



**Universidad de San Carlos De Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica-Industrial**

**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE COLAS DEL CENTRO DE SALUD
DE CHICHICASTENANGO PARA MEJORAR EL SERVICIO**

**Edwin Humberto Catú Rodríguez
Asesorado por Ing. Roberto Luciano Castellanos Rodríguez**

Guatemala, marzo de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE COLAS DEL CENTRO DE SALUD DE
CHICHICASTENANGO PARA MEJORAR EL SERVICIO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

EDWIN HUMBERTO CATÚ RODRÍGUEZ
ASESORADO POR ING. ROBERTO LUCIANO CASTELLANOS RODRIGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II:	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III:	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Herbert Rene Miranda Barrios
EXAMINADOR:	Ing. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADOR:	Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
EXAMINADOR:	Ing. Edgar Rene Québec Robles
SECRETARIO:	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE COLAS DEL CENTRO DE SALUD DE CHICHICASTENANGO PARA MEJORAR EL SERVICIO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 20 de agosto de 2003.

Edwin Humberto Catú Rodríguez

AGRADECIMIENTO

A:

Dr. Marco Antonio González Soto, por brindarme la oportunidad de realizar el presente trabajo de graduación en el centro de salud del municipio de Chichicastenango.

Ing. Roberto Luciano Castellanos Rodríguez, por su asesoría en la realización de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ASPECTOS GENERALES	
1.1 Del centro de salud	1
1.1.1 ¿Quiénes son?	2
1.1.2 Misión	3
1.1.3 Visión	3
1.1.4 Tipos de servicio que ofrecen	3
1.2 De la teoría de colas	4
1.2.1 Historia	6
1.2.2 Definición	7
1.2.3 Estructura básica de un modelo de colas	7
1.2.4 Distribución de <i>Poisson</i>	12
1.2.5 Papel de la distribución exponencial	12
1.2.6 Proceso de nacimiento y muerte	13
1.2.7 Modelo de cola M/M/S basado en el proceso de nacimiento y muerte	14
2. CONDICIÓN ACTUAL DEL SERVICIO	
2.1 Datos estadísticos	17
2.1.1 Registro de pacientes	18

2.1.2	Tiempos de servicio	18
2.2	Tasas medias de llegada y de servicio	24
2.2.1	Tasa media de llegada	25
2.2.2	Tasa media de servicio	26
	2.3 Análisis FODA	27
2.3.1	Análisis del entorno interno	28
2.3.1.1	Fortalezas	30
2.3.1.2	Debilidades	31
2.3.2	Análisis del entorno externo	32
2.3.2.1	Oportunidades	35
2.3.2.2	Amenazas	36
2.4	Análisis del sistema a través de la teoría de colas	36
2.4.1	Estructura básica del sistema de colas a analizar	37
2.4.1.1	Distribución	40
2.4.1.2	El mecanismo de servicio	41
2.4.1.3	Fuente de entrada	41
2.4.1.4	Disciplina de la cola	42
2.4.1.5	Modelo matemático que mas se ajusta al sistema	42
2.4.1.6	Determinación de las horas en que hay mayor afluencia de pacientes	43
2.4.1.7	Estimación del tiempo de espera más recomendado para los pacientes	43
2.4.2	Evaluación de desempeño de la línea de espera a través del modelo de cola M/M/S, en las horas de mayor afluencia de pacientes	44
2.4.2.1	Relacionadas con el tiempo, centradas en el paciente	46
2.4.2.2	Relacionadas al número de pacientes	47

2.4.2.3	Probabilísticas que implican tanto a los servidores como a los pacientes	48
3.	PROPUESTA DEL SISTEMA DE COLAS APROPIADO	
3.1	Evaluación de alternativas	51
3.2	Análisis de medidas de desempeño con varios servidores, en las horas que hay mayor afluencia de pacientes	56
3.3	Propuesta del nivel óptimo de médicos, en las horas de mayor afluencia de pacientes	59
3.4	Propuesta del ambiente interno adecuado	60
4.	IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA APROPIADO	
4.1	Aspectos generales de implantación	63
4.1.1	Programa de implantación	63
4.1.2	Integración de recursos	67
4.1.3	Ejecución del programa de implantación	67
4.1.4	Acciones de apoyo para la implantación	68
4.2	Establecimiento del horario en que tendrán que laborar el nivel óptimo de médicos propuesto	71
4.3	Establecimiento del horario en que pueden laborar un número menor de médicos a la recomendada en las horas de mayor afluencia de pacientes	71
4.3	Redistribución	73
5.	MEJORA CONTINUA DEL SISTEMA	
5.1	Pasos a seguir para determinar si es necesario realizar un ajuste al sistema de colas	75
5.2	Pasos a seguir para estimar el respectivo ajuste	76
5.3	Capacitación	77

5.3.1	Mantenimiento del sistema en buenas condiciones de desempeño	81
	CONCLUSIONES	85
	RECOMENDACIONES	87
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
	BIBLIOGRAFÍA	91

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Sistema de colas	8
2	Sistema de colas elemental	11
3	Fórmulas para el caso de un servidor (M/M/1)	15
4	Relaciones entre L, W, L_q y W_q :	15
5	Fórmulas para el caso de varios servidores ($s > 1$)	16
6	Una cola, un servidor	38
7	Una cola, múltiples servidores	38
8	Varias colas, múltiples servidores	39
9	Una cola, servidores secuenciales	40
10	Distribución del sistema de colas	40
11	Redistribución del sistema de colas en la jornada matutina	73
12	Distribución del sistema de colas en la jornada vespertina	73
13	Sistema de gestión de la calidad mejora continua	81

TABLAS

I	Problemas típicos de teoría colas	6
II	Registro de pacientes por día	18
III	Registro de tiempos de servicio del día 26-08-03	19
IV	Registro de tiempos de servicio del día 27-08-03	20
V	Registro de tiempos de servicio del día 28-08-03	21

VI	Registro de tiempos de servicio del día 29-08-03	22
VII	Registro de tiempos de servicio del día 09-09-03	22
VIII	Registro de tiempos de servicio del día 10-09-03	23
IX	Registro de tiempos de servicio del día 11-09-03	23
X	Registro de tiempos de servicio del día 12-09-03	24
XI	Tasa media de llegadas por jornada	25
XII	Tasa media de servicio por día	26
XIII	Circunstancias del centro de salud	41
XIV	Resultados de desempeño actual relacionadas con el tiempo, centradas en el paciente, de la jornada matutina	47
XV	Resultados de desempeño actual relacionadas al número de pacientes, de la jornada matutina	48
XVI	Resultados de desempeño actual probabilísticas, de la jornada matutina	49
XVII	Resultados de desempeño con varios servidores en circunstancias regulares, de la jornada matutina	57
XVIII	Resultados de desempeño con varios servidores en circunstancias de máxima afluencia , de la jornada matutina	58
XIX	Resultados de desempeño actual, de la jornada vespertina	72

LISTA DE SÍMBOLOS

P_n	Probabilidad de que “n” clientes se encuentren en el sistema
L	Número esperado de clientes en el sistema
L_q	Longitud esperada de la cola (excluye los que están en servicio)
W	Tiempo de espera en el sistema (incluye tiempo de servicio) para cada cliente
W_q	Tiempo de espera en la cola (excluye tiempo de servicio) para cada cliente
s	Número de servidores
λ	Tasa media de llegadas por unidad de tiempo
μ	Tasa media de servicio para todo el sistema por unidad de tiempo
ρ	Factor de utilización para la instalación de servicio, es decir, la fracción esperada de tiempo que los servidores individuales están ocupados

GLOSARIO

Atril	Mueble para sostener los sueros.
Cola ó línea de espera	Hilera de personas que esperan ser atendidos.
Esfigmomanómetro	Aparato para medir la presión arterial.
Estetoscopio	Aparato para la auscultación de los latidos del corazón, los ruidos respiratorios y los de otros órganos del cuerpo.
Hardware	Conjunto de componentes físicos que constituyen una computadora.
Otorrinolaringoscopio	Aparato para examinar el conducto auditivo, los ojos y la boca.
PEPS	Primero en entrar primero en salir.
Servidor	Es una persona que presta un servicio para satisfacer las necesidades del público.

Sistema	Es la instalación compuesta por la cola y el mecanismo de servicio, a través del cual los clientes entran para proporcionarle un servicio y salen después de su respectiva atención.
Software	Conjunto de programas que puede ejecutar una computadora
Tasa media	Es la medida promedio de una determinada información numérica.

RESUMEN

El centro de salud del municipio de Chichicastenango es una institución que tiene entre sus finalidades proporcionar servicio de consulta externa para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades de tipo común, tales como infecciones respiratorias, enfermedades transmitidas por contaminación de agua y alimentos.

Para mejorar el servicio se considero necesario evaluar la condición actual del sistema a través de la teoría de colas para disminuir en promedio el tiempo de espera de los pacientes. Asimismo, realizar un análisis de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas (FODA).

Para que el centro de salud logre alcanzar el propósito de mejora se presenta una propuesta del nivel óptimo de doctores que tendrían que laborar de forma permanente en el sistema tanto en la jornada matutina como en la jornada vespertina, tomándose como base para la estimación que los pacientes que no tengan que esperar más de 20 minutos en la antesala antes de ser atendidos.

Se plantea el equipo que es necesario en consulta externa, para que el personal médico y paramédico pueda desempeñar bien sus funciones y por lo tanto logren proporcionar un buen servicio.

Con la intención que continuamente mejore el sistema de servicio de consulta externa, se establecen los pasos a seguir para realizar el respectivo ajuste en lo que concierne al número de médicos, para que de forma anual realicen el estudio, utilizando la teoría de colas.

OBJETIVOS

◆ **General**

Evaluar el sistema de colas del centro de salud del municipio de Chichicastenango con el fin de proponer e implantar mejoras en el servicio que se ofrece a los pacientes, y optimizar el servicio.

◆ **Específicos**

1. Identificar las actividades y recursos que imposibilitan que el sistema de colas del centro de salud funcione de forma eficiente y efectiva.
2. Describir las oportunidades externas que podría aprovechar el centro de salud para lograr su misión y visión.
3. Estimar el nivel óptimo de médicos que disminuya los tiempos promedio de espera de los pacientes
4. Proponer un ambiente interno adecuado para el sistema de colas del centro de salud.
5. Proponer los horarios de labores mas adecuados para el nivel óptimo de médicos.

6. Establecer los pasos a seguir para poder determinar si el sistema necesita ajustes en los horarios de mayor afluencia de pacientes.
7. Establecer que aspectos se tienen que examinar para el mantenimiento del sistema en condiciones de desempeño aceptables como para lograr consolidar la mejora continua.

INTRODUCCION

La teoría de colas es una herramienta de gran valor en los servicios debido a que muchos de sus problemas pueden caracterizarse, como problemas de congestión llegada-partida.

Una cola es una línea de espera y la teoría de colas es una colección de modelos matemáticos que describen sistemas de líneas de espera particulares o de sistemas de colas.

Una línea de espera es la resultante de un sistema cuando la demanda por un bien o servicio supera la capacidad que puede proporcionar dicho sistema.

Un sistema esta formado por un conjunto de entidades que en paralelo proporcionan el bien o servicio donde las transacciones ingresan aleatoriamente al sistema.

El problema es determinar que capacidad o tasa de servicio proporciona el balance correcto. Esto no es sencillo, ya que un usuario no llega a un horario fijo, es decir, no se sabe con exactitud en que momento llegaran los usuarios. Además el tiempo de servicio que se le brinda a cada usuario no es el mismo.

Los problemas de “colas” frecuentemente se presentan en la vida diaria por lo que muchas veces debido a la magnitud del problema de congestión que se crea en el sistema, amerita hacer un estudio bien detallado de su estado.

Uno de los lugares en que cotidianamente se ve reflejado el problema de colas es en el centro de salud del municipio Chichicastenango, en el cuál se tratan enfermedades de tipo común.

Debido a lo arduo que representa para los pacientes en muchas ocasiones poder obtener este servicio, es preciso hacer un análisis del sistema de colas, con el fin principal de evaluar el desempeño actual así como también de encontrar el nivel óptimo de doctores que logre crear un balance entre el número de doctores y los tiempos promedio de espera de los pacientes.

Motivo por el cual, el presente trabajo de graduación, basándose en el registro de pacientes y en el tiempo de espera que no sea mayor a 20 minutos presenta una propuesta del sistema de colas con el nivel apropiado de médicos y el horario en que tendrán que laborar para que el centro de salud del municipio de Chichicastenango pueda ofrecer un mejor servicio a los pacientes que requieran la asistencia de consulta externa.

1. ASPECTOS GENERALES

1.1 Del centro de salud

Los centros de salud forman parte de una red de servicios proporcionada y asistida por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social a nivel nacional para descentralizar la conducción de los distintos niveles de atención, impulsando el mejoramiento y modernización de los servicios de salud, asegurando la existencia de programas y servicios a nivel comunal, debidamente coordinados e integrados al nivel regional y nacional(6).

La misión para un establecimiento de salud viene a ser una expresión conceptual de lo que es y de lo que debe ser y hacer la organización, destacando su identidad institucional como un todo que provee servicios a un definido grupo de clientes, resaltando la relación establecida entre ambos, de servicio-cliente. Dicha expresión o enunciado de misión se plantea como una declaración que trata de distinguir a una organización de las demás; por eso mismo también llega a contener la descripción de los servicios, el cliente al que se dirige, la filosofía del establecimiento y la tecnología básica utilizada o que predomina.

La misión traduce el propósito general del establecimiento de salud en algo que puede realizarse. Revele el concepto de una organización, su principal servicio y las necesidades principales del cliente que el establecimiento de salud se propone satisfacer(13).

En la administración moderna de los establecimientos de salud, uno de los aspectos de importancia que se desarrolla en el proceso de la planificación estratégica es la visión, porque esta permite al establecimiento tener mayores posibilidades de construir su propio futuro, es decir, la convierte en una organización activa antes que reactiva.

La visión es una idea motriz, no es una idea abstracta, es una conceptualización integral tangible, concreta, cargada de emoción y fuerza de atracción para todo el establecimiento de salud(13).

1.1.1 ¿Quiénes son?

Es una institución con dependencia del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el cuál tiene como objetivo mejorar las condiciones básicas de salud, reducir la mortalidad infantil y materna y elevar las coberturas de inmunización de la población guatemalteca, especialmente el grupo materno infantil, los pueblos indígenas y la población emigrante. Dándole prioridad a las áreas con mayores niveles de ruralidad y postergación.

El centro de salud de Chichicastenango esta ubicado en el departamento de Quiché, en el municipio de Chichicastenango y forma parte de la red de servicios de salud que hay a nivel nacional. Le facilita el servicio a 46 localidades de la región, que cuentan en su totalidad con aproximadamente 52,961 habitantes(6).

1.1.2 Misión

Regir el proceso de atención para mejorar el nivel de salud y bienestar de la población guatemalteca, con énfasis en los grupos de mayor postergación y con mayor riesgo biológico y social, el cual favorecerá la movilización y orientación social de los recursos para la prestación de los servicios de salud.

1.1.3 Visión

Orientar sus intervenciones hacia la conformación de un verdadero sistema integrado de servicios, que brinda atención adecuada a las necesidades reales de salud de la población guatemalteca, de este modo la población tendrá un mejor nivel de salud y bienestar, y estará en condiciones de contribuir de manera efectiva a la consolidación del proceso de paz, a la democratización, al proceso productivo y al desarrollo integral de la República de Guatemala(6).

1.1.4 Tipos de servicio que ofrecen

El centro de salud de Chichicastenango proporciona el servicio de consulta externa de enfermedades de tipo común, tales como: infecciones respiratorias, enfermedades transmitidas por agua y alimentos (diarrea), etc. Además, también enfoca su servicio a la prevención de enfermedades a través de la inmunización de la población, al control del grupo materno-infantil y a la atención de primeros auxilios de pacientes víctimas de la violencia o de un accidente.

1.2 De la teoría de colas

Muchas industrias e instituciones de productos y servicios tienen un sistema de colas en el que los productos o clientes llegan a una “estación” esperan en una “fila” (o cola), obtienen algún “servicio” y luego salen del sistema. Considere los siguientes ejemplos:

- Los clientes llegan a un banco, esperan en una fila para obtener un servicio de uno de los cajeros, y después salen del banco.
- Las partes de un proceso de producción llegan a una estación de trabajo particular desde diferentes estaciones, esperan en un compartimiento para ser procesadas por una máquina, y luego son enviadas a otra estación de trabajo.
- Después de hacer sus compras, los clientes eligen una fila en las cajas, esperan a que el cajero les cobre y luego salen de la tienda.
- Las llamadas telefónicas llegan al centro de reservaciones de una aerolínea, esperan al agente de ventas disponible, son atendidas por ese agente y dejan el sistema cuando el cliente cuelga.

Los problemas administrativos relacionados con tales sistemas de colas se clasifican en dos grupos básicos:

1. Problemas de análisis: Cuando se está interesado en saber si un sistema dado está funcionando satisfactoriamente. Necesita responder una o más de las siguientes preguntas:
 - ¿Cuál es el tiempo promedio que un cliente tiene que esperar en la fila antes de ser atendido?(3).

- ¿Qué fracción de tiempo ocupan los servidores en atender a un cliente o en procesar un producto?
- ¿Cuáles son el número promedio y el máximo de clientes que esperan en la fila?

2. Problemas de diseño: Cuando se desea diseñar las características de un sistema que logre un objetivo general. Esto puede implicar el planteamiento de preguntas como las siguientes:

- ¿Cuántas personas o estaciones deben emplearse para proporcionar un servicio aceptable?
- ¿Deberán los clientes esperar en una sola fila (como se hace en muchos bancos) o en diferentes filas (como en el caso de los supermercados)?
- ¿Deberá haber una estación de trabajo separada que maneja las cuestiones “especiales” (como el caso del acceso a primera clase en el mostrador de una aerolínea)?
- ¿Qué tanto espacio se necesita para que los clientes o los productos puedan esperar? Por ejemplo, en un sistema de reservaciones por teléfono, ¿qué tan grande debe ser la capacidad de retención? Esto es, ¿cuántas llamadas telefónicas se deben mantener en espera antes de que las siguientes obtenga la señal de ocupado?

Estas decisiones de diseño se toman mediante la evaluación de los méritos de las diferentes alternativas, respondiendo a las preguntas de análisis del grupo 1 y luego seleccionando la alternativa que cumpla con los objetivos administrativos(3).

Otros problemas típicos de teoría colas son:(1)

Tabla I. Problemas típicos de teoría colas

Situación	Llegadas	Cola	Mecanismo de Servicio
Aeropuerto	Pasajeros	Sala de espera	Avión
Departamento de bomberos	Alarmas de incendio	Incendios	Departamento de bomberos
Compañía telefónica	Números marcados	Llamadas	Conmutador
Panadería	Clientes	Clientes con números	Vendedor
Carga de camiones	Camiones	Camiones en espera	Muelle de carga

1.2.1 Historia

El origen de la teoría de colas está en el esfuerzo de Agner Krarup Erlang (Dinamarca, 1878-1929) en 1909 para analizar la congestión de tráfico telefónico con el objetivo de cumplir la demanda incierta de servicios en el sistema telefónico de Copenhague. Sus investigaciones acabaron en una nueva teoría de colas o de líneas de espera. Esta teoría es ahora una herramienta de gran valor en los negocios(1).

Los problemas de “Colas” se presentan permanentemente la vida diaria: un estudio de EE.UU. concluyo que un ciudadano medio pasa 5 años de su vida esperando en distintas Colas, y de ellos casi 6 meses parado en los semáforos .

1.2.2 Definición

Teoría de colas es el estudio matemático del comportamiento de líneas de espera. Estos se presentan cuando “clientes” llegan a un “lugar” demandando un servicio a un “servidor” el cual tienen cierta capacidad de atención. Si el servidor no esta disponible inmediatamente y el cliente decide esperar, entonces se forma en la línea de espera.

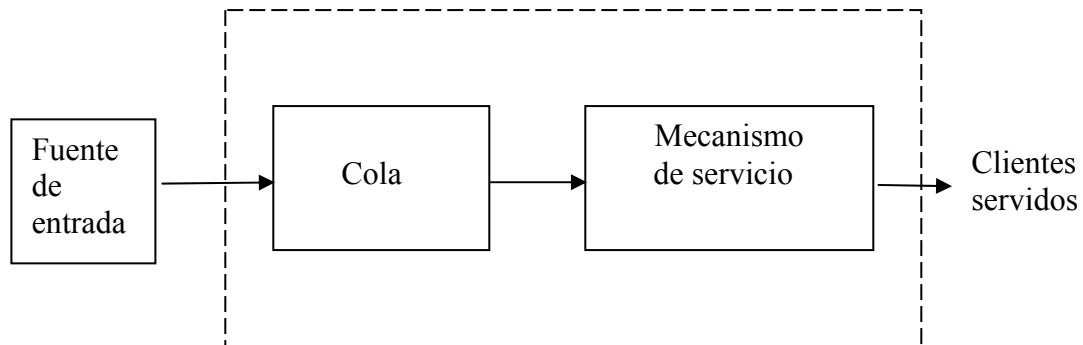
Para estudiar estos sistemas, la teoría de colas formula modelos matemáticos que representan su operación y después usa éstos modelos para obtener medidas de desempeño. Este análisis proporciona información vital para diseñar de manera efectiva sistemas de colas que logren un balance apropiado entre el número de servidores y el número de clientes que llegan al sistema(1).

1.2.3 Estructura básica de un modelo de colas

Proceso básico de colas: El proceso básico supuesto por la mayor parte de los modelos de colas es el siguiente. Los clientes que requieren un servicio se generan a través del tiempo en una fuente de entrada. Estos clientes entran al sistema de colas y se unen a una cola. En determinado momento se selecciona un miembro de la cola, para proporcionarle el servicio, mediante alguna regla conocida como disciplina de la cola o disciplina de servicio(7-594).

Después, en un mecanismo de servicio se lleva a cabo el servicio requerido por el cliente después de lo cual el cliente sale del sistema de colas. En la figura 1 se da un esquema de este proceso.

Figura 1. Sistema de colas



Fuente: Frederick S. Hillier y Gerald J. Lieberman, **Introducción a la investigación de operaciones**. Pág. 595

Fuente de entrada (población potencial): Una característica de la fuente de entrada es su tamaño. El tamaño es el número total de clientes que pueden requerir servicio en determinado momento, es decir, el número total de clientes potenciales distintos. Esta población a partir de la cual surgen las unidades que llegan se llama población de entrada. Puede suponerse que el tamaño es infinito o finito (de modo que también se dice que la fuente de entrada es ilimitada o limitada). Como los cálculos son mucho más sencillos para el caso infinito, esta suposición se hace muy seguida aun cuando el tamaño real sea un número fijo relativamente grande, y deberá tomarse como una suposición implícita en cualquier modelo que no establezca otra cosa(7-594).

También se debe especificar el patrón estadístico mediante el cual se generan los clientes a través del tiempo. La suposición normal es que se generan de acuerdo a un proceso *Poisson*, es decir, el número de clientes que llegan hasta un tiempo específico tiene una distribución *Poisson*. Este caso corresponde a aquél cuyas llegadas al sistema ocurren de manera aleatoria pero con cierta tasa media fija y sin importar cuántos clientes están ya ahí (por lo que el tamaño de la fuente de entrada es infinito). Una suposición equivalente es que la distribución de probabilidad del tiempo que transcurre entre dos llegadas consecutivas es exponencial. Se hace referencia al tiempo que transcurre entre dos llegadas consecutivas como tiempo entre llegadas(7-594).

Cola: Una cola se caracteriza por el número máximo permisible de clientes que puede admitir. Las colas pueden ser finitas o infinitas, según si este número es finito o infinito. La suposición de una cola infinita es la estándar para la mayor parte de los modelos, incluso en situaciones en las que de hecho existe una cota superior (relativamente grande) sobre el número permisible de clientes, ya que manejar una cota así puede ser un factor complicado para el análisis. Los sistemas de colas en los que la cota superior es tan pequeña que se llega a ella con cierta frecuencia, necesitan suponer una cola finita(7-595).

Disciplina de la cola: La disciplina de la cola se refiere al orden en el que se seleccionan sus miembros para recibir el servicio. Por ejemplo, esta disciplina puede ser: primero en llegar, primero en salir, aleatoria, de acuerdo a algún procedimiento de prioridad o de algún otro orden(7-596).

La que se supone como normal es la de primero en llegar, primero en salir, a menos que se establezca otra cosa.

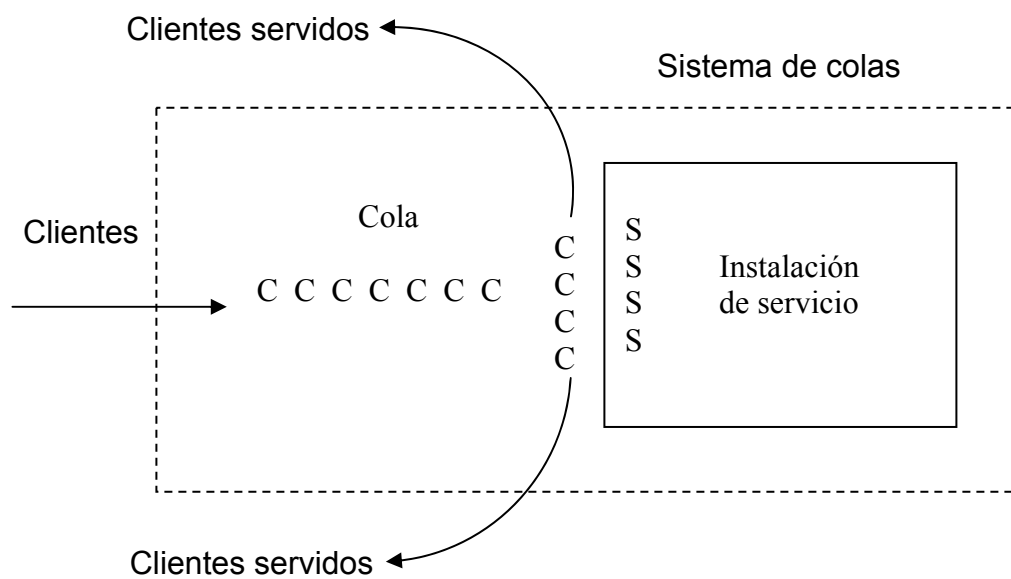
Mecanismo de servicio: El mecanismo de servicio consiste en una o más instalaciones de servicio, cada una de ellas con uno o más canales paralelos de servicio, llamados servidores. Si existe más de una instalación de servicio, puede ser que se sirva al cliente a través de una secuencia de ellas (canales de servicio en serie). En una instalación dada, el cliente entra en uno de estos canales y el servidor le presta el servicio completo.

Un modelo de colas debe especificar el arreglo de las instalaciones y el número de servidores (canales paralelos) en cada una. Los modelos más elementales suponen una instalación, ya sea con uno o con un número finito de servidores.

El tiempo que transcurre desde el inicio del servicio para un cliente hasta su terminación en una instalación se llama tiempo de servicio (o duración del servicio). Un modelo de un sistema de colas determinado debe especificar la distribución de probabilidad de los tiempos de servicio para cada servidor (y tal vez para los distintos tipos de clientes), aunque es común suponer la misma distribución para todos los servidores. La distribución del tiempo de servicio que más se usa en la práctica (por ser más manejable que cualquier otra) es la distribución exponencial(7-596).

Un proceso de colas elemental: La teoría de colas se aplica a muchos tipos diferentes de situaciones. El tipo que más prevalece es el siguiente: una sola línea de espera (que puede estar vacía en ciertos tiempos) se forma frente a una instalación de servicio, dentro de la cual se encuentra uno o más servidores. Cada cliente generado por una fuente de entrada recibe el servicio de uno de los servidores, quizá después de esperar un poco en la cola (línea de espera). En la figura 2 se da un esquema de colas del que se habla.

Figura 2. Sistema de colas elemental



Fuente: Frederick S. Hillier y Gerald J. Lieberman, **Introducción a la investigación de operaciones**. Pág. 597

Un servidor no tiene que ser un solo individuo; puede ser un grupo de personas, por ejemplo, una cuadrilla de reparación que combina fuerzas para realizar, de manera simultánea, el servicio que solicita el cliente(7-596).

Aun más, los servidores ni siquiera tienen que ser personas. En muchos casos puede ser una máquina o una pieza de equipo, como un cargador frontal que presta el servicio cuando se requiere. Con esta misma línea de ideas, los clientes en la cola no tienen que ser personas. Por ejemplo, pueden ser unidades que esperan ser procesadas en una cierta máquina, o pueden ser carros que esperan pasar por una caseta de cobro.

No es necesario que de hecho se forme físicamente una línea de espera delante de una estructura física que constituye la instalación de servicio; es decir, los miembros de la cola pueden estar dispersos en un área mientras esperan que el servidor venga a ellos. El servidor o grupo de servidores asignados a un área constituyen la instalación de servicio para esa área(7-596).

1.2.4 Distribución de *Poisson*

Esta distribución es muy frecuente en los problemas relacionados con la investigación operativa, sobre todo en el área de la gestión de colas. Suele describir, por ejemplo, la llegada de pacientes a un ambulatorio, las llamadas a una central telefónica, la llegada de carros a un túnel de lavado, etc. Todos estos casos pueden ser descritos por una variable aleatoria discreta que tiene valores no negativos enteros(1).

1.2.5 Papel de la distribución exponencial

Las características operativas de los sistemas de colas están determinadas en gran parte por dos propiedades estadísticas, a saber, la distribución de probabilidad de los tiempos entre llegadas y la distribución de probabilidad de los tiempos de servicio(7-600).

Para los sistemas de colas reales, estas distribuciones pueden tomar casi cualquier forma. (La única restricción es que no pueden ocurrir valores negativos.) Sin embargo, para formular un modelo de teoría de colas como una representación del sistema real, es necesario especificar la forma supuesta de cada una de estas distribuciones. Para que sea útil, la forma supuesta debe ser lo suficientemente realista, como para que el modelo proporcione predicciones razonables y al mismo tiempo debe ser lo suficientemente sencilla para que sea matemáticamente manejable. Con estas consideraciones en mente, la distribución de probabilidad más importante en la teoría de colas es la distribución exponencial(7-600).

La distribución de *Poisson* describe las llegadas por unidad de tiempo y la distribución exponencial estudia el tiempo entre cada una de estas llegadas. Si las llegadas son de *Poisson*, el tiempo entre ellas es exponencial. La distribución de *Poisson* es discreta, mientras que la distribución exponencial es continua, porque el tiempo entre llegadas no tiene por qué ser un número entero.

Esta distribución se usa mucho para describir el tiempo entre eventos, específicamente, la variable aleatoria que representa el tiempo necesario para servir a la llegada(1).

1.2.6 Proceso de nacimiento y muerte

La mayor parte de los modelos elementales de colas suponen que las entradas (llegada de clientes) y las salidas (clientes que se van) del sistema ocurren de acuerdo al proceso de nacimiento y muerte. Este importante proceso de teoría de probabilidad tiene aplicaciones en varias áreas(7-606).

En el contexto de la teoría de colas, el término nacimiento se refiere a la llegada de un nuevo cliente al sistema de colas y el término muerte se refiere a la salida del cliente servido. El estado del sistema $N(t)$, en el tiempo t ($t \geq 0$) es el número de clientes que hay en ese momento. El proceso de nacimiento y muerte describe en términos probabilísticas cómo cambia $N(t)$ al aumentar t . En general, dice que los nacimientos y muertes individuales ocurren aleatoriamente, en donde sus tasas medias de ocurrencia dependen del estado actual del sistema(7-606).

1.2.7 Modelo de cola M/M/S basado en el proceso de nacimiento y muerte

Los modelos que más se usan en teoría de colas están basados directamente en este proceso. Se dice que estos modelos tienen una entrada *Poisson* y tiempos de servicio exponenciales.

El modelo M/M/s supone que todos los tiempos entre llegadas son independientes e idénticamente distribuidos de acuerdo a una distribución exponencial (es decir, el proceso de entrada es *Poisson*), que todos los tiempos de servicio son independientes e idénticamente distribuidos de acuerdo a otra distribución exponencial y que el número de servidores es “s” (cualquier entero positivo).

En consecuencia, este modelo es sólo un caso especial del proceso de nacimiento y muerte cuando la tasa media de llegadas al sistema de colas y la tasa media de servicio por servidor ocupado son constantes (λ y μ , respectivamente) e independientes del estado del sistema(7-611). A continuación se detallan los resultados para un servidor y para varios servidores:

Figura 3. Formulas para el caso de un servidor (M/M/1)

$$\begin{array}{ll} \rho = \lambda / s \mu & L_q = \lambda^2 / \mu (\mu - \lambda) \\ P_0 = 1 - \rho & W = 1 / (\mu - \lambda) \\ P_n = (1 - \rho) \rho^n & W_q = \lambda / \mu (\mu - \lambda) \\ \text{Para } n = 0, 1, 2, \dots & P\{W_q = 0\} = P_0 \\ L = \lambda / (\mu - \lambda) & P\{W_q > t\} = \rho e^{-\mu (1 - \rho) t} \\ P\{W > t\} = e^{-\mu (1 - \rho) t} & \text{Para } t \geq 0 \\ \text{Para } t \geq 0 & \end{array}$$

Fuente: Frederick S. Hillier y Gerald J. Lieberman, **Introducción a la investigación de operaciones**. Pág. 612

Figura 4. Relaciones entre L, W, L_q y W_q:

$$\begin{array}{l} L = \lambda W \\ L_q = \lambda W_q \\ W = W_q + 1 / \mu. \end{array}$$

Fuente: Frederick S. Hillier y Gerald J. Lieberman, **Introducción a la investigación de operaciones**. Pág. 599

Figura 5. Formulas para el caso de varios servidores (s>1)

$$\begin{aligned}
 W_q &= L_q / \lambda \\
 W &= W_q + 1 / \mu \\
 L &= L_q + \lambda / \mu \\
 \rho &= \lambda / s\mu
 \end{aligned}
 \quad
 P_n = \begin{cases} \frac{(\lambda / \mu)^n}{n!} P_0 & \text{Si } 0 \leq n \leq s \\ \frac{(\lambda / \mu)^n}{s! s^{n-s}} P_0 & \text{Si } n \geq s \end{cases}$$

$$L_q = \frac{P_0 (\lambda / \mu)^s \rho}{s! (1 - \rho)^2}$$

$$P_0 = 1 / \left[\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda / \mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda / \mu)^s}{s!} \frac{1}{1 - (\lambda / s\mu)} \right]$$

$$P \{W > t\} = e^{-\mu t} \left[1 + \frac{P_0 (\lambda / \mu)^s}{s! (1 - \rho)} \frac{1 - e^{-\mu t(s-1-\lambda/\mu)}}{s-1-\lambda/\mu} \right] \quad \text{Para } t \geq 0$$

$$P \{W_q > t\} = [1 - P \{W_q = 0\}] e^{-s\mu(1-\rho)t} \quad \text{Para } t \geq 0$$

$$P \{W_q = 0\} = \sum_{n=0}^{s-1} P_n$$

Fuente: Frederick S. Hillier y Gerald J. Lieberman, **Introducción a la investigación de operaciones**. Pág. 614

2. CONDICIÓN ACTUAL DEL SERVICIO

2.1 Datos estadísticos

Las técnicas estadísticas se utilizan en casi todos los aspectos de la vida. Se diseñan encuestas para recabar información previa al día de elecciones y así predecir el resultado de las mismas. Se selecciona al azar consumidores para obtener información con el fin de predecir la preferencia con respecto a cierto producto. El médico que investiga, realiza experimentos para determinar el efecto de ciertos medicamentos y de condiciones ambientales controladas en los humanos y así determinar el método apropiado para curar cierta enfermedad. El ingeniero muestrea las características de calidad de un producto, junto con otras variables controlables del proceso, para facilitar la identificación de las variables que están más relacionadas con dicha calidad. Se toma muestras de fusibles recientemente fabricados, antes de su envío para decidir si se entregan o se retienen ciertos lotes de dicho producto. El economista considera varios índices de la situación económica durante cierto periodo y utiliza la información para predecir la situación futura. Las técnicas estadísticas desempeñan una función importante en el logro del objetivo de cada uno de estos problemas prácticos(11-1).

La estadística trata de la selección, análisis y uso de datos con el fin de resolver problemas. La estadística propicia un criterio para lograr mejoras, debido a que sus técnicas se pueden usar para describir y comprender la variabilidad. En general, la variabilidad es resultado de los cambios que ocurren en las condiciones en las cuales se hacen las observaciones(12-1,2).

2.1.1 Registro de pacientes

El registro de pacientes que asistieron al centro de salud de Chichicastenango a consulta externa, se realizó en el transcurso de ocho días, en las jornadas hábiles de atención de los pacientes, en el plan matutino (de 9:00 a 12:00) y vespertino (de 14:00 a 16:30).

A continuación se detalla el registro de los pacientes por día, que visitaron la consulta externa del centro:

Tabla II. Registro de pacientes por día

Fecha	Número de pacientes en la jornada matutina	Número de pacientes en la jornada vespertina	Tasa media de llegadas de pacientes por día
26/08/2003	38	20	58
27/08/2003	18	12	30
28/08/2003	47	28	75
29/08/2003	20	17	37
09/09/2003	25	11	36
10/09/2003	15	9	24
11/09/2003	32	19	51
12/09/2003	22	16	38

2.1.2 Tiempos de servicio

El tiempo que al médico le toma prestar su respectivo servicio por cada paciente que atiende, se tomó durante ocho días hábiles de servicio, en la jornada matutina, en el horario de 9:00 a 12:00 hrs.

El tiempo se tomo a partir del momento en que el paciente ingresa con el Doctor, hasta el instante que el paciente sale de la consulta. A continuación se detalla el registro de tiempos de servicio:

Tabla III. Registro de tiempos de servicio del día 26-08-03

No.	Hora entrada	Hora salida	Tiempo servicio (min.)	No.	Hora entrada	Hora salida	Tiempo servicio (min.)
1	08:30:40	08:38:20	00:07:40	20	10:18:20	10:24:44	00:06:24
2	08:39:36	08:49:18	00:09:42	21	10:24:50	10:30:06	00:05:16
3	08:51:36	08:54:55	00:03:19	22	10:30:08	10:37:37	00:07:29
4	08:55:03	09:01:50	00:06:47	23	10:37:40	10:41:02	00:03:22
5	09:02:00	09:06:26	00:04:26	24	10:41:04	10:49:30	00:08:26
6	09:06:58	09:12:26	00:05:28	25	10:49:55	10:57:08	00:07:13
7	09:12:35	09:17:11	00:04:36	26	10:57:50	11:02:05	00:04:15
8	09:17:15	09:22:14	00:04:59	27	11:02:25	11:07:15	00:04:50
9	09:22:25	09:25:14	00:02:49	28	11:07:20	11:12:08	00:04:48
10	09:25:20	09:33:09	00:07:49	29	11:12:10	11:19:00	00:06:50
11	09:33:17	09:40:59	00:07:42	30	11:19:05	11:24:54	00:05:49
12	09:41:00	09:48:05	00:07:05	31	11:24:58	11:27:50	00:02:52
13	09:48:10	09:52:35	00:04:25	32	11:27:58	11:37:24	00:09:26
14	09:52:40	09:56:15	00:03:35	33	11:37:34	11:43:15	00:05:41
15	09:56:20	09:59:56	00:03:36	34	11:43:25	11:47:08	00:03:43
16	10:00:03	10:05:05	00:05:02	35	11:47:10	11:51:18	00:04:08
17	10:05:16	10:08:00	00:02:44	36	11:51:20	11:54:09	00:02:49
18	10:08:20	10:12:30	00:04:10	37	11:54:15	12:03:18	00:09:03
19	10:12:35	10:18:15	00:05:40	38	12:03:24	12:06:47	00:03:23

Tabla IV. Registro de tiempos de servicio del día 27-08-03

No.	Hora entrada	Hora salida	Tiempo servicio (min.)	No.	Hora entrada	Hora salida	Tiempo servicio (min.)
1	08:37:05	08:40:20	00:03:15	10	10:05:29	10:24:05	00:18:36
2	08:40:40	08:46:47	00:06:07	11	10:24:11	10:26:06	00:01:55
3	08:54:09	09:18:30	00:24:21	12	10:26:14	10:29:20	00:03:06
4	09:19:40	09:29:25	00:09:45	13	10:29:37	10:35:10	00:05:33
5	09:29:50	09:37:40	00:07:50	14	10:35:14	10:45:18	00:10:04
6	09:37:55	09:42:20	00:04:25	15	10:45:25	10:48:29	00:03:04
7	09:43:20	09:51:30	00:08:10	16	10:48:42	10:52:40	00:03:58
8	09:51:56	09:55:09	00:03:13	17	10:52:51	10:59:14	00:06:23
9	09:55:20	10:05:15	00:09:55	18	10:59:20	11:03:54	00:04:34

Tabla V. Registro de tiempos de servicio del día 28-08-03

No.	Hora entrada	Hora salida	Tiempo servicio (min.)	No.	Hora entrada	Hora salida	Tiempo servicio (min.)
1	08:39:20	08:46:30	00:07:10	25	11:10:14	11:13:30	00:03:16
2	08:48:00	08:51:18	00:03:18	26	11:13:54	11:16:52	00:02:58
3	08:51:24	09:00:18	00:08:54	27	11:18:02	11:22:02	00:04:00
4	09:00:26	09:03:32	00:03:06	28	11:22:20	11:25:20	00:03:00
5	09:03:42	09:08:05	00:04:23	29	11:25:33	11:29:24	00:03:51
6	09:08:12	09:13:58	00:05:46	30	11:29:30	11:34:30	00:05:00
7	09:14:04	09:20:03	00:05:59	31	11:34:43	11:38:08	00:03:25
8	09:33:33	09:42:17	00:08:44	32	11:38:14	11:42:01	00:03:47
9	09:42:25	09:45:20	00:02:55	33	11:42:12	11:45:03	00:02:51
10	09:45:39	09:52:24	00:06:45	34	11:45:20	11:49:09	00:03:49
11	09:52:50	09:58:02	00:05:12	35	11:49:30	11:54:13	00:04:43
12	09:58:30	10:02:02	00:03:32	36	11:54:15	11:58:53	00:04:38
13	10:02:11	10:04:49	00:02:38	37	11:59:02	12:02:45	00:03:43
14	10:05:03	10:08:05	00:03:02	38	12:02:59	12:06:36	00:03:37
15	10:08:21	10:13:07	00:04:46	39	12:06:42	12:11:43	00:05:01
16	10:13:41	10:18:03	00:04:22	40	12:11:56	12:14:55	00:02:59
17	10:28:26	10:32:57	00:04:31	41	12:15:03	12:18:02	00:02:59
18	10:33:00	10:36:16	00:03:16	42	12:18:10	12:22:08	00:03:58
19	10:36:25	10:42:10	00:05:45	43	12:23:20	12:27:20	00:04:00
20	10:42:21	10:48:01	00:05:40	44	12:27:50	12:32:05	00:04:15
21	10:48:17	10:54:25	00:06:08	45	12:32:20	12:38:07	00:05:47
22	10:54:32	10:59:51	00:05:19	46	12:38:13	12:43:10	00:04:57
23	10:59:59	11:05:48	00:05:49	47	12:43:20	12:53:28	00:10:08
24	11:06:02	11:09:50	00:03:48				

Tabla VI. Registro de tiempos de servicio del día 29-08-03

No.	Hora entrada	Hora salida	Tiempo servicio (min.)	No.	Hora entrada	Hora salida	Tiempo servicio (min.)
1	08:41:40	08:56:47	00:15:07	11	10:11:48	10:15:01	00:03:13
2	08:59:43	09:18:55	00:19:12	12	10:15:09	10:17:18	00:02:09
3	09:19:02	09:23:20	00:04:18	13	10:17:28	10:22:10	00:04:42
4	09:23:50	09:30:06	00:06:16	14	10:22:19	10:24:42	00:02:23
5	09:30:12	09:33:02	00:02:50	15	10:24:50	10:28:08	00:03:18
6	09:33:19	09:41:33	00:08:14	16	10:28:14	10:30:10	00:01:56
7	09:41:40	09:46:50	00:05:10	17	10:30:22	10:33:02	00:02:40
8	09:47:03	09:52:02	00:04:59	18	10:33:12	10:36:22	00:03:10
9	09:52:27	09:59:35	00:07:08	19	10:36:33	10:39:00	00:02:27
10	09:59:49	10:11:20	00:11:31	20	10:39:08	10:41:50	00:02:42

Tabla VII. Registro de tiempos de servicio del día 09-09-03

No.	Hora entrada	Hora salida	Tiempo servicio (min.)	No.	Hora entrada	Hora salida	Tiempo servicio (min.)
1	08:33:54	08:39:33	00:05:39	13	09:57:20	10:03:00	00:05:40
2	08:39:39	08:49:12	00:09:33	14	10:03:20	10:06:53	00:03:33
3	08:49:20	09:00:53	00:11:33	15	10:07:12	10:08:50	00:01:38
4	09:01:01	09:06:42	00:05:41	16	10:08:54	10:11:22	00:02:28
5	09:06:50	09:11:20	00:04:30	17	10:11:29	10:30:05	00:18:36
6	09:11:59	09:21:50	00:09:51	18	10:30:09	10:37:15	00:07:06
7	09:21:59	09:25:40	00:03:41	19	10:37:28	10:49:29	00:12:01
8	09:26:01	09:39:08	00:13:07	20	10:49:50	10:55:00	00:05:10
9	09:39:12	09:43:02	00:03:50	21	10:55:12	10:57:02	00:01:50
10	09:43:05	09:46:06	00:03:01	22	10:57:10	11:02:06	00:04:56
11	09:46:12	09:50:18	00:04:06	23	11:02:15	11:10:28	00:08:13
12	09:50:28	09:57:56	00:07:28	24	11:10:50	11:27:06	00:16:16

Tabla VIII. Registro de tiempos de servicio del día 10-09-03

No.	Hora entrada	Hora salida	Tiempo servicio (min.)	No.	Hora entrada	Hora salida	Tiempo servicio (min.)
1	08:43:15	08:46:30	00:03:15	9	09:52:02	10:02:30	00:10:28
2	08:46:38	08:50:00	00:03:22	10	10:02:41	10:06:50	00:04:09
3	09:06:28	09:17:24	00:10:56	11	10:06:57	10:11:28	00:04:31
4	09:18:03	09:23:53	00:05:50	12	10:11:38	10:17:17	00:05:39
5	09:24:01	09:28:10	00:04:09	13	10:17:24	10:20:42	00:03:18
6	09:32:36	09:39:50	00:07:14	14	10:20:56	10:25:30	00:04:34
7	09:40:36	09:43:29	00:02:53	15	10:25:52	10:31:01	00:05:09
8	09:45:51	09:51:40	00:05:49				

Tabla IX. Registro de tiempos de servicio del día 11-09-03

No.	Hora entrada	Hora salida	Tiempo servicio (min.)	No.	Hora entrada	Hora salida	Tiempo servicio (min.)
1	08:30:15	08:41:50	00:11:35	17	10:16:10	10:27:50	00:11:40
2	08:42:00	08:45:08	00:03:08	18	10:27:59	10:32:25	00:04:26
3	08:45:16	08:50:33	00:05:17	19	10:32:48	10:35:24	00:02:36
4	08:50:59	08:55:20	00:04:21	20	10:35:30	10:37:55	00:02:25
5	08:56:00	09:00:54	00:04:54	21	10:37:59	10:43:11	00:05:12
6	09:01:01	09:07:20	00:06:19	22	10:43:20	10:46:10	00:02:50
7	09:07:28	09:09:36	00:02:08	23	10:46:30	10:52:50	00:06:20
8	09:09:42	09:16:14	00:06:32	24	10:52:55	11:03:47	00:10:52
9	09:16:20	09:28:40	00:12:20	25	11:03:59	11:09:40	00:05:41
10	09:28:51	09:33:29	00:04:38	26	11:09:50	11:12:03	00:02:13
11	09:33:59	09:41:18	00:07:19	27	11:12:10	11:24:34	00:12:24
12	09:41:58	09:50:04	00:08:06	28	11:24:40	11:29:28	00:04:48
13	09:50:11	09:56:56	00:06:45	29	11:29:35	11:33:21	00:03:46
14	09:57:03	10:02:01	00:04:58	30	11:33:30	11:37:19	00:03:49
15	10:02:10	10:07:20	00:05:10	31	11:37:25	11:41:20	00:03:55
16	10:07:29	10:16:03	00:08:34	32	11:41:35	11:46:30	00:04:55

Tabla X. Registro de tiempos de servicio del día 12-09-03

No.	Hora entrada	Hora salida	Tiempo servicio (min.)	No.	Hora entrada	Hora salida	Tiempo servicio (min.)
1	08:42:13	08:49:16	00:07:03	12	10:00:09	10:03:25	00:03:16
2	08:49:24	08:53:38	00:04:14	13	10:03:40	10:07:02	00:03:22
3	08:53:50	09:00:00	00:06:10	14	10:07:36	10:10:39	00:03:03
4	09:00:11	09:10:16	00:10:05	15	10:31:28	10:34:27	00:02:59
5	09:10:22	09:19:07	00:08:45	16	10:34:36	10:38:40	00:04:04
6	09:19:18	09:24:19	00:05:01	17	10:38:50	10:44:02	00:05:12
7	09:24:25	09:31:39	00:07:14	18	10:44:10	10:49:18	00:05:08
8	09:31:44	09:39:45	00:08:01	19	10:49:25	10:56:01	00:06:36
9	09:44:07	09:48:17	00:04:10	20	10:56:09	11:04:02	00:07:53
10	09:48:25	09:53:55	00:05:30	21	11:04:18	11:07:43	00:03:25
11	09:53:59	09:59:52	00:05:53	22	11:07:58	11:13:20	00:05:22

2.2 Tasas medias de llegada y de servicio

La medida más común de tendencia central, o localización de los datos, es la media aritmética ordinaria. Debido a que casi siempre consideramos a los datos como la muestra, nos referimos a la media aritmética como la media de muestra. Si las observaciones en una muestra de tamaño "n" son x_1, x_2, \dots, X_n , entonces la media de muestra es: (12-10).

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

2.2.1 Tasa media de llegada

El número promedio de pacientes que llega al centro de salud, a consulta externa en la jornada matutina y vespertina, se estimó sumando el total de pacientes de cada día por jornada, dividiendo el resultado entre el número de días que se registro, o sea entre ocho.

Quedando los resultados después de haber realizado los cálculos de la siguiente manera:

Tabla XI. Tasa media de llegadas por jornada

Jornada	Total de pacientes	Tasa media de llegadas por día
Matutina	217	27
Vespertina	132	17
Total	349	44

Por lo que la tasa media de llegadas por hora en la jornada matutina, representada por “ λ ”, es igual a 9 pacientes. Esto debido a dividir 27 (tasa media de llegadas por día en la jornada matutina) entre 3 horas, que es el total de horas de atención por la mañana.

En lo que respecta a la jornada vespertina, la tasa media llegadas por hora es equivalente a 7 pacientes. Como resultado de dividir 17 (tasa media de llegadas por día en la jornada vespertina) entre 2.5 horas, que es el total de horas de atención por la tarde.

2.2.2 Tasa media de servicio

El tiempo promedio de servicio que al médico le toma prestar la consulta, se estimó calculando la media de cada día registrado. Con la media de cada día se procedió a estimar la media del total de los días registrados.

Obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla XII. Tasa media de servicio por día

Fecha	Tiempo promedio servicio
26/08/2003	00:05:27
27/08/2003	00:07:27
28/08/2003	00:05:38
29/08/2003	00:05:40
09/09/2003	00:07:04
10/09/2003	00:05:25
11/09/2003	00:05:56
12/09/2003	00:05:34
SUMA	00:48:11

Siendo el tiempo promedio de servicio proporcionada por el médico igual a 6 minutos. Por lo que " μ ", que representa a la tasa media de servicio, es igual a 10 pacientes por hora. Esto, derivado de dividir 60 minutos entre el tiempo promedio de servicio (igual a 6 min.).

2.2 Análisis FODA

¿Por que incorporar este análisis?

Porque este instrumento reconoce la necesidad de planificar considerando:

- La existencia de una realidad altamente competitiva, dinámica y cambiante.
- Al planificador como actor social de esa realidad.
- La existencia de un entorno altamente determinante e influyente al interior del establecimiento.
- Que la interrelación interna y externa existente le permite al planificador identificar los puntos fuertes y con ellos la posibilidad de aprovecharlos e igualmente los puntos débiles y con ello la posibilidad de superarlos.

El análisis FODA es el conocimiento de la situación de las características positivas y negativas del establecimiento de salud obtenido mediante la confrontación del establecimiento de salud con el entorno en que está inmerso, orientado a evidenciar las fortalezas y debilidades del establecimiento, así como las amenazas y oportunidades que el ambiente presenta HOY y sobre todo lo que se puede presentar EN EL FUTURO.

Los componentes del análisis FODA son:

- Análisis interno
- Análisis externo(13).

2.3.1 Análisis del entorno interno

El análisis estratégico interno es aquel que se refiere a la recolección y evaluación de la información respecto a las áreas funcionales de: producción personal, logística, finanzas e información, etc., con el fin de identificar las fortalezas y debilidades del establecimiento de salud.

Fortalezas: Son los atributos o factores internos de nuestra organización que contribuyen y apoyan el logro de nuestros objetivos, así como nos ubica en ventaja competitiva con relación a otros efectores de salud(13).

En otras palabras, las fortalezas son actividades que el establecimiento de salud desarrolla bien o recursos que controla(8-263).

La identificación de las fortalezas puede realizarse:

- Logrando la participación y el trabajo en equipo de todos los trabajadores (involucramiento).
- Analizando las fuentes de información: Registros estadísticos, publicaciones especializadas y periodísticas, opinión de expertos y otros.
- Analizando las interrelaciones de las áreas funcionales del establecimiento de salud en los aspectos de producción de servicios, personal, logística, finanzas, información, gerencia y competencia y que constituyen potencialidades y ventaja competitiva en relación con los demás efectores de salud(13).

- Identificando las fortalezas en base las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las fortalezas en producción y recursos de nuestro establecimiento de salud?, ¿Cuales son las fortalezas en finanzas del establecimiento de salud?, ¿Cuál es la fortaleza competitiva de nuestro establecimiento de salud?.

Debilidades: Son las características nuestras que nos colocan en evidente desventaja frente a nuestros competidores o que no nos permiten cumplir con nuestra misión. Este conjunto de vulnerabilidades de nuestro establecimiento de salud, se pueden establecer en los aspectos de producción de servicios de salud, personal, logística, finanzas, equipamiento, infraestructura, información, gerencia, etc.(13).

Expresado en otra forma, las debilidades son actividades que el establecimiento de salud no realiza bien o recursos que necesita pero de los que no dispone(8-263).

La identificación de las debilidades puede realizarse:

- Logrando la participación y el trabajo en equipo de todos los trabajadores (involucramiento).
- Analizando las fuentes de información: registros estadísticos, publicaciones especializadas y periodísticas, opiniones de expertos y otros.
- Analizando las interrelaciones de las áreas funcionales del establecimiento de salud en los aspectos de producción de servicios, personal, logística, finanzas, información, gerencia y competencia; las que constituyen limitaciones y vulnerabilidades para la misión, objetivos y estrategias de nuestra organización(13).

- Identificando las debilidades en base las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las debilidades de producción y recursos del establecimiento de salud?, ¿Cuales son las debilidades en finanzas de nuestro establecimiento de salud?, ¿Cuáles son las debilidades tecnológicas de nuestro establecimiento de salud?(13).

2.3.1.1 Fortalezas

De acuerdo al registro de los tiempos de servicio del médico descritos en el subcapítulos 2.1.2, y al tipo de servicio que brindan (consulta externa), se alcanza puntualizar que el tiempo promedio de servicio suministrado por el médico (6 min.), proporciona una condición muy aceptable para el sistema de colas del centro de salud.

Por lo que es una fortaleza de gran importancia, debido a que la tasa media de servicio esta en función del tiempo promedio de servicio, por lo que a menor tiempo de servicio mayor número de pacientes son atendidos.

El alto grado de preparación y experiencia del personal médico también es una fortaleza del sistema, llevando esto, a que proporcionen un servicio de buena calidad, en lo que respecta al diagnostico de las enfermedades principalmente de tipo común en un tiempo aceptable y en una forma precisa. Asimismo, el personal médico es capacitado regularmente para el mejoramiento de los servicios de salud y para la optimización de los recursos.

Otra fortaleza del sistema es que la atención médica es gratuita, por lo que no representa ningún desembolso de dinero para los pacientes presentarse al centro de salud a requerir los servicios de consulta externa. Además, cuando tienen en existencia medicamentos para tratar las enfermedades se lo proporcionan gratuitamente a los pacientes.

Otro aspecto a considerar es que la mayor parte del personal técnico del centro de salud habla Quiché, siendo esto un punto fuerte, ya que en el momento de presentarse un paciente que no hable español, estos recurren a ser los traductores, pues regularmente los médicos que prestan el servicio de consulta externa no hablan Quiché.

2.3.1.2 Debilidades

La falta de personal médico para la consulta externa en el centro de salud es una debilidad bien marcada, esto debido al número de pacientes que se presentan al centro a requerir los servicios, principalmente en lo que respecta a la jornada de atención matutina (promedio de 27 pacientes por día), dando esta deficiencia como resultado que los pacientes tengan que esperar un gran lapso de tiempo en la cola antes de ser atendidos.

El ambiente de la sala de espera también no es adecuado, en lo que respecta al número de asientos disponibles para los pacientes, ya que el total de asientos que hay en la actualidad (14 asientos) no es congruente al número de pacientes que se presentan a solicitar los servicios, primordialmente en la jornada matutina, en la cual se presentan de acuerdo a los días registrados un promedio de 9 pacientes/hora y un máximo de 16 pacientes/hora a requerir los servicios de consulta externa.

Otra debilidad a considerar, es que el personal médico que labora en el centro de salud no habla el idioma que la población de la región utiliza propiamente (Quiche), aparte del Idioma Español. Dando esto como resultado que en ciertas ocasiones se presenten pacientes que no hablen el Idioma Español, creando esto una barrera de comunicación médico-paciente, derivando este inconveniente en que el médico tenga que solicitar apoyo de traducción al personal técnico (enfermeras, secretaria, etc.) del centro de salud para poder entablar una comunicación con el paciente. Creando esta dificultad demoras en el servicio de consulta externa del sistema.

La insuficiente tecnificación que tiene el centro de salud en lo que respecta a equipo médico para consulta externa, da como resultado que el personal Médico no disponga de equipo moderno para poder desempeñarse de una mejor forma y por lo tanto poder prestar un mejor servicio.

Por último, el limitado apoyo económico que tienen de parte del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, esta provocando que en el sistema se vaya dando un deterioro funcional, ya que por falta de reinversión, el equipo del que consta el centro de salud cada día se esta haciendo obsoleto y no funcional.

2.3.2 Análisis del entorno externo

El análisis estratégico externo es aquel que se refiere a la recolección y evaluación de la información del entorno del establecimiento de salud es decir, de los aspectos de salud, sociales, políticos, económicos, culturales, competitivos, con el objetivo de identificar las oportunidades y amenazas externas del establecimiento de salud(13).

Oportunidades: Son las situaciones o hechos del ambiente externo próximo a nuestra institución que las podemos aprovechar para incrementar nuestras ventajas competitivas(13). Son los factores externos del entorno positivos(8-262).

La identificación de las oportunidades puede realizarse:

- Logrando la participación y el trabajo en equipo de todos los trabajadores (involucramiento).
- Analizando las fuentes de información: registros estadísticos, publicaciones especializadas y periodísticas, opiniones de expertos y otros.
- Analizando los hechos, tendencias y acciones del entorno que se están planificando o ejecutando en los aspectos político, social, económico, demográfico, geográfico, cultural y competitivo, y que constituyen circunstancias aprovechables para lograr nuestra misión y objetivos previstos.
- Identificando las oportunidades en base a las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las oportunidades políticas que pueden aprovecharse para lograr nuestros objetivos?, ¿Qué oportunidades económicas pueden aprovecharse para alcanzar nuestra misión y visión?, ¿Qué oportunidades culturales pueden emplearse para lograrse nuestros objetivos?(13).

Amenazas: Son los hechos, situaciones o características actuales del medio que nos rodea que ponen en riesgo el cumplimiento de nuestra misión institucional y que, por lo tanto, debemos superar para perder nuestras ventajas competitivas (13). Son factores externos del entorno negativos(8-262).

La identificación de las amenazas puede realizarse:

- Logrando la participación y el trabajo en equipo de todos los trabajadores (involucramiento).
- Recurriendo a las fuentes de información: registros estadísticos, publicaciones especializadas, opiniones de expertos y otros.
- Analizando los hechos, tendencias y acciones del entorno que se están planificando o ejecutando en los aspectos político, social, económico, demográfico, geográfico, cultural y competitivo; y que constituyen riesgos para el logro de objetivos del establecimiento de salud.
- Identificando las amenazas externas en base a las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los cambios políticos que amenazan nuestra misión, visión y objetivos?, ¿Qué tendencias económicas constituyen amenazas para el logro de nuestros objetivos?, ¿Qué aspectos geográficos (desastres naturales) afectaría la misión de nuestro establecimiento?(13).

2.3.2.1 Oportunidades

Lograr obtener un nivel de apoyo mas amplio de personal profesional (médicos) de parte de instituciones y organismos nacionales e internacionales, tales como Universidades, ONG´s, especialmente para lo que es consulta externa, con el fin de aumentar el número de médicos que prestan sus servicios, para crear un sistema más eficiente y así poder prestar un mejor servicio.

Conseguir mayor respaldo económico tanto de parte del Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social como de organismos nacionales e internacionales para aprovechar la tecnología de punta que hay en la actualidad, en lo que respecta a sistemas de computación (conexión fija de Internet) y equipo médico para consulta externa, con la finalidad que los médicos y el equipo técnico del centro de salud pueda realizar sus labores de una forma más eficaz.

Consiguiendo con la tecnificación en computación, que el personal tenga acceso a mayor información a través de Internet, para que el personal no solamente se actualicé sino que además amplié sus conocimientos. Factor que en el campo de la medicina es de gran importancia, debido a los surgimientos de nuevas enfermedades y a los constantes cambios que estas van teniendo.

2.3.2.2 Amenazas

El limitado respaldo de parte del gobierno y organismos nacionales e internacionales hacia el centro de salud en lo que respecta a facilitar personal profesional (médicos), pone en riesgo el cumplimiento de la misión del centro. Ya que al presentarse los pacientes al centro de salud a requerir los servicios de consulta externa, se encuentran con que hay cierto déficit de médicos, pudiendo esto incitar al paciente a que abandone el centro sin antes ser atendido.

El estilo de vida inadecuado que habitualmente tienen las comunidades que el centro de salud les facilita servicio, hace que la labor de tratar enfermedades de tipo común sea más difícil, ya que un mayor número de personas se enferman, provocando esto que más individuos se presenten a requerir los servicios. Teniéndose como consecuencia que el sistema de servicio sea insuficiente.

2.4 Análisis del sistema a través de la teoría de colas

A lo largo del tiempo se producen llegadas de clientes a la cola de un sistema desde una determinada fuente demandando un servicio. Los servidores del sistema seleccionan miembros de la cola según una regla predefinida denominada disciplina de la cola. Cuando un cliente seleccionado termina de recibir su servicio (tras un tiempo de servicio) abandona el sistema, pudiendo o no unirse de nuevo a la fuente de llegadas(1).

Para analizar un sistema de colas, es mejor primero identificar las características importantes. Las siguientes características se aplican a los sistemas de colas(3):

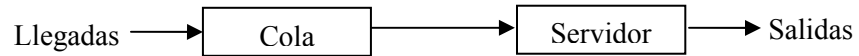
- Una población de clientes, que es el conjunto de los clientes posibles.
- Un proceso de llegada, que es la forma en que llegan los clientes de esa población.
- Un proceso de colas, que está conformado por: a) la manera que los clientes esperan para ser atendidos y b) la disciplina de colas que es la forma en que son elegidos para proporcionarles el servicio.
- Un proceso de servicios, que es la forma y la rapidez con la que es atendido el cliente.
- Proceso de salida que son los siguientes dos tipos: a) los elementos abandonan completamente el sistema después de ser atendidos, lo que tiene como resultado un sistema de colas de un paso; y b) los productos, ya que son procesados en una estación de trabajo, son trasladados a alguna otra parte para someterlos a otro tipo de proceso, lo que tiene como resultado una red de colas(3).

2.4.1 Estructura básica del sistema de colas a analizar

Según el tipo de sistema de colas, tenemos varios tipos de éstas, las cuales son:

Una línea, un servidor: El primer sistema que se muestra en la siguiente figura se llama un sistema de un servidor y una cola o puede describir una consulta de un médico(1).

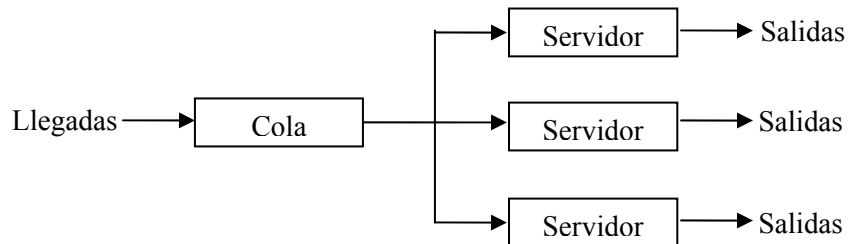
Figura 6. Una cola, un servidor



Fuente: **Teoría de colas**, <http://www.icc.uma.es>

Una línea, múltiples servidores: El segundo, que se muestra en la siguiente figura se llama una línea con múltiples servidores, es típico de una peluquería o una panadería en donde los clientes toman un número al entrar y se les sirve cuando les llega el turno(1).

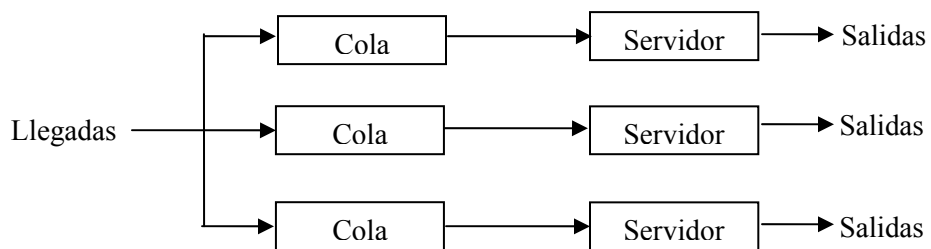
Figura 7. Una cola, múltiples servidores



Fuente: **Teoría de colas**, <http://www.icc.uma.es>

Varias líneas, múltiples servidores: El tercer sistema, en que cada servidor tiene una línea separada, es característico de los bancos y las tiendas de autoservicio. Para este tipo de servicio pueden separarse los servidores y tratarlos como sistemas independientes de un servidor y una cola. Esto sería válido sólo si hubiera muy pocos intercambios entre las colas. Cuando el intercambio es sencillo y ocurre con frecuencia, como dentro del banco, la separación no sería válida. El sistema se muestra en la siguiente figura(1).

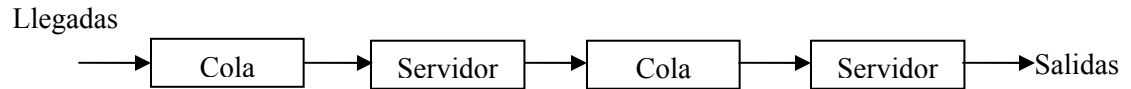
Figura 8. Varias colas, múltiples servidores



Fuente: **Teoría de colas**, <http://www.icc.uma.es>

Una cola, Servidores Secuenciales: El cuarto sistema que se muestra en la siguiente figura, se da cuando los clientes primero son atendidos en una estación de trabajo y después son enviados a otra estación de trabajo antes de abandonar el sistema(1).

Figura 9. Una cola, servidores secuenciales

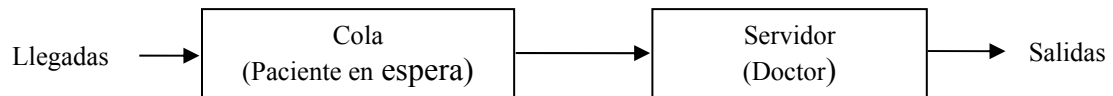


Fuente: **Teoría de colas**, <http://www.icc.uma.es>

2.4.1.1 Distribución

La forma en que los pacientes esperan para ser atendidos en el Centro de Salud en la consulta externa, tanto para la jornada matutina como para la jornada vespertina, es en una sola fila, para ser atendidos por un servidor (Doctor). Por lo que éste es un sistema de colas de una línea con un servidor, estando el arreglo del sistema de la siguiente manera:

Figura 10. Distribución del sistema de colas



El número de pacientes que pueden esperar para ser atendidos en la línea de espera es ilimitado, por lo que para cuestiones de análisis, las condiciones de espacio de espera se considerara infinita.

2.4.1.2 El mecanismo de servicio

Cuando los pacientes se presentan al centro de salud, inicialmente se registran ante secretaría, para posteriormente hacer antesala en la cola antes de ser atendidos en una sola estación de servicio, o sea solamente por un Doctor, siendo atendido únicamente un paciente a la vez, no permitiéndose habitualmente la prioridad, atendiéndose a los pacientes de una forma continua, sin interrupciones que puedan detener el proceso de atención.

El tiempo de servicio que al médico le toma atender al paciente es probabilístico, esto es debido a que cada paciente requiere una cantidad distinta e incierta de tiempo de servicio.

Las circunstancias del centro de salud quedan de la siguiente forma:

Tabla XIII. Circunstancias del centro de salud

Situación	Llegadas	Cola	Mecanismo de Servicio
Centro de Salud	Pacientes	Personas enfermas	Médicos

2.4.1.3 Fuente de entrada

La forma en que los pacientes llegan a solicitar el servicio al centro de salud, tiene representación probabilística, esto debido a que el tiempo entre llegadas sucesivas es incierto y variable.

Debido a lo anteriormente descrito se establece que las llegadas al sistema ocurren de forma aleatoria, por lo que se define que el patrón estadístico mediante el cual se generan los pacientes es de acuerdo a un proceso *Poisson*.

Otra característica a tomar en cuenta es el tamaño, o sea el número total de pacientes que puede requerir servicio en determinado momento. En este caso debido al tipo de servicio que se está estudiando se hará la suposición normal que el tamaño es infinito, o sea ilimitada.

2.4.1.4 Disciplina de la cola

La forma en que seleccionan los pacientes que esperan para ser atendidos, es en el orden en que van llegando al centro de salud al servicio de consulta externa, o sea, primer paciente en entrar, primer paciente en salir. Por lo que utilizan la forma de servicio conocida como PEPS (primero en entrar, primero en salir).

2.4.1.5 Modelo matemático que más se ajusta al sistema

Los tiempos de servicio que se dan en la consulta externa tienen un comportamiento exponencial, esto debido a que el tiempo que el médico dedica a cada paciente es distinto e incierto. Debido a esta característica del sistema y a la descrita en el subcapítulo “fuente de entrada”, se establece que el modelo de cola que se ajusta al sistema es el $M/M/s$.

Pues, los modelos de cola $M/M/s$ suponen que tienen una entrada *Poisson* y tiempos de servicio exponenciales, características que se plasman en el servicio de atención de pacientes de la consulta externa.

2.4.1.6 Determinación de las horas en que hay mayor afluencia de pacientes

De acuerdo al registro de pacientes de la jornada matutina y vespertina que se describió en el subcapítulo “registro de pacientes”, se llega a la deducción que el horario en que llegan una mayor cantidad de pacientes a solicitar el servicio de consulta externa, es en la jornada matutina, en el horario de 09:00 a 12:00 hrs.

Esto debido a que el 62% (217 pacientes) del total de pacientes registrados (349 pacientes), asistieron por la mañana. El resto, o sea el 38% (132 pacientes) asistieron por la tarde.

2.4.1.7 Estimación del tiempo de espera más recomendado para los pacientes

En la entrevista que se le realizó al director del centro de salud, se le consulto sobre el tiempo de espera que consideraba más recomendable para los pacientes. Tomándose en cuenta el tipo de servicio (consulta externa), se llegó a establecer conjuntamente con el director que 20 minutos de espera en la cola, por parte de los pacientes, es el tiempo de espera más apropiado.

Con el fin de evaluar el desempeño del sistema, el tiempo de espera establecido (20 min.), se tomara como base para determinar el número de médicos que son necesarios, principalmente en la jornada matutina, que es cuando hay una mayor afluencia de pacientes.

2.4.2 Evaluación de desempeño de la línea de espera, a través del modelo de cola M/M/S, en las horas de mayor afluencia de pacientes

El objetivo último de la teoría de colas consiste en responder cuestiones administrativas pertenecientes al diseño y a la operación de un sistema de colas. El gerente de un banco puede querer decidir si programa tres o cuatro cajeros durante la hora de almuerzo. En una estructura de producción, el administrador puede desear evaluar el impacto de la compra de una nueva máquina que pueda procesar los productos con más rapidez.

Existen muchas medidas de rendimiento diferentes que se utilizan para evaluar un sistema de colas en estado estable. Para diseñar y poner en operación un sistema de colas, por lo general, los administradores se preocupan por el nivel de servicio que recibe un cliente, así como el uso apropiado de las instalaciones de servicio de la empresa o institución. Algunas de las medidas que se utilizar para evaluar el rendimiento surgen de hacerse las siguientes preguntas:

Preguntas relacionadas con el tiempo, centradas en el cliente, como:

- a) ¿Cuál es el tiempo promedio que un cliente recién llegado tiene que esperar en la fila antes de ser atendido? La medida de rendimiento asociada es el tiempo promedio de espera, representado con W_q .
- b) ¿Cuál es el tiempo que un cliente invierte en el sistema entero, incluyendo el tiempo de espera y el de servicio? La medida de rendimiento asociada es el tiempo promedio en el sistema, denotado con " W "(3).

Preguntas cuantitativas relacionadas al número de cliente, como:

- a) En promedio ¿cuántos clientes están esperando en la cola para ser atendidos? La medida de rendimiento asociada es la longitud media de la cola representada con L_q .
- b) ¿Cuál es el número promedio de clientes en el sistema? La medida de rendimiento asociada es el número medio en el sistema, representado con “ L ”.

Preguntas probabilísticas que implican tanto a los clientes como a los servidores, por ejemplo:

- a) ¿Cuál es la probabilidad de que un cliente tenga que esperar a ser atendido? La medida de rendimiento asociada es la probabilidad de bloqueo, que se representa por P_w .
- b) En cualquier tiempo particular, ¿Cuál es la probabilidad de que un servidor este ocupado? La medida de rendimiento asociada es la utilización, denotada con “ ρ ”. Esta medida indica también la fracción de tiempo que un servidor esta ocupado.
- c) ¿Cuál es la probabilidad de que existan “ n ” clientes en el sistema? La medida de rendimiento asociada se obtiene calculando la probabilidad P_0 de que no haya clientes en el sistema, la probabilidad P_i de que haya un cliente en el sistema, y así sucesivamente. Esto tiene como resultado la distribución de probabilidad de estado, representado por P_n , $n=0,1,\dots(3)$.

2.4.2.1 Relacionadas con el tiempo, centradas en el paciente

El análisis de la estimación de las medidas de rendimiento en la jornada matutina (horario de mayor afluencia de pacientes), relacionadas con el tiempo, se concentraran en el paciente. Por lo que se calculará el tiempo promedio que un paciente tiene que esperar en la fila, o sea el tiempo promedio de espera, que esta representado por " Wq ".

Además, se determinara el tiempo promedio que un paciente invierte en el sistema entero, incluyendo el tiempo de espera y el de servicio, o sea el tiempo promedio en el sistema, representado por " W ".

Como se describió en el subcapítulo "mecanismo de servicio", los pacientes en la actualidad son atendidos solamente por un médico, debido a esto se procederá a realizar los cálculos especificados en los dos párrafos anteriores con un servidor (médico), a través del modelo de cola M/M/S, donde "s" va a ser igual a un servidor.

Conjuntamente, para realizar el análisis, se tomara la tasa media de llegadas por unidad de tiempo, representado por " λ ", siendo este igual a 9 pacientes por hora. Al mismo tiempo se utilizara la tasa media de servicio, representado por " μ ", siendo este igual a 10 pacientes por hora.

Al aplicar las formulas para un servidor descrito en el subcapítulo 1.2.7, los resultados quedan de la siguiente forma:

Tabla XIV. Resultados de desempeño actual relacionadas con el tiempo, centradas en el paciente, de la jornada matutina

Medida de desempeño	Resultado
Tiempo promedio en el sistema	$W = 1$ hora
Tiempo promedio de espera	$W_q = 54$ minutos

Debido a los resultados anteriores, nos damos cuenta que el tiempo promedio que esperan los pacientes antes de ser atendidos por el Doctor (54 min.), es mayor que el tiempo de espera recomendado (20 min.).

Por lo que, con un médico no es suficiente para poder ofrecer el tipo de servicio que se tiene proyectado.

2.4.2.2 Relacionadas al número de pacientes

Entre las medidas cuantitativas relacionadas con los pacientes, se considerara, el número de pacientes que esta esperando en la cola para ser atendidos, en otras palabras, la longitud media esperada de la cola, el cual esta representado por " L_q ". Además, se estimara el número promedio esperado de pacientes en el sistema, el cual esta representado por " L ".

Para el cálculo, se tomarán como base la tasa media de llegadas por unidad de tiempo ($\lambda=9$ pacientes/hora) y la tasa media de servicio por unidad de tiempo ($\mu=10$ pacientes/hora). Se utilizarán las formulas para $s=1$ servidor, descritas en el subcapítulo 1.2.7., quedando los resultados de la siguiente manera:

Tabla XV. Resultados de desempeño actual relacionadas al número de pacientes, de la jornada matutina

Medida de desempeño	Resultado
Número promedio de pacientes esperado en el sistema	L = 9 pacientes/h
Longitud media de pacientes esperado en la cola	Lq = 8 pacientes/h

2.4.2.3 Probabilísticas que implican tanto a los servidores como a los pacientes

En las medidas de rendimiento probabilísticas que implican a los servidores, se estimara, cual es la probabilidad de que un servidor (Doctor) esté ocupado, el cuál esta representado por “ ρ ”.

En lo que respecta a las medidas de rendimiento probabilísticas que involucran a los pacientes, se considerara, cuál es la probabilidad de que no haya pacientes en el sistema, el cuál esta expresado por P_0 . Además, se determinará la probabilidad de que el tiempo de espera en la cola sea igual a cero, representado por $P\{W_q = 0\}$. Por último se estimará, cual es la probabilidad de que el tiempo de espera en la cola sea mayor a 20 min. (1/3 hora), expresado por $P\{W_q > 1/3 \text{ h.}\}$

Para el cálculo de las medidas descritas en los dos párrafos anteriores, se utilizara como base: el número de servidores ($s=1$), la tasa media de llegadas ($\lambda = 9$ pacientes/hora), la tasa media de servicio ($\mu = 10$ pacientes/hora) y las formulas para un servidor descritas en el subcapítulo 1.2.7. Al aplicar las formulas, los resultados quedan de la siguiente forma:

Tabla XVI. Resultados de desempeño actual probabilísticas, de la jornada matutina

Medida de desempeño	Resultado	Expresado en %
P	0.9	90%
P ₀	0.1	10%
P{W _q = 0}	0.1	10%
P{W _q > 1/3 h.}	0.65	65%

Al examinar los resultados, principalmente nos damos cuenta que la probabilidad que el médico este ocupado es muy alta (90%), y que la probabilidad que un paciente espere en la cola mas de 20 min. (1/3 hora.) es también bastante grande (65%).

Asimismo, podemos notar que la posibilidad de que no haya pacientes en la consulta externa es muy baja (10%). Igualmente, la probabilidad de que el paciente no espere ningún minuto en la cola es baja (10%).

Debido a los resultados anteriormente mencionados, se reafirma lo del subcapítulo 2.4.2.1. Por lo que, la presencia de un médico para ofrecer la consulta externa en el centro de salud no es recomendable, ya que es insuficiente, debido primordialmente al tiempo de espera en la cola de los pacientes (54 min.), a la probabilidad de que un paciente espere más de 20 min. antes de ser atendido (65 %) y las posibilidades que hay que el médico este ocupado (90%).

3. PROPUESTA DEL SISTEMA DE COLAS APROPIADO

3.1 Evaluación de alternativas

Una vez determinadas las alternativas que correspondan, el siguiente paso de la planeación es evaluarlas y seleccionar aquellas cuyas contribuciones resultan ideales para el cumplimiento de la meta. En este último punto se condensa todo el sentido de la toma de decisiones, aunque también en otros pasos de la planeación (como en la selección de metas y la determinación de las premisas básicas, e incluso en la selección de alternativas) es preciso tomar decisiones(16-194).

La toma de decisiones es la selección de un curso de acción entre varias alternativas, y constituye por lo tanto la esencia de la planeación. No puede decirse que exista un plan si no se ha tomado una decisión, un compromiso de recursos, dirección o prestigio. Mientras tal cosa no ocurra, estaremos únicamente frente a estudios y análisis de planeación. Es común que los administradores conciban la toma de decisiones como su actividad primordial, ya que permanentemente deben determinar qué hacer, quien lo hará, cuándo y dónde lo hará y a veces incluso cómo se le hará(16-192).

Factores cuantitativos y cualitativos: Es probable que, al comparar planes alternativos para el cumplimiento de un objetivo, se piense exclusivamente en factores cuantitativos. Estos factores son los que pueden medirse en términos numéricos, como el tiempo o los diversos costos fijos y de operación(16-194).

La importancia de este tipo de análisis es incuestionable, pero el éxito de un proyecto puede correr peligro si se ignoran los factores cualitativos o intangibles son aquellos difíciles de medir numéricamente, como la calidad de las relaciones laborales, el riesgo del cambio tecnológico o el estado de las condiciones políticas internacionales(16-194,195).

Para poder evaluar y comparar los factores intangibles de un problema de planeación con el propósito de tomar decisiones, los administradores deben comenzar por la identificación de esos factores, para determinar después la posibilidad de adjudicarles una medida cuantitativa razonable. En caso contrario, deben analizarlos tanto como sea posible, para clasificarlos quizá en orden de importancia, comparar su probable influencia sobre los resultados con la de los factores cuantitativos y arribar finalmente a una decisión. Bien podría ocurrir que en esta decisión se concediera un peso predominante a un factor intangible(16-195,196).

Selección de una alternativa (tres enfoques): En la selección entre alternativas, los administradores pueden emplear tres enfoques básicos:

1. Experiencia.
2. Experimentación.
3. Investigación y análisis(16-199).

Experiencia: El apoyo en la experiencia acumulada cumple en la toma de decisiones un papel probablemente más importante del que se le concede. Los administradores con experiencia suelen creer, a menudo sin siquiera darse cuenta de ellos, que tanto los éxitos que han alcanzado como los errores que han cometido constituyen guías casi infalibles para el futuro. Quizá esta actitud sea tanto más pronunciada cuanto mayor sea la experiencia de un administrador y más elevado el nivel que ha alcanzado en una organización.

Hasta cierto punto, nada enseña mejor que la experiencia. El solo hecho de que los administradores hayan alcanzado el puesto que ocupan parecería justificar las decisiones que han tomado hasta el momento. Además, el proceso de resolución de problemas, toma de decisiones y comprobación del éxito o fracaso de un programa produce cierto grado de buen juicio (colindante en ocasiones con la mera intuición). No obstante, muchas personas no se benefician de sus errores, de modo que hay administradores aparentemente incapacitados para acceder al madurado juicio que requieren las empresas modernas.

Así, apoyarse en la experiencia como guía para acciones futuras puede ser riesgoso. Para comenzar, la mayoría de la gente desconoce las razones primordiales de sus errores o fracasos. Adicionalmente, las lecciones obtenidas de la experiencia pueden ser completamente inaplicables a nuevos problemas. Las decisiones correctas deben evaluarse sobre la base de acontecimientos futuros, mientras que la experiencia se restringe al pasado(16-199,200).

Si, en cambio, una persona analiza cuidadosamente su experiencia, en lugar de dejarse guiar ciegamente por ella, y deriva de ella las razones fundamentales de sus éxitos o fracasos, la experiencia puede ser útil como base del análisis de decisión. Un programa exitoso, una compañía correctamente administrada, una rentable promoción de productos o cualquier otra decisión de resultados positivos pueden brindar datos de utilidad para ese proceso de destilación. Así como los científicos no vacilan en utilizar las investigaciones realizadas por otros, pues sería absurdo que duplicaran esfuerzos, los administradores pueden aprender mucho de los demás.

Experimentación: Una modalidad obvia para decidir entre alternativas consiste en probar una de ellas para ver qué sucede. La experimentación es muy común en la investigación científica. Se dice que se le debería emplear más a menudo en la administración y que la única manera en que un administrador puede estar seguro de un plan es correcto, en vista especialmente de los factores intangibles, es probar las diversas alternativas para identificar la mejor de ellas.

La técnica experimental es quizá la más costosa de todas, sobre todo cuando un programa demanda fuertes inversiones de capital y personal y la empresa no puede permitirse la estricta aplicación de varias alternativas. Además, puede ocurrir que tras la realización de un experimento prevalezcan dudas sobre lo que efectivamente quedó demostrado con él, dado que cabe la posibilidad de que el futuro no repita el presente. En consecuencia, esta técnica sólo debe emplearse después de haber considerado otras alternativas(16-200,201).

No obstante ello, muchas decisiones son imposibles de tomar sin antes confirmar mediante la experimentación el mejor curso de acción. Puede ser que ni siquiera la reflexión sobre la experiencia ni la investigación más atenta garanticen a los administradores decisiones correctas.

La experimentación puede tener otros usos. Una empresa puede probar un nuevo producto en cierto mercado antes de proceder a su venta a escala nacional. Las técnicas organizacionales suelen probarse en una sucursal o planta antes de aplicarse a una compañía en su totalidad. Un candidato a ocupar cierto puesto administrativo puede ser sometido a prueba en el desempeño de éste durante el periodo vacacional de su titular.

Investigación y análisis: Una de las técnicas más efectivas para la selección de alternativas en el caso de decisiones importantes es la de investigación y análisis. Este método supone la resolución de un problema mediante un previo conocimiento en profundidad. Implica por lo tanto la búsqueda de relaciones entre las variables, restricciones y premisas cruciales de la meta que se pretende alcanzar. Éste es el método de “lápiz y papel” (o mejor, de “computadora e impresión de resultados”) para la toma de decisiones.

La resolución de un problema de planeación implica dividirlo en las partes que lo componen para estudiar sus diversos factores cuantitativos y cualitativos. Estudio y análisis quizá sean menos costosos que la experimentación. El tiempo y papel empleados en el análisis suelen costar mucho menos que la prueba de las diversas alternativas(16-201,202).

Uno de los pasos más importantes del método de investigación y análisis es la elaboración de un modelo para la simulación del problema. Así, los arquitectos acostumbran producir modelos de construcciones en forma de planos detallados o maquetas a escala. Los ingenieros prueban modelos de alas de aviones y proyectiles en túneles aerodinámicos. Pero quizá la simulación más útil sea la representación de las variables de un problema por medio de términos y relaciones matemáticas. La conceptualización de un problema es un gran paso hacia su solución. Las ciencias físicas han dependido desde antiguo de modelos matemáticos con este propósito, de modo que es alentador que este método se aplique ya a la toma de decisiones administrativas(16-202).

3.2 Análisis de medidas de desempeño con varios servidores, en las horas que hay mayor afluencia de pacientes

Se estimaran las medidas de desempeño con dos servidores ($s = 2$), para la jornada matutina, que es cuando hay mayor afluencia de pacientes, para tener una representación de cómo se comportaría el sistema si se decidiera aumentar el número de médicos a la cantidad anteriormente mencionada.

Para el cálculo se utilizará como base la tasa media de llegadas ($\lambda = 9$ pacientes/hora), la tasa media de servicio ($\mu = 10$ pacientes/hora) y las formulas para $s=2$ servidores descritos en el subcapítulo 1.2.7., quedando los resultados de la siguiente forma:

Tabla XVII. Resultados de desempeño con varios servidores en circunstancias regulares, de la jornada matutina

Medida de desempeño	Resultado	Expresado en %
P	0.45	45%
P ₀	0.21	21%
L	1	---
L _q	1/8	---
W	7 min.	---
W _q	1 min.	---
P{W _q = 0}	0.30	30%
P{W _q > 1/3 h.}	0.02	2%

Al observar los resultados, podemos notar que el tiempo de espera de los pacientes en la cola disminuiría a un minuto y que el tiempo total que cada paciente estaría en el sistema sería de 7 min. (incluye tiempo de servicio), por lo que el tiempo de espera en la cola con 2 médicos se estaría reduciendo en un 98%. Además, la posibilidad de que cada médico este ocupado sería del 45% y la probabilidad de que no existan pacientes en el sistema sería del 21%.

Así mismo, la probabilidad de que el tiempo de espera sea igual a cero sería de un 30%, como también la probabilidad de que un paciente espere mas de 20 minutos en la cola (1/3 hora) sería de tan solo un 2%.

Al hacer los cálculos para el máximo de pacientes esperados en el sistema (16 pacientes/hora), de acuerdo a los días que se registraron en la jornada matutina, utilizando como base $\lambda=16$ pacientes/hora, $\mu=10$ pacientes/hora y las formulas para $s=2$ servidores descritos en el subcapítulo 1.2.7 se obtienen los siguientes resultados:

Tabla XVIII. Resultados de desempeño con varios servidores en circunstancias de máxima afluencia, de la jornada matutina

Medida de desempeño	Resultado	Expresado en %
P	0.80	80%
P ₀	0.11	11%
L	5	---
L _q	3	---
W	17 min.	---
W _q	11min.	---
P{W _q = 0}	0.29	29%
P{W _q > 1/3 h.}	0.19	19%

Al conocer los resultados anteriores, se puede notar principalmente que el tiempo de espera en la cola por los pacientes sería de 11 minutos y que el total del tiempo que los pacientes estarían en el sistema sería de 17 minutos. Además las probabilidades de que los médicos estén ocupados sería de un 80%, y las posibilidades que los pacientes esperen más de 20 minutos sería de un 19%. Al mismo tiempo, la longitud esperada de la cola sería de 3 pacientes/hora y el número esperado de clientes sería de 5 pacientes/hora.

3.3 Propuesta del nivel optimo de médicos, en las horas de mayor afluencia de pacientes

Debido a los resultados obtenidos en el subcapítulo anterior, se puede establecer que 2 médicos es la mejor propuesta para la consulta externa del centro de salud en lo que concierne a la jornada matutina. Ya que, con 2 médicos el tiempo de espera en la cola de cada paciente se estaría reduciendo a un minuto, menor de lo recomendado en el subcapítulo 2.4.1.7, en el cual se estableció que el paciente no debería esperar más de 20 minutos en la sala de espera. Factor que estaría disminuyendo considerablemente, pues en la actualidad que únicamente hay un médico, el lapso de tiempo de espera del paciente es de 54 minutos, por lo que con 2 médicos se estaría reduciendo en un 98% el tiempo de espera del paciente en la cola.

Además, con 2 médicos las probabilidades que habrían que un paciente espere más de 20 minutos en la cola para ser atendido serian muy bajas (2%), contrario a lo que sucede cuando solamente un médico presta el servicio, en el cuál las posibilidades son muy altas (65%).

Asimismo, los resultados obtenidos en el subcapítulo anterior para el máximo de pacientes que se pueda dar en la jornada matutina (16 pacientes/hora), demuestra que con 2 médicos sería suficiente, ya que en estas circunstancias los pacientes esperarían en la cola 11 minutos, menos que tiempo recomendado que es de 20 minutos, por lo que en estas circunstancias el tiempo de espera en la cola se reduciría en un 80%.

Por lo que, para que el centro de salud preste un servicio de consulta externa eficiente, tanto para los días de llegadas de pacientes regulares como para aquellos días en que se da el máximo de llegadas, es necesario asignar en la jornada matutina de una forma permanente un médico más, o sea que laboren en su totalidad 2 médicos. Además, es necesario que a cada médico se le asigne de forma fija una enfermera para que les brinden su respectivo apoyo paramédico a los médicos en el momento de prestar el servicio.

3.4 Propuesta del ambiente interno adecuado

Debido a la cantidad de pacientes que llegan a solicitar los servicios de consulta externa, es necesario aumentar la cantidad de asientos en la sala de espera. Pues en la actualidad, la antesala solamente cuenta con 14 asientos destinados a consulta externa, suma que no es congruente con el número promedio esperado de pacientes en el sistema (27 pacientes/jornada matutina y 17 pacientes/jornada vespertina).

Además, hay que tomar en consideración que en ciertas ocasiones de acuerdo a los días que se registraron, puede llegar a haber en el sistema un máximo de 16 pacientes/hora. También hay que tomar en cuenta que muchos de los pacientes llegan acompañados con sus familiares (padres, hijos, sobrinos, etc.), por lo que los asientos se hacen insuficientes.

Por lo expresado en los dos párrafos anteriores, y porque los espacios de la sala de espera del centro de salud lo permite (la antesala de espera mide 8x6 mts.), se plantea que se aumente a 25 la cantidad de asientos que hay en la actualidad, o sea aumentar la cantidad actual en un 79%. Esto con el fin de que tanto los pacientes como sus acompañantes encuentren un lugar donde puedan sentarse en el momento de presentarse al centro de salud.

Además, para poder prestar un buen servicio y para que el personal médico y paramédico pueda desempeñar bien su trabajo, es indispensable que el sistema disponga perennemente para los dos médicos propuestos (cada uno con su respectiva enfermera), de forma funcional y actualizada, para consulta externa con el siguiente equipo:

- Camilla
- Escritorio
- Silla para el médico
- Gradas para subir la camilla
- Lámpara de cuello de ganso
- Pesa para adultos y niños
- Atril
- Equipo menor de cirugía (tijeras, porta agujas, pinza con dientes, pinza sin dientes)
- Esfigmomanómetro
- Estetoscopio
- Otorrinolaringoscopio
- Termómetro
- Basureros con bolsas negras para desechos de basura común
- Basureros con bolsas rojas para desechos médicos

Asimismo, es necesario que tengan de los siguientes artículos para uso medico:

- Hisopos
- Baja lenguas
- Algodón
- Gasas
- Curaciones
- Micropore
- Jeringas y cualquier otro articulo que sea indispensable en la consulta externa

4. IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA APROPIADO

4.1 Aspectos generales de implantación

La implantación de las recomendaciones constituye el paso clave para incidir en forma efectiva en la organización, ya que constituyen el momento de transformar los planteamientos y medidas de mejoramiento administrativo en acciones específicas por cumplir con el objetivo del estudio.

La implantación está conformada por las fases siguientes:

1. Preparación del programa.
2. Integración de recursos.
3. Ejecución del programa.

4.1.1 Programa de implantación

El primer paso para iniciar la implantación es determinar las actividades que deben desarrollarse y la secuencia para su realización.

El siguiente paso será estimar los requerimientos en cuanto a personal, instalaciones, mobiliario, equipo y documentación técnica y normativa de apoyo que serán necesarios para cumplir con la implantación.

Asimismo, deben fijarse el tiempo y las fechas en que habrán de iniciarse y terminarse cada una de las actividades del programa, estableciendo claramente la responsabilidad de su ejecución(15-26).

Por último, en el programa se debe precisar el método de implantación que se considere más viable, de acuerdo con las siguientes condiciones:

- a) Tipo de estudio
- b) Alcance
- c) Recursos asignados
- d) Desarrollo tecnológico de la organización
- e) Nivel técnico del personal
- f) Actitud de los niveles de decisión
- g) Medio ambiente

Métodos de implantación: Existen varios métodos para traducir las acciones de mejoramiento en contribuciones específicas a la organización bajo estudio, entre los que se destacan:

Método instantáneo. Por lo general, si las medidas de mejoramiento derivadas del estudio son relativamente sencillas, no involucran un número excesivo de unidades administrativas, no implican un gran volumen de funciones, sistemas u operaciones, o si en la organización existe una sólida infraestructura administrativa se puede utilizar este método, que además es de los más aceptados en la práctica.

Método del proyecto piloto. Consiste en realizar un ensayo con los resultados del estudio en sólo una parte de la organización, con la finalidad de medir efectos. Debe entenderse que esto sólo es posible cuando existen condiciones de trabajo más o menos homogéneas en toda la organización(15-26,28).

Su principal utilidad radica en que permite introducir cambios en una escala reducida, llevando a cabo cuantas pruebas sean necesarias para determinar la validez y efectividad de la propuesta antes de instrumentarla en forma global. Su posible desventaja radica que no siempre es posible asegurar que lo es válido para una parte del todo lo es también para las partes restantes. Además, generalmente en los proyectos pilotos destinan recursos fuera de lo normal, así como una atención especial que no puede ampliarse a toda la organización.

Tampoco puede destacarse el hecho de que los participantes de una prueba piloto cuentan con la conciencia que no es un proyecto totalmente aceptado.

Método de implantación en paralelo. Cuando se trata de proyectos de gran envergadura, que implican el manejo de mucha información o de carácter estratégico, un volumen considerable de recursos o para garantizar la seguridad de todo un sistema de trabajo, se emplea este método que representa la operación simultánea, por un periodo determinado, tanto del ambiente de trabajo o condiciones tradicionales de las que se van a implantar. Esta técnica efectúa modificaciones y ajustes sin crear problemas, al tiempo que deja que las nuevas condiciones funcionen libremente antes de que se suspendan las anteriores.

Este método permite en cualquier contingencia que se presente pueda afrontarse sin precipitaciones y que el personal que se encargará de las nuevas funciones, sistemas, procedimientos, etc., se vaya familiarizando con ellos sin la presión que significa cometer errores de efectos irreversibles(15-28).

En los casos en que el mismo personal que se encarga de las condiciones tradicionales sea el que va a tener bajo su responsabilidad la implantación de las medidas de cambio se recomienda la programación de periodos especiales de trabajo en paralelo, procurando que no se afecte el funcionamiento normal del trabajo.

Para iniciar la implantación en paralelo es conveniente contar con información que permita prever modificaciones en el funcionamiento de la organización, particularmente aquellas que conlleven una relación de coordinación con el medio ambiente. Asimismo, se debe dotar al personal con los elementos necesarios para que pueda cumplir eficientemente con las tareas que se le asignen.

También es recomendable emplear este método en aquellos casos en que el estudio incluya información que pueda descontrolar al personal de la organización hasta el momento en que se tenga la seguridad de que no existan fallas.

Método de implantación parcial o por aproximaciones sucesivas. Probablemente este método sea el más adecuado para implantar estudios que implican cambios de gran magnitud. Consiste en seleccionar parte o pequeñas porciones del mismo e implantarlas procurando hacerlo sin causar grandes alteraciones y avanzar a al siguiente paso sólo cuando se haya consolidado el anterior, lo que permite un cambio gradual y controlado.

Combinación de métodos. Consiste en la aplicación de más de un método para realizar un estudio, tomando en cuenta el efecto que los cambios administrativos puedan generar en la organización(15-28,29).

Independientemente del método que se seleccione, es conveniente considerar la responsabilidad de servirse de recursos como la simulación y realidad virtual, como herramientas de asistencia para la dimensión y desarrollo estratégico de la implantación del estudio.

4.1.2 Integración de recursos

Estructurado el programa de implantación, en primer lugar se deben reunir los recursos humanos, materiales y tecnológicos previamente calculados para ponerlo en marcha.

Después es necesario desarrollar toda la base documental para fundamentar técnica y normativamente la implantación y, en su caso, al acondicionamiento físico de las instalaciones.

Finalmente y de acuerdo con los requerimientos del estudio y al programa para implantarlo, se deberá seleccionar y capacitar al personal que vaya a colaborar en su ejecución.

4.1.3 Ejecución del programa de implantación

Cumplidos los pasos anteriores, se debe proceder a implantar el estudio empleando el método seleccionado y realizando las actividades preestablecidas, sin apartarse de los lineamientos fijados en la base documental preparada con este propósito(15-29).

Cuando se inicie la implantación, será necesario que, tanto el personal de las áreas afectadas como quienes vayan a participar en el cambio, reciban la información y orientación oportunas para interactuar en condiciones óptimas.

En forma simultánea se debe efectuar los ajustes requeridos para que el estudio funcione normalmente, mediante la verificación y valoración de los avances del mismo.

4.1.4 Acciones de apoyo para la implantación

En virtud de que un estudio busca optimizar el funcionamiento de una organización, las medidas de mejoramiento administrativo que de él se desprendan deben vincularse con los aspectos sustantivos para que no se les conciba como una serie de acciones aisladas y abstractas, sino que se desarrollen en forma articulada, de manera tal que se puede imprimir congruencia al proceso en su conjunto, así como al logro efectivo de los objetivos.

Por otra parte, no hay que perder de vista que todo cambio o modificación que se pretenda introducir en una organización puede implicar resistencia por parte de personas que participan en él, ya que una acción de esta naturaleza generalmente conlleva una reforma estructural-funcional, de procedimiento o tecnológica, y aunque en múltiples ocasiones los interesados en introducirlo se percatan de ello, realizan poco o ningún esfuerzo para minimizarla y lograr su aceptación por parte del personal(15-29,30).

La condición que debe prevalecer para que el cambio tenga éxito es que exista un clima organizacional que permita que éste se realice y se mantenga. Para ello, es de suma importancia que las personas que tienen la responsabilidad de difundirlo, tomen en cuenta las opiniones, puntos de vista, sugerencias y, en general, aportaciones que puedan enriquecerlo, ya que son ellas las que viven la realidad cotidiana del trabajo y, por lo tanto, conocen los obstáculos y facilidades que se podrían presentar en el momento de implantarlo.

Así como es imperativo básico la participación de los miembros de la organización en el desarrollo del estudio, resulta igualmente importante lograr el convencimiento del resto del personal acerca de los beneficios que éste puede generar.

Cambiar por cambiar no es recomendable: un cambio debe encerrar un mejoramiento, y esto debe hacerse sentir al personal para que sea reconocido y aceptado.

Para realizar exitosamente la implantación de un estudio y las medidas de cambio que de él puedan desprenderse, tiene que tomarse muy en cuenta que de ser acompañado de cambios en la cultura administrativa –valores consuetudinarios, nivel de conciencia, actitudes, costumbres, hábitos y tradiciones- de manera que permita la asimilación de los nuevos patrones y modelos de organización, lo cual hará posible que el personal no sólo se adapte al cambio, sino que lo propicie y lo sostenga(15-30).

Es importante que para la implantación del estudio se formen equipos de trabajo coordinados por el grupo técnico responsable del proyecto, con la participación de las áreas involucradas, para organizar la celebración de pláticas, seminarios, foros de decisión y cualquier otro tipo de acciones de esta naturaleza, para capacitar al personal que brindará su ayuda en la tarea de ponerlo en práctica.

También se pueden a cabo reuniones de sensibilización, por medio de las cuales se pueden incrementar la confianza y colaboración del personal, ya que, a través de ellas, se les comunican los objetivos propuestos y los beneficios que de ellos pueden obtener.

En forma paralela se deben emprender campañas de difusión empleando revistas, boletines, folletos, paneles y cualquier otro recurso de información que refuerce la aceptación del estudio, así como de los cambios que de él puedan surgir.

La atención que se ponga a estos aspectos puede contribuir en forma decisiva al éxito de la implantación, particularmente cuando las medidas de mejoramiento afectan sustancialmente a la organización(15-30).

4.2 Establecimiento del horario en que tendrán que laborar el nivel óptimo de doctores propuesto

El horario en que tendrían que laborar de forma permanente los 2 médicos propuestos en el capítulo anterior es en la jornada matutina, iniciando las labores a las 9:00 a.m. y finalizando a las 12:00 p.m., ya que en base al registro de pacientes es el horario en que hay una mayor afluencia de pacientes (27 pacientes/día), además es necesario de acuerdo a las causas especificadas en el subcapítulo 2.4.2

4.3 Establecimiento del horario en que pueden laborar un número menor de médicos a la recomendada en las horas de mayor afluencia de pacientes

Para establecer si en la jornada vespertina (horario de menor afluencia de pacientes) en el cual se presentan un promedio de 17 pacientes/día, es factible que labore una cantidad de médicos menor a la propuesta en la jornada matutina (2 médicos), se estimara las medidas de desempeño para un médico, o sea con $s=1$ servidor.

Para realizar los cálculos se utilizara como base la tasa media de llegada ($\lambda = 7$ pacientes/hora), la tasa media de servicio ($\mu = 10$ pacientes/hora) y las formulas para $s=1$ servidor descritas en el subcapítulo 1.2.7.

Quedando los resultados de la siguiente forma:

Tabla XIX. Resultados de desempeño actual, de la jornada vespertina

Medida de desempeño	Resultado	Expresado en %
P	0.70	70%
P ₀	0.30	30%
L	21	---
L _q	2	---
W	20 min.	---
W _q	14 min.	---
P{W _q = 0}	0.30	30%
P{W _q > 1/3 h.}	0.26	26%

Se puede observar en los resultados, que el tiempo que en la actualidad espera un paciente en la cola antes de ser atendido es de 14 minutos, asimismo el tiempo total que el paciente permanece en el sistema es de 20 minutos (incluye tiempo de servicio).

Además, la probabilidad de que un paciente espere más de 20 minutos (1/3 hora) en la cola es de un 26% y la posibilidad que el tiempo de espera en la cola por parte del paciente sea cero es de un 30%

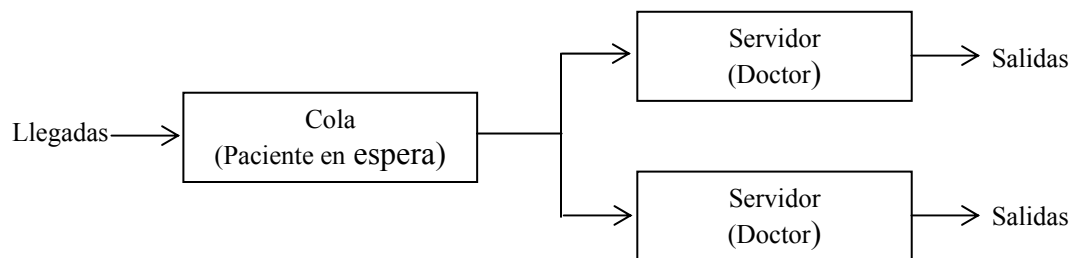
Debido a que el tiempo de espera en la cola por parte del paciente (14 min.) es menor que el tiempo de espera recomendado (20 min.), y que la probabilidad que un paciente espere mas de 20 min. es baja (26%), se llega a establecer que para la jornada vespertina podría trabajar simplemente un médico (con su respectiva enfermera).

Por lo que para la jornada vespertina, el médico asignado, empezaría a laborar a las 14:00 hrs. y terminaría sus labores a las 16:30 hrs.

4.4 Redistribución

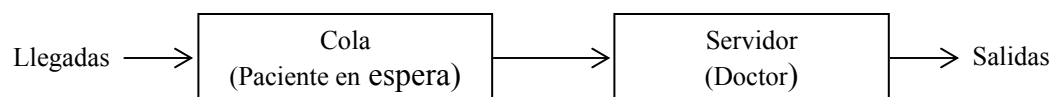
En lo que respecta a la jornada matutina (09:00 a 12:00 hrs.), de acuerdo a los resultados que se obtuvieron en las medidas de desempeño, el sistema de colas estaría compuesto por una fila y dos servidores. Por lo que el sistema tendría que ser redistribuido de la siguiente forma:

Figura 11. Redistribución del sistema de colas en la jornada matutina



En lo que concierne a la jornada vespertina (14:00 a 16:30 hrs.), en base a los resultados de las medidas de desempeño y a la afluencia de pacientes, el sistema tendría que estar compuesto por una fila y un servidor. Por lo que el sistema de colas no tendría que ser redistribuido, quedando como se encuentra en la actualidad, de la forma que se muestra a continuación:

Figura 12. Distribución del sistema de colas en la jornada vespertina



5. MEJORA CONTINUA DEL SISTEMA

5.1 Pasos a seguir para determinar se es necesario realizar un ajuste al sistema de colas

Cuando noten que la afluencia de pacientes ha crecido de una forma considerable, y se ha mantenido el crecimiento durante un largo lapso de tiempo, ya sea durante la jornada matutina o vespertina, pueden determinar si es necesario realizar un ajuste al sistema de colas en lo que concierne al número de servidores (médicos) siguiendo los siguientes pasos:

- Paso 1: Registrar el número de pacientes que llegan al sistema de colas a requerir los servicios de consulta externa, por un lapso de tiempo de una semana (5 días). Ya sea en la jornada matutina o vespertina, dependiendo del horario que desean analizar.
- Paso 2: Estimar la media del número de pacientes que llega por día. Sumando el total de pacientes de cada día y dividiéndolo entre el número de días registrados, o sea entre de 5 días.
- Paso 3: Estimar el tiempo de espera en la cola " W_q ", utilizando como base " s " igual al número de médicos que hay en el momento de realizar la evaluación, " μ " igual a 10 pacientes/hora, " λ " igual a la tasa media de llegadas estimada en el paso anterior y las formulas descritas en el subcapítulo 1.2.7, usando las formulas ya sea para $s = 1$ ó $s > 1$.
- Paso 4: Verificar si el tiempo de espera en la cola, estimada en el paso anterior, es considerablemente mayor a 20 minutos (tiempo de espera recomendado)

Si la media es ampliamente mayor a 20 minutos, entonces es necesario estimar las medidas de rendimiento para un número de médicos mayor al actual, realizándolo de la forma que se expresa en el siguiente subcapítulo. De lo contrario, las condiciones del sistema siguen siendo buenas, no siendo necesario realizar las evaluaciones anteriormente descritas.

5.2 Pasos a seguir para estimar el respectivo ajuste

Si el resultado en el subcapítulo anterior, muestra que es necesario determinar si es factible realizar un ajuste en el sistema de colas en lo que concierne al número de médicos, entonces hay que realizar los siguientes pasos:

- Paso 1: Estimar el tiempo de espera en la cola " W_q " para un número de Doctores mayor al actual, tomando como base $s_{paso1} = S_{actual} + 1$, " μ " igual a 10 pacientes/hora, " λ " igual a la tasa media de llegadas por unidad de tiempo estimada en el paso 2 del subcapítulo anterior, y las formulas para $s > 1$ descritas en el subcapítulo 1.2.7.
- Paso 2: Verificar que el tiempo de espera en la cola " W_q " sea menor o igual a 20 minutos (tiempo de espera recomendado).
- Paso 3: Si el tiempo de espera en la cola " W_q " no es menor o igual a 20 minutos (tiempo de espera recomendado), entonces es necesario estimar " W_q " con un número mayor de Doctores al estimado en el paso 1, sumándole un servidor a " s ", o sea $s = S_{paso1} + 1$. De lo contrario si " W_q " es menor o igual a 20 minutos, entonces ya no es necesario estimarlo nuevamente, debido a que con el número de médicos considerado en el paso 1 el sistema funcionaria adecuadamente.

Con los pasos descritos anteriormente, podrán tomar la decisión de que cantidad de Doctores es recomendable implantar en el sistema para que los pacientes esperen en la cola no más de 20 minutos. Haciendo el respectivo ajuste con la cantidad de médicos en la cual “ W_q ” no sea mayor a 20 minutos.

5.3 Capacitación

La continua mejora de la capacidad y resultados de la organización, debe ser el objetivo permanente de la organización.

La excelencia ha de alcanzarse mediante un proceso de mejora continua. Mejora, en todos los campos, de las capacidades del personal, eficiencia del equipo, de las relaciones con el público, entre los miembros de la organización, con la sociedad. Y cuanto se les ocurra, que pueda mejorarse en la institución, y redunde en una mejora de la calidad del servicio. Que equivale a la satisfacción que el paciente obtiene de su servicio.

Técnicamente, puede haber dos clases de mejora de la calidad. Mediante un avance tecnológico, o mediante la mejora de todo el proceso del servicio. A la hora de mejorar, es mejor centrarse en algunos aspectos, sin dispersar esfuerzos.

Si tecnológicamente no se puede mejorar, o no tiene un coste razonable, la única forma de mejorar el servicio, es mediante un sistema de mejora continua. Siempre hay que intentar mejorar los resultados. Lo que lleva aparejada una dinámica continua de estudio, análisis, experiencias y soluciones, cuyo propio dinamismo tiene como consecuencia un proceso de mejora continua de la satisfacción del paciente(14).

La mejora continua, la entiendo como “mejora mañana lo que puedas mejorar hoy, pero mejora todos los días”. Alcanzar los mejores resultados, no es labor de un día. Es un proceso progresivo en el que no puede haber retrocesos. Han de cumplirse los objetivos de la organización, y prepararse para los próximos requerimientos superiores. Por lo que necesitaremos obtener un rendimiento superior en nuestra tarea y resultados del conjunto de la organización.

Es mejor mejorar un poco día a día, y tomarlo como hábito, que dejar las cosas tal como están, tener altibajos. Lo peor es un rendimiento irregular. Con estas últimas situaciones, no se pueden predecir los resultados de la organización, porque los datos e información, no es fiable ni homogénea. Como conclusión, sin mejora continua no se puede garantizar un nivel de calidad, ni tomar decisiones acertadas ni cumplir las metas y objetivos

Beneficios de la mejora continúa:

- La mejora del rendimiento mediante la mejora de las capacidades de la organización.

Al disponer de una buena técnica difícilmente mejorable a un coste aceptable. Es más barato intentar mejorar el servicio final por otros métodos más económicos, e igualmente eficaces. La organización, tiene un carácter social, pues está formada por miembros con un mismo objetivo común. Mejorando la marcha de las relaciones de la organización, se mejora la capacidad de conseguir los objetivos y metas(14).

- Concordancia con la mejora de actividades a todos los niveles con los planes estratégicos de la organización.
Han de mejorarse las actividades que realmente tengan influencia en la calidad final del servicio. No han de desperdiciarse esfuerzos y recursos hacia mejorar los aspectos que no tengan relación con la consecución de los objetivos.

- Flexibilidad para reacciona rápidamente ante las oportunidades.
Una buena forma de mejorar, es identificar y aprovecharse de las oportunidades. Si se requiere menos esfuerzo para conseguir la tarea. ¿Por qué vamos gastar más para obtener los mismos recursos y resultados? La mejora que supone aprovechar la oportunidad, hace más fácil la consecución de los objetivos de la organización.

Aplicar el principio de la mejora continua, habitualmente conduce a:

- El empleo de toda una organización consistente, utilizando la mejora continua mejora el rendimiento de la organización.
Con una sólida organización, que se adapte a las necesidades y expectativas del proceso de servicio. Es más sencillo mejorar el rendimiento de la organización.

- Proporcionar gente con entrenamiento en los métodos y herramientas del proceso de mejora continua.
Mediante la implicación y la mejora continua, los miembros de la organización pueden afrontar los cambios en la organización, y mejorar la técnica en el desarrollo de sus tareas(14).

- Hace de la mejora continua de servicios, procesos y sistemas un objetivo para cada individuo de la organización.

La mejora continua, ha de aplicarse a todos los miembros, resultados, componentes y procesos de la organización. Es algo en el que cada individuo debe ser su propio líder, y obtener resultados.

- Establecer metas de guía, y medidas para continuar con la mejora continua.

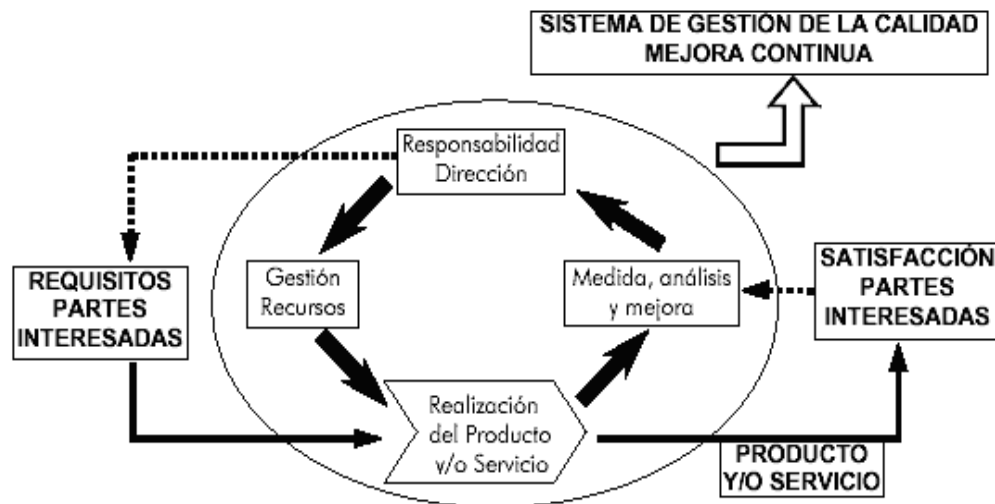
Para proceder efectivamente a la mejora continua, hay que fijar nuevos objetivos que mejoren los resultados anteriores de la organización. Basándose en anteriores resultados, los datos y la experiencia. Este es el método para establecer la mejora continua.

- Reconociendo y aprendiendo de las mejoras.

Hay que reconocer a los componentes de la organización sus mejoras, difundirlas y aprender de ellas. Con buena disposición en intención. El objetivo, es no retroceder en las conquistas de calidad.

En la siguiente figura se presenta el sistema de gestión de la calidad mejora continua(14).

Figura 13. Sistema de gestión de la calidad mejora continua



Fuente: **La mejora continua**, <http://www.buscaportal.com>

5.3.1 Mantenimiento del sistema en buenas condiciones de desempeño

Para el sostenimiento del sistema de colas en condiciones de desempeño aceptables en lo que respecta al servicio de consulta externa, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Eficiencia
- Ambiente interno adecuado
- Actitud de servicio al paciente de parte del personal (médicos, enfermeras, secretarias, etc.)
- Tecnología actualizada

Los aspectos descritos anteriormente se deben tener siempre en cuenta, de tal forma que no solamente se planteen esporádicamente como una meta a alcanzar, sino que constantemente se los trace como un objetivo, con el fin de proporcionar cada día un buen servicio.

La eficiencia con que trabaje el sistema de colas es un aspecto de gran importancia, debido a que es la forma a través del cual se mide el desempeño del mismo. Por lo que es necesario que el sistema siempre este funcionando dentro de un tiempo de espera que sea tolerable por los pacientes.

Para mantener continuamente un buen desempeño es preciso estar evaluando el sistema periódicamente, por lo menos una vez al año, para así de acuerdo a los resultados que se obtengan realizar los respectivos ajustes, en lo que concierne a número de médicos necesarios para el sistema. Es indispensable porque hay que tener en cuenta las posibilidades de crecimiento del número de pacientes que se presentan a consulta externa, ya que la cantidad de médicos que deben de haber en un sistema de colas esta en función del número de pacientes por unidad de tiempo que se presentan a solicitar el servicio.

El ambiente interno de la sala de espera es otro aspecto a considerar, principalmente en lo que respecta al mobiliario, pues es imprescindible que los pacientes se sientan cómodos mientras esperan su turno para ser atendidos por los médicos. Para lograr esto, hay que tener una cantidad de mobiliario que sea congruente con la cantidad de pacientes que se presentan, por lo que anualmente hay que reconsiderar la cantidad de mobiliario que se tiene disponible, debido al posible aumento de llegada de pacientes que se pueda dar y al deterioro de los mismos, el cuál tendrán que ser reemplazados a la mayor brevedad posible.

La actitud de servicio hacia los pacientes, del personal que interviene en la prestación del servicio, es un aspecto cualitativo pero de mucha importancia, por lo que la finalidad de todo el personal debe estar enfocada en buscarle la mejor solución en el menor tiempo posible a los problemas o consultas de los pacientes, y de no estar dentro de sus posibilidades el poder ofrecer una solución, deben tratar de suministrar una buena asesoría, informándole a los pacientes a que lugares se podrían dirigir a remediar sus dificultades de salud.

En síntesis la relación personal-paciente debe ser de alta eficacia, para poder mantener el nivel de servicio dentro de las finalidades descritas en el párrafo anterior, ya que el buen servicio a los pacientes no solo contribuye al buen desempeño del centro de salud, sino que además favorece a que los pacientes le den continuidad al tratamiento de sus enfermedades, pues si los pacientes se sienten bien en el momento de permanecer en el sistema no dudaran en regresar en el futuro a solicitar nuevamente los servicios.

Por ultimo, en lo que se relaciona al aspecto de tener una tecnología actualizada, hay que evaluar periódicamente el equipo que se tiene y acertar en el equipo que no se posee y que es recomendable poseer en un futuro muy cercano, tanto para beneficio de los pacientes como para el beneficio del personal del centro de salud.

Tendrán que evaluar cada 2 años en el sistema de colas lo que es el equipo de cómputo, pues es una tecnología que cambia a grandes pasos tanto en lo que respecta a Hardware como Software, por lo que para evitar que tanto el equipo como los programas que se tengan instalados caigan en obsolescencia van a tener que actualizarlos con un mayor grado de constancia.

Además, tendrán que revisar con cierta regularidad, cada 6 meses el equipo médico que se tiene asignado para la consulta externa, para que no se vuelva a través del tiempo no solamente obsoleto sino que también no funcional.

Todos los aspectos mencionados anteriormente son ciertamente indispensables, si realmente se aspira tener perennemente funcionando un sistema con buenas condiciones de desempeño, es necesario que no solamente el personal de la alta dirección sino que también el resto del personal del centro de salud tenga conciencia de lo importante que son, y que es indispensable que todos lo tomen no simplemente como un reto de la institución sino como un reto personal a vencer.

Con el fin de que todos tengan bien claro lo importante que es su trabajo y por lo tanto lo indispensable que son para la institución, para que así proporcionen su mayor esfuerzo y en conjunto poder conseguir cumplir no solamente con la misión sino que además con la visión del centro de salud.

CONCLUSIONES

1. El entorno interno del sistema de colas de consulta externa del centro de salud del municipio de Chichicastenango tiene deficiencias en lo que respecta a la falta de personal médico, antesala de espera inadecuada, insuficiente tecnificación del equipo médico, de computación y de personal médico que no habla el idioma Quiche.
2. El entorno externo del centro de salud, presenta factores positivos económicos como de recurso humano que podrían ayudar a solucionar las deficiencias del sistema, en lo que concierne a falta de personal médico como de tecnología de vanguardia tanto de computación como de medicina.
3. El desempeño actual del sistema de colas en la jornada matutina es deficiente, debido al gran lapso de tiempo de espera por parte de los pacientes en la cola, que es de 54 minutos, tiempo que no es congruente con el tiempo de espera que se tiene proyectado para los pacientes, que es de 20 minutos. Por lo que la presencia de un medico en la jornada matutina no es recomendable.
4. El nivel óptimo de servidores para la jornada matutina en el horario de 09:00 a 12:00 hrs., en días de afluencia regular de pacientes es de 2 Doctores, cada uno apoyado por una enfermera, esto debido a que el tiempo de espera en la cola en circunstancias regulares se reduciría en un 98% (tiempo espera 1 min.) y en los días de afluencia máxima de

pacientes se reduciría en un 80% (tiempo espera 11 min.), siendo ambos tiempos de espera menor a lo proyectado (20 min.).

5. El nivel óptimo de servidores para la jornada vespertina en el horario de 14:00 a 16:30 hrs. es de un médico, apoyado por una enfermera, debido a que el tiempo de espera en la cola por parte de los pacientes es de 14 minutos, dato que es menor al tiempo de espera proyectado (20 min.).
6. El tipo de cola para la jornada matutina tendría que ser de una línea de espera con 2 servidores (doctores) y para la jornada vespertina tendría que ser de una línea de espera con un servidor (doctor), ambas teniendo la disciplina de cola primer paciente en entrar primer paciente en salir (PEPS), no permitiéndose habitualmente la prioridad de atención debido a que es servicio de consulta externa.
7. El centro de salud en general muestra cierto grado de descuido por el limitado apoyo económico, reflejándose esto en que el servicio cada día se esta volviendo menos funcional debido a que el equipo del centro, así como sus instalaciones se están deteriorando, dando como resultado que el personal no se pueda desenvolver bien en sus labores, perjudicando finalmente a los pacientes por no poder prestar un buen servicio.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario que a la menor brevedad posible implementen en la jornada matutina en el horario de 9:00 a 12:00 hrs. de una forma fija el número de doctores que se propone en el presente estudio, el cuál es 2 doctores cada uno con su respectiva enfermera, para evitar que el sistema llegue a un extremo en el que sea totalmente ineficiente.
2. En la jornada vespertina en el horario de 14:00 a 16:30 hrs., no es indispensable que aumenten el número de doctores que atienden en la actualidad en la consulta externa, por lo que con un médico, por el momento es suficiente para que el sistema en este aspecto sea capaz de ofrecer un buen servicio.
3. El sistema de colas tiene que ser analizado regularmente de forma anual, para que verifiquen si es preciso realizar los ajustes tanto en lo que respecta al número de doctores que atienden en el sistema, como también al mobiliario que es imprescindible que tengan.
4. El equipo medico que posee el sistema tiene que ser revisado cada 6 meses, para que el equipo se mantenga siempre en estado funcional y además no llegue a una etapa de obsolescencia.
5. Es indispensable que capaciten al personal medico en el aprendizaje del lenguaje Quiché, para que así superen la barrera idiomática que en muchas ocasiones se les presenta en el momento de brindar la consulta externa.

6. Es preciso que tecnifiquen el sistema con tecnología de vanguardia, para que tanto el personal médico como paramédico puedan desempeñar bien sus labores y por lo tanto logren dar un servicio más eficiente así como más efectivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1

Teoría de colas. <http://www.icc.uma.es>. Septiembre-Noviembre de 2003

2

Teoría de colas. <http://www.ucab.edu.ve>. Septiembre-Noviembre de 2003

3

Herramientas para la toma de decisiones: la teoría de colas.
<http://www.frmarrerodelgado.galeon.com>. Septiembre-Noviembre de 2003

4

Teoría de colas. <http://tarwi.lamolina.edu.pe>. Septiembre-Noviembre de 2003

5

Una aplicación practica del análisis de teoría de colas.
<http://www.ith.mx>. Septiembre-Noviembre de 2003

6

Servicios de salud del ministerio de salud pública.
<http://www.mspas.gob.gt>. Septiembre-Noviembre de 2003

7

Frederick S. Hillier y Gerald J. Lieberman. **Introducción a la investigación de operaciones.** (5^a ed.; México: McGraw-Hill, 1991)

8

Stephen P. Robbins y Mary Coulter. **Administración.** (5^a ed.; México: Prentice-Hall, 1996)

9

Gary Dessler. **Administración de personal.** (4^a ed.; México: Prentice-Hall, 1994)

- 10
M. Sasieni y otros. **Investigación de operaciones.** (México: Limusa, 1967)
- 11
Mendenhall Scheaffer y otros. **Estadística matemática con aplicaciones.** (3ª ed.; México: Iberoamérica, 1986)
- 12
William W. Hines y Douglas C. Montgomery. **Probabilidad y estadística.** (3ª ed.; México: Cecsa, 1993)
- 13
Texto auto formativo del ministerio de salud pública y asistencia social. (Guatemala)
- 14
La mejora continua. <http://www.buscaportal.com>. Enero-Febrero de 2004
- 15
Enrique Benjamín Franklin. **Organización de empresas.** (México: McGraw Hill, 1998)
- 16
Harold Koontz y Heinz Wehrich. **Administración una perspectiva global.** (11ª ed.; México: McGraw Hill, 1998)

BIBLIOGRAFÍA

1. **Una aplicación practica del análisis de teoría de colas.**
<http://www.ith.mx>. Septiembre-Noviembre de 2003.
2. Dessler, Gary. **Administración de personal.** 4^a ed. México: Prentice-Hall, 1967.
3. **Diccionario enciclopédico océano.** España: Océano
4. Franklin, Enrique Benjamín. **Organización de empresas.** México: McGraw Hill. 1998.
5. **Herramientas para la toma de decisiones: la teoría de colas.**
www.frmarrerodelgado.galeon.com. Septiembre-Noviembre de 2003.
6. Hillier, Frederick S. y Gerald J. Lieberman. **Introducción a la investigación de operaciones.** 5^a ed. México: McGraw-Hill, 1991.
7. Hines, William W. y Douglas C. Montgomery. **Probabilidad y estadística.** 3^a ed. México: Cecsca, 1993.
8. Koontz, Harold y Heinz Wehrich. **Administración una perspectiva global.** 11^a ed. México: McGraw, 1998.
9. **La mejora continua.** <http://www.buscaportal.com>. Enero-Febrero de 2004.

10. Mendenhall, Scheaffer y otros. **Estadística matemática con aplicaciones**. 3ª ed. México: Iberoamérica, 1986.
11. Robbins, Stephen P. y Mary Coulter. **Administración**. 5ª ed. México: Prentice-Hall, 1996.
12. Sasieni, M y otros. **Investigación de operaciones**. México: Limusa, 1967.
13. **Servicios de salud del ministerio de salud pública**. <http://www.mspas.gob.gt>. Septiembre-Noviembre de 2003.
14. **Teoría de colas**. <http://www.icc.uma.es>. Septiembre-Noviembre de 2003.
15. **Teoría de colas**. <http://www.ucab.edu.ve>. Septiembre-Noviembre de 2003.
16. **Teoría de colas**. <http://tarwi.lamolina.edu.pe>. Septiembre-Noviembre de 2003.
17. **Texto auto formativo del ministerio de salud pública y asistencia social**. Guatemala