMAN Expression: NQ(Cola Admisión)
	Colacajaprom	SIMAN Expression: NQ(Cola Caja)
Replicate		Number of replications: 50 Replication Length: 600 minutes

Elaboración propia

3.3. Validación del Modelo

3.3.1. Cálculo del número de réplicas

Para calcular el número de réplicas se procede a generar la corrida de la simulación colocando un elemento “replicate” en el cual se especifica el número de réplicas.

Para efectos de este modelo que representa un sistema terminal¹³ el número de réplicas se define calculando un intervalo de confianza apropiado para el modelo. Por lo tanto se procede a calcular el valor de h:

$$h = t_{1-\frac{\alpha}{2}, n-1} s_{\bar{x}} = t_{1-\frac{\alpha}{2}, n-1} s_{x/\sqrt{n}}$$

Con un nivel de confianza de 95% y con un tamaño de muestra inicial de 50 se obtuvo $t_{0.975, 49} = 2.01$.

De acuerdo a los resultados obtenidos con 50 réplicas se obtienen los siguientes valores de S y h:

Tabla 3.5 Valores de “h” del modelo actual

Parámetros	Promedio	S	h	h (% del prom)	h max
TAVG(tesperaadmisión)	42.44	10.87	3.23	8%	10%
TAVG(tesperacaja)	10.64	2.72	0.81	8%	10%
TAVG(permanencia total)	59.25	10.34	3.07	5%	10%
Cliente.NumberIn	539.60	23.17	6.88	1%	10%
Cliente.NumberOut	538.40	23.22	6.90	1%	10%
NC(Abandonos)	18.36	4.56	1.35	7%	10%
NC(Llegadas)	521.24	24.17	7.18	1%	10%

Elaboración propia

¹³ Sistema Terminal: La corrida del sistema tiene una duración específica, las condiciones iniciales son conocidas e importantes Simulation with Arena, Banks.

Considerando los valores de h obtenidos para cada atributo de salida, estos satisfacen las necesidades de la gerencia que es como máximo un valor de h igual a 10% del promedio obtenido del output. Por lo tanto el valor de 50 réplicas es adecuado para el modelo sujeto a análisis.

3.3.2. Resultados de la validación

Los resultados obtenidos en la corrida de la simulación del modelo se presentan en la tabla 3.6

Tabla 3.6 Resultados estadísticos del modelo actual

Identificador	Promedio	Variación	Mínimo	Máximo	# Réplicas	unidades
NC(Abandono)	18.36	1.3	11	29	50	clientes
NC(Llegadas)	521.24	6.9	469	569	50	clientes
DAVG(Colaadmisionprom)	37.24	3.12	17.08	62.2	50	minutos
DSTD(Colaadmisionprom)	31.59	2.01	19	46.65	50	minutos
TAVG(tesperaadmision)	42.44	3.11	20.34	66.76	50	minutos
DAVG(colacajaprom)	9.21	0.66	5.4	18.03	50	minutos
DSTD(colacajaprom)	10.44	0.62	6.57	18.64	50	minutos
TAVG(tesperacaja)	10.64	0.78	6.06	21.47	50	minutos
TAVG(permanencia total)	59.25	2.95	38.3	85.27	50	minutos
Cliente.NumberIn	539.6	6.61	493	588	50	clientes
Cliente.NumberOut	538.4	6.63	492	587	50	clientes

Elaboración propia

Para validar si los resultados del modelo corresponden a los valores obtenidos en el trabajo de campo, se procede a plantear una prueba de hipótesis.

Y = Output del sistema = permanencia total (ver tabla 3.7)

C = constante obtenida en trabajo de campo.

Se plantea la prueba de hipótesis de la siguiente forma:

$$H_0 : E(Y) = c,$$

$$H_1 : E(Y) \neq c,$$

Se calcula la estadística, $t_0 = \frac{[E(Y) - c]}{[\frac{S}{\sqrt{n}}]}$, donde $t_0 = 1.88$

Donde;

n = tamaño de muestra.

S = desviación estándar de la muestra.

La desviación estándar de la muestra se calcula la siguiente forma:

$$S = \sqrt{\left[\frac{(\sum (Y_i - E(Y))^2)}{(n-1)} \right]} = 10.34 \text{ minutos}$$

La hipótesis nula H_0 se rechaza si $|t_0| > (t_{\alpha/2, n-1} = 2.10)$

Tabla 3.7 Validación del modelo

Parámetro	permanencia total
Promedio	59.25
S	10.34
C	62.00
$ t_0 = [E(Y) - c] / [S/ n]$	1.88
$t_{\alpha/2, n-1}$	2.10

Elaboración propia

En el estudio de tiempos, el tiempo total de permanencia en el sistema es de 62 minutos y este es mencionado como el valor “C”

Dado que $|t_0|$ es menor que $t_{\alpha/2, n-1}$ la hipótesis nula H_0 se acepta. Por lo tanto se valida que los resultados que genera la simulación corresponde a las mediciones realizadas en el trabajo de campo.

CAPÍTULO 4. PROPUESTA DE MEJORA

Se plantea una propuesta integral que busca mejorar el sistema actual para elevar el nivel de satisfacción de los clientes y mejorar la productividad del área de admisión y pago. Esta propuesta consiste en reducir los tiempos de espera en cola a través de la implementación de una central telefónica y un sistema de prioridades.

4.1. Central Telefónica

4.1.1. Descripción de la Propuesta.

Consiste en brindar el servicio de reserva de consultas vía telefónica previo pago en el banco y de esta manera lograr que el cliente pueda percibir mayores facilidades y menores tiempos de espera.

4.1.2. Objetivos de la Propuesta.

Los objetivos que busca alcanzar esta propuesta son:

- Reducir el tiempo de espera del cliente en admisión y caja.
- Permitir a los clientes realizar la reserva de una cita previa sin necesidad de ser presencial.
- Facilitar el pago de la consulta en cualquier oficina o agencia de las principales entidades financieras del país.
- Reducción de los recursos de infraestructura destinados a admisión y caja para un mejor aprovechamiento.

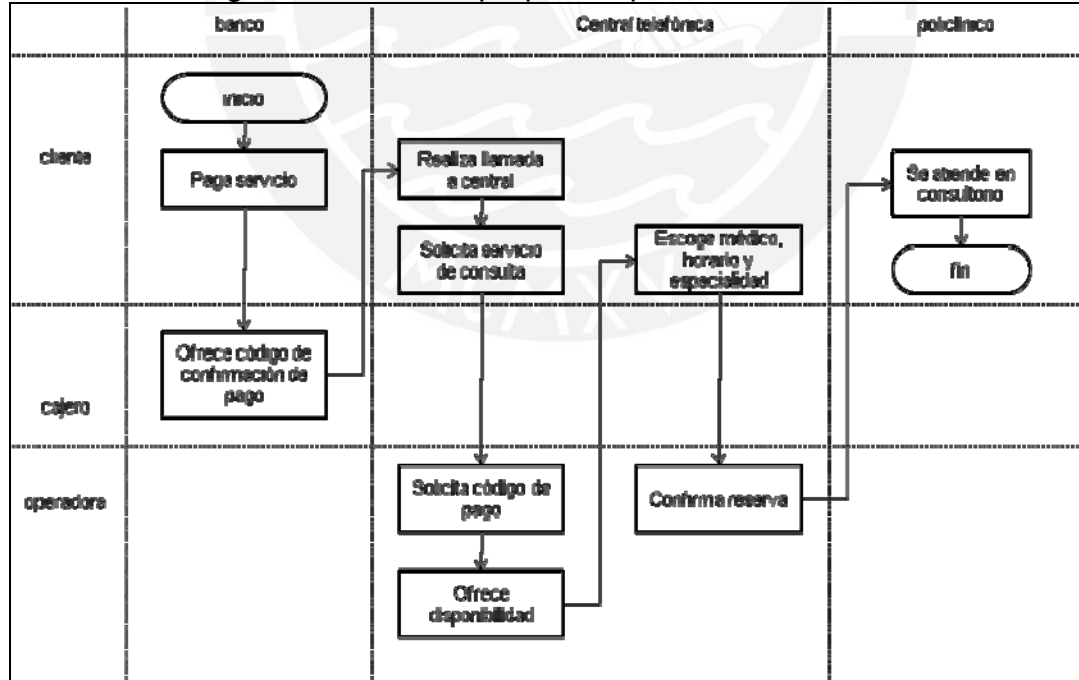
4.1.3. Proceso propuesto para la reserva de consultas

El cliente se dirige al banco y cancela el valor de la consulta, las consultas tienen un precio único. En el banco, el cajero entregará al cliente la constancia del depósito realizado en la cuenta del policlínico.

En la constancia de depósito se muestra el código de la transacción con el cual el cliente podrá coordinar la reserva de su cita con una operadora de la central telefónica. En este momento el cliente define la fecha y hora en que desea ser atendido, el doctor de su preferencia y la especialidad. La operadora confirma disponibilidad del servicio y procede a realizar la reserva. Finalmente, el cliente, al apersonarse a la institución el día de su cita, ya no requiere hacer ninguna cola dado que su consulta ya fue previamente pagada y reservada.

En la figura 4.1 se presenta el proceso propuesto para reservas de consulta.

Figura 4.1 Proceso propuesto para reserva de consultas



Elaboración propia

4.1.4. Dimensionamiento de la Central Telefónica

A diferencia del proceso de pago que se realizará a través de entidades financieras cuya capacidad de atención es mayor a la demanda del policlínico y los horarios de atención ya están establecidos, es necesario definir la cantidad de recursos necesarios para la implementación de la central telefónica.

4.1.4.1. Duración promedio de la llamada

Se diferencian dos tipos de llamada, cliente nuevo y cliente antiguo, el primer tipo es aquel cliente que se va a atender por primera vez en el policlínico y no posee historia, y el segundo tipo de llamada es aquel cliente frecuente que ya posee historia clínica.

Adicionalmente, se asume un 5% de variación al tiempo promedio debido a los tiempos muertos que se pueden dar en cada una de las llamadas.

En la tabla 4.1 se muestra cada etapa de la llamada y cómo interactúa la operadora con el cliente. Los tiempos promedio por cada etapa componen el tiempo total de la llamada¹⁴.

¹⁴ Se simuló el diálogo en la central telefónica Fortel Group.

Tabla 4.1 Duración promedio de la llamada para la reserva de una consulta

Proceso / Entidad	Call center (operadora)	Cliente	Duración (Cliente nuevo)	Duración (Cliente antiguo)	Unidades
Ingreso de la llamada		Espera a ser atendido en línea	10	10	seg
Presentación	"Empresa de Salud S.A." Buenas tardes le saluda "nombre de operadora" es la primera vez que va a atenderse?		8	8	seg
Paciente nuevo?		La respuesta puede ser Si o No	4	4	seg
SI: Interrogatorio A	Nombre y apellidos del paciente Lugar y fecha de nacimiento DNI Ocupación Dirección telefono Referencia (nombre, dirección, telefono)		115		seg
NO: Interrogatorio B	# historia nombre / apellidos del paciente			38	seg
Decisión de Especialidad		Elige la especialidad	12	12	seg
Decisión del Doctor		Elige al doctor	12	12	seg
Decisión de la Fecha		Elige la fecha	12	12	seg
Confirmación del servicio, información de pago	Confirma la reserva	da su conformidad	50	50	seg
Duración total de la llamada (segundos)			223	146	seg
Duración total de la llamada (minutos)			3.72	2.43	min

Elaboración propia

Los pacientes nuevos en promedio representan el 4.48% del total de clientes, con lo cual se puede obtener un promedio ponderado de la duración de una llamada.

$$\text{Duración ponderada} = 3.72 * 0.0448 + 2.43 * (1 - 0.0448) = 2.49 \pm 5\% \text{ minutos}$$

$$\text{Duración promedio de la llamada} = [142,157] \text{ segundos}$$

4.1.4.2. Frecuencia de las llamadas

La frecuencia de llamadas toma como referencia la proporción de llegadas actual de los clientes al policlínico, tanto para realizar consultas previas como para atenderse ese mismo día. Por lo tanto, el análisis asume lo siguiente:

Patrón de comportamiento de llegadas de clientes \approx patrón de comportamiento de las llamadas telefónicas

En la medida que se construya una base de datos con estadísticas acerca del comportamiento real de las llamadas se podrá redimensionar la distribución de las mismas a lo largo del día¹⁵.

Tabla 4.2 Distribución diaria de las llamadas

Inicio	Fin	% concentración de llamadas
08:00:00	09:00:00	23.30%
09:00:00	10:00:00	18.56%
10:00:00	11:00:00	16.86%
11:00:00	12:00:00	15.72%
12:00:00	13:00:00	5.30%
13:00:00	14:00:00	5.49%
14:00:00	15:00:00	3.79%
15:00:00	16:00:00	4.36%
16:00:00	17:00:00	3.98%
17:00:00	18:00:00	2.65%
Total		100.00%

Elaboración propia

4.1.4.3. Cálculo de la demanda

Para determinar la cantidad de llamadas promedio por hora que ingresarían a la central es necesario estimar la demanda futura. Con dicha información se puede planificar los recursos necesarios para la implementación de la central.

La demanda proyectada para los próximos cinco años se muestra en la tabla 4.3

¹⁵ Una posible metodología a utilizar es "Estándar de pronóstico de nivel de llamadas". Esta se encuentra desarrollada en detalle en el trabajo de tesis de Chávez (2006)

Tabla 4.3 Principales especialidades a nivel de captación de consultas

Especialidad	Coefficiente de correlación	pendiente	2008	2009	2010	2011	2012
Medicina General	-0.84	-320	21,313	20,992	20,673	20,355	20,036
Oftalmología	0.83	371	17,514	17,886	18,258	18,630	19,002
Ginecología	0.88	846	20,388	21,234	22,079	22,925	23,771
Dermatología	0.94	1,121	20,291	21,412	22,533	23,653	24,774
Otorrinolaringología	0.85	242	12,218	12,460	12,702	12,944	13,186
Pediatría	0.81	70	8,713	8,783	8,852	8,922	8,991
Traumatología	0.86	248	9,293	9,541	9,789	10,037	10,284
Gastroenterología	0.90	1,356	19,776	21,132	22,487	23,843	25,199
Reumatología	0.86	654	11,157	11,811	12,465	13,118	13,772
Cardiología	0.93	528	9,162	9,690	10,218	10,745	11,273
Otras	0.94	3,364	57,565	60,929	64,293	67,657	71,021
Total	0.92	8,480	207,390	215,870	224,349	232,829	241,309

Elaboración propia

Esta demanda se obtiene tomando como base data histórica que abarca desde el año 2000 hasta el 2007. Empleando el método de regresión lineal, para estimar la demanda futura en los próximos cinco años, se observa que el valor del coeficiente de correlación del total de la demanda en los últimos años es 0.92 y el valor individual de cada especialidad también se encuentra cercano a dicho valor. Por lo tanto, se puede afirmar que la distribución lineal se ajusta adecuadamente al comportamiento de la demanda total e individual de cada especialidad.

En el caso de la especialidad de Medicina General, la demanda futura sufre un decremento en sus valores anuales, esto se debe a que se incrementan la cantidad de especialidades ofrecidas en la institución por lo tanto los pacientes ya son direccionados hacia dichas nuevas especialidades.

Se plantean dos escenarios para estimar la demanda que captaría la central telefónica: Conservador y Optimista.

4.1.4.3.1. Escenario Optimista

Plantea que en el primer año todos los clientes que se dirigen por citas previas optarán por realizarlo a través de la central, luego irá incrementándose de tal forma que en el quinto año el 70% del total de clientes realice la reserva de consultas vía telefónica.

Tabla 4.4 Escenario Optimista

Año	Demanda call center
2008	50% del total de la demanda
2009	55% del total de la demanda
2010	60% del total de la demanda
2011	65% del total de la demanda
2012	70% de la demanda

Elaboración propia

4.1.4.3.2. Escenario Conservador

Asume que a pesar de la nueva opción de reservas de citas vía telefónica, el porcentaje de clientes que acogerían la propuesta sería menor. Siendo en el primer año 30% y ya para el quinto 50%.

Tabla 4.5 Escenario Conservador

Año	Demanda call center
2008	30% del total de la demanda
2009	35% del total de la demanda
2010	40% del total de la demanda
2011	45% del total de la demanda
2012	50% de la demanda

Elaboración propia

De acuerdo a la estimación de demanda de llamadas en cada uno de los escenarios se calcula el tiempo requerido diario para cada año y la cantidad de operadores por hora.

Tabla 4.6 Recursos Requeridos para el escenario conservador

Conservador	Cantidad diaria de llamadas					tiempo requerido diario (hrs)					horas/hombre diario				
	Hora	a1	a2	a3	a4	a5	a1	a2	a3	a4	a5	a1	a2	a3	a4
1	59	66	73	79	84	2.69	3.01	3.33	3.61	3.83	3	4	4	4	4
2	46	52	58	63	67	2.1	2.37	2.65	2.88	3.06	3	3	3	3	4
3	41	47	51	55	59	1.87	2.15	2.33	2.51	2.69	2	3	3	3	3
4	40	45	49	53	57	1.83	2.05	2.24	2.42	2.6	2	3	3	3	3
5	14	16	17	18	20	0.64	0.73	0.78	0.82	0.91	1	1	1	1	1
6	14	16	17	18	20	0.64	0.73	0.78	0.82	0.91	1	1	1	1	1
7	10	12	13	14	15	0.46	0.55	0.59	0.64	0.68	1	1	1	1	1
8	10	12	13	14	15	0.46	0.55	0.59	0.64	0.68	1	1	1	1	1
9	10	12	13	14	15	0.46	0.55	0.59	0.64	0.68	1	1	1	1	1
10	7	8	9	9	10	0.32	0.37	0.41	0.41	0.46	1	1	1	1	1
Total	251	286	313	337	362	11.47	13.06	14.29	15.39	16.5	16	19	19	19	20

Elaboración propia

Tabla 4.7 Recursos Requeridos para el escenario optimista

Optimista	Cantidad diaria de llamadas					tiempo requerido diario (hrs)					horas/hombre diario				
	Hora	a1	a2	a3	a4	a5	a1	a2	a3	a4	a5	a1	a2	a3	a4
1	98	104	109	113	117	4.47	4.75	4.98	5.16	5.34	5	5	5	6	6
2	77	82	86	90	93	3.52	3.74	3.93	4.11	4.25	4	4	4	5	5
3	69	73	77	80	83	3.15	3.33	3.52	3.65	3.79	4	4	4	4	4
4	66	70	74	77	79	3.01	3.20	3.38	3.52	3.61	4	4	4	4	4
5	23	24	26	27	28	1.05	1.10	1.19	1.23	1.28	2	2	2	2	2
6	23	24	26	27	28	1.05	1.10	1.19	1.23	1.28	2	2	2	2	2
7	17	18	19	20	21	0.78	0.82	0.87	0.91	0.96	1	1	1	1	1
8	17	18	19	20	21	0.78	0.82	0.87	0.91	0.96	1	1	1	1	1
9	17	18	19	20	21	0.78	0.82	0.87	0.91	0.96	1	1	1	1	1
10	12	12	12	13	14	0.55	0.55	0.55	0.59	0.64	1	1	1	1	1
Total	419	443	467	487	505	19.13	20.22	21.32	22.23	23.05	25	25	25	27	27

Elaboración propia

4.2. Sistema de prioridades

4.2.1. Descripción de la propuesta

La propuesta está direccionada a los clientes que se dirigen a la institución a atenderse ese mismo día. Plantea clasificarlos de acuerdo al servicio que demanden estableciendo prioridades a diferencia del modelo actual que posee una cola única de acuerdo al orden de llegada.

4.2.2. Objetivos de la propuesta

Esta propuesta tiene como objetivo:

- Reducir tiempo de cola en admisión.
- Mejor asignación de clientes a los recursos de admisión y caja.
- Mejor asignación de pacientes a los médicos

4.2.3. Parámetros a considerar

4.2.3.1. Horario de la consulta

El cliente podrá ser clasificado dentro de tres tipos dependiendo de la hora de llegada del cliente y el horario del servicio que desean tomar.

Dependiendo del atributo “tipo” que se le asigne a la entidad le corresponderá atenderse en cierto recurso de admisión según la tabla siguiente:

Tabla 4.8 Tipos de Clientes

Tipo	Descripción	Admisión
1	Clientes que llegan entre las 8:00a.m. y 12:00p.m. y desean una cita en dicho intervalo de tiempo	1,2,3
2	Clientes que llegan entre las 8:00a.m. y 12:00p.m. y desean una cita a partir de las 12:01p.m.	4
3	Clientes que llegan después de las 12:01p.m y desean atenderse a partir de dicho horario en adelante	1,2,3,4

Elaboración propia

4.2.3.2. Especialidad

Las especialidades se distribuirán equitativamente en cada uno de los recursos de admisión pudiendo agruparse de dos formas de acuerdo al tipo de cliente:

a) Agrupación 1

Esta agrupación es para clientes del tipo 1. Las especialidades se distribuyen alrededor del 33% en cada uno de los recursos de Admisión 1, 2 y 3.

Tabla 4.9 Agrupación de especialidades para clientes tipo 1

Admisión 1	%	Admisión 2	%	Admisión 3	%
Medicina General	14%	Gastroenterología	9%	Pediatría	6%
Ginecología	9%	Oftalmología	8%	Traumatología	5%
Dermatología	9%	Otorrinolaringología	7%	Otras	21%
		Reumatología	6%		
		Cardiología	6%		
Total	32%	Total	36%	Total	32%

Elaboración propia

b) Agrupación 2

Es para clientes del tipo 3 cada módulo de admisión atenderá a especialidades específicas de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 4.10 Agrupación de especialidades para clientes tipo 3

Admisión 1	Admisión 2	Admisión 3	Admisión 4
Medicina General	Dermatología	Otorrinolaringología	Neumología
Ginecología	Gastroenterología	Reumatología	Urología
	Oftalmología	Cardiología	Endocrinología
		Pediatría	Neurología
		Traumatología	Odontología
			Psiquiatría
			Cirugía
			Alergista
			Geriatría
			Nefrología
			Cirugía Cardiovascular
			Cirugía Plástica

Elaboración propia

Para el caso de los clientes del tipo 2, estos se atenderán en el recurso de admisión 4 sin importar la especialidad que hayan escogido.

De esta forma la atención por cada trabajador de admisión será más especializada y por lo tanto más fluida. Además el flujo de pacientes hacia los médicos estará mejor distribuido.

4.2.4. Construcción del modelo mejorado

Este modelo va a involucrar la combinación de las dos propuestas de mejora, se va a ver afectado por una menor tasa de llegadas al sistema y por condiciones que establecen criterios de atención para cada uno de los clientes.

Los bloques create se redefinen con las nuevas tasas de llegada, considerando una reducción gracias a la implementación de la central telefónica. Se considera la distribución exponencial para cada uno de los dos escenarios ya que las llegadas de los clientes cumplen con los tres supuestos del proceso Poisson detallado en el capítulo 1. A continuación se muestran las medias respectivas:

Tabla 4.11 Valores de las medias para el escenario optimista

Hora	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
1	0.71	0.76	0.82	0.91	1.02
2	0.9	0.95	1.03	1.15	1.3
3	1.02	1.09	1.18	1.28	1.46
4	1.05	1.13	1.22	1.33	1.5
5	3	3.33	3.53	3.75	4.29
6	3	3.33	3.53	3.75	4.29
7	4	4.29	4.62	5	6
8	4	4.29	4.62	5	6
9	4	4.29	4.62	5	6
10	6	6.67	6.67	7.5	8.57

Elaboración propia

Tabla 4.12 Valores de las medias para el escenario conservador

Hora	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
1	0.51	0.53	0.55	0.58	0.61
2	0.65	0.67	0.70	0.73	0.78
3	0.72	0.75	0.78	0.82	0.87
4	0.76	0.78	0.81	0.86	0.91
5	2.14	2.22	2.31	2.50	2.61
6	2.14	2.22	2.31	2.50	2.61
7	2.86	3.00	3.16	3.33	3.53
8	2.86	3.00	3.16	3.33	3.53
9	2.86	3.00	3.16	3.33	3.53
10	4.29	4.62	4.62	5.00	5.00

Elaboración propia

Los bloques create se separan en dos grupos para agrupar de 8:00a.m. a 12:00p.m. a los clientes de tipo 1 y 2 y en el otro grupo de 12:01p.m. a 6:00p.m. para los de tipo 3. Cada grupo de bloques create se une a su respectivo assign donde se colocan dos condiciones:

a) Tipo de Cliente

Mediante un levantamiento de información de una muestra de 385 clientes de la hora en que tomaban el ticket para atenderse y la hora del servicio que

demandaban (información recogida por los trabajadores de admisión) se obtuvo la siguiente proporción.

Tabla 4.13 Proporción de clientes tipo 1 y 2

Tipo	% Clientes
1	0.24
2	0.76

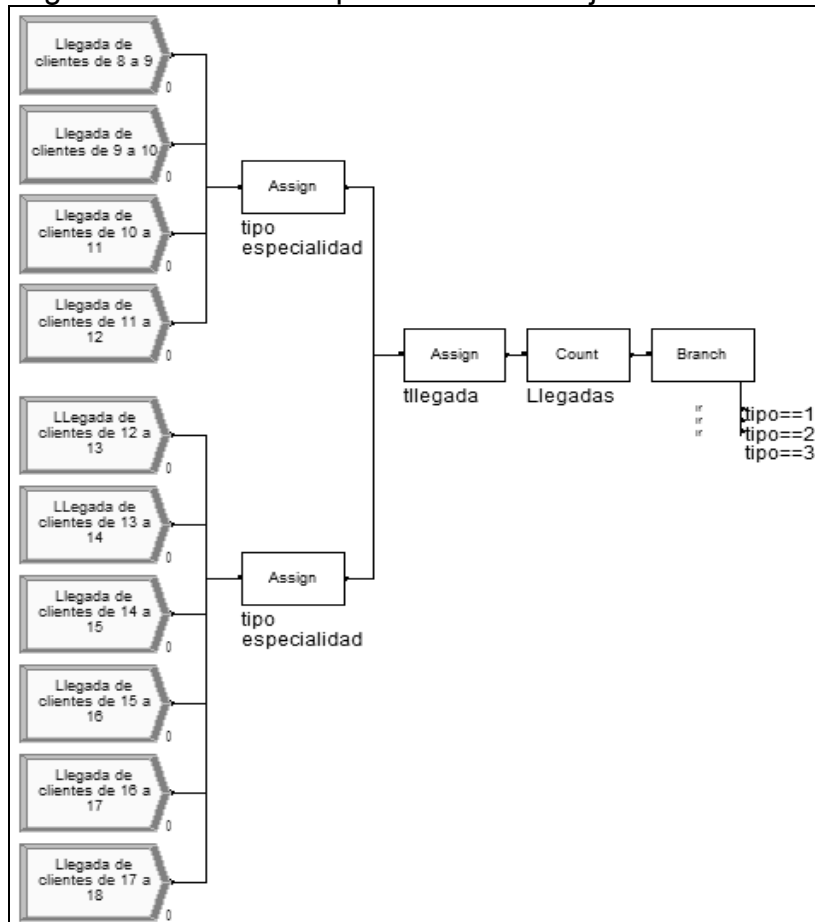
Elaboración propia

b) Especialidad

Se define la especialidad que la entidad va a escoger. Ambos assign se unen a otro assign que graba el tiempo de llegada de la entidad y este se une a un contador de llegadas.

Seguido a este se coloca un branch para identificar el tipo de cliente de la entidad. La parte anteriormente explicada del modelo se grafica a continuación

Figura 4.2 Primera etapa del modelo mejorado en Arena



Elaboración propia

Identificado el tipo de cliente, la entidad pasa a un siguiente bloque de acuerdo a las siguientes condiciones:

Tabla 4.14 Especialidades por tipo de cliente

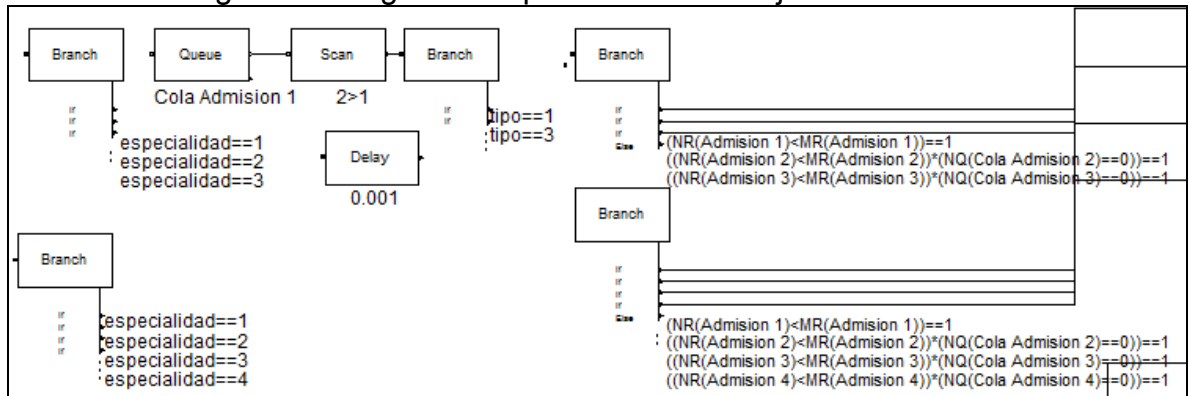
Cliente	Bloque destino	Especialidad
tipo 1	branch "manana"	1,2 o 3
tipo 2	queue "Cola Admisión 4"	no distingue
tipo 3	branch "tarde"	1,2,3 o 4

Elaboración propia

En esta propuesta se define que los clientes tipo 2 van a tener una única cola en la cual pueden atenderse, para dar prioridad a aquellos clientes que se quieren atender en la mañana.

Dentro de estos dos branch la entidad pasará a una cola específica dependiendo de la especialidad que escoge el paciente:

Figura 4.3 Segunda etapa del modelo mejorado en Arena



Elaboración propia

Cada bloque queue se une a un scan para poder unirse con otro branch, se coloca una regla simple que siempre se va a cumplir $2 > 1$. Así para cada cola unida a un branch se ponen las siguientes condiciones:

Tabla 4.15 Condiciones por tipo de cola y cliente

Cola	Cliente	branch	Condición
Admisión 1	Tipo 1	bloq0	If (NR(Admision 1)<MR(Admisión 1))=1
			If ((NR(Admision 2)<MR(Admisión 2))*(NQ(Cola Admision 2)=0))=1
			If ((NR(Admision 3)<MR(Admision 3))*(NQ(Cola Admision 3)=0))=1
			Else enviar a dela1
	Tipo 3	bloq1	If (NR(Admision 1)<MR(Admisión 1))=1
			If ((NR(Admision 2)<MR(Admisión 2))*(NQ(Cola Admision 2)=0))=1
			If ((NR(Admision 3)<MR(Admision 3))*(NQ(Cola Admision 3)=0))=1
			If ((NR(Admision 4)<MR(Admision 4))*(NQ(Cola Admision 4)=0))=1
			Else enviar a dela1
Admisión 2	Tipo 1	bloq2	If (NR(Admision 2)<MR(Admisión 2))=1
			If ((NR(Admision 1)<MR(Admisión 1))*(NQ(Cola Admision 1)=0))=1
			If ((NR(Admision 3)<MR(Admision 3))*(NQ(Cola Admision 3)=0))=1
			Else enviar a dela2
	Tipo 3	bloq3	If (NR(Admision 2)<MR(Admisión 2))=1
			If ((NR(Admision 1)<MR(Admisión 1))*(NQ(Cola Admision 1)=0))=1
			If ((NR(Admision 3)<MR(Admision 3))*(NQ(Cola Admision 3)=0))=1
			If ((NR(Admision 4)<MR(Admision 4))*(NQ(Cola Admision 4)=0))=1
			Else enviar a dela2
Admisión 3	Tipo 1	bloq5	If (NR(Admision 3)<MR(Admisión 3))=1
			If ((NR(Admision 1)<MR(Admisión 1))*(NQ(Cola Admision 1)=0))=1
			If ((NR(Admision 2)<MR(Admision 2))*(NQ(Cola Admision 2)=0))=1
			Else enviar a dela3
	Tipo 3	bloq6	If (NR(Admision 3)<MR(Admisión 3))=1
			If ((NR(Admision 1)<MR(Admisión 1))*(NQ(Cola Admision 1)=0))=1
			If ((NR(Admision 2)<MR(Admision 2))*(NQ(Cola Admision 2)=0))=1
			If ((NR(Admision 4)<MR(Admision 4))*(NQ(Cola Admision 4)=0))=1
			Else enviar a dela3
Admisión 4	Tipo 2	bloq7	If (NR(Admision 4)<MR(Admisión 4))=1
			Else enviar a dela4
	Tipo 3	bloq8	If (NR(Admision 4)<MR(Admisión 4))=1
			If ((NR(Admision 1)<MR(Admisión 1))*(NQ(Cola Admision 1)=0))=1
			If ((NR(Admision 2)<MR(Admision 2))*(NQ(Cola Admision 2)=0))=1
			If ((NR(Admision 3)<MR(Admision 3))*(NQ(Cola Admision 3)=0))=1
			Else enviar a dela4

Elaboración propia

Siendo:

NR: la utilización actual del recurso, esta puede ser 0 si esta libre, o 1 si está siendo utilizado.

MR: la disponibilidad del recurso de acuerdo al horario de atención que se le ha asignado.

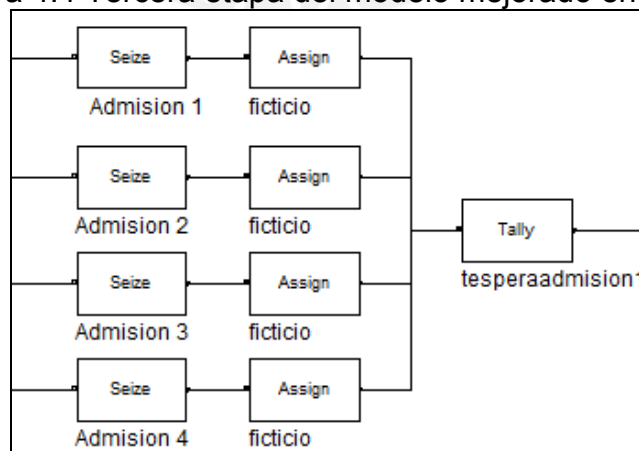
NQ: el tamaño de cola.

Entonces para cada especialidad hay una cola específica a la que debe pasar pero en caso de encontrarse una cola en cero y sin ser utilizado el recurso asociado, la entidad puede pasar a atenderse a dicho recurso. De no suceder esto y encontrarse todos los servidores ocupados la entidad seguirá esperando en cola. Para esto se coloca un artificio representado por un delay de tiempo 0.001 para que el cliente pueda regresar a la cola.

Dependiendo de qué recurso de admisión se le asigne la entidad se dirige a un bloque seize.

Cada uno de estos seize se unen a un assign llamado “ficticio” el cual permite identificar en el modelo en que recurso de admisión estaba el cliente y luego poder liberarlo.

Figura 4.4 Tercera etapa del modelo mejorado en Arena



Elaboración propia

Cada entidad dependiendo de la cola en la que se atendió pasará por un tally en el cual se graba el tiempo de espera en cola de admisión hasta ser llamado.

Abandono

Para calcular el porcentaje de abandonos que podrían darse con esta nueva propuesta se realizó una encuesta evaluando a 385 clientes. Esta encuesta contenía las siguientes preguntas dirigidas a los clientes y a los trabajadores:

Tabla 4.16 Formato de encuesta de abandono

Cliente	Trabajador (admisión)
# de ticket	# de ticket
Tiempo máximo de espera	hora de atención

Elaboración propia

Como resultado se obtuvo que en promedio el cliente estaría dispuesto a esperar 30 minutos. Por lo tanto se tomó dicho valor como punto de quiebre. Y se realizó el siguiente análisis

Tabla 4.17 Resultados de encuesta de abandono

Tiempo	Cientes encuestados	Abandonos Efectivos	Probabilidad
<30min	134	2	1%
>30min	251	12	5%
Total	385		

Elaboración propia

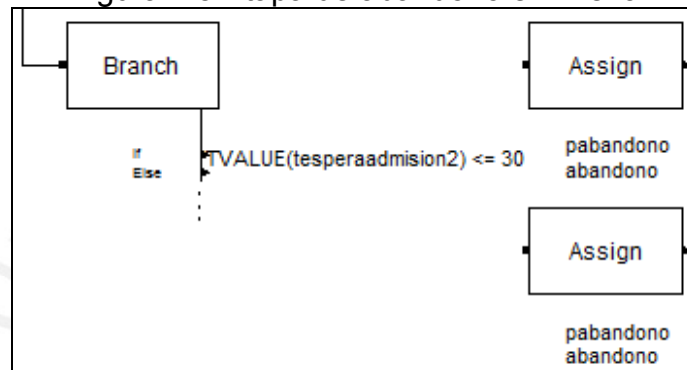
De acuerdo a las respuestas otorgadas se evaluó aquellos que efectivamente abandonaron y dicha proporción da la probabilidad de abandono que se coloca en el modelo de la siguiente manera.

Tabla 4.18 Condiciones de abandono

bloque	branch	Descripción	Assign	Valor
bloque	If	TVALUE(tesperaadmision1)<=30	pabandono	0.01
			abandono	DISC(pabandono,1,1,0)
	Else	(TVALUE(tesperaadmision1)>30)	pabandono	0.05
			abandono	DISC(pabandono,1,1,0)

Elaboración propia

Figura 4.5 Etapa de abandono en Arena



Elaboración propia

Ya en la zona de admisión se coloca un branch en el cual se valida la siguiente condición:

Si abandono=0 entonces el cliente decidió permanecer en el sistema y es atendido por un recurso de admisión

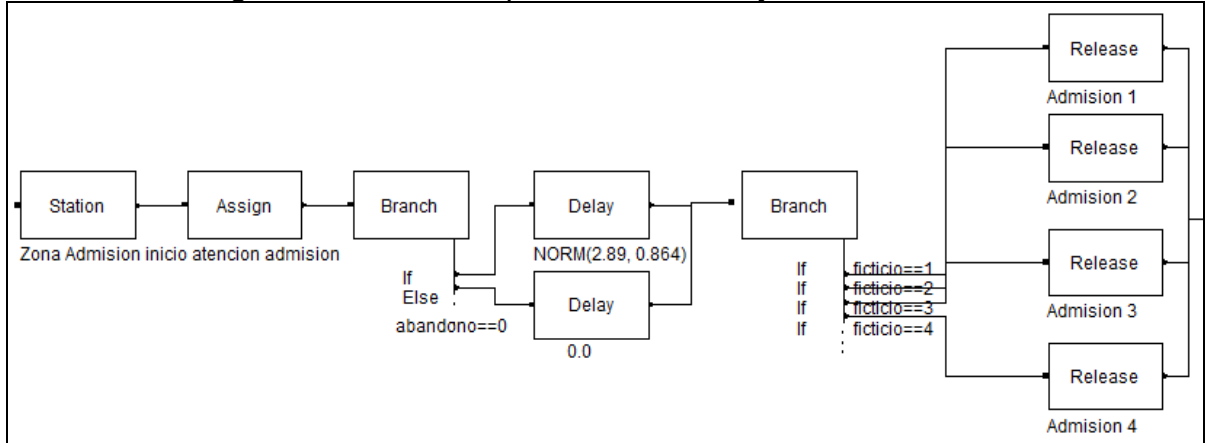
Si abandono=1 entonces el cliente abandona el sistema y para esto se coloca un delay de cero de tal forma que el tiempo que transcurre es solo el de la caminata que representa el tiempo que el trabajador demora en llamar a un paciente.

Terminado el servicio el paciente debe liberar el recurso, para esto se coloca un branch que permite identificar que recurso era aquel que había estado siendo utilizado para poder liberarlo mediante un bloque release

Estos bloques release se unen a un tally el cual mide el tiempo de duración del servicio y luego envía a la zona de caja a las entidades que permanecieron en el

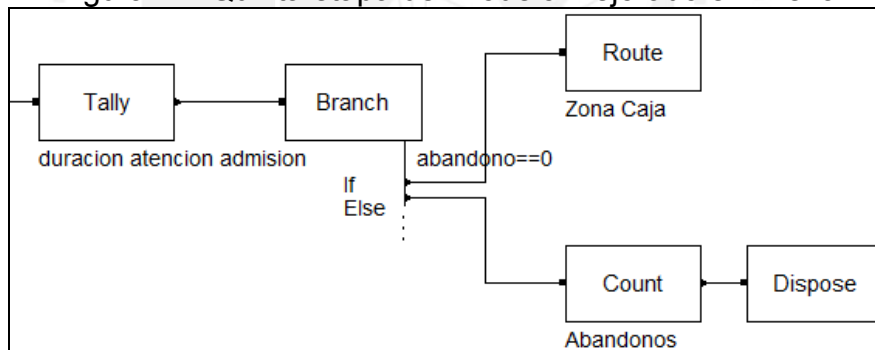
sistema y mediante un contador graba la cantidad de entidades que abandonaron uniéndolas a un bloque dispose.

Figura 4.6 Cuarta etapa del modelo mejorado en Arena



Elaboración propia

Figura 4.7 Quinta etapa del modelo mejorado en Arena



Elaboración propia

Finalmente el proceso de pago en caja se mantiene igual al de la situación del sistema actual, solo para el escenario conservador se coloca un recurso adicional.

CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

5.1. Resultados de la corrida del modelo mejorado

Se logra una reducción considerable en los tiempos de espera en admisión. En el mejor de los escenarios el tiempo de permanencia total se reduce a 7.56 minutos lo cual representa un 87.2% menos y en el escenario más conservador a 45.74 minutos lo cual representa un 22.8% menos versus el tiempo actual de 59.25.

Tabla 5.1 Resultados estadísticos del modelo mejorado

Escenario	Parámetro	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
Conservador	tesperaadmision1 (min)	43.57	36.14	27.62	19.94	14.47
	tesperaadmision2 (min)	42.60	35.89	27.51	20.25	14.51
	tesperaadmision3 (min)	41.15	33.97	27.70	20.10	14.42
	tesperaadmision4 (min)	33.49	27.95	23.25	13.15	15.11
	duración atencion caja (min)	2.65	2.65	2.64	2.65	2.65
	duración atencion admisión (min)	2.82	2.82	2.83	2.84	2.84
	Tesperacaja (min)	0.13	0.12	0.12	0.10	0.10
	permanencia total (min)	45.74	39.28	32.40	24.39	20.82
	Llegadas efectivas (clientes)	526	510	487	459	441
	Abandonos (clientes)	14	12	11	8	8
	Llegadas totales (clientes)	540	522	498	467	449
Optimista	tesperaadmision1 (min)	5.67	3.75	2.09	1.35	0.74
	tesperaadmision2 (min)	5.53	3.56	2.02	1.29	0.75
	tesperaadmision3 (min)	5.74	3.60	1.82	1.22	0.76
	tesperaadmision4 (min)	6.70	4.34	3.42	2.83	1.80
	duración atencion caja (min)	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65
	duración atencion admisión (min)	2.84	2.84	2.85	2.87	2.86
	Tesperacaja (min)	4.21	2.74	1.40	0.83	0.46
	permanencia total (min)	16.23	12.63	9.84	8.60	7.56
	Llegadas efectivas (clientes)	382	359	335	308	270
	Abandonos (clientes)	5	4	4	3	3
	Llegadas totales (clientes)	387	363	339	311	273

Elaboración propia

5.2. Reducción del costo promedio por cliente

a) Situación Actual

Actualmente la institución invierte en mantener el sistema actual los montos presentados en la tabla 5.2

Tabla 5.2 Costos mensuales del área actual

Componente	Total (mes)
salarios caja	S/. 4,200
salarios admisión	S/. 5,600
salario ayudante	S/. 600
Energía	S/. 1,350
materiales de oficina (papelería, tinta)	S/. 1,800
Muebles de oficina	S/. 1,200
licencias del software de gestión	S/. 4,690
Depreciación computadoras	S/. 3,600
Depreciación televisores	S/. 300
Depreciación impresoras	S/. 200
Telefonía	S/. 175
Mantenimiento (área de espera)	S/. 900
Total (nuevos soles)	S/. 24,615

Elaboración propia

La cantidad de clientes que atiende actualmente la institución es de 12.672 mensualmente. El tiempo de permanencia total en el sistema es de 59.25 minutos para cada uno de ellos.

Por lo tanto el costo promedio por cliente que se atiende es 1.94 como se aprecia en la tabla 5.3

Tabla 5.3 Costos por cliente situación actual

Costo Total	Demanda Atendida	Costo/Cliente
S/. 24,615	12,672	1.94

Elaboración propia

b) Situación Propuesta

Por efectos de tiempo, simplicidad y aprovechamiento de espacios; la empresa ha decidido en caso se implemente el sistema de reservas telefónicas; esta se dé a través de una empresa tercera.

Dado que la distribución de llamadas no es uniforme a lo largo del día, el servicio más óptimo a contratar es el de hora/posición. La contratación de cada hora/posición en el mercado varía entre los 15 y 25 nuevos soles, considerando las necesidades de la institución, el costo promedio que tendría que asumirse es S/. 15,00.

En la tabla 5.4 se presentan los dos escenarios:

Tabla 5.4 Costos por cliente situación propuesta

Escenario	Año	Hrs requeridas (mes)	Costo Mensual	Llamadas mensuales	Costo/cliente
Conservador	1	384 h	S/. 7,160	6,024	S/. 1.19
	2	456 h	S/. 8,240	6,864	S/. 1.20
	3	456 h	S/. 8,240	7,512	S/. 1.10
	4	456 h	S/. 8,240	8,088	S/. 1.02
	5	480 h	S/. 8,600	8,688	S/. 0.99
Optimista	1	600 h	S/. 9,000	10,056	S/. 0.89
	2	600 h	S/. 9,000	10,632	S/. 0.85
	3	600 h	S/. 9,000	11,208	S/. 0.80
	4	648 h	S/. 9,720	11,688	S/. 0.83
	5	648 h	S/. 9,720	12,120	S/. 0.80

Elaboración propia

Para el caso del escenario conservador se está agregando el costo adicional de una cajera ya en la evaluación (S/. 1,400 mensuales).

Por lo tanto el ahorro mensual que se obtiene en cada escenario se muestra en la tabla 5.5

Tabla 5.5 Ahorro mensual

Escenario	Costo/cliente	Clientes/mes	Costo mensual	Ahorro
Actual	1.94	12,672	S/. 24,583	S/. 0
Conservador	1.19	12,672	S/. 15,079	S/. 9,504
Optimista	0.89	12,672	S/. 11,278	S/. 13,305

Elaboración propia

Se concluye por lo tanto que la propuesta de implementación de la central telefónica trae consigo costos promedio por cliente menores al costo del sistema actual.



CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Se logró brindar a la Empresa, mediante un modelo de simulación validado, información estadística acerca de los tiempos de permanencia en las colas de admisión y caja y el tiempo de servicio en ambos casos. El tiempo promedio que permanece un cliente en cola para ser atendido en una ventanilla de admisión es 42.44 minutos y en una ventanilla de caja 10.64 minutos. El tiempo de permanencia total en el área de admisión y pago es 59.25 minutos.

En un estudio inicial basado en un modelo teórico M/M/s se determinó en base a la especialidad más solicitada, medicina general, que el tiempo de espera en la cola del consultorio y de atención médica son 12 y 10 minutos respectivamente. Por lo tanto un cliente permanece el 73% en el proceso de admisión y pago.

Se comparó los resultados del modelo simulado en el software Arena con los resultados de un modelo teórico de colas M/M/s. En el modelo teórico se obtiene un menor tiempo de permanencia en cola y un menor porcentaje de utilización de los servidores. Esto se debe a que el modelo teórico supone que todos los tiempos entre llegadas y los tiempos de servicio siguen una distribución exponencial y que las tasas de llegadas a lo largo del día son constantes. Por lo tanto el modelo simulado en Arena es el que mejor representa el sistema actual analizado.

El planteamiento de mejora permitiría reducir el tiempo de permanencia total en el área de admisión y pago hasta un 87% en el escenario optimista y 45% en el escenario conservador mediante la implementación de una central telefónica y un sistema de prioridades.

El costo promedio por cliente atendido en la situación actual es S/. 1.94. El planteamiento de mejora permitiría reducir el costo a S/. 0.89 en el escenario más optimista y S/. 1.19 en el más conservador. Logrando un ahorro mensual de S/. 13,305 y S/. 9,504 respectivamente.

Por otro lado se logró clasificar cada una de las especialidades de acuerdo a la demanda de pacientes captada. Siendo diez de ellas quienes representan el 80% de la demanda total y medicina general quien lidera con el 14%.

6.2 RECOMENDACIONES

Utilizar los modelos desarrollados como herramientas que permitan simular realidades futuras de la Empresa o de empresas con comportamientos similares cambiando los valores de entrada necesarios para el funcionamiento del modelo.

Realizar un análisis de los puestos de trabajo para estandarizar cada una de las funciones de los empleados. Por ejemplo, definir cada operación que realiza el responsable de admisión o la cajera y determinar el modo en que se debe realizar, el tiempo que debe demorar dicha operación, los factores ergonómicos que intervienen, etc.

Desarrollar indicadores de medición automáticos que permitan ir mejorando cada uno de los procesos. Por ejemplo: Número de clientes atendidos por día, cantidad de abandonos por día, etc.

Establecer puntos de control dentro del proceso de admisión con el objetivo de no generar malestar entre los clientes y empleados. Evitando irregularidades o acciones no éticas.

Desarrollar un estudio detallado de las operaciones realizadas dentro del área médica (atención del paciente en el consultorio del médico) para evaluar si se podría realizar mejoras en dichos procesos.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banks, J Carson J Nelson B y Nicol D. (Tercera Edición) *Discrete-Event System Simulation*. Prentice Hall. 2001
- Mendenhall, W y Sincich, T. (Cuarta Edición) *Probabilidad estadística para ingeniería y ciencias*. Prentice Hall. 1997
- Córdova, M. *Estadística Aplicada*. Moshera. 2006
- OIT. *Introducción al estudio del trabajo*. 1996
- Fitzsimmons, J y Fitzsimmons, M. (Cuarta Edición) *Service management: Operations, strategy and information technology*. Mc Graw-Hill. 2004
- Fábregas, A Wadnipar, R Paternina, A y Mancilla, A. *Simulación de sistemas productivos con ARENA*. Ediciones Uninorte. 2003
- Sadowski, R Shannon, R Pegden, D (segunda Edición) *Introduction to Simulation Using SIMAN*. Mc Graw-Hill. 1990
- Hillier, F, Lieberman, G. (séptima Edición) *Investigación de Operaciones*. Mc Graw-Hill. 2001
- García, Aída. *Clasificación industrial de todas las actividades económicas: CIU*. Ministerio del Trabajo. 1981
- Clemente, L. *Mejora en el nivel de atención a los clientes de una entidad bancaria usando simulación*. Tesis (Ingeniero Industrial). Pontificia Universidad Católica del Perú. 2008
- Chávez, L. *Modelo de dimensionamiento de un call center basado en simulación de sistemas*. Tesis (Ingeniero Industrial). Pontificia Universidad Católica del Perú. 2006