

01167



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE SISTEMAS**

**PLANEACION OPERATIVA DE LINEAS DE
ESPERA EN ORGANIZACIONES DE SERVICIO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN INGENIERIA
(P L A N E A C I O N)
P R E S E N T A :
ING. JOSE ALFREDO JIMENEZ HERNANDEZ**

DIRECTOR DE TESIS: DR. SERGIO FUENTES MAYA



MEXICO, D.F.

2000

2555411



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A Dios:
Por todas sus bendiciones.

A mis padres:
Porque sin su apoyo no habría logrado
esta meta.

A mis hermanos:
Por ser mis mejores amigos.

A Gaby:
Por su cariño.

Al Dr. Sergio Fuentes Maya:
Con admiración y respeto.

Agradezco al Centro Dermatológico
Pascua las facilidades que me otorgaron
para realizar este trabajo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1 CONCEPTOS BÁSICOS DE DIRECCIÓN DE OPERACIONES	4
1.1 Generalidades de la Dirección de Operaciones	4
1.2 Función de la Dirección de Operaciones	10
1.3 Adición de valor al cliente dentro de las organizaciones	16
1.4 Estrategia como guía para las operaciones dentro de una empresa	17
CAPITULO 2 ORGANIZACIONES DE SERVICIO EN EL CONTEXTO DE LA DIRECCIÓN DE OPERACIONES	20
2.1 Diferencias entre la manufactura y los servicios	20
2.2 Planeación de los servicios	27
CAPITULO 3 LÍNEAS DE ESPERA	31
3.1 Antecedentes	31
3.2 Modelos matemáticos de líneas de espera	33
3.3 Aplicación de modelos con prioridades	43
3.4 Simulación como herramienta en la solución de problemas de espera.	45
CAPITULO 4 PLANEACIÓN DE LÍNEAS DE ESPERA EN ORGANIZACIONES DE SERVICIO	50
4.1 Objetivos del análisis de líneas de espera	50
4.2 Las líneas de espera como problemas operacionales	52
4.3 Planteamiento de la problemática de los problemas de línea de espera	53
4.4 Diagnóstico de los sistemas de espera.	54
4.5 Prescripción, evaluación e instrumentación de alternativas de solución para los sistemas de espera	56
4.6 Implantación de las soluciones y modificación de sistemas de espera	59
4.7 Consideraciones especiales sobre las líneas de espera en empresas de servicios	61
4.8 Sugerencias en el manejo efectivo de líneas de espera.	63
CAPITULO 5 PLANEACIÓN DEL SISTEMA DE ESPERA DEL CENTRO DERMATOLÓGICO PASCUA	66
5.1 Caso “Centro de Dermatológico Ladislao de la Pascua”	66
5.2 Planteamiento de la problemática del CDP	74
5.3 Diagnóstico del sistema de espera del CDP	82
5.4 Prescripción, evaluación e instrumentación de alternativas de solución para los sistemas de espera del CDP.	89
5.5 Implantación de las soluciones al sistema de espera del CDP.	97

CAPITULO 6 CONCLUSIONES	98
ANEXO 2. TÉCNICA TKJ	102
BIBLIOGRAFÍA	103
Libros y Apuntes	103
Tesis	104
Revistas	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Sistema Productivo Simplificado	4
Figura 1.2 Modelo Resumido de la Dirección de Operaciones	6
Figura 1.3 Las Líneas de Espera en la Dirección de Operaciones	11
Figura 1.4 Relación entre la función de operaciones, otras funciones de la organización y el entorno.	14
Figura 1.5 Funciones Principales Dentro de una Organización	15
Figura 1.6 Relaciones deseables entre la formulación de	18
Figura 2.1 Triángulo de Servicio	20
Figura 2.2 Contenido de bienes y servicios en los productos	28
Figura 2.3 Grado de contacto con el cliente Vs. Variabilidad en los requerimientos	30
Figura 3.1 Sistema de Espera de un Servidor	36
Figura 3.2 Cuatro Modelos Básicos de Líneas de Espera	36
Figura 3.3 Sistema de Espera con Prioridades	43
Figura 3.4 Número esperado en el sistema y la utilización	45
Figura 3.5 Selección de una técnica de solución	49
Figura 4.1 Procedimiento para Análisis de Problemas Causales	53
Figura 4.2 Diagrama de Ishikawa	54
Figura 4.3 Costos de los sistemas de espera	58
Figura 5.1 Pasos a seguir para obtener consulta de primera vez	70
Figura 5.2 Pasos a seguir para obtener una consulta dermatológica general	71
Figura 5.3 Frecuencia de llegadas en el turno matutino	75
Figura 5.4 Frecuencia de llegadas en el turno vespertino	76
Figura 5.5 Frecuencia de ingreso a la consulta del turno matutino	76
Figura 5.6 Frecuencia de ingreso a la consulta del turno vespertino	76
Figura 5.7 Diagrama causa-efecto de la espera de los pacientes en el CDP	81
Figura 5.8 Flujo de pacientes de primera vez del CDP	82
Figura 5.9 Flujo de pacientes de subsecuentes del CDP	83
Figura 5.10 Relaciones entre el CDP y los distintos actores	83
Figura 5.11 Actividades del área de caja	84
Figura 5.12 Actividades del área de archivo	84
Figura 5.13 Diagrama de Gantt de actividades del turno matutino	85
Figura 5.14 Diagrama de Gantt de actividades del turno vespertino	86
Figura 5.15 Distribución de probabilidad acumulada del tiempo de servicio en caja	86
Figura 5.16 Distribución de probabilidad acumulada del tiempo de servicio en archivo	87
Figura 5.17 Porcentaje de utilización mensual del CDP	89
Figura 5.18 Diagrama de Gantt actividades turno matutino solución 2	93
Figura 5.19 Diagrama de Gantt actividades turno matutino solución 2	93
Figura 5.20 Asistencia diaria de pacientes Mayo – Junio 1999	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Resumen histórico de la Dirección de Operaciones	9
Tabla 2.1 Diferencias típicas entre la producción de bienes y servicios	22
Tabla 2.2 Una Clasificación de los Servicios	25
Tabla 2.3 Diferencias Principales Diferencias Entre Sistemas de Alto y Bajo Grado de Contacto en Bancos	26
Tabla 5.1 Horarios de atención a los pacientes de primera vez	72
Tabla 5.2 Horario del personal del servicio de Informes	74
Tabla 5.3 Horario del personal del servicio de Caja	74
Tabla 5.4 Horario del personal del servicio de archivo	74
Tabla 5.5 Aspectos socioculturales de los pacientes del CDP	74
Tabla 5.6 Resumen de quejas depositadas en el buzón de sugerencias	75
Tabla 5.7 Problemas del CDP por área funcional	79
Tabla 5.8 Jerarquización de problemas del CDP	81
Tabla 5.9 Factores de estacionalidad de la demanda de pacientes de primera vez	88
Tabla 5.10 Solución de problemas del CDP	96

INTRODUCCIÓN

La planeación de líneas de espera ha cobrado una importancia cada vez mayor. A medida que ha aumentado la complejidad de las organizaciones productivas, la presencia de líneas de espera en aquellos puntos del proceso en que se forman “cuellos de botella” es cada vez más frecuente.

La planeación y teoría tradicional de líneas de espera considera la formulación de un modelo en el que se determinen el costo óptimo de operación para el sistema de espera a través del establecimiento del número óptimo de servidores. Sin embargo con la aplicación de los conceptos de la Dirección de Operaciones, la planeación de líneas de espera ha alcanzado una nueva dimensión, que las empresas deben conocer y aplicar de manera adecuada para continuar siendo competitivas.

Considerando lo anterior se planteó el objetivo de este trabajo, el cual es proporcionar una guía para el análisis y planeación de líneas de espera en organizaciones de servicio, a partir de los métodos, herramientas y recomendaciones proporcionados por la Dirección de Operaciones y la planeación.

En muchas organizaciones existen ejemplos de procesos que generan líneas de espera, a las cuales se les llaman normalmente “colas”. Estas líneas de espera se presentan cuando algún cliente o usuario debe esperar para ser atendido, debido a que el empleado, parte del sistema, máquina o unidad que provee el servicio se encuentra trabajando a toda su capacidad atendiendo a otro usuario, y por lo tanto temporalmente es incapaz de brindarle servicio. En las actividades diarias de todas las personas existen momentos en los que se debe esperar, ya sea en la parada del camión, bancos, tiendas de autoservicio, elevadores, en oficinas de gobierno y en la sala de espera de un dentista o un doctor, entre muchos otros.

Vale la pena esperar para conseguir muchas cosas en la vida, pero todo tiene un límite. Debe tomarse en cuenta que es difícil que una persona esté dispuesta a esperar debido a la ineficiencia de un sistema o que desee esperar un tiempo indefinido. En un restaurante, por ejemplo, se nos debe indicar el tiempo aproximado que tendremos que esperar para recibir el servicio, y nos disgustaríamos si una persona que ha llegado después fuera atendida antes que nosotros. Sin embargo, no sería lógico pensar que nos negáramos a esperar en todo momento, con el argumento de que nuestras necesidades y urgencia son más importantes que las de las personas que han llegado antes que nosotros.

A primera vista la respuesta a los problemas de espera sería simplemente aumentar el número de servidores para agilizar el servicio o cualquier otra acción que incrementara la velocidad de servicio. Sin embargo se debe tener en cuenta que muchos de los sistemas cuentan con mayor capacidad de servicio de la que se está empleando realmente, además de que muchas de las veces los sistemas se encuentran ociosos, y al aumentar más su capacidad para satisfacer la demanda cuando se encuentran en su periodo de máxima demanda, se desperdiciarían más recursos en sus periodos de inactividad.

El Capítulo 4 es el más importante del trabajo, pues en el se presenta una guía para la planeación de líneas de espera y condensa una serie de recomendaciones y sugerencias para hacer más efectivo el manejo de las líneas de espera dentro de las organizaciones de servicio.

Finalmente el Capítulo 5 presenta un caso de aplicación real en el que se conceptualizó la problemática de líneas de espera y se propusieron soluciones a partir de las herramientas que se presentan en el Capítulo 4. Cabe hacer la aclaración de que el propósito principal de este trabajo es ser lo más operativo posible, no olvidando, ni haciendo demasiado énfasis en la base matemática.

CAPITULO 1 CONCEPTOS BÁSICOS DE DIRECCIÓN DE OPERACIONES

La Dirección de Operaciones es el campo de estudio que trata de entender, explicar, predecir y cambiar los efectos organizacionales y estratégicos de los procesos de transformación. En otras palabras, la Dirección de Operaciones se ocupa de la efectividad y la eficiencia directivas de los procesos de transformación. La Dirección de Operaciones es la actividad por la cual los recursos, fluyendo dentro de un sistema definido, se combinan y transforman de manera controlada para añadir valor de acuerdo con las políticas de los directivos. La Figura 1.1 ilustra el proceso:

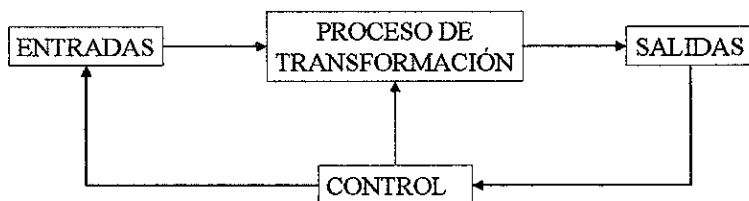


Figura 1.1 Sistema Productivo Simplificado

En este capítulo está encaminado principalmente a proporcionar una visión general de la Dirección de Operaciones y el lugar que la teoría de líneas de espera ocupa dentro de este campo. En la primera parte de este capítulo se explica la importancia de la Dirección de Operaciones en organizaciones tanto de servicio, como de manufactura, considerando los casos de una aerolínea y una fábrica de bicicletas respectivamente. Enseguida se describe con claridad la definición de Dirección de Operaciones y después se explica su desarrollo histórico de manera breve.

En la segunda parte de este capítulo se describe la función de la Dirección de Operaciones, su importancia y objetivos, así como la relación de este campo con el ambiente en el que se desenvuelven las empresas.

En la tercera sección del presente capítulo se explica cuál es la función de la Dirección de Operaciones como elemento que agrega valor a los productos y servicios para el cliente.

Finalmente se señala que la estrategia general de la empresa u organización es la guía para las decisiones de la Dirección de Operaciones y que esta última es una herramienta indispensable para lograr, de manera global la misión, y de la manera particular los objetivos.

1.1 Generalidades de la Dirección de Operaciones

A muchas personas, el término producción les trae a la mente imágenes de fábricas, máquinas, y líneas de ensamble. El campo de Dirección de Operaciones en el pasado se enfocaba casi exclusivamente a la dirección industrial, con un gran énfasis en los métodos y técnicas usadas para la operación de las fábricas. En años recientes, el alcance de Dirección de Operaciones se ha expandido considerablemente. Se aplican conceptos de la producción y técnicas a una amplia gama de actividades y situaciones fuera de la manufactura; es decir,

a servicios como cuidado de la salud, servicio de comida, recreación, bancos, administración de hoteles, ventas al menudeo, educación, transporte, y gobierno. Esta expansión del alcance ha dado al campo el nombre de Dirección de Producción/Operaciones, o más simplemente, Dirección de Operaciones, un término que refleja más la naturaleza diversa de las actividades a las que se aplican sus conceptos y técnicas.

Como ejemplo se puede emplear una compañía aérea para ilustrar un sistema de producción/operaciones. El sistema consiste en los aviones, instalaciones del aeropuerto, e instalaciones de mantenimiento, a veces ubicados en un área extensa. La mayoría de las actividades realizadas por la dirección y los empleados entran dentro del área de la Dirección de Operaciones.

El pronóstico es importante en elementos tales como el estado del tiempo y las condiciones de aterrizaje, la demanda de asientos en los vuelos, y el crecimiento en la demanda de los lugares para viaje aéreos.

La capacidad de planeación, es esencial en la aerolínea para mantener el flujo de efectivo y tener utilidades razonables. (Muchos o muy pocos aviones, o incluso el número correcto de aviones pero en los lugares equivocados, perjudicaría las utilidades). Es necesario llevar a cabo una buena programación en los vuelos de los aviones y en el mantenimiento rutinario; asimismo es importante la programación de pilotos y sobrecargos, del personal en tierra, de personal de atención en ventanilla, y del manejo de equipaje. El control del inventario se emplea en artículos tales como comidas y bebidas, equipo de primeros auxilios, revistas dentro de los vuelos, almohadas y mantas, salvavidas, etc. El aseguramiento de la calidad es esencial en las operaciones de vuelo y mantenimiento, donde el énfasis está en la seguridad. También es importante en la atención a los clientes en las ventanillas de venta de boletos, registro, y reservaciones por teléfono, donde la prioridad es la eficiencia y la cortesía. Se necesita emplear técnicas de motivación y capacitación de empleados en todas las fases de operación.

Es vital contar con una correcta ubicación de las instalaciones de acuerdo con las decisiones de los gerentes acerca de las ciudades a las que se les proporcionar servicio. Es importante también realizar estudios para saber donde localizar instalaciones de mantenimiento, y dónde localizar centros mayores y menores.

Considere ahora una fábrica de bicicletas. Esta podría tener principalmente operaciones de ensamble: adquisición de componentes tales como los marcos, llantas, ruedas, cambios de velocidad, y otros artículos a los proveedores, y el ensamble mismo de bicicletas. La fábrica también podría elaborar algunos de los elementos: marcos, los cambios de velocidades y cadenas, y comprar principalmente materias primas, algunas unas partes y materiales tales como pintura, tuercas, tornillos y llantas. Entre las tareas importantes de dirección en cualquier caso está la planeación de la producción, para decidir qué componentes fabricar y cuáles comprar, ordenar partes y materiales, y decidir el estilo de las bicicletas por producir y sus cantidades, comprar equipo nuevo para reemplazar el viejo,

dar mantenimiento al equipo, motivar a los trabajadores, y asegurar que se cumplan las normas de calidad.

Evidentemente, una compañía aérea y una fábrica de bicicletas tienen tipos completamente diferentes de operación. La primera tiene principalmente operaciones de servicio, la otra produce bienes. No obstante estos dos tipos de operación tienen mucho en común. Los dos involucran la programación de actividades y la motivación de empleados, realizando adquisiciones y manejando inventarios, seleccionando y dando mantenimiento del equipo, satisfaciendo normas de calidad, y sobre todo satisfaciendo a los clientes. En ambos sistemas, el éxito del negocio depende de la planeación a corto y largo plazo.

Definición de Dirección de Operaciones

La Dirección de Operaciones (o Administración de la Producción, como también se le ha llamado) puede definirse como la administración de los recursos directos necesarios para producir los bienes y servicios que ofrece una organización. En la Figura 1.2 se presenta un modelo resumido de la Dirección de Operaciones, en una empresa de manera general.

Como la Mercadotecnia y las Finanzas, la Dirección de Operaciones es un área funcional de las empresas con una línea de responsabilidades claramente directivas. En este punto es importante señalar que la Dirección de Operaciones frecuentemente es confundida con la Investigación de Operaciones y la Ingeniería Industrial. Sin embargo la diferencia esencial es que la Dirección de Operaciones es un área de la dirección de empresas, mientras que la Investigación de Operaciones es la aplicación de los métodos y modelos matemáticos para la toma de decisión en todos los campos, y la Ingeniería Industrial es una disciplina de Ingeniería. Por lo tanto, mientras que la Dirección de Operaciones emplea las herramientas de la Investigación de Operaciones (tales como la programación lineal), y se ocupa de muchos de los mismos temas que la Ingeniería Industrial, las funciones directivas de la primera la distinguen de las otras disciplinas.

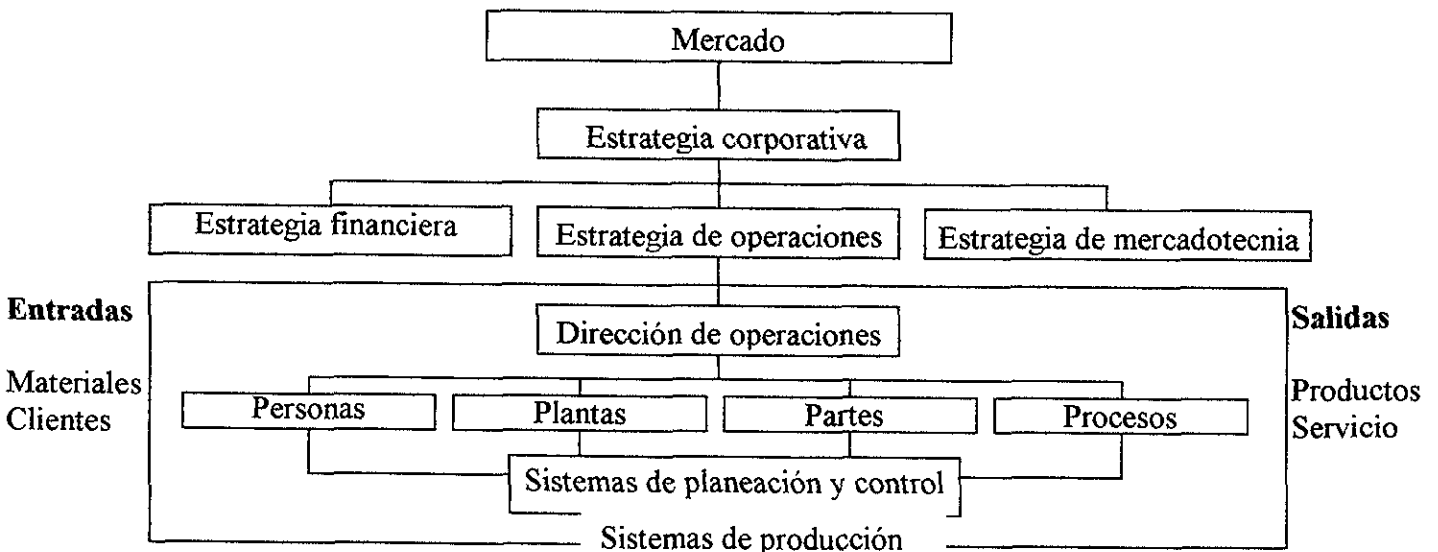


Figura 1.2 Modelo Resumido de la Dirección de Operaciones

La Dirección de Operaciones involucra la planeación, coordinación, y ejecución de todas las actividades que crean bienes o proporcionan servicios. El material es interesante y oportuno: la productividad, la calidad, los competidores extranjeros, y el servicio al cliente son temas de actualidad (todos son parte de la Dirección de Operaciones).

Las decisiones de operaciones se toman en el contexto de la empresa como un todo. Empezando en la parte superior de la Figura anterior, el mercado (los clientes de la empresa para sus productos o servicios) delinea la estrategia corporativa de la empresa. Esta estrategia está basada en la misión corporativa, y en esencia refleja cómo la empresa planea emplear todos sus recursos y funciones (mercadotecnia, finanzas y operaciones) para obtener una ventaja competitiva. La estrategia de operaciones especifica la manera en que la empresa empleará sus capacidades de producción para apoyar a su estrategia corporativa. De manera similar, la estrategia de mercadotecnia establece la manera en que la empresa venderá y distribuirá sus bienes y servicios, mientras que la estrategia financiera identifica como utilizar mejor los recursos financieros de la empresa.

Dentro de la función de operaciones, las decisiones directivas pueden ser divididas dentro de tres amplias áreas:

- a. Decisiones estratégicas (de largo plazo)
- b. Decisiones tácticas (de mediano plazo)
- c. Decisiones operativas (de corto plazo)

Los asuntos estratégicos son de naturaleza muy amplia, abordando cuestiones tales como: proceso para elaborar el producto, localización de las instalaciones o capacidad necesaria. El tiempo necesario para las decisiones estratégicas es grande, normalmente varios años o más, dependiendo de la industria específica.

Las decisiones de Dirección de Operaciones a nivel estratégico impactan en la efectividad de largo plazo en términos de cómo se pueden abordar las necesidades de los clientes. Por lo tanto, a fin de que la empresa tenga éxito, estas decisiones deben hacerse tomando en cuenta la estrategia corporativa. Las decisiones que se toman en el nivel estratégico se convierten en las condiciones fijas de las restricciones operativas bajo las cuales la empresa debe operar tanto en el medio como en el corto plazo.

En el nivel táctico del proceso de toma de decisiones, se aborda principalmente como programar eficientemente los materiales y la mano de obra dentro de las restricciones que previamente establecieron las decisiones estratégicas. Los asuntos que la Dirección de Operaciones resuelve en este nivel son: el número de trabajadores que se necesitan, el momento en que se necesitan, el número de turnos que se trabajarán, etc. Estas decisiones tácticas, serán las restricciones bajo las cuales se realiza la planeación operativa y se toman las decisiones de control

Las decisiones directivas con respecto a la planeación operativa y el control son estrechas y de corto plazo en comparación con las anteriores. Los asuntos en este nivel incluyen: en

que actividades se trabajará en este día o en esta semana, asignar al personal para realizar las tareas, asignar prioridades a las actividades, etc.

Antecedentes de la Dirección de Operaciones

Durante más de dos siglos la Dirección de Operaciones ha sido reconocida como un factor importante en el desarrollo de las empresas. No obstante ha contado con una serie de nombres diferentes a través de su historia: Dirección de la Manufactura, Dirección de la Producción y Dirección de Operaciones. Todas estas denominaciones describen en general a la misma disciplina. La evolución de dicho término refleja la evolución de la Dirección de Operaciones. La visión tradicional de la Dirección de la Manufactura tiene su origen en el siglo XVIII cuando Adam Smith reconoció los beneficios de la especialización del trabajo. Recomendó dividir los trabajos en subtarear y reasignar a los trabajadores en tareas especializadas en las cuales llegarían a ser altamente especializados y eficientes. A principios del siglo XX, Frederick W. Taylor implementó las teorías de Smith y comenzó una campaña para el empleo de la dirección con bases científicas en los grandes complejos manufactureros de su época. Desde entonces hasta 1930, el enfoque tradicional prevaleció, e incluso algunas de las técnicas de dirección desarrolladas durante ese periodo continúan en uso en nuestros días.

Dirección de la Producción fue el término más aceptado durante el periodo de 1930 a 1950. Mientras que el trabajo de Frederick Taylor se hizo más conocido, los directivos se enfocaron en técnicas que se centraban en la eficiencia económica de la manufactura. Los trabajadores fueron puestos "bajo el microscopio" y se estudió con gran detalle la eliminación de esfuerzos inútiles, concentrándose en alcanzar gran eficiencia. Sin embargo al mismo tiempo los directivos se dieron cuenta que los trabajadores tenían diferentes necesidades, no solamente las económicas. Los psicólogos, sociólogos y otros estudiosos de las ciencias sociales comenzaron a estudiar a las personas y al ambiente de trabajo. Además otras ciencias como la economía, las matemáticas, y las ciencias de la computación contribuyeron con nuevas herramientas más sofisticadas.

Con la década de 1970 surgen dos cambios importantes en la visión prevaleciente hasta entonces. El más importante de estos cambios, se refleja desde el nombre mismo de esta disciplina que adquirió la denominación con el que se le conoce en la actualidad (Dirección de Operaciones) y al enfoque no solo al sector económico de la manufactura que se le daba sino también al de los servicios. Mientras que el sector de servicios se hizo cada vez más importante, el cambio de "producción" a "operaciones" enfatizó la expansión del campo de la Dirección de Operaciones hacia las organizaciones de servicio. El segundo cambio, más sutil, fue el énfasis en las prácticas directivas, en la síntesis, y no solo en el análisis. Este cambio fue encabezado por Wickham Skinner, quien señaló que el conocimiento de la función de las operaciones es una herramienta vital para la estrategia operativa de las organizaciones en su conjunto. Preocupados los directivos en una orientación meramente analítica y un mayor énfasis en la mercadotecnia y las finanzas, habían fracasado al no integrar las actividades de las operaciones con los niveles más altos de las estrategias y las políticas de sus organizaciones

La administración de la calidad total, aunque ya se practicaba durante la década de 1980 por muchas compañías, se volvió una herramienta de uso ampliamente difundido durante la década de 1990. Todos los directores de operaciones conocen la importancia de los conceptos de calidad expresados por los llamados "gurús" de la calidad: W. Edward Deming, Joseph M. Juran y Philip Crosby. Los estándares de la certificación ISO 9000 juegan actualmente un papel principal en el establecimiento de estándares de calidad en particular para las empresas que aspiran a tener una proyección internacional. Muchas empresas requieren de sus proveedores que cumplan con estos estándares como una condición para asignar contratos.

Debido a la necesidad de tener una organización esbelta para permanecer competitivo en una economía cada vez más globalizada las compañías han impulsado el desarrollo de mayores innovaciones en los procesos por medio de los cuales realizan sus operaciones. Para lograr este objetivo se cuenta con una herramienta: la reingeniería de procesos. Uno de sus precursores es Michael Hammer y su artículo "Reengineering Work; Don't Automate, Obliterate" (artículo que contiene los conceptos principales de la reingeniería). El enfoque es buscar cambios revolucionarios en contraste con los cambios graduales de la administración de la calidad total. Este enfoque se consigue buscando un nuevo punto de vista de lo que la organización está tratando de hacer en todos los procesos del negocio, y eliminando todos los pasos que no añadan valor para lograr el resultado deseado.

En la actualidad, la función de las operaciones está experimentando un nuevo papel como un elemento estratégico vital. Como consecuencia, las metas organizacionales están mejor enfocadas que antes para lograr cubrir las necesidades de los clientes.

La Tabla 1.1 muestra un resumen del desarrollo de la Dirección de Operaciones.

Tabla 1.1 Resumen histórico de la Dirección de Operaciones

Fecha (aproximada)	Contribución	Autor
1776	Trabajo especializado en la manufactura	Adam Smith
1799	Partes intercambiables, contabilidad de costos	Eli Whitney y otros
1832	División y asignación del trabajo por habilidades.	Charles Babbage
1900	Administración científica; desarrollo del estudio del trabajo y del tiempo; división de la planeación y la realización del trabajo	Frederick W. Taylor
1900	Estudio del movimiento en el trabajo	Frank B. Gilbreth
1901	Técnicas de programación de empleados, máquinas y trabajo en la manufactura	Henry L. Gantt
1915	Tamaño económico del lote para el control de inventarios	F. W. Harris
1927	Relaciones humanas: El estudio Hawthorne	Elton Mayo
1931	Inferencia estadística aplicada a la calidad del producto; gráficas de control de calidad	Walter A. Shewhart
1935	Muestreo estadístico aplicado al control de calidad; planes de muestro para inspección	H. F. Dodge y H. G. Roming

Fecha (aproximada)	Contribución	Autor
1940	Aplicaciones de la Investigación de Operaciones en la Segunda Guerra Mundial	P. M. S. Blacket y otros
1946	Computadora Digital	John Mauchly y J. P. Eckert
1947	Programación Lineal	George B. Dantzing, William Orchard-Hays y otros
1950	Programación matemática, procesos no lineales y estocásticos	A. Charnes, W. W. Cooper, H. Raiffa, y otros
1951	Computadora digital comercial; disponibilidad de cálculos de gran escala	Sperry Univac
1960	Comportamiento organizacional; estudio de las personas en el trabajo	L. Cummings, L. Porter y otros
1970	Integración de las operaciones en las estrategias y políticas. Aplicaciones de la computadora en la manufactura, programación, y control, MRP	W. Skinner J. Orlicky y O. Wright
1980	Aplicaciones de la calidad y productividad de Japón; robótica, diseño y manufactura asistidos por computadora (CAD/CAM)	W. E. Deming y J. Juran
1990	La administración de la calidad total se emplea ampliamente. La reingeniería de procesos se emplea para hacer cambios radicales en los procesos de la organización.	International Organization for Standardization y Michael Hammer

1.2 Función de la Dirección de Operaciones

El mercado (los clientes de los productos o servicios de la empresa) da forma a la estrategia corporativa, que se basa en la misión de la empresa y, en esencia, refleja la forma en que ésta piensa utilizar todos sus recursos y efectuar sus funciones (mercadotecnia, finanzas y operaciones) para lograr la ventaja competitiva. La estrategia operativa determina la manera en que la empresa empleará sus capacidades de producción para apoyar la estrategia corporativa.

La Dirección de Operaciones trata con los recursos directos de producción de la empresa, los cuales pueden considerarse como las "cinco P's" de la Dirección de Operaciones: Personas, Plantas, Partes, Procesos y sistemas de Planeación y control. Las personas son la fuerza de trabajo directa e indirecta; las plantas, las fábricas o áreas de servicio donde se realiza la producción; las partes comprenden los materiales (o, en el caso de servicios, los suministros) que pasan a través del sistema; en los procesos se agrupan el equipo y los pasos necesarios para lograr la producción; y los sistemas de planeación y control son los procedimientos y la información que utiliza la gerencia para manejar el sistema.

Una de las varias clasificaciones que existen en la literatura sobre Dirección de operaciones reconoce los principales temas que aborda este campo: a) Diseño de sistemas productivos, b) operación y control del sistema, y c) calidad y planes de mejora.

El diseño de sistemas productivos incluye cuestiones tales como el diseño de productos y servicios (actividad que impacta en gran medida el éxito de la organización), selección de los procesos y diseño de la capacidad, diseño del arreglo de las instalaciones, diseño de los sistemas de trabajo y localización de planta.

La operación y control de los sistemas incluye temas como planeación agregada, administración de inventarios, planeación de requerimientos de material, sistemas justo a tiempo, administración de las cadenas de suministro, programación de actividades y administración de proyectos. Debido a que este trabajo esta enfocado a la planeación de líneas de espera es conveniente ubicar de alguna manera a las líneas de espera dentro de la Dirección de Operaciones. La Figura 1.3 es una de las maneras como pueden ser ubicadas las líneas de espera dentro del campo de la Dirección de Operaciones.

Finalmente el tema de calidad en Dirección de Operaciones abarca asuntos relacionados al control de calidad, administración de la calidad total, solución de problemas y mejoramiento de los procesos.

Autores como William J. Stevenson, colocan a las líneas de espera dentro de la función de operación del sistema, sin embargo, para fines de este trabajo se consideró que es más conveniente ubicarlas dentro del tema de diseño de servicios.

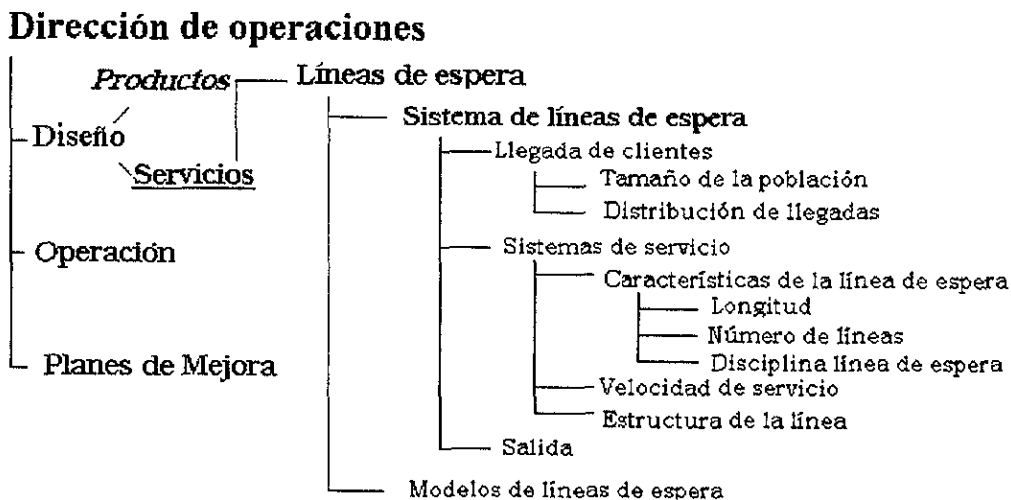


Figura 1.3 Las Líneas de Espera en la Dirección de Operaciones

Objetivos de las operaciones

Los objetivos generales de la Dirección de Operaciones son producir un bien específico, en tiempo y a costo mínimos. Sin embargo, la mayor parte de las organizaciones utilizan otros criterios para fines de evaluación y control. Entre los criterios típicos tenemos:

1. Volumen de la producción.
2. Costo (materiales, fuerza de trabajo, entregas, desperdicios, etc.).
3. Utilización (equipo y fuerza de trabajo).
4. Calidad y confiabilidad del producto.
5. Entrega a tiempo.
6. Inversión (rendimiento sobre activos).
7. Flexibilidad para cambios en el producto.
8. Flexibilidad para cambios en el volumen.

Varias de estas medidas están enfocadas hacia el interior de la empresa, por lo que tienen poco interés para el cliente. Sin embargo, Richard Schonberger señala que las mejores compañías (a las que llama "empresas de clase mundial") utilizan, a nivel corporativo, medidas del desempeño orientadas al cliente. Por lo general, éstas se resumen como costo (para el cliente), tiempo entre planeación y fabricación del producto, calidad y flexibilidad.

Al aplicar en la práctica estos objetivos, es necesario reconocer que no todos pueden lograrse con el mismo grado de éxito. En muchos casos hay que sacrificar el bajo costo con el fin de obtener la flexibilidad necesaria para crear productos a la medida, o para entregar productos con un plazo de entrega corto. Incluso, en ocasiones hay que sacrificar la calidad, que ha llegado a tener características de necesidad y obligación en muchas empresas, para cumplir con las presiones de los plazos de entrega. Un ejemplo de esto sería un proveedor de hospitales que entregará un moderno instrumento de laboratorio para analizar muestras de sangre. El hospital puede insistir en tenerlo de inmediato, aunque tenga algunas raspaduras o pequeños problemas operativos; entonces, a pesar del meritorio propósito de lograr la excelencia en todos los objetivos, existen situaciones que pueden obligarnos a establecer concesiones y cambiar las prioridades, por lo menos durante un breve lapso.

Los objetivos de las operaciones fluyen por toda la organización y se traducen a términos mensurables que forman parte de las metas operativas para los departamentos relacionados con la producción y sus gerentes.

La mayoría de las compañías han elaborado una declaración de la filosofía o de la misión corporativa, con la cual están estrechamente vinculadas las metas de operación. La filosofía corporativa de IBM se centra en el concepto del "servicio al cliente"; Hewlett-Packard Company pone énfasis en la "satisfacción del cliente". Una compañía que describe sus objetivos como "factores de éxito" es Allen-Bradley, conocida por su equipo de control industrial de avanzada tecnología.

Importancia de la Dirección de Operaciones

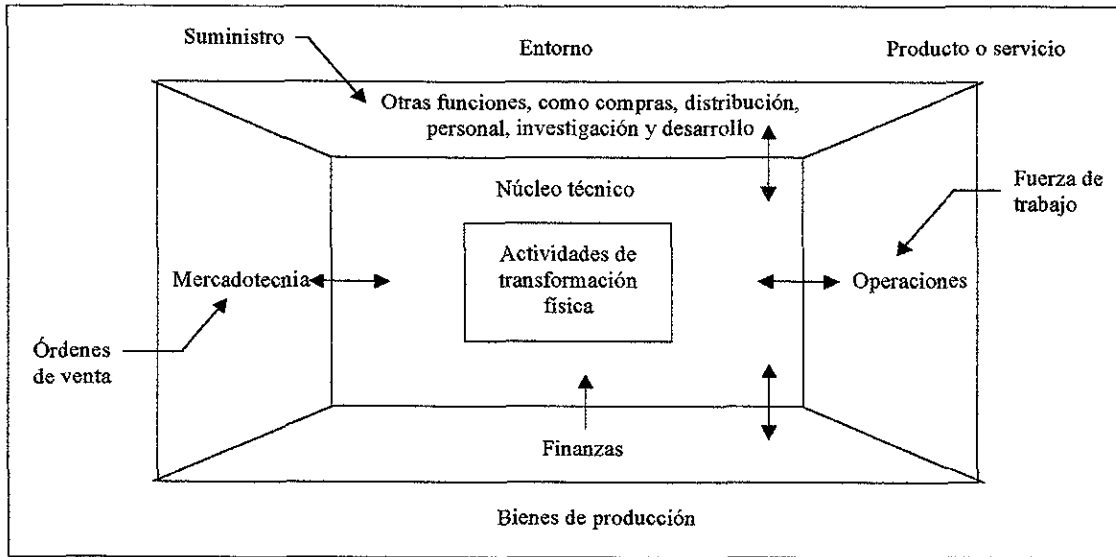
El funcionamiento de una empresa requiere tres funciones básicas: finanzas, operaciones y mercadotecnia. Las finanzas tienen que ver con el capital y el equipo necesarios para iniciar las actividades de la empresa; las operaciones, con la fabricación del producto; y la mercadotecnia, con su venta y distribución. Es evidente la necesidad de aprender acerca de las operaciones si tomamos en cuenta los siguientes hechos:

1. La competencia internacional, ha impulsado a las compañías a elevar la productividad y así mantener su posición competitiva en los mercados mundiales. La responsabilidad básica del área de operaciones es producir bienes de alta calidad que, puedan venderse a precios competitivos.
2. La nueva tecnología de operaciones y de los sistemas de control afectan la forma en que las empresas realizan sus actividades. Sin importar cuál sea el tipo de actividad de la empresa, el conocimiento de las operaciones es determinante para resolver, con fundamento, los problemas directivos.
3. La Dirección de Operaciones es un factor decisivo tanto para las empresas de servicios como para las de manufactura. No se puede decir que una empresa de servicios sea exitosa si no cuenta con una Dirección de Operaciones superior a la media.
4. Los empresarios, para sobrevivir, deben poseer un profundo conocimiento de la forma en que sus organizaciones elaboran sus productos. Esto tiene particular importancia en las nuevas compañías de servicios, donde con frecuencia lo único que distingue a una empresa de otra es la calidad de las operaciones.
5. Los conceptos y herramientas de la Dirección de Operaciones se aplican en la dirección de otras funciones de la empresa. Por ejemplo, todas las empresas se preocupan por los aspectos de calidad y productividad.
6. La Dirección de Operaciones es una profesión interesante y gratificadora. Requiere un amplio conjunto de habilidades que, de ser dominadas, convierten a una persona en un atractivo candidato para puestos en diversas organizaciones.

Además las actividades de Dirección de Operaciones están en el centro de todas las organizaciones comerciales, sin tener en cuenta al ramo al que pertenecen. Consideremos que una parte importante de todos los puestos de trabajo en las empresas están relacionados con la Dirección de Operaciones como el servicio al cliente, aseguramiento de calidad, control de inventarios, y muchos más. La Dirección de Operaciones trata acerca de la dirección, por lo que todos los gerentes necesitan poseer el conocimiento y habilidades que ésta comprende. Entre las habilidades se encuentran la productividad, la estrategia, el pronóstico y la calidad; actividades todas relacionadas con otras áreas de las organizaciones productivas, tales como finanzas, contabilidad, recursos humanos, logística, comercialización, compras, etc., por lo que es esencial para los directivos tener una comprensión por lo menos básica de la Dirección de Operaciones. Finalmente se debe recordar que los directivos también emplean, para reforzar la toma de decisiones directivas, varias herramientas cuantitativas (las cuales son parte de la Dirección de Operaciones), entre ellas: control de inventarios, programación de actividades, teoría de líneas de espera, etc.

La función de operaciones y el ambiente de la empresa

En la mayoría de las empresas, las operaciones son una función interna, aislada del ambiente exterior por otras funciones de la organización. Considere la relación entre las operaciones, otras funciones de la organización y ambiente, presentada en la Figura 1.4.



↔ Interacción (información, materiales, personas)

Figura 1.4 Relación entre la función de operaciones, otras funciones de la organización y el entorno.

El departamento de ventas, que es una parte de la función de mercadotecnia, recibe los pedidos; los suministros y las materias primas se obtienen por medio de la función de compras; de la función de finanzas proviene el capital para la adquisición de equipo; la fuerza de trabajo se obtiene de la función de personal; y la función de distribución entrega el producto. De esta forma, aunque puede existir mucha interacción entre la empresa y su entorno, pocas veces participa directamente en la función de producción.

Aislar de la influencia directa del entorno a la función de producción (o núcleo técnico, como algunos la denominan) es algo que tradicionalmente se ha considerado deseable, por varias razones:

1. La interacción con los elementos del entorno (por ejemplo, clientes o proveedores en el área de producción) puede representar una influencia molesta para el proceso de producción.
2. El proceso de producción directo muchas veces es más eficiente que el proceso requerido para obtener insumos y comercializar productos terminados.
3. En ciertas áreas tecnológicas (por ejemplo, líneas de montaje y refinerías de petróleo), sólo se puede obtener la máxima productividad al operar como si el mercado pudiera absorber en forma continua todo el producto que se fabrica. Esto quiere decir que el proceso de producción debe desplazar por lo menos a una parte de las actividades relacionadas con insumos y productos hacia otras partes de la empresa.
4. Las habilidades de gestión necesarias para la administración eficiente del proceso de producción, con frecuencia difieren de las requeridas para manejar con éxito los sistemas limitrofes, por ejemplo, el de mercadotecnia y el de personal.

No obstante, existen algunas desventajas inherentes a la producción como función interna. Una de ellas es el retraso que sufre la información al fluir entre el área de producción y las llamadas funciones limítrofes, situación que ocasiona inflexibilidad. Otra es el gran valor que puede tener la comunicación entre el taller y el cliente, para resolver problemas técnicos durante la producción, sobre todo tratándose de productos de alta tecnología. Por último, algunas compañías, han descubierto que la interacción entre la persona que utiliza el producto y la que lo produce ayuda a establecer un fuerte vínculo entre ellos y, por consiguiente, entre sus respectivas organizaciones.

Si una compañía desea sobrevivir y prosperar, sus funciones de operación no solamente deben realizar su trabajo bien integrando y coordinando todas las partes del negocio. Las operaciones son una de las tres funciones primarias o centrales dentro de una empresa siendo las otras dos las funciones de mercadotecnia y finanzas. Dado que una empresa necesita tener clientes si quiere sobrevivir, existe una función de mercadotecnia cuyo objetivo es encontrar y crear demanda para los productos y servicios de la compañía, representa la visión que de la compañía tiene el cliente, y representa a la compañía con los clientes. La compañía, asimismo, necesita recursos financieros para pagar por sus instalaciones, los sueldos de sus empleados, a sus proveedores, y todo lo necesario para su funcionamiento. El tercer tipo de funciones primarias es la función de finanzas, la cuál desempeña actividades para obtener recursos financieros para la compañía y guiar a la organización en el uso adecuado de estos recursos. En algunos casos, el trabajo de las tres funciones primarias se traslapa como se ilustra en la Figura 1.5, pero estas funciones y todas las partes de la compañía deben trabajar en equipo si una empresa quiere alcanzar todo su potencial.

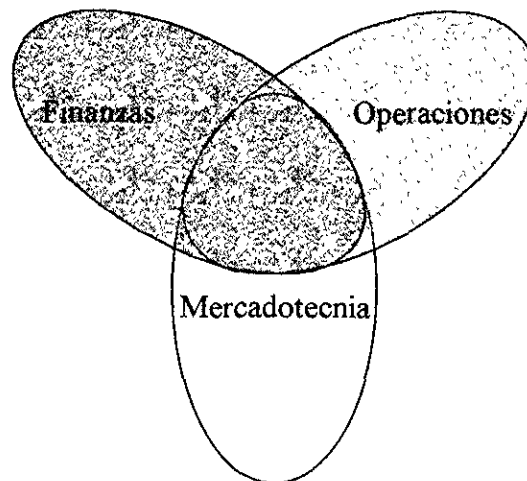


Figura 1.5 Funciones Principales Dentro de una Organización

Otras áreas de la empresa desempeñan actividades importantes tales como trabajo legal y relaciones públicas para ayudar a la organización a alcanzar su misión. Actividades asociadas con recursos humanos son una parte vital de cada función dentro de la

organización, por lo que a menudo no se considera al área de recursos humanos como una función separada de las otras tres. La función de los altos directivos o de los gerentes generales es planear, dirigir, y coordinar el trabajo de todas las diversas áreas de una gran organización de tal forma que se apoyen unas a otras en objetivos comunes.

1.3 Adición de valor al cliente dentro de las organizaciones

Una empresa sirve a los clientes añadiendo valor a sus bienes y servicios que estos obtienen de ella. El trabajo de la empresa transforma los suministros de tal forma que tengan más características o atributos que los clientes quieren o encuentran deseables; es decir, hacen que los bienes y servicios tengan más valor para los clientes. Se debe hacer notar que el valor está basado en la percepción del valor o conveniencia que del bien o servicio tiene el cliente. Por lo tanto, si una compañía busca construir excelencia competitiva debe esforzarse por entender cuál es su mercado meta y proporcionar más a los clientes lo que valoran de lo que podrían recibir de una empresa competidora, y por la cantidad que ellos piensan invertir.

Dado que se cuenta con recursos limitados, la mayoría de los clientes realiza algún tipo de evaluación para determinar de qué compañía los productos parecen ser la mejor inversión, por lo que las empresas podrían tratar de mejorar su atractivo hacia los clientes mejorando sus productos, reduciendo los costos o los inconvenientes para su compra (como el tiempo de espera).

Trabajar para lograr alta calidad y conveniencia de los productos y servicio mientras se trata de alcanzar bajos costos a través del uso eficiente de los recursos coloca a la empresa en posición de mejorar. Para lograr ser competitiva una empresa debe ser altamente efectiva en producir lo que el cliente desea.

Las empresas que son exitosas en mantener bajos sus costos tienen el potencial de reducir el precio de sus bienes y servicios para hacerlos más atractivos a sus clientes. Pero debe tomarse en cuenta que los productos o bienes de una empresa pueden ser más atractivos sin necesidad de disminuir los precios. Una empresa puede mejorar su calidad y proporcionar mejores servicios al mismo precio o incluso a un precio un poco mayor. Un buen objetivo para una empresa es buscar formas de proporcionar la mayor cantidad de satisfacción del cliente por el dinero que este invierte. Esta es la visión del presente trabajo, en el que se propone que se emplee la teoría de líneas de espera para proporcionar a los clientes un servicio mejor al disminuir la espera de los mismos, y aumentar el atractivo y competitividad de la empresa.

Mejorando el servicio a los clientes

Las empresas producen bienes y servicios que son consumidos por los clientes. Todas las organizaciones, lucrativas y no lucrativas, tienen clientes. Sin clientes la mayoría de las

organizaciones dejaría de existir. Debido a que los clientes son vitales para la supervivencia de la mayoría de las organizaciones, es importante para los directivos identificar a sus clientes y promover estrategias organizacionales que respondan a las necesidades de los clientes, por esto se recomienda que las organizaciones definan su actividad en términos de las necesidades de los clientes a los que están sirviendo, y no al producto que están produciendo.

Dado que satisfacer las demandas de los clientes es esencial para la supervivencia de una organización, una pregunta importante es ¿Qué es lo que los clientes quieren? Especificar con exactitud lo que los clientes quieren no es posible, debido a que sus demandas varían de una industria a otra. Sin embargo, es posible identificar algunos atributos universales para los productos y servicios que los clientes en la mayoría de las industrias desean. Generalmente, los clientes prefieren lo siguiente:

1. Precios bajos sobre precios altos.
2. Productos de alta calidad sobre productos de baja calidad.
3. Servicio rápido sobre servicio lento. También preferirán siempre buenos servicios y soporte post-venta sobre pobres servicios y soporte post-venta.
4. Productos con muchas funciones o aditamentos sobre productos con pocas funciones.
5. Productos que sean, lo más posible, personalizados a sus necesidades únicas.

Como se puede apreciar una de las características que más valoran los clientes es el servicio rápido, por lo que la teoría de líneas espera juega un papel importante.

1.4 Estrategia como guía para las operaciones dentro de una empresa

Los altos directivos formulan la estrategia para proporcionar dirección y guía definitivas para la organización. La estrategia es un plan maestro de largo plazo de como la compañía logrará su misión. La declaración de la misión de la empresa describe en términos generales lo que los tomadores de decisiones desean que la compañía logre y que clase de compañía desean llegar a ser. La misión es su propósito de muy largo plazo y consecuentemente se cambia con poca frecuencia. La misión de una empresa identificará las partes del ambiente total que son más relevantes para las decisiones de la compañía.

En la formulación de la estrategia los altos directivos establecen objetivos corporativos y decisiones de amplio alcance en asuntos tales como la variedad de la línea de productos que la compañía decide ofrecer, el alcance geográfico que tratará de cubrir, los tipos de acciones competitivas que empleará y hasta que grado los usarán, el tipo de involucramiento social con el que se comprometerá la empresa, la cantidad de recursos que serán comprometidos en los diferentes proyectos de la empresa, y los objetivos de desempeño de los asuntos mencionados tales como porción del mercado que sirve la empresa, el crecimiento y la rentabilidad

Las políticas generales coordinan las decisiones en los niveles inferiores de una organización. Las políticas son declaraciones oficiales, expresas o implícitas, que guían las decisiones y acciones de los miembros de la empresa en una dirección general consistente. En ocasiones la estrategia general está explícitamente definida y es comunicada a los directivos de niveles inferiores para proporcionar dirección unificada para las decisiones en asuntos de corto plazo o en problemas de alcance más limitado. Cada área de la compañía, tal como el área de operaciones, desarrolla estrategias para cumplir con los objetivos asignados a esa área en particular. Es lógico que las decisiones y acciones dentro de una compañía estarán mejor coordinadas y más consistentemente dirigidas hacia los objetivos estratégicos de la compañía, si la estrategia de la compañía se reconoce de manera explícita. Los objetivos y las políticas que son consistentes con la estrategia global, deberán por lo tanto ser formulados, comunicados y reconocidos a través de toda la organización. Cada parte de la organización traduce estos objetivos y políticas en acciones apropiadas que deberán realizar. Cada área por lo tanto desarrolla sus propias tácticas, los cuales son planes de corto plazo que se enfocan principalmente en partes más pequeñas de la organización. Cuando las tácticas de cada área se basan en los objetivos estratégicos de la compañía, las decisiones operativas en cada parte de la organización son más factibles de ser coordinadas con las otras partes de la organización y conducir al cumplimiento de la estrategia general.



Figura 1.6 Relaciones deseables entre la formulación de la estrategia y las actividades de la compañía

Después de una definición clara de la estrategia, la compañía está mejor capacitada para establecer las políticas y objetivos que guiarán todas las áreas de la organización. Los esfuerzos de cada parte de la organización operando bajo la guía de estas políticas y objetivos pueden ser más efectiva y eficientemente canalizados hacia la estrategia común. La

Figura 1.6 señala las relaciones entre los elementos y las actividades involucradas en la formulación e implementación de la estrategia corporativa. En la Figura también se muestran las condiciones de influencias internas y externas de la misión de la compañía. La misión de una compañía cambiará rara vez; pero si cambiara, se convertiría en otro factor para ser considerado en la formulación de la estrategia de la compañía. Dado que las actividades en cualquier parte de la compañía pueden cambiar las condiciones internas a través del tiempo, y dado que las condiciones externas cambian continuamente, la estrategia de la compañía debe volver a ser evaluada regularmente. Los cambios estratégicos pueden también cambiar los objetivos y las actividades de varios componentes de la organización y afectar el desarrollo de la estrategia dentro de funciones tales como las de operaciones.

Las operaciones como un elemento vital dentro de la estrategia de la empresa

La función de operaciones tiene un gran valor como un arma competitiva en la estrategia de la compañía. Debido a que es la parte de la empresa que debe producir los bienes o proveer los servicios que los clientes requieren, la función de operaciones juega un papel importante en la implementación de la estrategia. La función de operaciones establece el nivel de la calidad con el que se elabora un producto o se proporciona un servicio. La función de operaciones a menudo es responsable de la mayor parte de los recursos materiales y humanos, por lo que la mayor parte del costo del producto es debido a la función de operaciones, y este costo afecta el precio que debe ser asignado y a la utilidad que puede ser obtenida. Además, de la capacidad de tener buen desempeño la función de operaciones determina en gran medida la capacidad de la compañía para entregar bienes y servicios dentro de tiempos competitivos que mejoran el servicio al cliente.

Es evidente que la función de operaciones tiene una influencia importante en el costo, calidad, y la disponibilidad de los bienes y servicios de la empresa. Las fortalezas y debilidades de las operaciones de la empresa pueden tener un gran impacto en el éxito de la de la estrategia general de la compañía.

CAPITULO 2 ORGANIZACIONES DE SERVICIO EN EL CONTEXTO DE LA DIRECCIÓN DE OPERACIONES

La forma en que actualmente vemos los servicios es similar a la manera en que se ve la calidad: el cliente es (o debería ser) el punto focal de todas las decisiones y acciones en una organización de servicio. La filosofía queda capturada de manera acertada en “el triángulo del servicio” que se muestra en la Figura 2.1.



Figura 2.1 Triángulo de Servicio

En esta figura el cliente es el centro de todo: la estrategia de servicio, el sistema y el personal que le da el servicio. Algunos sugieren que la organización de servicio también existe para servir a su fuerza de trabajo porque los empleados generalmente determinan como se percibe el servicio por parte del cliente. En otras palabras, el cliente recibe el tipo de servicio que la gerencia merece, es decir, como los directivos tratan a sus empleados es como estos tratarán a los clientes. Si el personal está bien capacitado y motivado por la gerencia, dará un buen servicio a los clientes.

El papel de las operaciones en este triángulo es muy importante. Las operaciones son responsables de los sistemas de servicio (procedimientos, equipo e instalaciones) y son responsables de la dirección del trabajo del personal de servicio el cual generalmente comprende a la mayor parte de los empleados en una empresa de servicio grande.

En este capítulo se explican, en primer lugar, las diferencias principales entre las organizaciones de manufactura y de servicios. En la segunda parte se aborda el tema de la planeación de los servicios como elemento central del éxito de las organizaciones de servicio, siendo la planeación de líneas de espera parte de esta planeación de los servicios.

2.1 Diferencias entre la manufactura y los servicios

Para comprender cuales son las principales diferencias entre manufactura y servicios comenzaremos por decir que la producción de bienes, es decir, la manufactura, resulta en bienes tangibles, tales como automóviles, radios, refrigeradores, cualquier cosa que se puede ver y tocar. Esta producción puede tener lugar en una fábrica, pero puede realizarse

en algún otro lugar. El servicio, por otro lado, generalmente implica una acción en tiempo real. Una consulta médica, la reparación de un aparato electrodoméstico, o la proyección de una película en un cine. La mayoría de los servicios se encuentran dentro de las siguientes categorías:

- Gobierno (federal, estatal, local)
- Venta al mayoreo o al menudeo (comida, ropa, aparatos, juguetes, etc.).
- Servicios financieros (bancos, aseguradores, etc.).
- Servicios de salud (doctores, dentistas, hospitales, etc.).
- Servicios personales (lavandería, tintorería, peluquería, jardinería, etc.).
- Servicios a negocios (procesamiento de datos, mensajería, agencias de empleo, etc.)
- Educación (escuelas, universidades, etc.).

La manufactura y los servicios en ocasiones son similares en términos de lo que hacen, pero son diferentes en términos de cómo lo hacen. Ambas actividades involucran diseño y decisiones operativas. La manufactura requiere decisiones tales como el tamaño de una fábrica, mientras que las organizaciones de servicio requieren decidir el tamaño del edificio en el que se ubicarán sus operaciones. Tanto la manufactura como el servicio requieren que se tomen decisiones con respecto a localización, programación de actividades, control de las operaciones y distribución de recursos escasos.

La manufactura y los servicios difieren principalmente en que la primera está orientada a los bienes producidos, mientras que los servicios están orientados a las actividades. Las diferencias involucradas son las siguientes:

- a. Contacto con el cliente.
- b. Uniformidad de los insumos.
- c. Contenido de mano de obra.
- d. Uniformidad de los bienes o servicio producidos.
- e. Medidas de la productividad.
- f. Aseguramiento de la calidad.

Estas diferencias se pueden explicar como sigue:

a. Los servicios, por su misma naturaleza, implican un mayor grado de contacto con el cliente que la manufactura. La producción del servicio a menudo ocurre en el mismo lugar en el que se consume. Por otro lado, la manufactura permite separar entre la producción y el consumo, por lo que esta actividad puede ocurrir en un lugar diferente de donde se encuentra el cliente. Lo anterior permite tener libertad para la selección de los métodos de trabajo, la asignación de las tareas, la programación de las actividades, y el control de las operaciones. En contraste, las operaciones de servicio, debido al contacto con los clientes, están más limitadas en las opciones de las que disponen. Incluso los clientes pueden ser parte del sistema (como es el caso de las tiendas de autoservicio), por lo que no es posible tener un control estrecho. Además, las operaciones orientadas al producto pueden tener la opción de almacenar su producción, permitiéndoles absorber los cambios de demanda. Sin embargo, las operaciones de servicio no pueden almacenarse, por lo que son más sensibles a los cambios en la demanda, por lo que tanto bancos como supermercados pueden tener

tanto clientes en línea de espera, como cajeros desocupados durante periodos de baja demanda.

b. Los insumos de las operaciones de servicio están sujetos a mayor variabilidad que los de las operaciones típicas de manufactura. Cada cliente presenta un problema específico que a menudo debe diagnosticarse antes de poder ser remediado. Las operaciones de manufactura a menudo tienen la capacidad de controlar la variación de sus insumos, por lo que logran baja variabilidad en sus productos. Como consecuencia, los requerimientos de trabajo para la manufactura son generalmente más uniformes que los de los servicios.

c. Debido a que los servicios son consumidos en el mismo lugar de su producción y al alto grado de variación de sus insumos, los servicios requieren un alto contenido de mano de obra en comparación con la manufactura la cuál, con algunas excepciones, puede hacer un uso más intensivo del capital, o en otras palabras puede ser más mecanizada.

d. Debido a la alta mecanización se generan productos con baja variabilidad, la manufactura tiende a ser más uniforme y eficiente; las actividades de servicio en ocasiones son más lentas y difíciles, y el producto es más variable.

e. Las medidas de productividad son más claras en la manufactura debido al alto grado de uniformidad de la mayoría de los productos manufacturados. En las operaciones de servicio, las variaciones en la demanda y en los requerimientos de un trabajo a otro hacen que las medidas de productividad sean considerablemente más difíciles.

f. El aseguramiento de la calidad representa un mayor grado de complejidad en los servicios cuando la producción y el consumo ocurren al mismo tiempo. La alta variabilidad en los insumos crea una ocasión adicional en la que la calidad del producto puede verse perjudicada, a menos que el aseguramiento de la calidad este controlado activamente. La calidad en el momento de la creación del producto es normalmente más importante para los servicios que para la manufactura, ya que en esta última los errores pueden corregirse antes de que el cliente reciba el producto.

La Tabla 2.1 muestra un resumen de las principales diferencias entre la producción de bienes y las operaciones de servicio

Tabla 2.1 Diferencias típicas entre la producción de bienes y servicios

Característica	Bienes	Servicios
Producto	Tangible	Intangible
Contacto con el cliente	Bajo	Alto
Uniformidad de los insumos	Alta	Baja
Contenido de mano de obra	Bajo	Alto
Uniformidad del producto	Alto	Bajo
Medidas de productividad	Fáciles	Difíciles
Oportunidad de corregir problemas de calidad antes de entregar al cliente	Alta	Baja

Aunque existe la conveniencia de pensar en sistemas dedicados únicamente a bienes o a servicios, en realidad existe una mezcla de ambos.

Clasificación de las operaciones de servicios

Debido a que los aspectos de la administración difieren dependiendo del tipo de operación de servicio que se ejecute, es importante encontrar un modo apropiado de clasificar y segmentar el sector de servicios. Un método para clasificar los servicios tiene en cuenta el lugar donde se llevan a cabo los procesos de transformación. Algunos servicios requieren que la empresa vaya al cliente (por ejemplo: control de plagas), en tanto que en otros el cliente debe ir a la empresa (por ejemplo: un cine). Algunos servicios se prestan sin que el cliente y la empresa se reúnan (por ejemplo: las tarjetas de crédito). Algunas bases alternativas para la clasificación incluyen:

- Importancia del contacto con el cliente (por ejemplo: hospital *versus* servicio postal)
- Importancia de la adecuación del servicio a las necesidades del cliente (por ejemplo: servicio jurídico *versus* transporte público)
- Hasta qué punto el contacto personal con el cliente permite juzgar la satisfacción individual de las necesidades del cliente (por ejemplo: práctica médica *versus* servicio de sala de cine)
- Importancia de las relaciones entre el cliente y la empresa: discretas *versus* continuas o formales, basadas en la calidad de miembro *versus* informales (por ejemplo: alquiler de automóviles *versus* seguros, club de automóviles *versus* protección policial)
- Importancia de la intensidad del trabajo (por ejemplo: empresa jurídica *versus* sala de cine)
- Beneficiario directo del servicio: personas o elementos (por ejemplo: restaurante *versus* servicio de aseo)
- Materialidad del servicio (por ejemplo: corte de cabello *versus* emisión de noticias)

Clasificación operativa de los servicios

Las organizaciones de servicio se clasifican generalmente de acuerdo con el servicio que proporcionan (servicios financieros, servicios de salud, servicios de transporte, etc.). Estas clasificaciones, aunque útiles en la presentación de datos económicos agregados, no son apropiadas para el estudio en la Dirección de Operaciones dado que nos dicen poco acerca del proceso mismo. En contraste, en la manufactura, existen términos bastante apropiados para clasificar a las actividades productivas (tales como producción intermitente y continua). Aunque es posible describir los servicios en estos mismos términos, necesitamos un elemento adicional de información para reflejar el hecho de que el cliente está involucrado en el sistema de producción. Este elemento, el cuál distingue operacionalmente un sistema de servicio de otro en su función productiva, es la extensión del contacto con el cliente en la creación del servicio.

El contacto con el cliente se refiere a la presencia física del cliente en el sistema, y la creación del servicio se refiere al proceso de trabajo involucrado en proveer el servicio mismo. La extensión del contacto se puede definir de manera aproximada como el porcentaje del tiempo que el cliente debe permanecer en el sistema con relación al tiempo

total que toma realizar el servicio al cliente. De manera general, mientras más porcentaje de tiempo de contacto exista entre el servicio de sistema y el cliente, es mayor el grado de interacción entre los dos durante el proceso de producción.

Desde esta conceptualización, resulta que los sistemas de servicio con un alto grado de contacto con el cliente son más difíciles de controlar y de racionalizar que aquellos con bajo grado de contacto con los clientes.

Clasificar los servicios de acuerdo con la importancia del contacto con el cliente es muy útil. A medida que se incrementa el tiempo empleado por el cliente en la transformación de los procesos, aumenta la dificultad para controlar la operación mientras disminuye la libertad de la empresa para diseñar procedimientos eficientes. La relación entre el cliente y los empleados de la empresa que tienen contacto directo con aquél se tornan muy importantes. Así mismo, es más difícil adecuar la oferta de servicios a la demanda de servicios.

Los servicios de alto grado de contacto, como los que prestan médicos, profesores y conductores de taxis, son difíciles de controlar. Esto se debe a que, en esencia, el cliente *siempre* está involucrado en la producción del servicio. En consecuencia, el cliente tiene injerencia directa en el tipo y la calidad del servicio, así como en el tiempo necesario para completar el servicio.

Esto implica dos aspectos: en primer lugar, a menos que se utilice un sistema de citas, la demanda del cliente varía diariamente (o incluso cada hora) y es difícil que una empresa pueda determinar cuántos miembros deben conformar el personal. En este caso, es importante la administración efectiva de las líneas de espera.

En segundo lugar, la actitud de los trabajadores afecta el punto de vista del cliente frente al servicio. Cualquier empleado que interactúe con el cliente se convierte de modo automático en parte integrante del producto. Por consiguiente, los atributos interpersonales del empleado influyen de manera directa en la efectividad del servicio en un sistema de alto contacto.

Los servicios de bajo grado de contacto, como los que prestan las compañías de seguros y la oficina de correos, no requieren la presencia del cliente durante el proceso de transformación. El contacto con el cliente se produce en el mostrador de servicios, donde el cliente solicita el servicio. Puesto que el cliente no puede influir directamente en el proceso mediante el cual se le presta el servicio, existe una tendencia a estandarizar los procedimientos. La estandarización permite que el control gerencial de los procesos sea directo y posibilita que los administradores midan la eficiencia. Las empresas con servicio de poco contacto tienden a establecer operaciones sistemáticas y predecibles y pueden considerarse empresas de servicio cercanas a las de manufactura.

En los sistemas de bajo grado de contacto, la demanda de los clientes es relativamente estable, en contraste con lo que sucede en los sistemas de alto contacto; por consiguiente, es mucho más fácil adecuar en los primeros la capacidad a la demanda. En estos sistemas, en todo

momento existe libertad creciente para diseñar procedimientos efectivos. En vez de utilizar como parámetro la gran capacidad de relaciones interpersonales y públicas, se evalúa a los empleados con base en los atributos analíticos y técnicos.

En la Tabla 2.2 se incluyen algunos ejemplos de servicios clasificados según el grado en que los clientes se ven involucrados en los procesos de transformación (importancia del contacto con el cliente) y la materialidad del servicio prestado.

Tabla 2.2 Una Clasificación de los Servicios

	Baja	Importancia del contacto con el cliente	Alta
Baja	Materialidad del servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Instituciones financieras • Espectáculos • Servicios de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Escuelas • Agentes de viajes • Servicios jurídicos
Alta		<ul style="list-style-type: none"> • Supermercados • Mercado de comidas rápidas 	<ul style="list-style-type: none"> • Restaurantes para conocedores • Almacenes minoristas especializados

La Tabla 2.3 muestra las implicaciones de esta distinción, con un ejemplo de los servicios prestados por un banco tanto en la sucursal como en las oficinas de procesamiento de documentos y estados de cuenta. En ella observamos que cada decisión de diseño es impactada por la presencia o ausencia del cliente durante la entrega del servicio. También podemos observar que cuando el trabajo se realiza sin la presencia del cliente (en un centro de proceso de un banco), es realizado en substitutos del cliente: reportes, bases de datos, y facturas. Podemos por lo tanto diseñarlo de acuerdo con los mismos principios que se usan en el diseño de una fábrica, para maximizar la cantidad de productos procesados durante la producción diaria. Puede haber una gran diversidad de influencias de los clientes, y por lo tanto, variabilidad del sistema dentro de los sistemas de servicio de alto grado de contacto.

Tabla 2.3 Diferencias Principales Diferencias Entre Sistemas de Alto y Bajo Grado de Contacto en Bancos

Elemento de diseño	Sistema de alto grado de contacto (Sucursal)	Sistema de bajo grado de contacto (Centro de procesamiento de estados de cuenta)
Ubicación de instalaciones	Las operaciones se ubican cerca del cliente	Las operaciones se ubican cerca de los proveedores, transporte y empleados
Arreglo de las instalaciones	Las instalaciones deben cubrir las necesidades y expectativas físicas y psicológicas del cliente	Las instalaciones se deben centrar en la eficiencia productiva
Diseño del producto	El ambiente así como el producto físico definen la naturaleza del servicio	El cliente no se encuentra en este ambiente, por lo que el producto puede ser definido por menos atributos
Diseño del proceso	Las etapas del proceso de producción tienen un efecto directo e inmediato en el cliente	El cliente no está involucrado en la mayoría de los procesos productivos
Programación	El cliente se encuentra dentro del programa de producción y se le debe dar un lugar en él.	Al cliente le preocupan principalmente las fechas de entrega
Planeación de la producción	No se pueden almacenar los trabajos, por lo que la estandarización del flujo de la producción resultará en pérdida de transacciones	Tanto el almacenamiento como la estandarización del proceso son posibles
Habilidad de los trabajadores	El trabajo de los empleados constituye la mayor parte del producto de servicio por lo que deben ser capaces de interactuar bien con el cliente	Los empleados solamente necesitan tener habilidades técnicas
Control de calidad	Los estándares de calidad dependen del criterio de quien recibe el servicio por lo que son variables	Los estándares de calidad generalmente se pueden medir y por lo tanto son fijos
Tiempos de ejecución	El tiempo de servicio depende de las necesidades del cliente, y por lo tanto los tiempos de ejecución son variables	Los trabajos se realizan en sustitutos del cliente (estados de cuenta), por lo que los tiempos de ejecución pueden estar bien establecidos
Pago de sueldos	Producción variable requiere de sueldos basados en el tiempo trabajado	Producción fija permite basar el pago de sueldos en la cantidad producida
Planeación de la capacidad	Para evitar pérdida de clientes, la capacidad debe establecerse para que se pueda cubrir la demanda pico	La capacidad de almacenar la producción permite que se pueda establecer la capacidad en un nivel promedio de la demanda

2.2 Planeación de los servicios

La planeación de servicios tiene algunas características que lo diferencia de la planeación de la manufactura:

1. Los servicios se elaboran en el momento en que se proporcionan. A diferencia de la producción industrial, la mayoría de los servicios no puede almacenarse. No pueden acumularse servicios tales como planeación financiera, asesoría tributaria, y cambios de aceite de automóviles. Esta característica evita que se pueda tener la opción de contar con inventarios durante un periodo de poco trabajo en anticipación a la demanda futura. Por otro lado, la capacidad de servicio que no se usa esencialmente se desperdicia. Por consiguiente, es importante poder equilibrar la capacidad y la demanda.

2. La demanda de un servicio puede ser difícil de pronosticar. El volumen de demanda de los servicios es a menudo bastante variable. En algunas situaciones, los usuarios pueden necesitar servicio rápidamente (ej., policía, bomberos, emergencias médicas), mientras en otras, simplemente solicitan servicio rápido y pueden estar dispuestos a ir a otra parte si sus necesidades no se cumplen. Estos factores ponen una mayor presión en los proveedores de servicio para pronosticar la demanda. Por consiguiente, los proveedores de servicio deben prestar especial atención a los niveles planeados de capacidad.

3. La disponibilidad de capacidad puede ser difícil de predecir. Los requerimientos de procesamiento de servicios a veces pueden ser bastante variables. Aún más, la variedad de tareas requerida de los servidores puede ser grande. Además en los servicios, los tipos de variedad son más grandes que los que se presentan en la manufactura. Esto hace más difícil establecer medidas de capacidad simples. Por ejemplo ¿Cuál sería el rendimiento de un pintor que pinta interiores en casas? El número de cuartos por día o el número de metros cuadrados por hora son posibles medidas, pero los cuartos tienen muchos tamaños diferentes, y el nivel de detalle (y, por lo tanto, las herramientas para pintar que pueden usarse) varía mucho, una medida conveniente para propósitos de planeación puede ser bastante difícil de obtener. De manera semejante, los cajeros de banco tienen que manejar una amplia variedad de transacciones y solicitudes de información, lo que hace difícil nuevamente establecer una medida conveniente de su capacidad.

4. La flexibilidad de los trabajadores puede ser una ventaja en los servicios. El elemento humano representa a menudo una parte importante en el servicio en comparación con la manufactura. Este hecho aunado a que los proveedores de servicio pueden a menudo manejar una amplia variedad de requerimientos de servicio, significa que de alguna forma, la planeación es más fácil que en la manufactura. Por supuesto, los directivos de empresas manufactureras reconocen esta ventaja, y muchos están realizando entrenamiento cruzado de sus empleados para lograr la misma flexibilidad. Es más, tanto en la manufactura como en los sistemas de servicio, el empleo de personal de medio tiempo puede ser una opción importante.

En sistemas de autoservicio, el trabajo (del cliente) se ajusta automáticamente a los cambios en demanda

Diseño del servicio

En ciertos casos diseño del producto y diseño del servicio van de la mano. Este hecho es resultado de que los bienes y los servicios existen a menudo en combinación. Por ejemplo, el cambio de aceite para un automóvil involucra un servicio (extraer el aceite usado y poner el aceite nuevo), y un bien (el aceite nuevo). Igualmente, la instalación de un nuevo alfombrado involucra un servicio (la instalación) y un bien (la alfombra). En algunos casos, lo que un cliente recibe es esencialmente un servicio puro, como un corte de cabello o podar un jardín. Sin embargo, la inmensa mayoría de casos involucra alguna combinación de bienes y servicios. La proporción de servicio podría ser relativamente bajo, como en el caso de la manufactura, donde el énfasis está en la producción de los bienes. Pero incluso en la manufactura, existen servicios como reparación de máquinas, capacitación de empleados, inspecciones de seguridad, entre otros. La Figura 2.2 proporciona algunos ejemplos de varias operaciones que caen en el espectro de los bienes-servicios. Dado que la producción de bienes no se entrelazan con los servicios, los directivos deben conocer bastante bien ambos para poder tomar decisiones adecuadas.

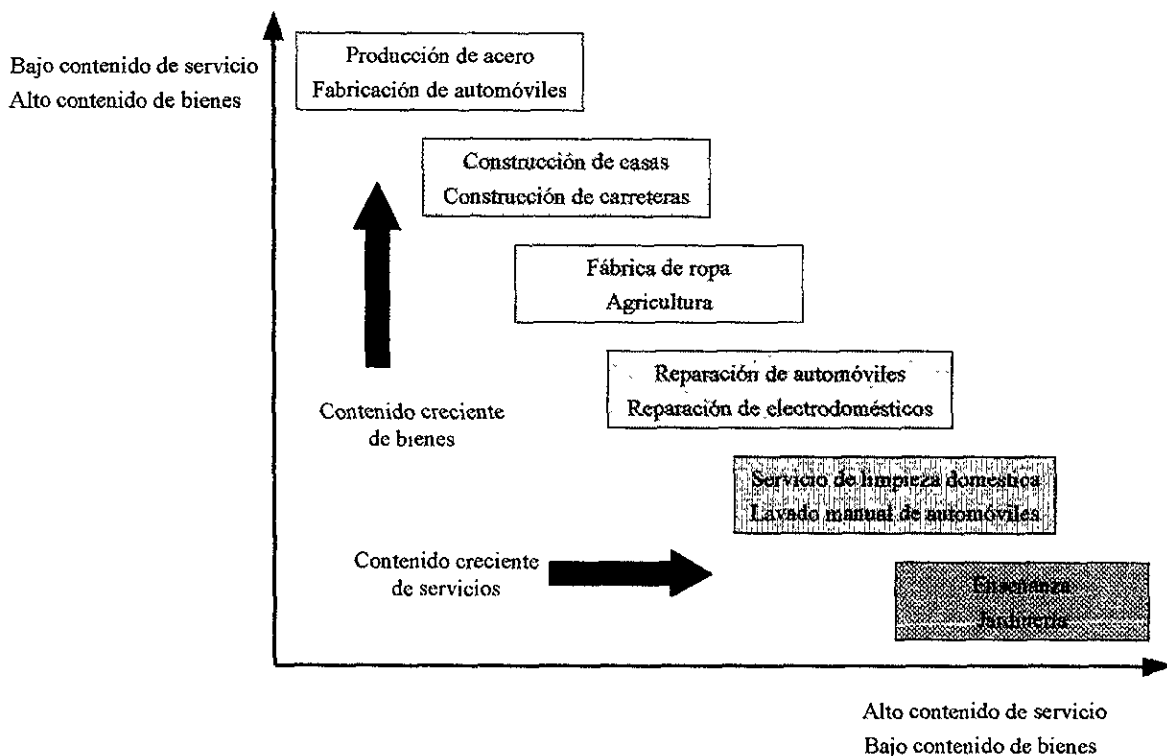


Figura 2.2 Contenido de bienes y servicios en los productos

En esta tesis nuestro interés se centra principalmente en las actividades que tienen un mayor contenido de actividades de servicio que de producción de bienes.

Diferencias entre diseño de servicios y diseño de productos

Una de las diferencias principales es la necesidad de considerar el grado de contacto del cliente en el diseño del servicio. Eso puede ir de no tener ningún contacto a grado de

contacto alto. Cuando hay poco o ningún contacto, el diseño del servicio puede ser muy parecido al diseño de productos. Sin embargo, mientras mayor sea el grado de contacto con el cliente, mayor es la diferencia entre el diseño del servicio y del producto, y el diseño de servicio se vuelve más complejo. El elemento de contacto con el cliente significa que el diseño del servicio debe incorporar diseño del proceso; cuando hay contacto con el cliente, el proceso es el servicio. Aunque es deseable considerar la construibilidad del producto cuando estos se diseñan, el producto y el proceso, no obstante, son entidades separadas. El ejemplo siguiente de diseño de servicio ilustra la naturaleza inseparable de la conexión servicio-proceso cuando los clientes son una parte del sistema. Si un fabricante de refrigeradores cambia el procedimiento que usa para ensamblar un refrigerador, el cambio será transparente a la persona que compra el refrigerador. De manera similar, si una compañía de autobuses hace cambios al horario de los autobuses, o a sus rutas, esos cambios no serán transparentes a los pasajeros. Obviamente, este rediseño del servicio no podría hacerse de manera realista sin considerar el proceso de prestación del servicio.

Consideraciones sobre el Diseño de Servicios

El diseño de servicios empieza con la elección de una estrategia de servicio que determina la naturaleza y el enfoque del servicio y el mercado objetivo. Esto requiere una evaluación de parte de la alta dirección del mercado potencial y la rentabilidad (o necesidad, en el caso de una organización no lucrativa) de un servicio en particular, y una evaluación de la capacidad de la organización para proporcionar el servicio. Una vez que se han tomado las decisiones con relación al servicio y al mercado potencial, las necesidades del cliente y expectativas del mercado deben ser determinadas. Los diseñadores del servicio entonces emplean la información para diseñar el sistema y así proporcionar el servicio (es decir, los medios, procesos, y requerimientos de personal necesarios para proveer el servicio). Ejemplos de posibles sistemas para proporcionar servicios incluyen correo, teléfono, servicio electrónico (red de computadoras o internet, fax), y contacto de personal.

Dos problemas clave en el diseño de servicios son la variación en los requerimientos de servicio, y el grado de contacto con el cliente e involucramiento del mismo en el sistema de atención. Éstos tienen un impacto en el grado en el que el servicio debe estandarizarse o personalizarse. Mientras menor sea el grado de contacto con el cliente y de variabilidad de los requerimientos de servicio, puede ser mayor la estandarización del servicio. El diseño de servicios sin contacto y con poca o ninguna variabilidad del proceso será, como se había establecido anteriormente, muy similar al diseño de productos. De manera similar, la variabilidad alta y un grado de contacto alto con el cliente generalmente significan que el servicio debe ser muy personalizado.

Una consideración relacionada con el diseño del servicio es la oportunidad de vender. Mientras mayor sea el grado de contacto con el cliente, mayores son las oportunidades de hacer una venta. En la Figura 2.3 se observa diferentes grados de contacto con el cliente vs. la variabilidad de los requerimientos de servicio para diferentes formas de venta.

Variabilidad en los Requerimientos de Servicio	Alta				Compra de ropa personalizada	Altamente personalizado
	Media			Compras en tienda departamental		
	Baja		Compras por teléfono			
	Ninguna	Compras por internet				
	Altamente Estandarizado	Ninguno	Bajo	Medio	Alto	
		Grado de Contacto con el Cliente				

Figura 2.3 Grado de contacto con el cliente Vs. Variabilidad en los requerimientos

Lineamientos de diseño

Varias reglas simples pero muy efectivas guían a menudo el desarrollo de sistemas de servicio. Algunas reglas importantes son las siguientes:

1. Tener un solo tema unificador, como conveniencia o rapidez. Esto ayudará al personal a trabajar en equipo en lugar de tener objetivos diferentes.
2. Asegurarse de que el sistema tiene la capacidad para manejar cualquiera variabilidad esperada en los requerimientos del servicio.
3. Incluir mecanismos para asegurar que el servicio será confiable y proporcionará alta calidad de manera consistente.
4. El diseño del sistema debe ser amigable al usuario. Esto es especialmente importante para los sistemas de autoservicio.

Administración de operaciones en el sector de servicios

En la actualidad, el sector de servicios crece con mayor rapidez que el sector manufacturero; más del 75% de la fuerza laboral de Estados Unidos está empleada en el sector de servicios, esto refleja de una u otra forma la realidad de nuestro país.

La mayor parte de los asuntos y preocupaciones que enfrentan los administradores tanto en el sector manufacturero como en el de servicios son los mismos. No obstante, la naturaleza especial de los servicios impone restricciones adicionales, cuyo tipo y alcance dependen de la clase de servicio suministrado. Por tanto, es razonable suponer que las operaciones de servicio dependen, en parte, de la clase de servicio prestado.

CAPITULO 3 LÍNEAS DE ESPERA

La teoría de colas o de líneas de espera es el estudio de los procesos de espera. Virtualmente todos los resultados de la teoría de líneas de espera suponen que tanto los tiempos de las llegadas como los procesos de servicio son aleatorios. Es la interacción entre estos dos procesos lo que hace de las líneas de espera un área interesante y compleja. Los clientes llegan a una o más instalaciones de servicio. Si existen clientes que esperan con anterioridad, dependiendo de la disciplina de la línea de espera, los clientes que acaban de llegar esperarían su turno en el siguiente servidor disponible y saldrían del sistema cuando se completara el servicio.

Los problemas de líneas de espera son comunes en la Dirección de Operaciones. En el contexto de la manufactura, el ambiente de la planta de producción puede pensarse como una compleja red de líneas de espera interrelacionadas. Mientras que los trabajos se terminan en una estación de trabajo, estos formarán una línea de espera en la siguiente estación de trabajo en el proceso.

Este tipo de problemas se presentan más frecuentemente en organizaciones de servicio, como ya se ha comentado. Todos nosotros formamos parte de una línea de espera casi todos los días

En el presente capítulo se plantean conceptos importantes sobre la teoría de líneas de espera. La primera parte expone la evolución de los estudios de la teoría de líneas de espera desde principios del siglo XX, haciendo una reseña de la evolución que desde entonces se ha tenido en este campo. En la siguiente parte se plantean algunos de los principales modelos matemáticos de líneas de espera y se presentan las fórmulas desarrolladas para resolver estos modelos. A continuación, se explica brevemente un caso especial de modelos de espera: los modelos con prioridades. Después se explica de manera resumida el comportamiento que tienen las líneas de espera, en particular se analiza la utilización de los sistemas en el caso en el que esta supera el 80%, y la importancia de que exista capacidad en exceso.

Finalmente se plantea a la simulación como una herramienta efectiva para el análisis matemático de líneas de espera. Se hace énfasis en la identificación de situaciones en las que la simulación sea necesaria para obtener soluciones y en los casos en que es preferible usar otros modelos matemáticos. De igual forma se señalan las principales ventajas y limitaciones de esta herramienta.

3.1 Antecedentes

Los primeros problemas estudiados fueron los de congestión de sistemas telefónicos. El investigador pionero fue el matemático danés A. K. Erlang, quien en 1909, publicó "La teoría de las Probabilidades y las Conversaciones Telefónicas". En trabajos posteriores observó que los sistemas telefónicos generalmente cuentan con uno de dos conjuntos de características: a) Entradas al sistema con distribución de Poisson, tiempos de servicio con distribución exponencial, y servidores múltiples; o b) Entradas con distribución de Poisson,

tiempos de servicio constantes, y un solo servidor. Erlang fue responsable también de la noción del equilibrio estacionario, y de las primeras consideraciones de la optimización de sistemas de espera.

El trabajo para la aplicación de la teoría en sistemas telefónicos continuó después de Erlang. En 1927 E. C. Molina publicó sus “Aplicaciones de la Teoría de Probabilidad a Problemas de Telefonía Troncal”, los cuales fueron continuados un año después por el trabajo de Thornton Fry “La Probabilidad y sus usos en Ingeniería”, el cuál amplió bastante el trabajo anterior de Erlang. A principios de la década de 1930, Félix Polaczek hizo algunos trabajos sobre entradas con distribución de Poisson, salidas arbitrarias, y problemas de uno y varios canales de servicio. Otros trabajos que se realizaron en la misma época fueron desarrollados por los rusos Kolmogorov y Khintchine, el Francés Crommelin y el Sueco Palm. Los primeros trabajos tardaron en recibir la atención debida, pero en la actualidad la tendencia ha cambiado y se ha desarrollado numerosos trabajos. Algunos de los representantes de trabajos más recientes son D. R. Lindley, N. T. J. Bailey, W. Lederman y G. E. Reuter, entre muchos otros.

La teoría de líneas de espera originalmente surgió como un tema muy práctico, sin embargo la mayoría de la literatura que ha aparecido en los últimos tiempos ha tenido poco valor práctico. Es ahora imperativo hacer de la teoría de líneas de espera, que se ha vuelto cada vez más sofisticada y compleja, tenga aplicaciones prácticas. Es claro que la atención de la literatura en la solución exacta de problemas de espera con complejas formulaciones matemáticas debe ser secundaria, y que se le debe dar mayor énfasis a la construcción de modelos y el uso directo de las técnicas en la toma de decisiones de los directivos. La mayoría de los problemas reales no corresponde exactamente a los modelos matemáticos, pero muy poca literatura está enfocada a soluciones aproximadas y análisis de sensibilidad. El planeador del sistema de espera deberá aprender a poner a trabajar la teoría disponible sobre líneas de espera.

Alcance de la teoría de líneas de espera

La teoría de colas o líneas de espera tiene que ver principalmente con los procesos caracterizados por llegadas aleatorias (llegadas a intervalos aleatorios); el servicio al cliente también es un proceso aleatorio. Si se supone que hay costos asociados con la espera en la línea de espera y que hay costos para añadir más canales (agregar más instalaciones de servicio), lo que se busca es minimizar la suma de los costos de espera y costos derivados de proveer instalaciones de servicio. El tema sobre costos de líneas de espera se verá con mayor detenimiento en el siguiente capítulo.

Los modelos de líneas de espera se representan por medio de fórmulas matemáticas y relaciones que pueden ser empleadas para determinar las características operativas (medidas de desempeño) para una línea de espera.

De los cálculos se obtendrá información como el número esperado de personas en la fila, tiempo de espera estimado para las llegadas y el porcentaje esperado de utilización de las instalaciones de servicio. Los directivos que cuenten con esta información están mejor

preparados para tomar una decisión que equilibre los niveles de servicio contra el costo para proveer este servicio.

Proceso básico de líneas de espera

El proceso básico supuesto por la mayor parte de los modelos de líneas de espera se describe a continuación. Los clientes que dan vida a un servicio se generan a través del tiempo en una fuente de entrada. Estos clientes entran al sistema de línea de espera y se unen a la cola. En determinado momento se selecciona un miembro de la línea de espera, para proporcionarle el servicio, mediante alguna regla conocida como disciplina de la línea de espera (o disciplina de servicio). Después, en un mecanismo de servicio se lleva a cabo el servicio requerido por el cliente y posteriormente el cliente sale del sistema de línea de espera.

Se pueden hacer muchas suposiciones diferentes sobre los distintos elementos del proceso de líneas de espera.

3.2 Modelos matemáticos de líneas de espera

En una situación de líneas de espera hay cinco elementos principales:

Llegadas: Los clientes llegan al sistema en busca de un servicio, y pueden ser personas, máquinas que requieren reparaciones, llamadas telefónicas que hay que contestar, pacientes en una sala de espera, etc. Es muy importante la manera en que llegan estos clientes al sistema. Pueden llegar individualmente o por lotes; a intervalos regulares o con un patrón aleatorio; pueden venir de una población infinita o muy grande, o pueden provenir de un conjunto finito (las 10 máquinas de un taller que pueden averiarse y requerir reparaciones).

Servicios. Hay que dar a cada cliente un servicio, como vender un boleto, atención en una ventanilla de un banco, reparar maquinas, o enviar una grúa para que remolque un automóvil averiado. El tiempo que se requiere para concluir el servicio es el segundo elemento de importancia, y puede ser el mismo para cada cliente o variar considerablemente de forma aleatoria.

Número de estaciones de servicio. Puede existir una sola estación de servicio o canal, o varios. Un cliente puede ser atendido por un solo punto de servicio o varios a la vez, y los puntos de servicio pueden tener tasas de servicio diferentes (algunos cajeros de ventanilla en los bancos son más rápidos que otros).

Disciplina de la línea de espera. Mientras los clientes esperan el servicio, están en la cola. Puede haber una sola cola o varias por cada servidor. El espacio de la cola puede ser limitado y los clientes que llegan cuando la cola está llena pueden retirarse (lo que se denomina rechazo). El orden de servicio a los clientes muchas veces se basa en el principio FIFO (First in First out o el primero en entrar es el primero en salir), pero también es posible que exista un servicio rápido o prioritario para ciertos clientes; un ejemplo es la caja rápida para personas con 10 artículos o menos, en las tiendas de autoservicio. El servicio también puede proporcionarse en orden aleatorio.

Medidas de desempeño

Hay varias formas de evaluar el rendimiento de una cola. Los resultados se pueden evaluar en un periodo corto después de iniciar el sistema, o en un plazo largo o de equilibrio. Por lo general es importante el tiempo que esperan los clientes y se puede considerar el promedio de tiempo de espera o una medida como el porcentaje de clientes que tiene que esperar más de una cantidad de tiempo preestablecido. El número promedio de clientes en la cola, la tasa de utilización del equipo y el costo de operación del sistema son otras medidas importantes que podrían ser usadas para determinar el número óptimo de servidores y la capacidad del sistema de espera.

Algunas de las medidas de desempeño de interés son:

- a) La probabilidad de que no haya clientes esperando en el sistema.
- b) El número promedio de clientes esperando en el sistema.
- c) El número promedio de clientes en el sistema (el número promedio de clientes esperando en el sistema más los clientes a los que se les está prestando el servicio)
- d) El tiempo promedio que un cliente permanece en la línea de espera.
- e) El tiempo promedio que un cliente permanece en el sistema (el tiempo de espera más el tiempo de servicio).
- f) La probabilidad de que un cliente que llega tenga que esperar.
- g) La probabilidad de que haya n clientes en el sistema.

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 finito o infinito (de modo que también se dice que la fuente de entrada es limitada o ilimitada). Como los cálculos son mucho más sencillos para el caso infinito, esta suposición se hace a menudo aún cuando el número real sea un número fijo relativamente grande y deberá tomarse como una suposición implícita en cualquier modelo que no establezca otra cosa. El caso finito es más difícil analíticamente, pues el número de clientes en la línea de espera afecta el número potencial de clientes fuera del sistema en cualquier momento; pero debe hacerse esta suposición finita si la tasa a la que la fuente de entrada genera clientes nuevos queda afectada en forma significativa por el número de clientes en el sistema de línea de espera. También se debe especificar el patrón estadístico mediante el cual se generan los clientes a través del tiempo. La suposición más común es que se generan de acuerdo con un proceso de Poisson. Este caso corresponde a aquel cuyas llegadas al sistema ocurren de manera aleatoria pero con cierta tasa media fija y sin importar cuantos clientes están ya ahí (por lo que el tamaño de la fuente 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.

Cualquier otra suposición no usual sobre el comportamiento del sistema debe especificarse también. Un ejemplo sería cuando se pierde un cliente porque desiste o rehusa entrar al sistema, ya que la línea de espera es demasiado larga.

Línea de espera

Una línea de espera se caracteriza por el número máximo permisible de clientes que puede admitir. Las líneas de espera pueden ser finitas o infinitas, según si este número es finito o infinito. La suposición de una línea de espera 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 de manejar una cota así puede ser un factor complicado para el análisis. Los sistemas de línea de espera en los que la cota superior es tan pequeña que se llega a ella con cierta frecuencia, necesitan suponer una línea de espera finita.

Mecanismo de servicio

El mecanismo de servicio consiste en una o más instalaciones 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 líneas de espera 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 un número finito de servidores.

Un proceso de líneas de espera elemental

La teoría de líneas de espera 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 momentos) 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 en la línea de espera.

Un servidor no tiene que ser un sólo individuo, puede ser un grupo de personas, por ejemplo, una cuadrilla de reparación que reúne esfuerzos y habilidades para realizar, de manera simultánea, el servicio que solicita el cliente. Aún más, los servidores ni siquiera tienen que ser personas. En muchos casos puede ser una máquina o una pieza de equipo, como un montacargas que presta el servicio cuando se requiere (tal vez con ayuda de un operador). Con esta misma línea de ideas, los clientes en la línea de espera no tienen que ser personas. Por ejemplo, pueden ser unidades que esperan ser procesadas en una cierta máquina, o pueden ser carros que pretenden 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 línea de espera pueden estar dispuestos en un área mientras que esperan que el servidor venga a ellos, como las máquinas que esperan reparación, o que los llame, como los pacientes en los consultorios médicos. El servidor o grupo de servidores asignados a un área constituyen la instalación de servicio para esa área.

La Figura 3.1 ilustra un sistema de línea de espera simple.

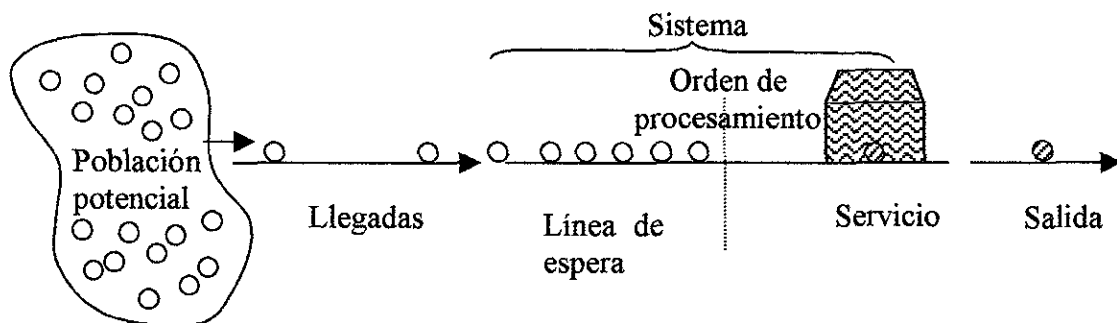


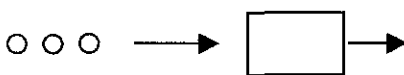
Figura 3.1 Sistema de Espera de un Servidor

NÚMERO DE SERVIDORES (CANALES)

La capacidad de un sistema de línea de espera es función de la capacidad de cada servidor y el número de servidores que es usado. Los términos servidores y canales son sinónimos, y se supone que un canal puede atender a un solo cliente a la vez. Los sistemas pueden tener uno o más servidores.

Una distinción relacionada con el número de servidores es el número de pasos o fases que tiene el sistema. En la Figura 3.2 se muestran algunos de los sistemas de espera más comunes. En este capítulo nos enfocamos en los sistemas de una sola fase.

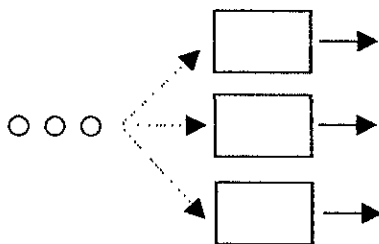
**Un solo canal,
una sola fase**



**Un solo canal,
varias fases**



**Varios canales,
una sola fase**



**Varios canales,
varias fases**

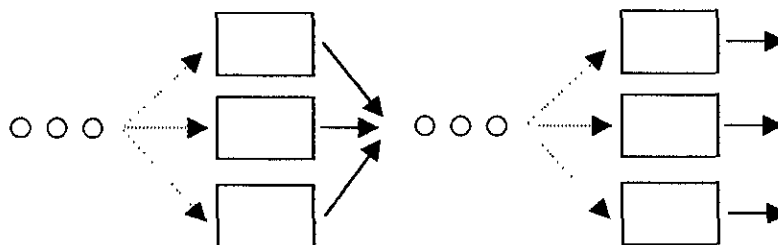


Figura 3.2 Cuatro Modelos Básicos de Líneas de Espera

Notación

Antes de considerar modelos matemáticos de procesamiento de sistemas, primero estableceremos la notación que se empleará en este trabajo. Una práctica común es representar los modelos de líneas de espera con una notación abreviada, como sigue:

$$\text{Distribución del tiempo de llegada} \ / \ \text{Distribución del tiempo de servicio} \ / \ \text{Número de canales o puntos de servicio}$$

donde:

M = Distribución de Markov (de Poisson o exponencial)

D = Tiempos deterministas (constantes)

G = Distribución general con una desviación estándar específica

La notación que se emplea en las fórmulas que se presentan en este capítulo es la siguiente:

λ = Número promedio de clientes que llegan en una unidad de tiempo

μ = Número promedio de clientes al cual puede dar servicio la instalación en una unidad de tiempo

$1/\mu$ = Tiempo de servicio

L_q = Número esperado en cola (el número en cola no incluye las unidades que están siendo atendidas)

L_s = Número esperado de unidades que se atienden y/o esperan en el sistema

P_0 = Probabilidad de que haya cero unidades en el sistema

P_n = Probabilidad de tener n unidades en el sistema

W_q = Tiempo probable de espera en la línea de espera de una llegada

W_s = Tiempo probable de permanencia en el sistema (tanto en la línea de espera como en el servicio)

c = Número de canales

Modelos de líneas de espera: Población infinita

Existen diferentes modelos disponibles para de líneas de espera. Aquí se presentan cuatro de los modelos básicos más ampliamente usados, estos son solamente algunos de los disponibles. Todos suponen una distribución de Poisson en el intervalo entre llegadas. Los modelos se refieren a sistemas que operan en un estado estable de las condiciones, es decir que se supone que el tiempo promedio entre llegadas y el de la tasa de servicio son estables. Los cuatro modelos que se describen son:

1) Una sola estación de servicio, tiempo entre llegadas con distribución de Poisson y tiempo de servicio con distribución exponencial.

2) Una sola estación de servicio, tiempo entre llegadas con distribución de Poisson y tiempo de servicio constante.

3) Varias estaciones de servicio, tiempo entre llegadas con distribución de Poisson y tiempo de servicio con distribución exponencial.

4) Varias estaciones de servicio con prioridades, tiempo entre llegadas con distribución de Poisson y tiempo de servicio con distribución exponencial.

Relaciones básicas

Existen ciertas relaciones básicas que tienen en común todos los modelos de población infinita. El conocimiento de estas puede ser de mucha utilidad en la obtención de las medidas de desempeño deseadas, dados algunos valores clave. A continuación se muestran las relaciones básicas:

Nota: tome en cuenta que las unidades de las tasas de servicio y llegada, representadas por λ y μ , deben ser las mismas (clientes por hora, clientes por minuto, etc.).

Utilización del sistema: Esta refleja la relación de la demanda (medida como la tasa de llegada) contra la capacidad de servicio (medida como el producto del número de servidores, c , y la tasa de servicio).

$$\rho = \frac{\lambda}{c\mu}$$

El número promedio de clientes que reciben servicio:

$$r = \frac{\lambda}{\mu}$$

El número promedio de clientes:

que esperan servicio en la línea de espera

$$L_q(\text{depende del modelo})$$

en el sistema (los que esperan en la línea más los que están siendo atendidos)

$$L_s = L_q + r$$

El tiempo promedio de espera de los clientes es:

en la línea de espera

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

en el sistema

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu} = \frac{L_s}{\lambda}$$

Todos los modelos de población infinita requieren que la utilización del sistema sea menor que 1.0; el modelo solo se puede aplicar a modelos que no estén saturados.

El tiempo promedio de clientes en la línea, L_q , es un valor clave debido a que es un determinante de algunas otras medidas del desempeño del sistema, tales como el número promedio de clientes en el sistema, tiempo promedio en la línea de espera y el tiempo promedio en el sistema. L_q es uno de los primeros valores que se determina en la solución del problema.

Modelo de línea de espera con un sólo servidor

El modelo más sencillo involucra un sistema que tiene un servidor (o un sólo equipo de servicio). Para este modelo se considera el caso en el cual:

1. Las llegadas son aleatorias y provienen de una distribución de probabilidad de Poisson o de Markov.
2. Se supone que el tiempo de servicio es también una variable aleatoria que sigue una distribución exponencial o de Markov. Se supone además que los tiempos de servicio son independientes entre sí
3. Sólo hay un servidor o canal.
4. La disciplina de la línea de espera se basa en el principio FIFO y no hay límite para el tamaño de la línea de espera.
5. Las tasas de llegada y de servicio no cambian con el tiempo. El proceso ha estado en operación el tiempo suficiente para eliminar los efectos de las condiciones iniciales.

Las fórmulas que se usan en este modelo, en conjunción con las ya descritas, son las siguientes:

- Número promedio de clientes en la línea de espera:

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

- Probabilidad de que haya cero clientes en el sistema:

$$P_0 = 1 - \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)$$

- Probabilidad de n unidades en el sistema:

$$P_n = P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n$$

- Probabilidad de menos de n unidades en el sistema

$$P_{<n} = 1 - \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n$$

Ejemplo 1. Las solicitudes de reparación en un taller de fotocopiadoras son atendidas por un técnico. El tiempo de reparación, incluyendo el tiempo de traslado al lugar donde se realizará el servicio, tiene una distribución exponencial y una media de dos horas por servicio. Las solicitudes de reparación se presentan con una tasa media de tres por días laborables de ocho horas (suponga que tiene una distribución de Poisson). Determine:

- El número promedio de clientes esperando a ser atendido.
- La utilización del sistema.
- La cantidad de tiempo durante un día hábil de ocho horas que el técnico no se encuentra fuera realizando una reparación.
- La probabilidad de que haya dos o más clientes en el sistema.

Solución:

Este es un problema de población infinita y un solo servidor.

$$\lambda = 3/\text{día}$$

$$\mu = 4/\text{día}$$

$$a. L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{3^2}{4(4 - 3)} = 2.25 \text{ clientes}$$

(Una solución alternativa, usando la tabla de población infinita del Anexo 1)

$$r = \frac{\lambda}{\mu} = 0.75, M = 1. \text{ De la tabla, } L_q = 2.25 \text{ clientes.}$$

$$b. \rho = \frac{3}{4} = 0.75, \text{ o } 75\%$$

c. Porcentaje de tiempo de inactividad es $1 - \rho = 25\%$. Por lo tanto $25\%(8) = 2$ horas.

$$d. P(L_s \geq 2) = 1 - [P_0 + P_1] = 1 - [0.25 + 0.25(0.75)] = 0.5625$$

Modelo de línea de espera con un sólo servidor y tiempo de servicio constante

Como se ha mencionado previamente, las líneas de espera son consecuencia de tasas de llegada y de servicio aleatorias y altamente variables. Si un sistema puede reducir o eliminar la variabilidad de cualquiera de estas dos variables, puede disminuir notablemente las líneas de espera. Un caso particular es aquel en el que el sistema tiene un tiempo de servicio constante. El efecto de un tiempo de servicio constante es disminuir a la mitad el número promedio de clientes en la línea de espera.

$$L_q = \frac{\lambda^2}{2\mu(\mu - \lambda)}$$

El tiempo promedio que los clientes esperan también disminuye a la mitad. Se pueden hacer mejoras similares si se uniformizan los tiempos de llegada.

Ejemplo 2. Una máquina vende chocolate caliente. El tiempo de servicio es 30 segundos por taza y es constante. Los clientes llegan con una tasa promedio de 80 por hora, y esta tasa tiene una distribución de Poisson. Determine:

- El número promedio de clientes en la línea de espera.
- El tiempo promedio que los clientes permanecen en el sistema.

c. El número promedio de clientes en el sistema.

Solución:

Este es un problema de población infinita, con un solo servidor y tiempo de servicio constante.

$$\lambda = 80 \text{ clientes/hr}$$

$$\mu = 120 \text{ clientes/hr}$$

$$a. L_q = \frac{\lambda^2}{2\mu(\mu - \lambda)} = \frac{80^2}{2(120)(120 - 80)} = \frac{2}{3} \text{ clientes.}$$

$$b. W_s = W_q + \frac{1}{\mu} = \frac{L_q}{\lambda} + \frac{1}{\mu} = \frac{2/3 \text{ clientes}}{80 \text{ clientes/hr}} + \frac{1}{120 \text{ clientes/hr}} = 0.0167 \text{ hrs} = 1 \text{ minuto}$$

$$c. L_s = L_q + r = \frac{2}{3} + \frac{80}{120} = 1.33 \text{ clientes}$$

Modelo de línea de espera con varios servidores

Un sistema con varios servidores o canales existe siempre que haya dos o más servidores trabajando de manera independiente para proporcionar servicio a los clientes que llegan. El empleo de este modelo implica las siguientes suposiciones:

1. Un tiempo de llegada con distribución de Poisson y una tasa de llegada con distribución exponencial.
2. Todos los servidores trabajan con el mismo tiempo de servicio promedio.
3. Los clientes forman una sola línea de espera (con el fin de mantener la disciplina de servicio FIFO).

Las fórmulas empleadas en los modelos de espera de múltiples servidores son las siguientes:

- Número promedio de clientes en la línea de espera:

$$L_q = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c}{(c-1)(c\mu - \lambda)^2} P_0$$

- Probabilidad de que haya cero clientes en el sistema:

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

- Tiempo de espera promedio para los clientes que llegan que no se atienden inmediatamente:

$$W_a = \frac{1}{c\mu - \lambda}$$

- Probabilidad de que un cliente que llega tenga que esperar por el servicio:

$$P_w = \frac{W_q}{W_a}$$

- En el anexo 1 se presenta la Tabla 1 de la cual también se pueden obtener los valores de L_q y P_0 , calculando λ/μ .

Ejemplo 3. Una pequeña ciudad tiene un hospital con dos ambulancias para proporcionar servicios de urgencias. Las solicitudes de servicio de ambulancia durante fines de semana no festivos tiene una tasa promedio de 0.8 por hora y tienen una distribución de Poisson. El tiempo para trasladarse y para atender a los enfermos es en promedio de una hora por emergencia y tiene una distribución exponencial. Calcule lo siguiente:

- Utilización del sistema.
- El número promedio de clientes en espera.
- El tiempo promedio que los enfermos esperan una ambulancia.
- La probabilidad de que ambas ambulancias estén ocupadas cuando se reciba una llamada.

Solución.

El problema es uno de población infinita, con varios servidores.

$$\lambda = 0.8 \text{ llamadas/hr}$$

$$\mu = 1 \text{ llamadas/hr}$$

$$M = 2 \text{ ambulancias}$$

$$a. \rho = \frac{\lambda}{M\mu} = \frac{0.8}{2(1)} = 0.40 \text{ ó } 40\%$$

$$b. r = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{0.8}{1} = 0.8. \text{ De la tabla de población infinita del anexo 1, } L_q = 0.152$$

$$c. W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{0.152 \text{ clientes}}{0.8 \text{ clientes/hr}} = 0.190 \text{ hr o } 11.4 \text{ minutos}$$

$$d. P_w = \left[\frac{\lambda}{\mu} \right]^M \frac{P_0}{M! \left[1 - \frac{\lambda}{M\mu} \right]} = \left[\frac{0.8}{1} \right]^2 \frac{0.429}{2!(1-0.4)} = 0.2288$$

3.3 Aplicación de modelos con prioridades

En muchos sistemas de espera, la disciplina de servicio es FIFO. Sin embargo, existen situaciones en las que esta disciplina es inapropiada. La razón es que los costos de espera para los clientes no son los mismos. El ejemplo más evidente es la sala de emergencias de un hospital, donde se atiende una amplia variedad de heridas y padecimientos. Algunos de estos casos pudieran ser padecimientos menores (una astilla en un dedo), y otros mucho más serios e incluso de vida o muerte. Es razonable atender los casos más serios primero, dejando los menos urgentes para ser atendidos hasta que los más serios hayan sido tratados. En estos casos los modelos con varias prioridades son útiles para describir los tiempos de espera de los pacientes.

En estos sistemas, a los clientes que llegan se les asignan una o más categorías de prioridad, de acuerdo con un método de asignación predeterminado. Los clientes son atendidos entonces de acuerdo con esta categorización, en la que se atiende a los de más alta categoría primero. Dentro de cada categoría, la disciplina de servicio es FIFO. Por lo tanto los clientes de prioridad más alta serían procesados antes que aquellos que se tienen prioridad más baja. La única excepción ocurrirá si llega un cliente con prioridad alta cuando uno con prioridad menor esta siendo atendido, entonces este último cliente en llegar sería atendido después.

Este modelo incorpora todas las suposiciones del modelo básico de varios servidores, excepto que aplica la disciplina de servicio de prioridades, en lugar de la FIFO. Se le asigna una prioridad a los clientes conforme van llegando (por ejemplo: prioridad más alta = 1, el siguiente nivel de prioridad = 2, el siguiente nivel de prioridad = 3, y así sucesivamente). Una línea de espera con estas características se vería así:

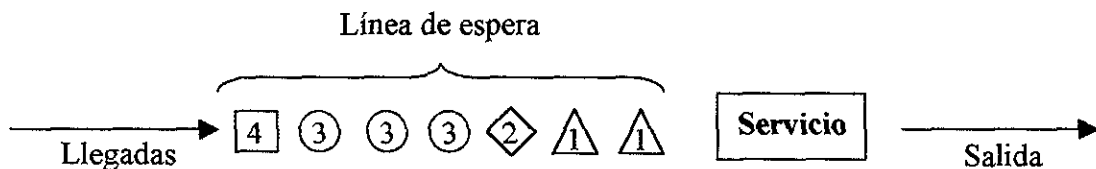


Figura 3.3 Sistema de Espera con Prioridades

Dentro de cada categoría de prioridad, cada unidad es procesada en el orden en que van llegando (disciplina de servicio FIFO). De acuerdo con la Figura 3.3 el primer cliente con prioridad 1 será atendido tan pronto como un servidor esté libre. El siguiente cliente con prioridad 1 será atendido tan pronto como otro servidor quede libre. Si en el transcurso del tiempo en que este último cliente es atendido, llega otro cliente con prioridad 1, este será atendido antes de que se atienda al primer cliente con prioridad 2. Si no hubiera nuevas llegadas, el único cliente con prioridad 2 sería atendido. En este momento, si llega un nuevo cliente con prioridad 1 o 2 sería atendido antes que los clientes con prioridad 3 o 4. Por el contrario, si un nuevo cliente con prioridad 4 llega, este ocupará el último lugar en la línea de espera.

Por lo anterior, un cliente con una prioridad baja podría esperar un largo periodo de tiempo. En algunos casos los clientes que han esperado más que un periodo de tiempo determinado se les reasignará una prioridad más alta.

A continuación se presentan las fórmulas empleadas para resolver estos modelos.

- Utilización del sistema

$$\rho = \frac{\lambda}{c\mu}$$

- Valores intermedios (los valores de L_q se obtienen de la Tabla 1 del anexo 1)

$$A = \frac{\lambda}{(1-\rho)L_q}$$

$$B_k = 1 - \sum_{c=1}^k \frac{\lambda}{c\mu}$$

($B_0 = 1$)

- Tiempo promedio de espera para unidades con prioridad k-ésima

$$W_k = \frac{1}{A \cdot B_{k-1} \cdot B_k}$$

- Tiempo promedio en el sistema para unidades con prioridad k-ésima

$$W = W_k + \frac{1}{\mu}$$

- Número promedio de unidades en la línea de espera con prioridad k-ésima

$$L_k = \lambda \times W_k$$

Revisión de prioridades.

Si se considera que el tiempo que tienen que esperar los clientes con cualquier categoría de prioridad es demasiado largo, se deben revisar varias opciones para resolver este problema. Una es incrementar el número de servidores. Otra es incrementar la tasa de servicio, por ejemplo introduciendo nuevos métodos. Si dichas opciones no son factibles, otro enfoque es reexaminar la pertenencia de los clientes de cada una de las clasificaciones de prioridad. Si algunos clientes que están clasificados dentro del primera categoría de prioridad, son reasignados a la segunda prioridad, esto tenderá a disminuir el tiempo de espera de los clientes de más alta prioridad. Lo anterior por la sencilla razón de que la tasa de llegada disminuirá debido a que una menor cantidad de clientes será considerada como de prioridad 1.

Comportamiento del sistema de líneas de espera

Las fórmulas que se emplean en el caso de un sólo servidor permiten estudiar el comportamiento del sistema conforme la tasa de llegadas λ se aproxima a la tasa de servicio μ . Recuerde que (λ/μ) es igual a la utilización del sistema o al porcentaje de tiempo de actividad del punto de servicio; con base en esto se puede representar

gráficamente el número esperado en el sistema (L_q) como función de la utilización, como en la Figura 3.4.

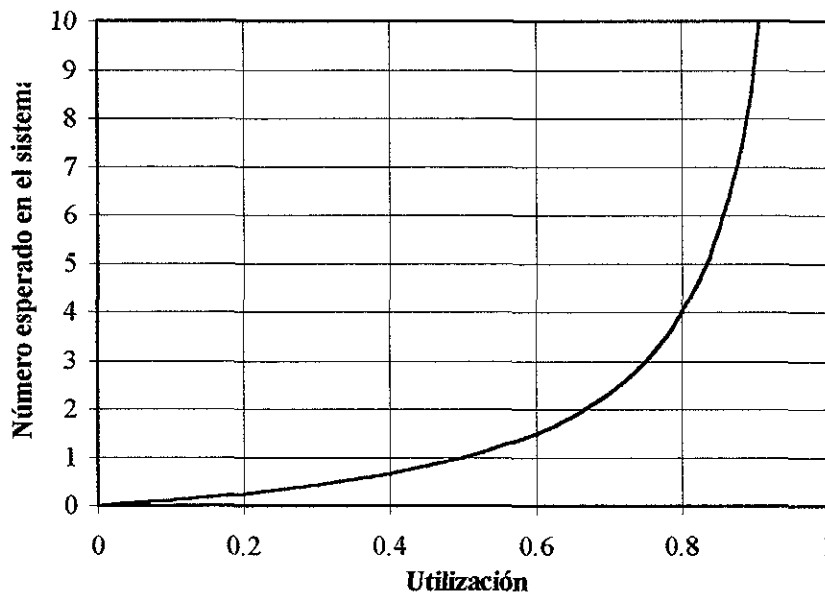


Figura 3.4 Número esperado en el sistema y la utilización

Nota: al dividir entre μ el numerador y el denominador de la fórmula de L_q , se puede obtener L_q como función de la utilización del sistema quedando dicha fórmula de la siguiente forma:

$$L = \frac{(\lambda/\mu)}{1 - (\lambda/\mu)}$$

Al revisar la figura anterior resulta claro que la manera en que responde el número esperado en el sistema de cola de una sola estación de servicio, si la utilización supera el 80%. L_q aumentará después de este punto de manera abrupta. La consecuencia es que si se desea que el servicio sea más rápido en un sistema de un solo canal, tiene que haber capacidad “en exceso” (menor a 100% de utilización) para evitar grandes esperas.

En la mayoría de las organizaciones existe una presión para ser eficientes y reducir todo lo posible el tiempo de inactividad. A los gerentes no les gusta ver que el personal o el equipo estén sin trabajar. Sin embargo, como las llegadas y los tiempos de servicio son aleatorios, existe la necesidad de tener capacidad de sobra para evitar largas colas y tiempos de espera para los clientes. Este aspecto es importante en los sistemas de líneas de espera, pero no siempre es evidente para los planeadores de dichos sistemas.

3.4 Simulación como herramienta en la solución de problemas de espera.

La simulación tiene aplicaciones dentro de una amplia gama de problemas dentro de la Dirección de Operaciones. En algunos casos, las simulaciones son bastante sencillas,

mientras que en otras son complejas. La utilidad de este método en todos los casos depende del grado en el que los tomadores de decisiones puedan contestar preguntas de ¿Qué pasaría si...?

La simulación es útil a menudo en diseño y prueba de productos, arreglo de la distribución de planta, diseño del trabajo, planeación agregada, prueba de una política diferente de inventarios, programación de actividades, administración de proyectos, entre otras actividades. Generalmente, los analistas usan el enfoque de simulación porque no hay técnicas de optimización disponibles, o porque las suposiciones necesarias para utilizar una determinada técnica de optimización no se satisfacen razonablemente en una situación en particular. Los problemas de líneas de espera son un buen ejemplo de este último motivo para emplear simulación. En muchos casos las suposiciones restrictivas de las distribuciones de las llegadas y los servicios no se cumplen. A menudo los analistas emplearán entonces la simulación como una alternativa razonable para obtener información descriptiva sobre el sistema en cuestión.

A continuación se enumeran algunas de las razones de la popularidad de la simulación:

1. Muchas situaciones son demasiado complejas para permitir el desarrollo de una solución matemática; el grado de simplificación necesario afectaría seriamente los resultados. En contraste, los modelos de simulación a menudo son capaces de capturar la riqueza de la situación sin tener que sacrificar la simplicidad, por lo tanto, mejorando el proceso de decisión.
2. Los modelos de simulación son bastante fáciles de usar y entender.
3. La simulación le permiten al tomador de decisiones realizar experimentos en un modelo que ayudará a entender el comportamiento del proceso mientras que se evitan los riesgos de realizar pruebas en los modelos de su contraparte real.
4. Una amplia variedad de programas de computadora hacen fácil trabajar con modelos sofisticados.
5. La simulación se puede emplear en muchas situaciones.
6. Ha habido una gran cantidad de aplicaciones exitosas de estas técnicas.

Pasos del proceso de simulación

1. Identifique el problema y establezca objetivos: El primer paso es identificar claramente el problema y establecer los objetivos que la solución tendrá que alcanzar. Establecer claramente los objetivos puede proporcionar no solamente una guía para el desarrollo del modelo sino también las bases para la evaluación del éxito o fracaso de la simulación. En general, el objetivo de un estudio de simulación es determinar cómo se comportará un sistema bajo ciertas condiciones. Con el fin de lograr establecer claramente los objetivos se deberán establecer también el alcance y el nivel de detalle de la simulación.
2. Desarrolle el modelo de simulación: Normalmente este paso involucra decidir la estructura del modelo y usar una computadora para realizar las simulaciones (aunque se pueden hacer las simulaciones mediante cálculos manuales, en la mayoría de los problemas reales es más conveniente el uso de las computadoras). La recolección de la información es una actividad importante del desarrollo del modelo. La cantidad y tipo

de información necesarias son función directa del alcance y grado de detalle establecidos con anterioridad. Estos datos son necesarios tanto para el desarrollo del modelo como para su evaluación.

3. Pruebe el modelo para asegurarse de que refleje el sistema que se está estudiando. La fase de validación del modelo esta relacionada de manera cercana con el desarrollo del modelo. Usualmente esta validación se logra mediante la comparación de los resultados de la simulación con el desempeño del sistema. Si lo anterior no es posible, una técnica factible para su validación es la revisión de los resultados por parte de individuos familiarizados con el sistema en particular o con algún sistema similar, en cuyo juicio se confía para la confirmación de los resultados. Un aspecto muy importante de la validación es una revisión cuidadosa de las suposiciones del modelo y de los valores de los parámetros usados. Es importante señalar que el desarrollo del modelo va de la mano de su validación, pues las deficiencias del modelo encontrados en esta última, permiten el perfeccionamiento del mismo.
4. Desarrolle uno o más experimentos (condiciones bajo las cuales el comportamiento del modelo será examinado). Los experimentos son la esencia de una simulación, debido a que ayudan a contestar las preguntas “¿Qué pasa si...?” que se plantean en los estudios de simulación.
5. Realice la simulación. Si el modelo es determinístico y todos los parámetros son conocidos y constantes, solo se necesitará realizar una sola corrida para cada una de las preguntas “¿Qué pasa si...?”. Pero si el modelo es probabilístico, con parámetros sujetos a variabilidad aleatoria, se deben realizar múltiples corridas para obtener una imagen clara de los resultados. La simulación probabilística es en esencia una forma de muestreo aleatorio, con cada corrida representando una observación. Consecuentemente, la teoría estadística se puede usar para determinar el tamaño apropiado de las muestras. Mientras más grande sea el grado de variabilidad inherente a los resultados de la simulación, mayor será el número de corridas de la simulación que se necesitarán para alcanzar un nivel aceptable de confiabilidad en los resultados con un indicador verdadero del comportamiento del modelo.
6. Repita los pasos 4 y 5 hasta que obtenga resultados satisfactorios y evalúe los resultados. La interpretación de los resultados depende en gran medida en el grado con el cual el modelo se aproxime a la realidad; mientras más cerca esté de la realidad, menor es la necesidad de ajustar el resultado. Por otra parte, mientras más se aproxime el modelo a la realidad, menor es el riesgo inherente a la aplicación de los resultados.

Simulación con computadoras

La mayoría de las simulaciones involucran el uso de computadoras. Las computadoras ofrecen medios relativamente fáciles y rápidos para obtener resultados. Muchas aplicaciones de la vida real involucran modelos de simulación bastante complejos que tienen requerimientos de conservación de registros de datos para los cuales las computadoras ofrecen una solución.

A través de los años se han desarrollado varios lenguajes de simulación que hacen el trabajo de escribir programas de simulación mucho más simple. Algunos de los lenguajes de uso general son SIMSCRIPT II:5, GPSS/H, GPSS/PC, RESQ, STELLA y POWERSIM. Adicionalmente algunos otros programas de simulación están disponibles, algunos de los cuales tienen enfoques específicos relacionados con problemas de líneas de espera. La mayoría de los programas de simulación tiene algunas características en común. Por ejemplo, proporcionan la generación de números aleatorios para diferentes distribuciones estadísticas, así como la recolección y tabulación de los resultados de la simulación.

Debe hacerse notar que algunos directivos prefieren escribir sus propias simulaciones o que los empleados a su cargo lo hagan, usando hojas de cálculo tales como MSExcel en vez de usar un programa de simulación. En los casos en los que la simulación se usa con poca frecuencia es preferible este enfoque en lugar de usar un programa de simulación.

Ventajas y limitaciones del uso de la simulación

Entre las principales ventajas de la simulación se encuentran las siguientes:

- a. Permite resolver problemas que son difíciles o imposibles de resolver de manera matemática.
- b. Permite al analista experimentar el comportamiento del sistema mientras que se evitan posibles riesgos inherentes a la experimentación con el sistema real.
- c. Permite reducir el tiempo de tal forma que el tomador de decisiones puede rápidamente evaluar los efectos de largo plazo.
- d. Puede servir como una herramienta valiosa para entrenar a los tomadores de decisiones a aumentar su experiencia y entendimiento del comportamiento del sistema bajo una amplia variedad de condiciones.

Los problemas de línea de espera de la vida real tienden a ser complejos y no definidos, por lo que los enfoques matemáticos exactos son ilusorios. Esto debe de tomarse en cuenta cuando se trata de determinar la solución más adecuada para un problema de línea de espera, tal como calcular el número adecuado de servidores. Una de los mejores vehículos para entender el comportamiento de líneas de espera es la simulación en particular por medio de hojas de cálculo o programas de simulación. El uso de hojas de cálculo para la simulación tiene beneficios para los tomadores de decisiones en formación como son el desarrollo de la intuición en el manejo de este tipo de problemas, dándoles experiencia con habilidades de modelación activas, proporcionando acceso a herramientas para la toma de decisiones. Las hojas de cálculo para la simulación son bastante fáciles de programar, aún para líneas de espera con abandono de usuarios. Aunque las hojas de cálculo son menos eficientes que los programas de simulación, es más factible que los analistas tengan acceso a ellas.

Algunas de las limitaciones asociadas con la simulación son:

1. La simulación no produce una solución óptima; únicamente indica un comportamiento aproximado para una serie de datos de entrada. Hay dos razones para lo anterior:
 - a. Existe una aleatoriedad inherente en la simulación.

- b. La simulación está basada en modelos, y los modelos son solamente una aproximación de la realidad.
2. Para simulación de gran escala, se puede requerir de considerable esfuerzo para desarrollar un modelo adecuado así como considerable tiempo de computadora para obtener las simulaciones.

Debido a que el proceso de simulación produce una respuesta aproximada en lugar de una solución exacta, y al costo de llevar a cabo un estudio de simulación, la simulación normalmente no es la primera elección de un tomador de decisiones. En lugar de estos métodos, dependiendo de la complejidad de la situación, métodos intuitivos y analíticos deberían ser investigados primero. En casos simples, una solución intuitiva es a menudo aceptable. En casos más complejos, una solución analítica es preferible, suponiendo que se cuenta con una técnica apropiada. Si no es así, sería posible desarrollar un modelo analítico que pudiera ser usado para generar una solución. Si estas medidas no son suficientes, la simulación se convierte en la siguiente posibilidad lógica. Por supuesto, si esto no se justifica económicamente, el tomador de decisiones tendrá que confiar en su juicio y experiencia. En efecto, después de reevaluar todas las alternativas, el tomador de decisiones puede recurrir a una solución intuitiva, aunque en un principio este enfoque pudiera no parecer aceptable. La Figura 3.5 ilustra los pasos de este proceso.

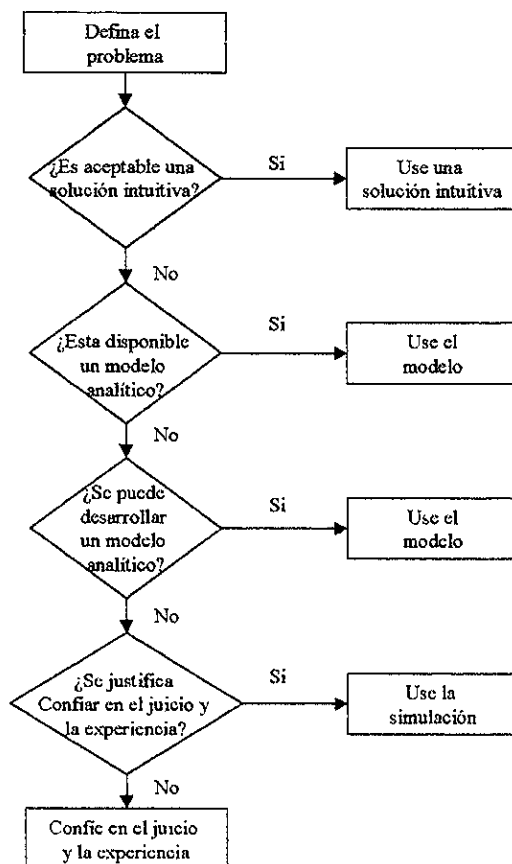


Figura 3.5 Selección de una técnica de solución

CAPITULO 4 PLANEACIÓN DE LÍNEAS DE ESPERA EN ORGANIZACIONES DE SERVICIO

El entendimiento de las líneas de espera y la comprensión de cómo organizarlas y planearlas es una de las áreas más importantes de la Dirección de Operaciones. Es necesario para crear la programación de actividades, el diseño del trabajo, los niveles de inventario, y para muchas otras actividades dentro de las organizaciones. Como se ha dicho anteriormente en este trabajo, las líneas de espera están presentes en una amplia variedad de organizaciones de servicio, las cuales necesitan planear de manera adecuada sus sistemas de espera con el fin de ser competitivas.

En este capítulo se presenta una guía metodológica con la cual se propone para resolver problemas de líneas de espera en organizaciones de servicio. Esta metodología esta basada en la Planeación Contingente, en especial en la planeación de problemas operacionales.

En la primera parte se definen los objetivos principales del análisis y planeación de las líneas de espera.

Después se definen algunos conceptos básicos de planeación y de la solución de problemas causales, con el fin de analizar las líneas de espera como un problema de este tipo. De manera resumida la metodología general de los problemas causales, que se propone para resolver los problemas de líneas de espera consiste en determinar los problemas más importantes y su jerarquía, establecer después las causas de este problema y las relaciones causa-efecto, proponer alternativas y por último proporcionar elementos para implementar la solución y establecer los medios para la ejecución y control de la solución definitiva.

La tercera parte de este capítulo presenta algunos enfoques diferentes a los que tradicionalmente se emplean para tratar los problemas de líneas de espera, especialmente aquellos en los que se obtiene algún provecho de la espera del cliente y a este se le haga más tolerable.

Después se presentan algunas características especiales de las líneas de espera de las organizaciones de servicio que las hacen especiales y diferentes a las de las que existen en las organizaciones de manufactura. También en esta parte se presentan algunas soluciones típicas a los problemas de espera de las organizaciones de servicio.

Finalmente se proporcionan una serie de sugerencias que los tomadores de decisiones deben tener en cuenta al momento de hacer la planeación de líneas de espera, con el fin de que se obtengan mayores beneficios tanto para los clientes como para las empresas.

4.1 Objetivos del análisis de líneas de espera

En ocasiones un cliente que espera no representa ningún costo para la organización de servicio. Algunos ejemplos que ilustran el caso anterior son las oficinas postales, bancos, venta de boletos de avión, etc. Sin embargo, si la espera se hace demasiado larga, algunos clientes podrían abandonar el servicio antes de que realicen la compra o simplemente no

regresen debido a las molestias que la espera excesiva les ocasiona. En otras ocasiones el tiempo de inactividad de un cliente que espera representa costo directo para la organización.

Los directivos deben tener en cuenta los siguientes hechos cuando planean los sistemas de espera: 1) No importa cuantos servidores sean instalados, en ocasiones un número importante de clientes llegará al mismo tiempo y formarán una línea, por lo que se debe tomar en cuenta que es probable que el tiempo de espera no pueda ser eliminado completamente; 2) Por otro lado, si se instalan pocos servidores y la mayor parte del tiempo se forman grandes líneas de espera, también es probable que existan momentos en los que los servidores se encuentren inactivos.

El análisis de líneas de espera en los casos citados se emplearía para minimizar el total de los múltiples costos asociados con el sistema de línea de espera. Por ejemplo, el análisis puede responder preguntas tales como ¿Cuántos servidores (en una situación particular) tendrán un promedio de tiempo de espera de los clientes y un promedio de tiempo de inactividad de los empleados, tales que los costos sean mínimos?

Debe recordarse que el propósito de este trabajo es proporcionar una serie de lineamientos que permitan al planeador tomar la mejor decisión, no solo con respecto al número de servidores que debe incluirse, sino también las políticas de servicio, así como algunas otras consideraciones que pueden ayudar a disminuir el tiempo de espera, sin recurrir solamente al aumento del número de servidores, en especial cuando esta solución no es posible.

Tomando a las aerolíneas como ejemplo, como se hizo en el Capítulo 1, cuando se viaja en avión se forma parte de una serie de líneas de espera como se describe a continuación:

- Al comprar el boleto en la oficina del agente de viajes.
- En el aeropuerto, para registrar el equipaje.
- En la puerta de acceso a las salas de espera, para la revisión de seguridad.
- Para esperar la asignación de un número de asiento.
- En la sala de espera, para esperar abordar el avión.
- Dentro del avión, para esperar que los que han abordado antes ocupen sus asientos.
- Una vez que han abordado los pasajeros, para esperar a que se le autorice al avión el despegue.
- Cuando el avión llega a su destino, vuela en círculos para esperar a que se le autorice a aterrizar.
- Una vez que se ha descendido del avión, en las bandas transportadoras de equipaje.
- Finalmente, para esperar transporte terrestre.

Es posible que en un viaje de este tipo se forme parte de 10 líneas de espera. Las aerolíneas deben poner especial interés en las líneas de espera, puesto que una mala planeación de estas resultará en equipos subutilizados y clientes insatisfechos.

4.2 Las líneas de espera como problemas operacionales

Antes de comenzar con el desarrollo de la guía metodología para la planeación de líneas de espera, es conveniente señalar algunos conceptos importantes sobre la planeación, mismos que fueron extraídos de los apuntes “Un sistema de metodologías de planeación” (Fuentes Zenón).

No existe un enfoque de planeación que resulte mejor o peor que otro para la planeación, sino estrategias cuyo resultado depende del problema en particular, por lo que en este trabajo se pretende proporcionar un enfoque para la solución del problema de líneas de espera, y por consiguiente es solamente una alternativa.

La planeación no cuenta con una sola definición, pero en general puede definirse como: “aquella actividad por medio de la cual un sujeto busca cómo actuar sobre un objeto para cambiarlo (o conducirlo) de acuerdo con ciertos propósitos”.

De acuerdo con Fuentes Zenón (1995) los problemas operacionales son las situaciones en las que se desee corregir o mejorar el desempeño de la organización, ya sea a un nivel general o en alguna de sus partes, teniendo como tarea fundamental investigar la razón de las fallas detectadas o identificar los posibles puntos de mejora.

Se debe evitar actuar solamente sobre los síntomas, pues puede resultar contraproducente una acción de este tipo. Por otra parte cuando se toma en cuenta las soluciones a los problemas, no deberá olvidarse que las partes de la organización están interconectadas entre sí, de tal manera que un cambio en uno de los elementos afectará los demás, por lo que se deberá evitar que dichas afectaciones sean negativas. Cuando se identifica un problema operacional, se debe considerar que existe subjetividad con respecto a la percepción de la problemática dependiendo del observador o analista, por lo que se deberá estar abierto a otras posibles interpretaciones. Todas estas precauciones se deben considerar cuando se planean las líneas de espera, pues de lo contrario la solución proporcionada podría afectar más el desempeño y la atención a los clientes que realmente proporcionar una mejora.

Los problemas operacionales pueden ser clasificados en causales y funcionales. Los primeros son dificultades específicas de la organización, o en otras palabras son aquellos donde se considera que existe una oportunidad de mejora, mientras que los funcionales están relacionados con la estructura y operación de toda la organización. En este trabajo se le da un enfoque de problema causal al problema de líneas de espera.

El procedimiento para el análisis de problemas causales, de acuerdo con Fuentes Zenón, se ilustra en la Figura 4.1.

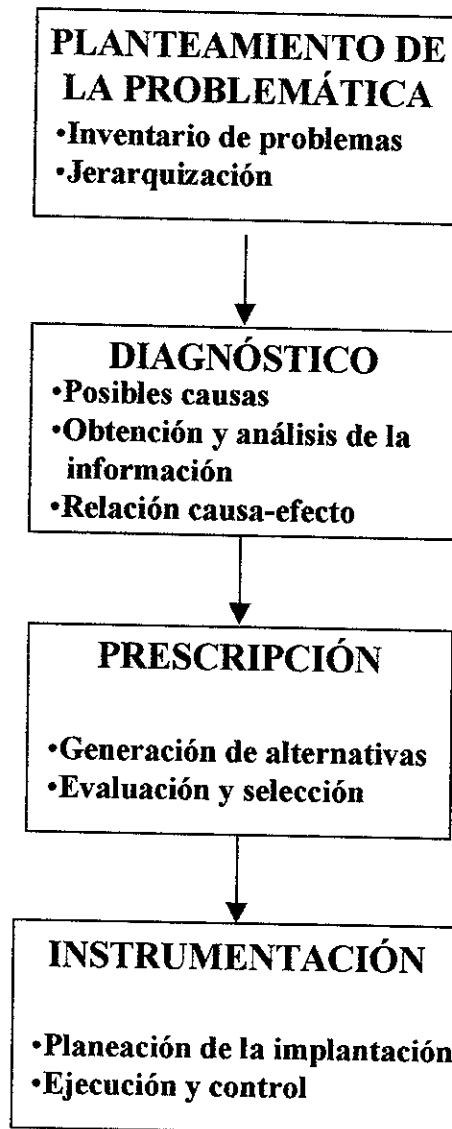


Figura 4.1 Procedimiento para Análisis de Problemas Causales

En los libros de Dirección de Operaciones que abordan el problema de líneas de espera se presentan una serie de recomendaciones para el mejoramiento del sistema de espera de las organizaciones, pero no se presenta como una metodología. La solución de estos problemas se presenta únicamente como una solución matemática en la que la respuesta es el número apropiado de servidores. A continuación se propone una guía metodológica para resolver este tipo de problemas haciendo uso no solamente de las herramientas matemáticas, sino también de otras herramientas de planeación.

4.3 Planteamiento de la problemática de los problemas de línea de espera

Como primer paso se debe identificar la existencia de un problema en el sistema de espera, lo cuál en algunas ocasiones resulta evidente al observar a simple vista, tanto a los usuarios de la organización como a los servidores de la misma, sin embargo no siempre es así. La

definición del problema es otra actividad importante dentro de esta primera aproximación al problema y consiste en determinar claramente la problemática a tratar. Para este fin se define claramente el problema, el futuro ideal, las metas y objetivos y se presenta claramente el objeto de estudio en una síntesis. Los mapas conceptuales son muy útiles para el entendimiento y conceptualización adecuada del problema.

Las metas y objetivos de la solución de la problemática de líneas de espera deben estar subordinados a la misión y estrategias corporativas, en especial aquellas que señalen el tipo de atención que se les debe proporcionar a los clientes o usuarios.

Para analizar la problemática es necesario utilizar técnicas de planeación que permitan indagar rápida y efectivamente las causas y los aspectos del contexto de la problemática, el análisis de los recursos materiales y humanos con los que cuenta la organización, así como los factores internos y externos que influyen en el comportamiento de los procesos de espera y de la organización.

El análisis inicia con la identificación de los problemas y la clasificación de los mismos. Los problemas se pueden clasificar de acuerdo con su importancia y su urgencia. Para cada problema se establecen sus posibles causas, los diagramas de Ishikawa o “Diagramas de Hueso de Pescado” son aplicables para la representación gráfica y origen de los problemas. En la Figura 4.2 se muestra un “Diagrama de Ishikawa” típico.

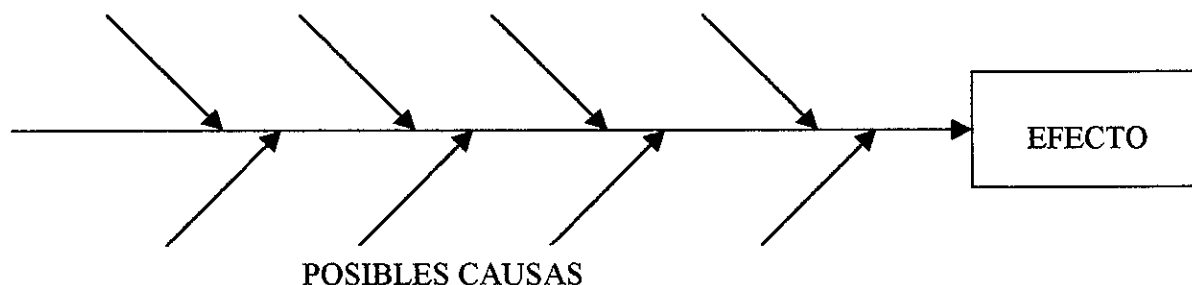


Figura 4.2 Diagrama de Ishikawa

Para la identificación de los problemas, su jerarquización, así como la búsqueda de posibles causas y posteriormente la generación de alternativas de solución, se puede recurrir a la experiencia y criterio del planeador, pero cuando estos elementos no sean suficientes se puede recurrir a alguna de las técnicas de consulta a expertos entre las que puede resultar muy útil la técnica TKJ. En el Anexo 2 se presenta un resumen de esta técnica.

4.4 Diagnóstico de los sistemas de espera.

Uno de los problemas más importantes en la aplicación de la teoría de líneas de espera es, como ya hemos mencionado, la determinación del número óptimo de servidores en un sistema de espera de múltiples servidores, sin embargo no se debe olvidar que existen otros enfoques y criterios de solución del problema.

Una vez establecida la problemática se procede, mediante una investigación preliminar, a la recopilación de información que permita la creación de un modelo del sistema de espera así como al establecimiento de las posibles causas de esta problemática.

Los pasos principales en la investigación preliminar son:

- i. Construcción de un diagrama de flujo de los clientes y una lista de los puntos en los que puede haber restricciones en el servicio, así como un mapa conceptual del sistema;
- ii. La medición aproximada de las frecuencias de llegada, tiempos de servicio y tiempos de espera en los principales puntos de congestión.

Esto dará una idea general de los principales puntos en los que ocurre congestión, o en los que hay instalaciones de servicio ociosas durante una gran parte del tiempo.

Posteriormente se debe obtener la mayor cantidad posible de datos. En esta etapa se estiman las propiedades estadísticas de las llegadas y el tiempo de servicio con el detalle suficiente para ayudar en la selección de un modelo apropiado y poder asignar valores numéricos a los parámetros del modelo. Así, en una línea de espera simple con una sola estación de servicio en la que se sospeche que las llegadas son completamente al azar, podría bastar con obtener datos para estimar la frecuencia de llegadas, comprobar la aleatoriedad de las llegadas, y estimar la distribución de frecuencia del tiempo de servicio. Sucede comúnmente que las llegadas son aleatorias en ciertos períodos limitados, pero el número de llegadas cambia sistemáticamente, digamos en el curso del día; en estos casos deberán determinarse los cambios sistemáticos. En sistemas más complicados, con la posibilidad de que la frecuencia de llegadas y el tiempo de servicio dependan del número de clientes en el sistema, o donde haya sistemas de prioridad, será quizá necesario llevar un registro detallado del comportamiento del sistema. En todos los casos en que se requieran resultados cuantitativos confiables es esencial usar los métodos de muestreo más adecuados.

Además de las cantidades que describen las llegadas, el tiempo de servicio, etc., será generalmente conveniente medir la congestión registrando los tiempos de espera, o la distribución del número de clientes en la cola; éstos pueden usarse para comprobar la aplicabilidad de cualquier fórmula que se propongan usar.

El diagnóstico y análisis de los sistemas de espera generalmente requiere del empleo de algún modelo matemático en el cual se incluya la información que ha sido recolectada. El número de combinaciones de patrones de llegada, mecanismo de servicio y disciplina de la línea de espera es muy grande, y no es posible en un trabajo de extensión limitada dar solución a todas ellas. Existen disponibles actualmente soluciones matemáticas sólo para las situaciones relativamente más simples. Si se desean resultados numéricos para un sistema complejo, éstas deberán obtenerse mediante muestreos, un procedimiento que ya no resulta tan tedioso ahora que existe la posibilidad de utilizar computadoras.

Un gran número de modelos matemáticos, además de los incluidos en este trabajo, se pueden encontrar en la literatura de este tema. Antes de aplicar cualquiera de estos modelos se deben revisar cuidadosamente si el modelo se ajusta o no a la situación. Esto no es tan fácil como parece. En las líneas de espera, en particular, tanto los clientes como los servidores se pueden comportar de muchas maneras diferentes de tal forma que es virtualmente imposible tomarlas a todas en cuenta en un modelo matemático. Sin embargo, aún si fuera posible formular un modelo que incluyera todas las características de una situación en cuestión, sería muy difícil, si no imposible obtener todos los datos necesarios para resolver el modelo. En realidad, existe un número óptimo de datos tal que añadir más variables al modelo lo perjudica en lugar de beneficiarlo. Lo que el analista debe buscar es un modelo que incluya todas las variables principales, pero que no esté cargado de detalles superfluos, de tal forma que se ha llegado a considerar que uno de los problemas principales de la formulación de modelos es incluir demasiados detalles en el mismo.

Casi siempre es muy difícil discernir la esencia de la situación, como se comprueba en la siguiente situación real experimentada por un investigador de nombre Cosmetatos: en cierta ocasión este investigador analizaba un problema que aparentemente era de líneas de espera, donde camiones esperaban para servir a los clientes. La queja de estos era que siempre tenían que esperar demasiado para recibir atención de los camiones, y se pensó que se necesitaban más. Después de una investigación concienzuda, se encontró que el número de camiones era suficiente. Sin embargo, a menudo eran estacionados a la vuelta de la esquina y por lo tanto permanecían fuera de la vista de clientes potenciales. Lo que parecía un problema de líneas de espera, era en realidad un problema de comunicación, el cuál fue solucionado usando radios de intercomunicación. Muchos analistas de operaciones han encontrado dificultades en identificar el verdadero problema en situaciones similares. Sin embargo es raro que se presenten alusiones a este tipo de situaciones debido a que la publicación de fallas no se considera una actividad prestigiosa.

Una forma sugerida para modelar una situación en particular es la siguiente: empiece con el modelo más sencillo que pueda utilizar e intente validarlo a través de la observación, discusión con expertos, análisis de sensibilidad y sentido común. Dependiendo del resultado de la evaluación, acepte el modelo o añada nuevas características para hacerlo más realista. Valide el nuevo modelo otra vez, y añada otras características si es necesario. De esta forma, continúe de manera iterativa hasta que obtenga un modelo aceptable.

La modelación de la problemática en conjunto con los métodos de consulta a expertos son herramientas indispensables para la identificación de las relaciones causa-efecto.

4.5 Prescripción, evaluación e instrumentación de alternativas de solución para los sistemas de espera

Dentro la etapa de evaluación e instrumentación de líneas de espera se recomienda realizar los siguientes pasos:

- a) Determinación a simple vista de las posibles modificaciones al sistema.

Análisis de los costos de las líneas de espera

Dentro del análisis de líneas de espera, como parte de los criterios de evaluación y selección de alternativas, es esencial realizar un análisis de los costos. Existen dos categorías básicas de costos en una situación de líneas de espera: los asociados con los clientes que esperan el servicio, y los asociados con la capacidad. Los costos asociados con la capacidad son aquellos que se relacionan al mantenimiento de la capacidad para proveer el servicio. Algunos ejemplos incluyen el número de bombas en una gasolinera, el número de cajas en una tienda de autoservicio, el número de mecánicos disponibles para reparar desperfectos en una maquinaria, y el número de carriles en una autopista. Cuando la instalación de servicio se encuentra ociosa, la capacidad se pierde dado que no puede ser almacenada (como ya se había mencionado en el Capítulo 2). Los costos asociados a la espera de los clientes incluyen los costos de los salarios pagados a los empleados mientras espera un servicio (mecánicos esperando por herramientas, conductores de camiones esperando descargar), el costo del espacio destinado a la espera (sala de espera de un consultorio médico, combustible consumido por los aviones mientras esperan aterrizar), y cualquier pérdida de ventas debido a que el cliente no está dispuesto a esperar y a la posibilidad de que vaya a otro lugar la siguiente ocasión que requiera el servicio.

Una dificultad práctica que enfrentan muchos directivos es la necesidad de disminuir los costos de los tiempos de espera de los clientes, principalmente debido a que estos costos no se reflejan en la información contable de la empresa. Una forma de tratar el problema es tratar a los tiempos de espera o las longitudes de las líneas como una variable de la política de la organización con respecto a las líneas de espera, simplemente se especifica un nivel aceptable de espera y se indica que capacidad es necesaria para lograr ese nivel.

La meta tradicional de los análisis de líneas de espera es balancear el costo de proveer un nivel de capacidad de servicio con el costo de la espera de los clientes. La Figura 4.3 ilustra este concepto.

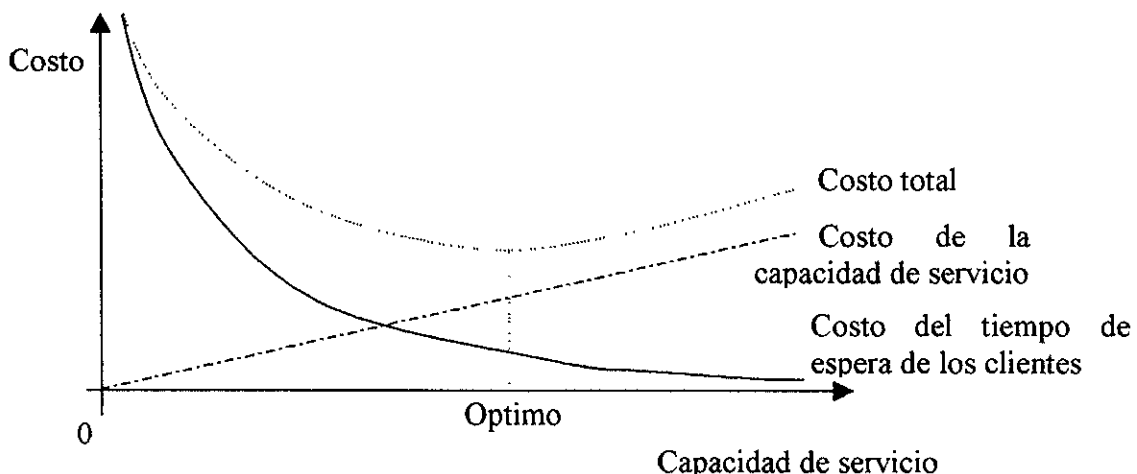


Figura 4.3 Costos de los sistemas de espera

Note que mientras más aumenta la capacidad, sus costos aumentan. Por simplicidad, la relación se muestra como una lineal. Aunque una función escalonada es a menudo más apropiada, el uso de una línea recta no afecta significativamente el resultado. Mientras la capacidad aumenta, el número de clientes en espera y el tiempo de espera tienden a disminuir, por lo que disminuyen los costos relacionados con la espera. Como una relación típica de intercambio, los costos totales se pueden representar como una curva en forma de "U". El objetivo de este análisis es identificar el nivel de servicio que minimice el costo total. A diferencia de otros modelos (como el de inventarios), el punto mínimo de costo total, normalmente no es donde se cruzan las dos líneas de costos.

En situaciones en las que los clientes son externos (es decir no son empleados de la organización), la existencia de líneas de espera puede reflejarse negativamente en la imagen de la empresa. Como consecuencia es conveniente para las organizaciones proporcionar servicio rápidamente, aumentando de alguna manera la tasa a la que se proporciona el servicio, y no solamente incrementando el número de servidores. El efecto de esta política es bajar toda la curva de costo total, debido a que el costo de espera de los clientes disminuye.

4.6 Implantación de las soluciones y modificación de sistemas de espera

El paso final en la planeación de líneas de espera es la introducción a toda escala del nuevo sistema. Es aconsejable la observación de vez en cuando del sistema modificado. Finalmente implemente un sistema de control en el que se documente el desempeño de las modificaciones que se han implantado en el sistema de espera, de tal forma que pueda comparar el comportamiento actual del sistema con el anterior y con el deseado, y de esta manera poder adoptar nuevos cambios en el futuro si esto es necesario.

En muchas aplicaciones prácticas, los tipos de cambio en el sistema que son factibles y que pueden traer ventajas prácticas serán bastante claros. Sin embargo, a veces es útil el disponer de una lista de las modificaciones más comunes, y la daremos a continuación.

En un sistema complejo en el que cada individuo pasa cada vez por varios puntos donde hay línea de espera, es posible reorganizar el patrón de flujo. Sin embargo, si se trata de una sola línea de espera, las modificaciones pueden hacerse a las llegadas, al mecanismo de servicio y a la disciplina de la línea de espera.

a) Modificaciones a las llegadas

Podemos:

- i. Modificar la frecuencia media total de llegadas, por ejemplo, mediante la exclusión de algunos clientes para el servicio;
- ii. Controlar los tiempos de llegada de los clientes individuales con un sistema de citas, usualmente diseñado para producir llegadas regulares;
- iii. Uniformizar las variaciones sistemáticas en el número de llegadas, tratando por ejemplo de asegurar un flujo más uniforme de clientes en el día, sin controlar los tiempos de llegada de los clientes individuales;

- iv. Arreglar las cosas de manera que los clientes se animen o se desalienten para entrar en la cola, dependiendo del número de clientes que ya estén en ella.

b) Modificación al mecanismo de servicio

Podemos:

- i. Reducir el tiempo medio de servicio;
- ii. Reducir el coeficiente de variación del tiempo de servicio;
- iii. Hacer arreglos para que los tiempos de servicio se reduzcan durante los períodos de congestión mayor que la promedio;
- iv. Cambiar la capacidad del sistema proporcionando más estaciones de servicio;
- v. Hacer arreglos para que la capacidad aumente temporalmente, bien sea cuando se observe una congestión alta, o cuando se espera que lleguen más clientes del número promedio;
- vi. Aumentar la disponibilidad de la estación de servicio, bien sea en promedio, o haciendo que sea más factible la disponibilidad del servicio cuando haya clientes presentes.

c) Modificación de la disciplina de cola

Podemos:

- i. Dar prioridad, preponderante o no preponderante, a clientes "importantes", esto es, a aquellos para los que el costo de espera por unidad de tiempo es alto;
- ii. Dar prioridad a clientes cuyos tiempos de servicio se espera que sean cortos;
- iii. Introducir en un sistema en el que la disciplina de la línea de espera no es FIFO, algún artificio que asegure la reducción de la probabilidad de tiempos largos de espera;
- iv. En una línea de espera con varias estaciones, modificar la regla mediante la cual se asignan los clientes a las estaciones. Existen varias maneras de lograr esto.

Otros enfoques de solución a los problemas de espera

La discusión de este capítulo se enfoca en el diseño de sistemas de servicio que logran un balance entre capacidad de servicio y tiempo de servicio a los clientes. La implicación es que los tomadores de decisión pueden determinar un nivel de capacidad de servicio apropiado. En ciertos casos, dicho enfoque podría no ser práctico por múltiples razones. Uno de estos casos es aquel en el que el sistema puede no ser operativo y los cambios de diseño indicados pueden ser muy costosos, o las restricciones de espacio pueden impedir que los cambios puedan ser realizados razonablemente. Una alternativa que es particularmente apropiada para los sistemas de espera en los que los clientes son personas y no objetos inanimados (como en el caso de las organizaciones de manufactura) es proporcionar alguna forma de diversión de tal forma que el tiempo de espera sea más tolerable. Algunas otras alternativas incluyen colocar espejos en los lugares donde los clientes esperan, como el área de elevadores, o pedir a las personas que llenen formas, lo que hace que la espera sea de alguna manera útil.

Llevando este concepto un paso más adelante, en ocasiones es posible obtener un beneficio de la espera de los clientes. Por ejemplo, en los supermercados se colocan artículos cerca del área de cajas donde se forman las líneas de espera para obtener ventas adicionales, y los

restaurantes tienen bares donde los clientes pueden relajarse y comprar bebidas mientras esperan a que se les asigne mesa.

La implicación de estas ideas es que la imaginación y la creatividad pueden a menudo jugar un papel importante en el sistema de diseño y que los enfoques matemáticos no son los únicos que hay que considerar.

4.7 Consideraciones especiales sobre las líneas de espera en empresas de servicios

Lo expuesto hasta aquí es válido para muchos tipos de empresas de servicios, donde existen líneas de espera (para la recepción del servicio por parte del cliente). La principal diferencia con las organizaciones de manufactura es que, en lugar de talleres, máquinas o Centros de Trabajos, debemos pensar en equipos (por ejemplo: de limpieza), áreas o secciones (por ejemplo: quirófanos de un hospital), elementos de transporte (por ejemplo: en una aerolínea), etc. No obstante, existen ciertas características específicas a considerar en el caso de las empresas de servicios: la imposibilidad de almacenar la producción, la naturaleza aleatoria e irregular de la demanda, o que sea frecuente que el equipo (personas, máquinas, etc.) vaya al cliente (trabajo) en vez del trabajo al equipo. Estas características dificultan el ajuste entre el flujo de clientes y la capacidad. Aunque la primera característica es ineludible y la tercera difícil de evitar, en algunos casos, la aleatoriedad de la demanda puede ser atenuada (especialmente en un horizonte de muy corto plazo) mediante el uso de algunos procedimientos ya muy extendidos. Entre ellos:

Citas previas, muy empleado en hospitales y consultas médicas, talleres, bufetes de abogados, etc. Sin embargo, la impuntualidad del cliente, o la variabilidad del tiempo requerido para la prestación del servicio, son aspectos que deben tenerse muy en cuenta.

Reserva previa, que permite hacer una previsión más exacta de la demanda para un período dado y, con ello, el establecimiento de una fecha más exacta de prestación del servicio y un menor retraso en la misma. Su uso está ya muy extendido en hoteles, aerolíneas, restaurantes, etc. Al igual que en el caso anterior, es necesario evitar que la impuntualidad desorganice la programación.

Sistemas como los mencionados pueden, sin duda, atenuar la irregularidad de la demanda y nivelarla a corto plazo. Sin embargo, hay empresas que no pueden emplear estas opciones (por ejemplo, una gasolinera, un supermercado, el servicio de urgencias de un hospital, etc.). En otras ocasiones es necesario, además, coordinar el uso de varios recursos, en cuyo caso el problema se complica notablemente. Por ejemplo: el equipo de cirugía, el quirófano, la sala de recuperación y la cama en planta para el servicio posoperatorio de un hospital; los diferentes servicios (eléctrico, mecánico, chapa y pintura, etc.) de un taller de reparación de automóviles.

A veces, la complejidad aumenta si hay que considerar otra serie de restricciones adicionales. Tal es el caso de las aerolíneas, en que hay que realizar la programación coordinada de tripulaciones, aviones, servicio de equipajes, personal de tierra, transporte y escalera de abordaje, personal de mantenimiento, etc. y, además, cumplir las normativas sobre máximo número de horas de vuelo de los pilotos, normas de mantenimiento, etc

Realmente no existen soluciones globales para programar todos los recursos de la empresa de servicios. Salvo en el caso citado de las compañías aéreas, que cuentan con soluciones informatizadas "on-line" desarrolladas a medida y de amplia difusión entre ellas, en la mayoría de los casos se trabaja intentando dar soluciones parciales al problema.

En otros casos será imposible, inapropiado y/o innecesario intentar programar detalladamente las operaciones de una serie de trabajos, optándose frecuentemente por ajustar la disponibilidad de los recursos (materiales, personal, etc.) de acuerdo con la llegada de los trabajos, con el objetivo de minimizar los costos totales (procedentes de las esperas y de la capacidad del sistema). La teoría de líneas de espera podría ser empleada en muchos de estos casos (por ejemplo, reducción de listas de espera de un hospital o de la sobreventa de boletos de una línea aérea).

Con gran frecuencia, el personal es la base de la prestación del servicio, por lo que se intenta programar dicho recurso para ajustarlo a las necesidades de demanda o al Plan de Personal si éste existe. En otras ocasiones, el personal no es la única, base de la prestación del servicio, pero también es crítica su programación; a falta de soluciones integradas que abarquen todos los recursos aquél es programado aparte (por ejemplo: enfermeras y personal auxiliar de un hospital). Para todo ello pueden emplearse técnicas similares a las de prueba y error para la asignación, técnicas heurísticas o incluso de optimización basadas en programación lineal o por objetivos y de simulación. En muchas ocasiones, habida cuenta de que la jornada de los trabajadores es constante, bastará determinar los días de descanso que habrá de tomar el personal.

También el Diagrama de Gantt, por ejemplo, puede ser muy útil para coordinar los programas o actividades a desarrollar por un conjunto de equipos de trabajo o de ciertas máquinas o instalaciones a emplear, para la prestación del servicio (equipos de cirujanos de un hospital, una serie de coches de alquiler, etc.).

En otras ocasiones (por ejemplo: la programación coordinada de los diferentes servicios de un hospital), podría acudir a las mismas técnicas que se han utilizado en los trabajos en plantas de manufactura (el paciente que será operado tiene una secuencia de pasos o etapas por el quirófano, sala de recuperación, etc.; hay múltiples trabajos o tipos de intervenciones, con unos tiempos estimados medios, etc.). Podrían seguirse reglas de prioridad, como la urgencia en la intervención. Igual podría ocurrir con los diferentes servicios de un taller, donde la regla de prioridad podría ser FIFO. Hay también algunos casos de servicios estandarizados, que podrían programarse como en el caso de la producción en línea, por ejemplo, para los servicios de comidas rápidas o para una empresa de transportes.

No obstante, es claro que, salvo casos muy concretos (como el de las aerolíneas, o el de las empresas que sólo han de preocuparse del personal), la programación de operaciones en empresas de servicios está menos avanzada que en empresas de manufacturas, debido a las condiciones citadas al principio y a la gran variedad de este tipo de empresas, ampliamente condicionadas por el cliente. Todo ello hace que sea muy difícil establecer una agrupación en base a sus características, como se puede hacer con las manufactureras, y plantear

soluciones más o menos estándares al problema. Teniendo en cuenta las bases que acabamos de describir, en muchas ocasiones no quedaría más remedio que acudir al desarrollo de técnicas concretas al caso, desarrollando un modelo particular (son muchos los casos abordados mediante programación matemática o, más frecuentemente, mediante simulación).

4.8 Sugerencias en el manejo efectivo de líneas de espera:

Los directivos encargados de planear las líneas de espera pueden encontrar útiles las siguientes 10 sugerencias desarrolladas por el Profesor Richard Larson para tener un más eficiente de los sistemas de espera en sus organizaciones:

1. No subestime los efectos del manejo de las percepciones. A los clientes les interesa el crecimiento de los tiempos de espera. Considere la frustración que la espera puede causar. Debido a las condiciones actuales de la sociedad, en la que cada vez existe menos tiempo libre, la gente necesita economizar lo más posible su tiempo para dedicarlo a diferentes actividades. En la actualidad, más que nunca antes, la excelencia en los servicios es la clave del éxito. El uso del manejo de las percepciones para mejorar la satisfacción del cliente es solamente una herramienta, pero resulta bastante efectiva.

2. Determine el tiempo de espera aceptable para sus clientes. Un minuto de espera en el banco puede pasar inadvertido, pero un minuto de espera en el teléfono puede resultar intolerable. Determinar un periodo de espera aceptable ayudará a los directivos a establecer objetivos operacionales, y si esos se cumplen, mejorará la satisfacción de los clientes.

3. Instale distracciones que entretengan e involucren físicamente a los clientes. La música puede crear un ambiente más agradable, pero no distrae efectivamente a los clientes puesto que no los involucra en una actividad. En algunos bancos por ejemplo ponen monitores en los que se pasan horóscopos o resúmenes de noticias.

Una pantalla de avisos o un monitor resulta efectivo, no altera las actividades normales, además de que debido a que muchos de los clientes se paran a leerla, se involucran físicamente con la distracción y hace que se les haga menos pesada la espera. Si se coloca una pantalla de este tipo en un lugar en el que el cliente tenga que voltear de lado para leer, hace que los clientes se encuentren hombro con hombro, en lugar de estar de frente a la espalda del cliente que está adelante en la fila, lo que vuelve el ambiente menos pesado.

Un cliente que se encuentre entretenido mientras espera es más fácil que esté dispuesto a volver en otras ocasiones.

4. Mantenga a los clientes fuera de la línea de espera. Siempre que los clientes puedan ser servidos sin tener que mantenerse en una línea de espera, tanto el cliente como la empresa se benefician. Por ejemplo, las filas se pueden evitar por medio de las reservaciones, el servicio por correo, telefónico o internet, o por medio de una mejor automatización. El reto después será incrementar el conocimiento de los clientes de las diferentes opciones para que las empleen.

5. Haga que los clientes tengan conciencia del tiempo de espera solo si sobrestima los tiempos de espera. Existe un intercambio entre la percepción de la exactitud del tiempo de espera y la conciencia del tiempo. En el banco, las percepciones son muy cercanas a la realidad, tal vez debido a que los clientes tienen experiencias anteriores con determinada sucursal, o porque las líneas de espera pudieran ser cortas. Sin embargo por lo regular, informar a los clientes del tiempo esperado que pueden permanecer en la línea de espera es contraproducente. El reloj hace a las personas más conscientes del tiempo de espera. Aparentemente también incrementa las tasas de abandono de la línea de espera por parte de los clientes.

Sin embargo pueden existir muchas ocasiones en las que informar el tiempo probable de espera puede ser de ayuda. Por ejemplo, los pasajeros de las líneas aéreas no tienen forma de saber cuanto tiempo tardará un avión en despegar a menos que se les informe.

6. Modificar el comportamiento de llegada de los clientes. Los clientes a menudo están conscientes de cuales son las horas pico antes de llegar a la instalación de servicio, sin embargo se presentan a estas horas de todos modos. Si se pudiera convencer a algunos clientes de llegar a otras horas, tanto la organización de servicio como los clientes se beneficiarían. Para lograrlo, se pueden colocar letreros donde se indiquen dichas horas pico en los establecimientos. Los empleados que dan el servicio pueden mencionar a los clientes que han esperado un tiempo excesivo, cuáles son las horas pico. Adicionalmente, pueden usarse incentivos para favorecer el uso del servicio en periodos fuera de las horas pico, como es el caso de los descuentos en las llamadas de larga distancia nocturnas y dominicales.

7. Mantenga los recursos que no se encuentren dando servicio a los clientes fuera de la vista. Muchos clientes dicen que no le importa esperar durante un largo tiempo mientras que los empleados estén trabajando con el mayor empeño posible. Los clientes se muestran molestos si ven a varias estaciones de servicio o a sus empleados que están presentes pero no dan servicio a los clientes. Para remediar esta percepción, los directivos pueden adoptar varias políticas:

- Mantener a los empleados desocupados fuera de la vista de los clientes.
- Realizar actividades que no involucre interacción con los clientes fuera de la vista de los mismos.
- Mantener el equipo físico que no se está usando para la atención de los clientes fuera de la vista, si es posible.

8. Identifique a sus clientes de acuerdo con el tipo de personalidad. Los tres tipos de clientes que se pueden identificar son: observadores, impacientes y neutrales. Estos diferentes tipos de clientes requieren diferentes tipos de servicio. Los observadores prefieren el bullicio que puede ofrecer los medios de entretenimiento que proporcionan los establecimientos y un empleado que los atienda con una sonrisa a una fila corta. El grupo impaciente es más tendiente a enfatizar la longitud de la línea de espera en la definición de satisfacción general de sus necesidades.

Las necesidades de los clientes impacientes se pueden cubrir mediante productos y servicios innovadores, y mediante programas de capacitación que eviten o reduzcan la espera. Algunas organizaciones de servicio tales como las aerolíneas o los hoteles han desarrollado membresías a clubes de usuarios que proporcionan servicios rápidos de registro tanto de llegadas como de salidas. También existen los servicios de caja rápida en los supermercados (como ya se había mencionado anteriormente). El surgimiento de los negocios orientados a proveer mayor comodidad a sus clientes prueba que, dependiendo del poder económico de las personas, las que cuentan con mayores recursos económicos están dispuestas a pagar más para ahorrar tiempo.

9. Adopte una perspectiva de largo plazo. Los clientes en muchos casos para mejorar la calificación de su satisfacción con el servicio, necesitan una gran cantidad de días de buen servicio. Es decir aunque la calidad de la atención de la última vez sea mejor que la de las veces anteriores, su percepción del servicio no mejorará sino hasta que este buen servicio se le haya prestado en múltiples ocasiones. Los directivos deben tener más bien una visión de largo o mediano plazo cuando traten de mejorar las percepciones de sus clientes.

10. Nunca subestime el poder de una atención amable. Aunque las líneas de espera son un asunto que merecen ser consideradas aparte, los directivos no deben perder la perspectiva. Los empleados deben ser continuamente capacitados y premiados por proporcionar un buen servicio, dado que sus esfuerzos pueden compensar muchos de los efectos negativos de la espera.

En el siguiente capítulo se aplican algunos de los conceptos presentados en el capítulo actual en un caso real para ejemplificar su uso y mejorar su comprensión.

CAPITULO 5 PLANEACIÓN DEL SISTEMA DE ESPERA DEL CENTRO DERMATOLÓGICO PASCUA

Para poder comprender los conceptos aquí expuestos, se ejemplifica por medio de un caso real. Este caso es representativo de los servicios públicos del medio mexicano, en los que la demanda excede, en muchas ocasiones, ampliamente a la capacidad de servicio de la organización, lo que representa un problema en sí mismo. Sin embargo, a pesar de que no existe la posibilidad física ni económica de aumentar el número de servidores, se observan oportunidades de disminuir el tiempo de espera de los clientes aplicando los conocimientos proporcionados por la Dirección de Operaciones y la Planeación presentados en este trabajo.

5.1 Caso “Centro de Dermatológico Ladislao de la Pascua”

Este “Centro de especialidad médica” tiene más de 60 años de servicio y ha alcanzado renombre por la calidad de la atención médica que se ha prestado a lo largo de todos estos años. El Centro Dermatológico Pascua (en adelante se le nombrará como CDP, por sus iniciales), como es mejor conocido, inició sus actividades como dispensario el 2 de enero de 1937, desde un principio y hasta el 29 de Octubre de 1982 fue su Director el Prof. Dr. Fernando Latapí, y a partir de entonces y hasta la fecha la Directora del CDP es La Dra. Obdulia Rodríguez. En su especialidad es el centro más reconocido del país y más importante en la formación de médicos especialistas en dermatología, por lo que acuden a recibir atención no solamente personas de la Ciudad de México, si no también personas de todo el país (solo existen otras dos instituciones de esta especialidad en todo México, sin embargo ninguna de las dos tiene su capacidad y experiencia).

Las principales funciones del CDP son la labor asistencial, la enseñanza, y la investigación y divulgación.

La función de la labor asistencial consiste en la consulta de una amplia gama de enfermedades de la piel. La consulta tan numerosa y tan diversa si bien no impide que se trate a los pacientes como personas, en cambio si dificulta el manejo más adecuado de algunos de ellos. En un periodo de diez años (1988-1997) se dieron 1,074,828 consultas dermatológicas, 512,124 de primera vez y 562,704 subsecuentes.

La función de enseñanza consiste principalmente en un programa de Posgrado iniciado en 1960, del que habían egresado hasta el año de 1997, 370 dermatólogos mexicanos y 91 extranjeros. Los alumnos de Posgrado tienen oportunidad de rotar por los distintos Departamentos (Leprología, Micología, Dermatopatología, Cirugía) y por las consultas especializadas (tumores, enfermedades colagenovasculares, ampollas, reaccionales y de transmisión sexual).

En los últimos tiempos y hasta donde lo permiten la limitación de la planta física y los recursos técnicos, se realizan trabajos de investigación clínica. Desde su origen el CDP se ha esforzado en divulgar y difundir conocimientos sobre enfermedades dermatológicas.

Para desempeñar su función de labor asistencial (que en este trabajo es la que nos ocupa) el CDP cuenta con 7 consultorios de especialidad, en los que se atiende a dos pacientes simultáneamente, y cinco de subespecialidad. En la tarde funcionan únicamente 9 consultorios de especialidad, y en ellos también se atienden a 2 pacientes simultáneamente. Un total de 31 médicos de base atienden a los pacientes con la ayuda de un total de 10 residentes de 2º año (los residentes entran hasta el segundo año de residencia y el primero lo realizan en otras instituciones), 11 de 3º año y 12 de 4º año. Todos estos médicos atienden un máximo de 90 pacientes de primera vez y 120 pacientes subsecuentes en el turno de la mañana y un máximo de 90 pacientes de primera vez y 90 pacientes subsecuentes en la tarde. En el CDP se labora únicamente de lunes a viernes. Debe destacarse que el CDP no cuenta con área de hospitalización, por lo que todos los pacientes son externos, en caso de que un paciente requiera ser hospitalizado es referido a algún hospital de la Secretaría de Salud que cuente con la especialidad de Dermatología y área de hospitalización.

Para realizar todas sus funciones el CDP cuenta con alrededor de 120 empleados de base, entre empleados administrativos, médicos y médicos residentes. Los principales servicios administrativos que tienen relación con el tiempo de atención de los pacientes son los servicios de informes, archivo y caja.

Las principales funciones de estas tres áreas de servicio son las siguientes:

- a) El servicio de informes orienta y da información de la ubicación del Centro (cuando se trata de informes por teléfono), de las normas y el funcionamiento de la institución, de cómo obtener fichas para recibir atención, asimismo es responsable de repartir las fichas con las que se asigna el turno con el que los pacientes serán atendidos y de impartir la plática de orientación una vez que los pacientes se encuentran dentro de la institución y cualquier otra información que soliciten los pacientes. Este servicio lleva un registro del número de fichas que son proporcionadas a los pacientes de primera vez, después esta información se compara con el número de pacientes de primera vez registrados en el archivo y en caja. En este servicio laboran dos personas.
- b) El servicio de archivo es responsable de tomar los datos a los pacientes de primera vez y de mantener los expedientes de todos los pacientes en orden y actualizados así como de ponerlos a disposición cuando sean solicitados. El servicio de archivo del CDP cuenta con siete empleados que atienden dos turnos, de acuerdo con datos de dicho servicio, alrededor de 400 pacientes al día, de los cuales aproximadamente 180 son de primera vez y el resto son subsecuentes. Este servicio presta atención al público de las 7:00 a.m. a las 17:00 p.m. Las actividades que se realizan en este servicio son las siguientes:
 - Atención al público, organización y captura de datos en el sistema de información.
 - Apertura de expedientes y elaboración de tarjetas de citas de los pacientes que solicitan consulta de primera vez.
 - Reposición de documentación perdida, en especial la tarjeta de citas de los pacientes.
 - Sacar expedientes de los pacientes citados.
 - Registrar los diagnósticos en las tarjetas del archivo en el sistema de información.

- Archivar expedientes, resultados de estudios médicos.
 - Depuración de expedientes subsecuentes, cada fin de año.
- c) El área de caja es responsable de cobrar las cuotas a los pacientes de primera vez, subsecuentes y de los que requieren análisis médicos del servicio de laboratorio. En el servicio de caja laboran 3 empleados los cuales atienden a los pacientes de las 7:00 a.m. a las 15:30 p.m. El servicio de caja cuenta con dos ventanillas en las que atiende a todos los pacientes con una sola computadora.

Además de estos tres servicios existen otros servicios de apoyo estos son trabajo social, laboratorio e informática:

- a) Las actividades del Departamento de Trabajo Social se realizan con la población que acude a los diferentes servicios que ofrece la institución en especial con las clínicas de especialidades de tumores, enfermedades de transmisión sexual, pediatría, y consulta de lepra, la cual ha sido el principal eje de trabajo del Servicio.
- b) El Laboratorio General del CDP cuenta con dos técnicos laboratoristas y apoya a los diferentes servicios con los estudios de laboratorio de rutina, además de los estudios más específicos de los pacientes de lepra, de HIV, etc.
- c) El Servicio de Informática apoya las áreas médica y administrativa del CDP a través de una red de área local de computadoras (que emplean los servicios de caja y archivo), asesora en su utilización y crea programas específicos; además brinda apoyo para la elaboración de material didáctico.

El proceso que siguen los pacientes de primera vez depende del turno, matutino o vespertino, pues varía ligeramente como se explica a continuación:

- a) Llegada al CDP para ser atendidos, donde tendrán que formar una primera línea de espera.
- b) Los pacientes pasan a una sala de espera donde reciben una plática informativa en la que se les explica brevemente la manera en la que funciona el CDP y en que recibirán atención. Tanto en el turno matutino como en el vespertino, una vez que se les han entregado las fichas, se imparte la plática informativa. Esta plática puede ser impartida por el servicio de Trabajo Social o por el servicio de Informes.
- c) Inmediatamente después reciben una “preconsulta”, la cual consiste en una revisión médica preliminar y breve por parte del personal médico. La principal función de la preconsulta es detectar a pacientes que no requieran de consulta dermatológica especializada y que hayan acudido al CDP por error, a los cuales se les indica que asistan con un médico general o con otro especialista, según sea el caso. Otra de sus funciones es la de atender rápidamente a los pacientes que se considera que con esta revisión preliminar pueden recibir un diagnóstico y se les puede proporcionar tratamiento al cuál no se le llevará un seguimiento por considerársele un padecimiento

leve. Es importante resaltar que esta segunda función de la preconsulta no es bien aceptada ni por los pacientes (esto implica que si requieren nuevamente atención dermatológica deberán ingresar como pacientes de primera vez, y no como subsecuentes con todas las molestias que esto implica y que no se les abrirá expediente), ni por el personal médico, puesto que tiene como consecuencia que los médicos residentes que se encuentran en proceso de formación no podrán atender a pacientes con padecimientos leves y que no adquirirán la experiencia necesaria para diagnosticar y tratar dichos padecimientos. En ocasiones también se le ha dado a la preconsulta una tercera función, la cual consiste en detectar a los niños menores de 6 años, ancianos y discapacitados que han acudido a recibir consulta a los cuales se les da una mayor prioridad para que se les atienda antes; esta función ha causado en ocasiones molestias entre los pacientes que llegan más temprano que estos pacientes con prioridad.

- d) Después de la preconsulta se les entregan las fichas con el orden en el que recibirán la atención médica. En las temporadas de vacaciones escolares, especialmente en las de verano, existe una mayor demanda del servicio, por lo que regularmente las fichas de los turnos matutino y vespertino se agotan desde temprano. Todos los días, a excepción de los jueves, se entregan un máximo de 90 fichas de primera vez en cada turno, los primeros jueves de cada mes se entregan como máximo 60 fichas en cada turno y los demás jueves se entregan 60 fichas en el turno matutino y 90 en el vespertino también como máximo. Los primeros pacientes (60 o 90 dependiendo del día) que llegan en la mañana antes de las 7:00 a.m. entran inmediatamente al sistema y se les entrega una ficha con un número en el que se indica el orden en el que serán atendidos. Los demás pacientes que hayan llegado en la mañana que ya no hayan alcanzado a recibir ficha y los que vayan llegando en el transcurso de la misma, son anotados en una lista y se les indica que regresen más tarde por lo regular entre 11:30 y 12:00. A estos pacientes se les nombra en la sala de espera del CDP en el orden en que fueron anotados para que se les entreguen las fichas del turno vespertino. Regularmente se anotan 10 personas más de las que pueden ser atendidas en el turno de la tarde (60 o 90 según el día), en caso de que no se presentan todas las personas que se han anotado, sin embargo a estas últimas 10 personas se les advierte que podrían no recibir el servicio aunque se presentarán a la hora de la repartición de fichas del turno vespertino. Las demás personas que lleguen después de que se termina de llenar la lista son rechazadas del sistema y se les indica que regresen más temprano otro día para poder recibir el servicio.
- e) Después se forman una sola línea de espera para que sus datos sean registrados en el archivo y para que se les abra un expediente en el servicio de archivo y se les entregue la tarjeta de citas. Los expedientes son llevados por el servicio de enfermería al consultorio donde los pacientes recibirán atención y posteriormente son recogidos para guardarlos en el archivo. Los pacientes son atendidos en dos ventanillas simultáneamente. Los datos son capturados en la base de datos de computadora, que ha desarrollado el Departamento de Informática.

- f) Enseguida se forman nuevamente para pagar en la caja. Los datos de los pacientes aparecen en la computadora que se encuentra en el área de caja, pues esta se encuentra conectada en red con las computadoras del archivo. En la caja se les cobra el importe de la consulta y se les entrega un recibo impreso en computadora con los datos que anteriormente proporcionaron en el archivo.
- g) Posteriormente esperan para recibir la consulta. Los pacientes después de recibir la consulta abandonan el sistema, y si es necesario se les da una nueva cita para una consulta posterior y llevar un seguimiento de la evolución de su enfermedad, para lo que pueden ser citados para que se les practique alguna prueba de laboratorio y/o en alguna de las subespecialidades con las que cuenta el CDP. Es importante señalar que los pacientes conservarán el mismo horario (matutino o vespertino) del primer día que asistieron y continuarán siendo citados el mismo día de la semana en que asistieron por primera vez.

La siguiente figura ilustra los pasos recibir consulta de primera vez, de acuerdo a un esquema que el mismo personal del CDP ha elaborado para información de los pacientes.

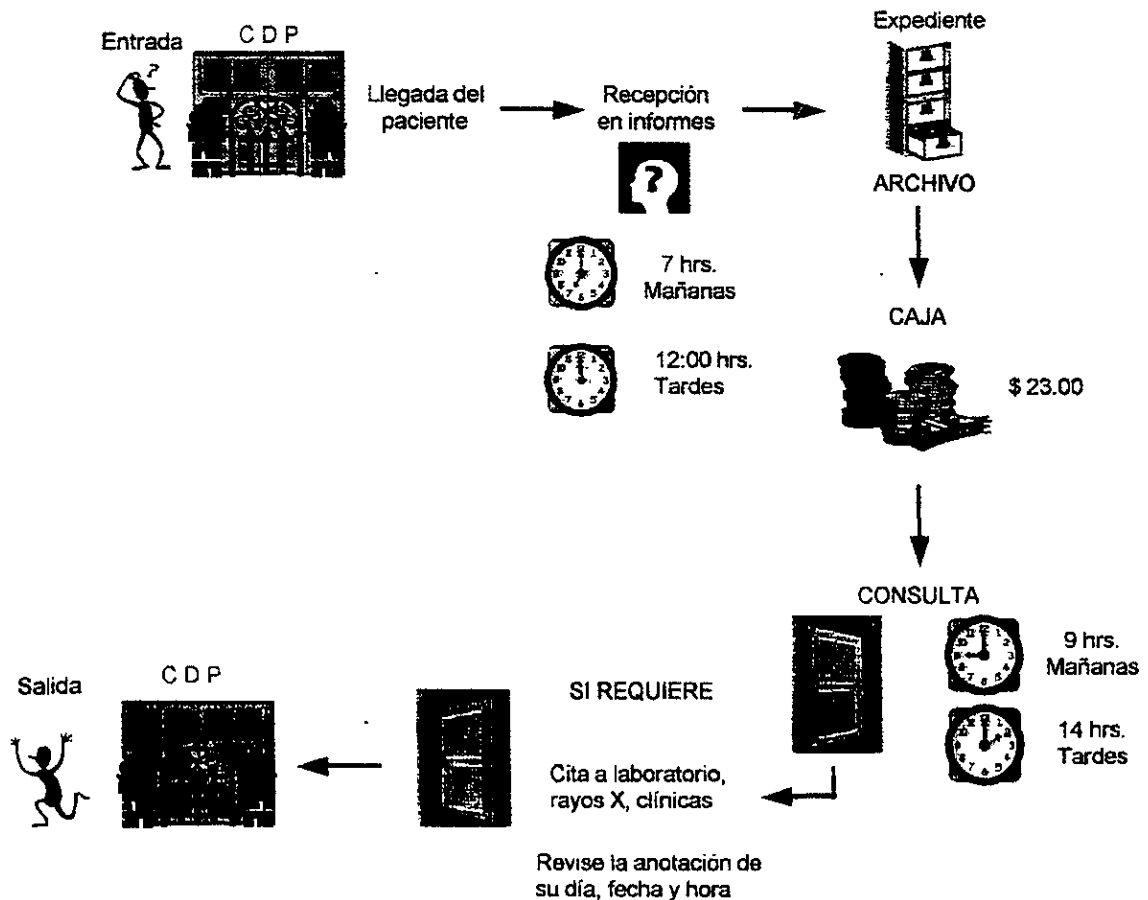


Figura 5.1 Pasos a seguir para obtener consulta de primera vez

El esquema elaborado por el jefe de consulta externa del CDP que se presenta a continuación ilustra los pasos para obtener cita subsiguiente.

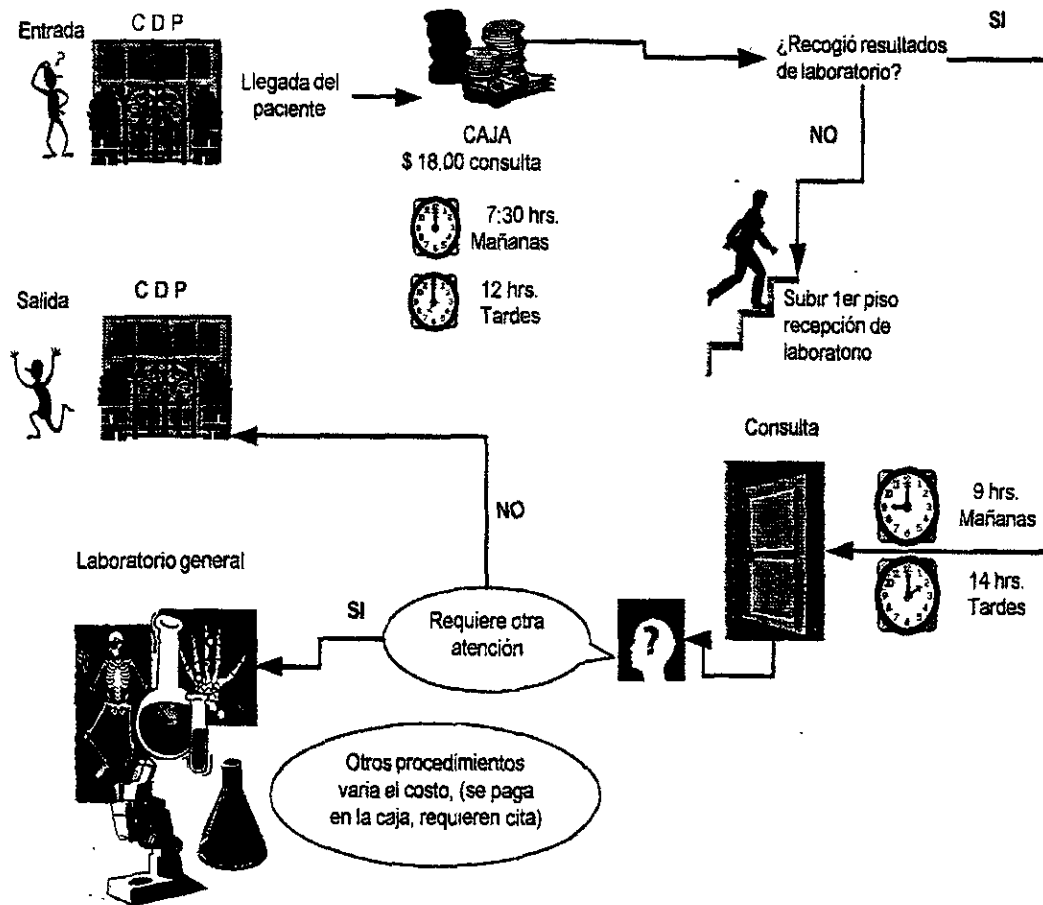


Figura 5.2 Pasos a seguir para obtener una consulta dermatológica general

El proceso que siguen los pacientes subsecuentes dentro del CDP también varía ligeramente si estos asisten durante el turno matutino o si asisten en el vespertino. A continuación se explican los pasos:

- a) Aunque para el turno matutino a los pacientes subsecuentes se les cita a las 8:00 a.m. algunos llegan antes de la hora en que se abre el CDP y se forman en una fila diferente de la de los pacientes de primera vez. Los pacientes del turno vespertino que llegan antes de las 13:00, que es a la hora en que se les cita, pasan directamente a la caja.
- b) Cuando comienza la atención a las 8:00 a.m. a los pacientes subsecuentes del turno matutino que ya se encuentran formados, el personal de informes les recoge la tarjeta de citas y se les pasa a la caja. Algunos de las pacientes subsecuentes del turno matutino llegan una vez que ya se ha iniciado el servicio de caja y se forman con los demás. A los pacientes del turno vespertino se les recoge directamente la tarjeta de citas en la caja. Estos últimos pacientes tienden a formar una fila alrededor de las 13:00, que es a la hora en que están citados.

- c) Tanto los pacientes subsecuentes del turno matutino como del turno vespertino pagan en caja, en grupos de pacientes (el tamaño de los grupos es a consideración del personal de caja) en forma alternada con los pacientes de primera vez. Los recibos, a diferencia de los que se les entregan a los pacientes de primera vez, no son impresos en computadora, sino que se elaboran en máquina de escribir, por lo que el proceso es más lento.
- d) Las tarjetas de citas tanto de los pacientes del turno matutino como los del turno vespertino son llevadas al área de archivo, donde los empleados del archivo buscan los expedientes médicos y el servicio de enfermería los llevan al consultorio donde el paciente siempre recibe la atención médica y posteriormente cuando la consulta ha terminado son guardados nuevamente en el archivo.
- e) Los pacientes que requieran análisis médicos y que no los hayan pasado a recoger con anterioridad tendrán que hacerlo antes de pasar a la consulta.
- f) Los pacientes subsecuentes esperan, en la misma sala donde se encuentran los pacientes de primera vez, para recibir la atención médica. Una vez que han recibido la atención médica, se les indica el día de su próxima cita anotándoseles la fecha en la tarjeta de citas, pero sin llevar un registro exacto del número de citas que cada consultorio tiene para una fecha determinada. En su caso, se les indica si requieren otros análisis médicos los cuales se les practican en las instalaciones del CDP, regularmente otro día.

Los horarios aproximados de los diferentes procesos en los que se ven involucrados los pacientes de primera vez son los siguientes:

Tabla 5.1 Horarios de atención a los pacientes de primera vez

	Turno matutino	Turno vespertino
Entrada al CDP	7:00 a.m.	12:00 p.m.
Plática de orientación	7:10 a.m.	12:10 p.m.
Preconsulta	7:15-7:30	12:15-12:30
Toma de datos en archivo	7:20-8:30 a.m.	12:20-13:30
Pago en caja	7:35-8:30 a.m.	12:35-13:30
Consulta médica	9:00-11:00 a.m.	2:00-4:00

Los pacientes de primera vez son los que más tienen que esperar para recibir atención de los médicos especialistas. Estos pacientes se forman afuera de las instalaciones del CDP desde muy temprano para poder alcanzar ficha. De acuerdo con dos encuestas que ha realizado el servicio de trabajo social algunos de los pacientes comienzan a llegar desde las 3:30 a.m. para poder recibir consulta y los últimos que alcanzan ficha llegan a las 7:00 a.m. Cabe señalar que los pacientes que han llegado primero reciben consulta solamente hasta las 9:00 a.m. y salen poco después, mientras que los pacientes que llegaron poco antes de las 7:00 a.m. y que todavía alcanzaron ficha serán los últimos del turno de la mañana que recibirán atención y saldrán alrededor de las 11:00 a.m. Lo anterior indica que los primeros pacientes en llegar esperaron alrededor de 5 horas y 30 minutos para recibir atención mientras que los últimos en llegar esperaron alrededor de 4 horas.

Los primeros pacientes de primera vez que llegan para recibir atención en el turno vespertino son los pacientes que llegaron alrededor de las 7:00 a.m. y que ya no alcanzaron ficha para el turno matutino, los últimos pacientes que llegan y que todavía alcanzan ficha para este turno llegan alrededor de las 12:00 p.m. Nuevamente se observa una espera prolongada, ya que los primeros pacientes en llegar reciben atención hasta las 2:00 p.m., por lo que han tenido que esperar alrededor de 7 horas, mientras que los últimos en llegar reciben atención alrededor de las 3:30 p.m. Por lo que han tenido que esperar no menos de 4:00 horas. Estos pacientes esperan en su mayoría dentro de las instalaciones del CDP puesto que sus lugares de origen son distantes a este lugar y prefieren quedarse para poder conservar su lugar. El sistema para saber el orden de llegada es el que ya se ha explicado anteriormente.

Los tiempos de espera de los pacientes subsecuentes son menos prolongados, pues a ellos se les indica que lleguen a las 8:00 y 13:00 para los turnos matutino y vespertino respectivamente, y se les atiende entre las 9:00 a.m. y las 11:00 a.m. a los del turno matutino y entre las 2:00 p.m. y las 4:00 p.m. a los del turno vespertino. Los pacientes subsecuentes de estos dos turnos esperan entre 2 y 4 horas.

Aunque los médicos atienden a los dos tipos de pacientes (primera vez y subsecuentes) dentro del mismo horario (9:00-11:00 a.m. en el turno matutino y 2:00-4:00 p.m. en el turno vespertino), no existe una política preestablecida con la que se debe atender a los pacientes. Todos los médicos atienden a los pacientes de acuerdo con alguna de las tres políticas que se mencionan a continuación y según su criterio (pudiendo este último variar de un día a otro y de consultorio a consultorio): a) primero se atiende a los pacientes de primera vez y después a los subsecuentes; b) primero se atiende a los pacientes subsecuentes y después a los de primera vez; y finalmente c) se atiende a los pacientes de primera vez y subsecuentes alternadamente.

La hora de entrada de los médicos y médicos residentes es a las 8:00 a.m. Durante el tiempo que los pacientes esperan tanto en la mañana como en la tarde, los médicos residentes tienen sesiones de formación académica. La primera sesión de mañana es de las 8:00 a.m. a las 9:00 a.m., aunque se puede prolongar hasta las 9:20 a.m. La sesión de los jueves es de 11:00 a.m. a 12:00 p.m. o máximo hasta las 12:20 p.m. Debe de hacerse notar que durante el tiempo que los residentes tienen estas sesiones no se les da consulta a los pacientes, por lo que simplemente están esperando o realizando los trámites tanto en el archivo como en caja. Lo mismo ocurre en el horario de comida de los médicos el cual es de 12:00 p.m. a 2:00 p.m.

Por otra parte, con el fin de hacer que a cualquier hora del día se pueda contar con la presencia de personal de los tres servicios que se mencionaron anteriormente, se ha programado en horarios escalonados a los empleados de dichos servicios, es decir, sus horas de entrada y salida están desfasados. En la siguiente tabla se muestran los horarios de cada uno de estos empleados.

Tabla 5.2 Horario del personal del servicio de Informes

Empleado	Hora de entrada	Hora de salida
Jefe de informes	7:00 a.m.	1:30 p.m.
Empleado 1	8:30 a.m.	2:30 p.m.

Tabla 5.3 Horario del personal del servicio de Caja

Empleado	Hora de entrada	Hora de salida
Jefe de caja	8:30 a.m.	3:30 p.m.
Empleado 1	7:00 a.m.	1:30 p.m.
Empleado 2	8:00 a.m.	3:00 p.m.

Tabla 5.4 Horario del personal del servicio de archivo

Empleado	Hora de entrada	Hora de salida
Jefe de archivo	7:30 a.m.	2:30 p.m.
Empleado 1	7:00 a.m.	2:00 p.m.
Empleado 2	7:00 a.m.	2:00 p.m.
Empleado 3	8:00 a.m.	3:00 p.m.
Empleado 4	8:00 a.m.	3:00 p.m.
Empleado 5	8:30 a.m.	2:30 p.m.
Empleado 6	10:30 a.m.	5:30 p.m.

Información importante sobre el CDP fue integrada en marzo de 1998 durante la elaboración de un análisis situacional. A continuación se presentan algunos de los datos obtenidos de dicho análisis que son de interés en este trabajo.

Población total servida durante 1997: 84,829

Aspectos socioeconómicos

Familias con ingreso inferior al salario mínimo: 0.0%
 Familias con ingreso de hasta dos salarios mínimos: 36.6%
 Familias con ingreso de hasta cuatro salarios mínimos: 57.5%
 Familias con ingreso de mas de cuatro salarios mínimos: 5.9%

Tabla 5.5 Aspectos socioculturales de los pacientes del CDP

Sin escolaridad	6.5%	Primaria incompleta	12.2%
Primaria completa	34.5%	Secundaria incompleta	2.9%
Secundaria completa	15.1%	Preparatoria incompleta	0.7%
Preparatoria completa	15.2%	Profesional incompleta	0.7%
Profesional o más	6.5%	Sin respuesta	5.7%

5.2 Planteamiento de la problemática del CDP

Para determinar si el tiempo de espera representan un factor importante de la problemática del CDP, así como la estructuración de la problemática de espera, se emplearon tres medios

de información: información con la que disponía el CDP, consulta al personal de la misma organización y observación directa de la problemática.

Dentro de la información disponible, más útil para determinar la problemática, se encuentran los comentarios que los mismos pacientes depositan en el buzón de sugerencias y las encuestas que el departamento de trabajo social ha realizado. El resumen de quejas depositado dentro del buzón de sugerencias de 1996 a 1999 es el siguiente:

Tabla 5.6 Resumen de quejas depositadas en el buzón de sugerencias

Quejas	1996	1997	1998	1999	Total	Porcentaje
1 Largo tiempo de espera	1	27	10	11	49	26.6%
2 Caja	5	8	5	7	25	13.6%
3 Consulta	0	11	3	9	23	12.5%
4 Informes	0	10	8	4	22	12.0%
5 Instalaciones sucias y/o descuidadas	0	11	1	0	12	6.5%
6 Personal	0	2	2	3	7	3.8%
7 Sala de espera	0	2	1	3	6	3.3%
8 Baños	0	0	5	1	6	3.3%
9 Otras (17 quejas diferentes)	0	7	10	17	34	18.5%
Total	6	78	45	55	184	100.0%

Se observó que la queja más frecuente, con poco más de una cuarta parte del total de las quejas, es el largo tiempo de espera. Se puede afirmar que la percepción de los pacientes es que esperan más de lo necesario. Es evidente que el número de quejas es muy pequeño para un periodo de cuatro años. Esta baja participación se debe presumiblemente al hecho de que los pacientes no creen que se dé respuesta a las quejas que depositan en el buzón de sugerencias, además de que en ocasiones los pacientes no cuentan con papel para escribir sus comentarios porque no se les proporciona.

Otra de las fuentes importantes de información son las dos encuestas realizadas por el Departamento de Trabajo Social. En las siguientes figuras se presenta un resumen de algunos de los resultados de estas encuestas elaboradas por Trabajo Social y que nos proporcionan mayor claridad con respecto a la problemática de espera.

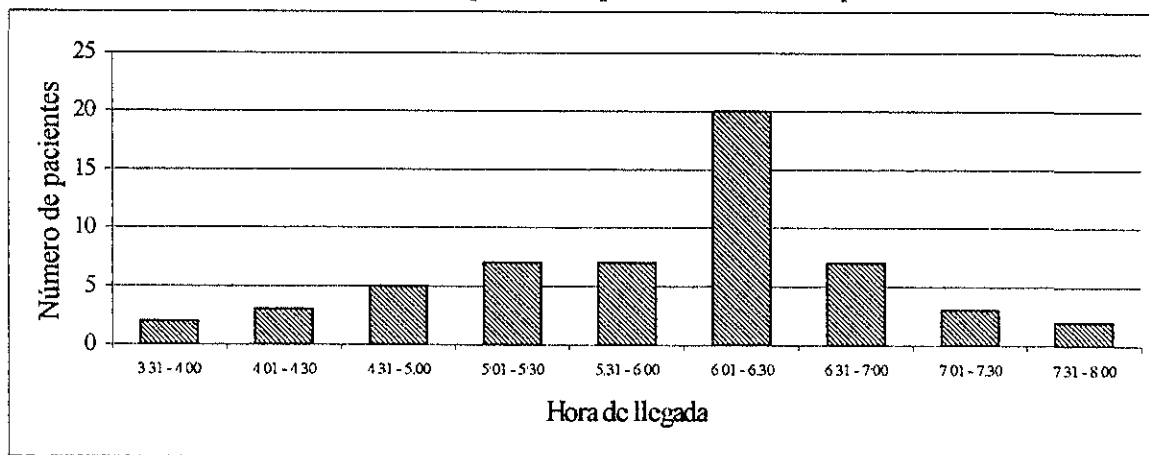


Figura 5.3 Frecuencia de llegadas en el turno matutino

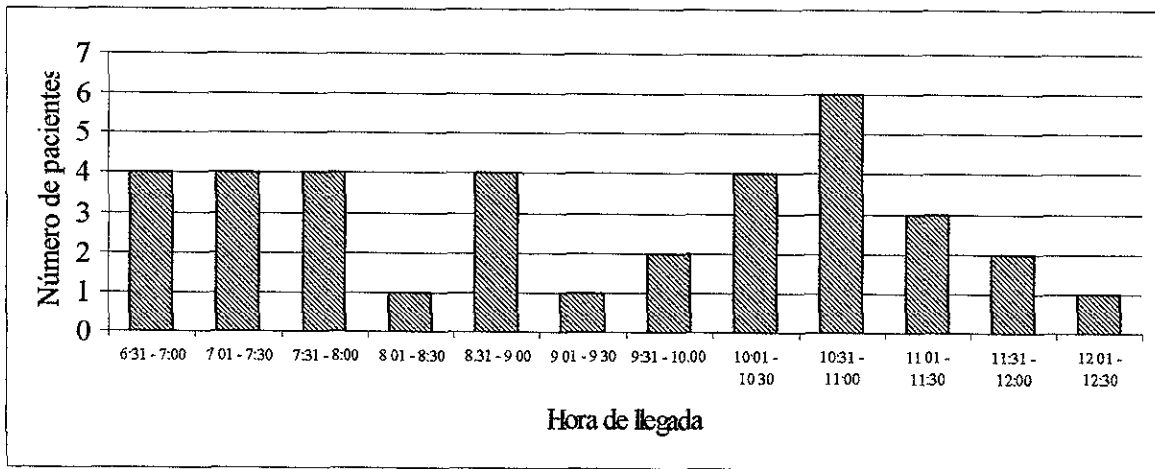


Figura 5.4 Frecuencia de llegadas en el turno vespertino

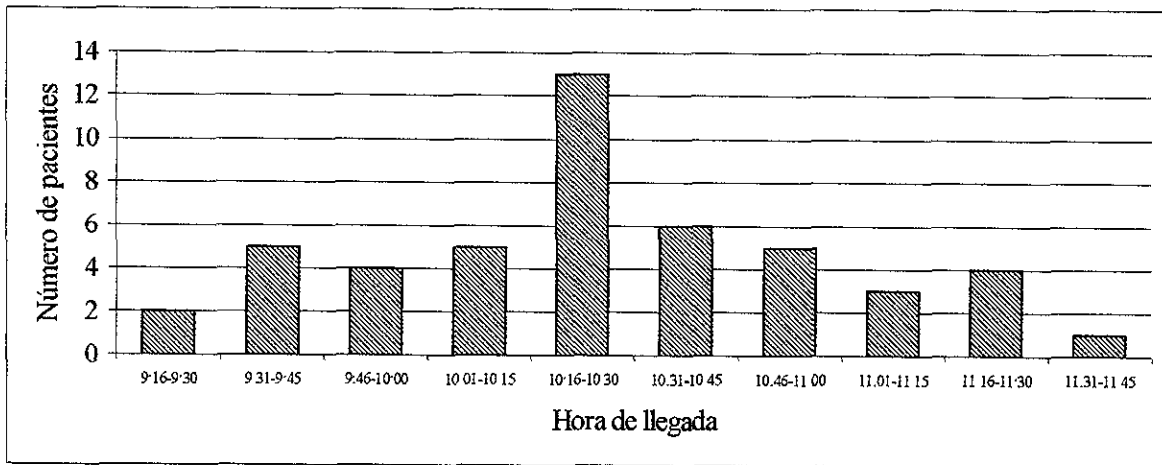


Figura 5.5 Frecuencia de ingreso a la consulta del turno matutino

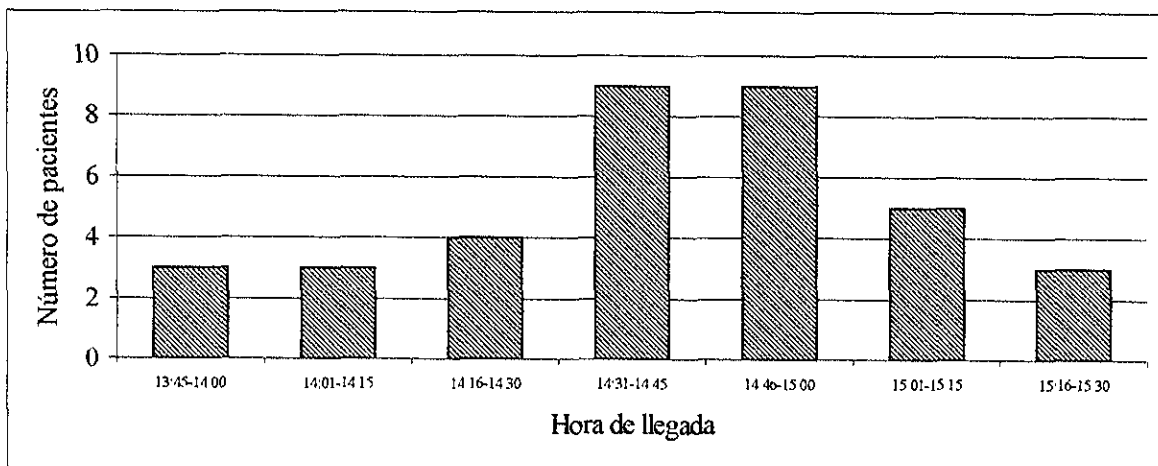


Figura 5.6 Frecuencia de ingreso a la consulta del turno vespertino

Con estos datos, se realizó el siguiente procedimiento para obtener un tiempo promedio de espera:

- Se considero que todos los pacientes llegaban a la mitad de cada intervalo de tiempo, por ejemplo, para un intervalo de llegada entre 6:31 a.m. y 7:00, se supuso que todos los pacientes que llegaron dentro de este intervalo llegaron a las 6:45, exactamente a la mitad del mismo.
- Se sumó el producto de la hora de llegada media de cada intervalo por el número total de los pacientes y se dividió entre el total de los pacientes, para obtener una hora promedio de llegada. Este cálculo se realizó tanto para el turno vespertino como matutino.
- Se aplicaron estos dos pasos para obtener la hora media de ingreso a la consulta.
- Se le restó la hora media de llegada al sistema a la hora media de ingreso a la consulta y se le sumaron 10 minutos que en promedio dura la consulta para obtener el tiempo total que permanecen los pacientes en el sistema.

A partir del procedimiento anterior se calculó que los pacientes del turno matutino permanecen en el sistema en promedio aproximadamente 4 horas 40 minutos y los del turno vespertino 5 horas y 35 minutos.

Por otra parte, en la consulta realizada entre el personal tanto médico como administrativo, se detectó que existía la percepción de que el problema de espera es importante como parte de la problemática de la atención a los pacientes, lo anterior se determinó mediante una pregunta expresa en la que se les pidió que indicaran si consideraban que el tiempo de espera es uno de los principales problemas del CDP en cuanto a la atención de los pacientes. A la pregunta anterior 14 de los consultados contestaron afirmativamente y solamente 2 de forma negativa. A pesar de esta percepción, gran parte del personal consultado creía que no existe una forma factible de disminuir el tiempo de espera, y señalaron que dada la gran población que se atiende en este centro, el problema es inevitable. Es importante indicar este punto, dado que el hecho de que el personal considere que no es posible mejorar la situación de espera podría dificultar la visualización de posibles mejoras e implantar las soluciones propuestas. Los problemas con respecto al tiempo de servicio a los pacientes presentados en la Tabla 5.7 (agrupados de la siguiente forma: caja, informes, archivo, consulta médica, laboratorio e instalaciones y pacientes) son resultado de la misma consulta.

Es importante señalar que la consulta realizada entre el personal del CDP fue de en cierta manera informal, mediante cuestionarios y entrevistas con personas clave dentro de cada área funcional, debido a que como este estudio fue realizado para complementar el presente trabajo de tesis y no fue solicitado por la institución, por lo que no era factible aplicar un método de consulta tal como el TKJ puesto que el personal no tenía tiempo disponible para realizar una actividad de esta naturaleza. Sin embargo, en situaciones en las que el caso que se estudie requiera una consulta más detallada, será recomendable llevar a cabo el método de consulta a expertos más adecuado de manera completa.

Tanto del buzón de las sugerencias de los pacientes como de la consulta realizada entre el personal del CDP, así como de la observación directa, se detectó que existe una problemática dentro del sistema de espera de esta organización y que es deseable que se mejore dicho sistema.

Objetivos del estudio del Caso “Centro de Dermatológico Ladislao de la Pascua”

Como se explicó en el capítulo anterior las metas y los objetivos del estudio deben estar subordinados a la misión, sin embargo, en el caso del CDP, no existe una misión bien definida y difundida entre el personal, por lo que para plantear los objetivos y las metas de este estudio se recurrió tanto a las definiciones de sus funciones principales explicadas anteriormente (entre las que se encuentra la función asistencial), como a las opiniones del personal. Sería motivo de otro trabajo la definición formal de la misión para esta organización. Los objetivos y metas que se definieron son los siguientes:

FUTURO IDEAL

Los pacientes, el mediano plazo, no deberán esperar en promedio más de dos horas para recibir el servicio.

OBJETIVO GENERAL

Conocer la problemática del tiempo de espera de los pacientes que asisten al Centro Dermatológico Ladislao de la Pascua, para poder disminuir este tiempo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar la calidad de la atención a los pacientes en el Centro Dermatológico “Ladislao de la Pascua” con respecto al tiempo de espera.
- Evaluar el funcionamiento general del Dermatológico.
- Proponer y analizar las posibles mejoras que se puedan aplicar en el funcionamiento del sistema de espera del CDP.
- Implementar las mejoras que sean más convenientes de acuerdo con un análisis de su factibilidad e importancia.
- Evaluar y medir el impacto de las nuevas mejoras para ajustarlas si es necesario.

Así mismo se establecieron las siguientes metas:

METAS

- Disminuir el tiempo promedio de espera de los pacientes en por lo menos una hora.
- Despertar la conciencia del personal, tanto médico como administrativo, de la importancia y la factibilidad de mejorar el sistema de espera en el corto plazo.
- Lograr que el personal, en el corto plazo, se involucre y se interese en la solución de esta problemática.
- Crear un programa de acciones específicas, indicando los responsables, para lograr la meta principal en el corto plazo

Identificación y clasificación de los problemas

Mediante la consulta realizada entre el personal del CDP se identificaron los siguientes problemas que conforman la problemática del sistema de espera.

Tabla 5.7 Problemas del CDP por área funcional

Area o Servicio	No.	Problema
Caja	1	Inicio tarde del servicio
	2	Falta de coordinación con el servicio de archivo
	3	Actitud del personal. Apatía en el trabajo
	4	Horario de personal. Una sola persona no es suficiente para atender a los pacientes, se necesita una persona más para atender a partir de las 7:00 a.m.
	5	No se respetan tiempos de servicio
	6	Tiempo de cobro es corto
	7	Una sola ventanilla para atención. Se necesitan dos
	8	El paciente paga justo al final del límite del tiempo para cobrar
	9	Relaciones de trabajo entre el personal
	10	El servicio de caja necesita que sea agilizado
	11	No hay personal todo el tiempo
	12	El cobro de los pacientes subsecuentes no es a través de la computadora
	13	Falta capacitación
Informes	14	Actitud del personal
	15	La plática informativa a veces no se da en el periodo estipulado y se excede el tiempo retrasando las otras actividades.
	16	Se reparte un número grande de fichas para pacientes de primera vez
	17	Solo se encuentra una persona a las 7:00 a.m. en vez de dos
	18	Falta material para realizar el trabajo
Archivo	19	Inicio tarde del servicio. No se inicia el servicio a las 7:00 a.m.
	20	Falta de coordinación con el servicio de caja
	21	Actitud del personal. Apatía en el trabajo
	22	No se respetan tiempos de servicio. No inicia a tiempo
	23	Falta personal
	24	Tardan en dar los expedientes. Los expedientes no se encuentran en ocasiones en el consultorio cuando comienza la consulta
	25	Falta capacitación
	26	La computadora servidor no siempre se enciende temprano para poder tomar datos

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Consulta
médica

- 27 No se respetan tiempos de servicio. No inicia a tiempo
- 28 Se da la consulta pacientes de primera vez al mismo tiempo que la de los subsecuentes
- 29 La demanda de consulta sobrepasa la capacidad de atención. El volumen de pacientes es muy grande. La población que se sirve es muy grande
- 30 El personal médico no se encuentra en el consultorio para empezar la consulta a tiempo
- 31 La preconsulta no se da en el periodo estipulado y se excede el tiempo retrasando las otras actividades, no esta bien organizada
- 32 No se respetan las citas programadas
- 33 Falta más personal para atender el volumen de pacientes
- 34 Enfermería se tarda en proporcionar equipos. Falta cooperación por parte de enfermería.
- 35 La consulta puede empezar antes
- 36 Políticas internas y/o Institucionales son deficientes
- 37 Hay padecimientos que se pueden tratar en el primer nivel de atención
- 38 No hay suficiente equipo para realizar biopsias
- 39 Es tardado referir a una clínica específica
- 40 Número grande de pacientes de primera vez por consultorio. Poco tiempo de atención por paciente
- 41 Bajo costo de la consulta
- 42 No se informa cuando el personal sale de vacaciones

Laboratorio

- 43 El personal de laboratorio no se encuentra siempre en su servicio. En ocasiones no hay nadie para que dé citas
- 44 No hay suficientes químicos y material de trabajo en el laboratorio
- 45 Los exámenes de laboratorio no están a tiempo

Instalaciones
y pacientes

- 46 Falta de lugar adecuado que para dar consulta. El tamaño de las instalaciones es insuficiente
- 47 Número insuficiente de consultorios
- 48 Los pacientes esperan en la calle desde una hora excesivamente temprana
- 49 Área de espera pequeña

El diagrama de Ishikawa o de la problemática de la espera de los pacientes del CDP, que se elaboró a partir de los problemas presentados arriba, se presenta a continuación

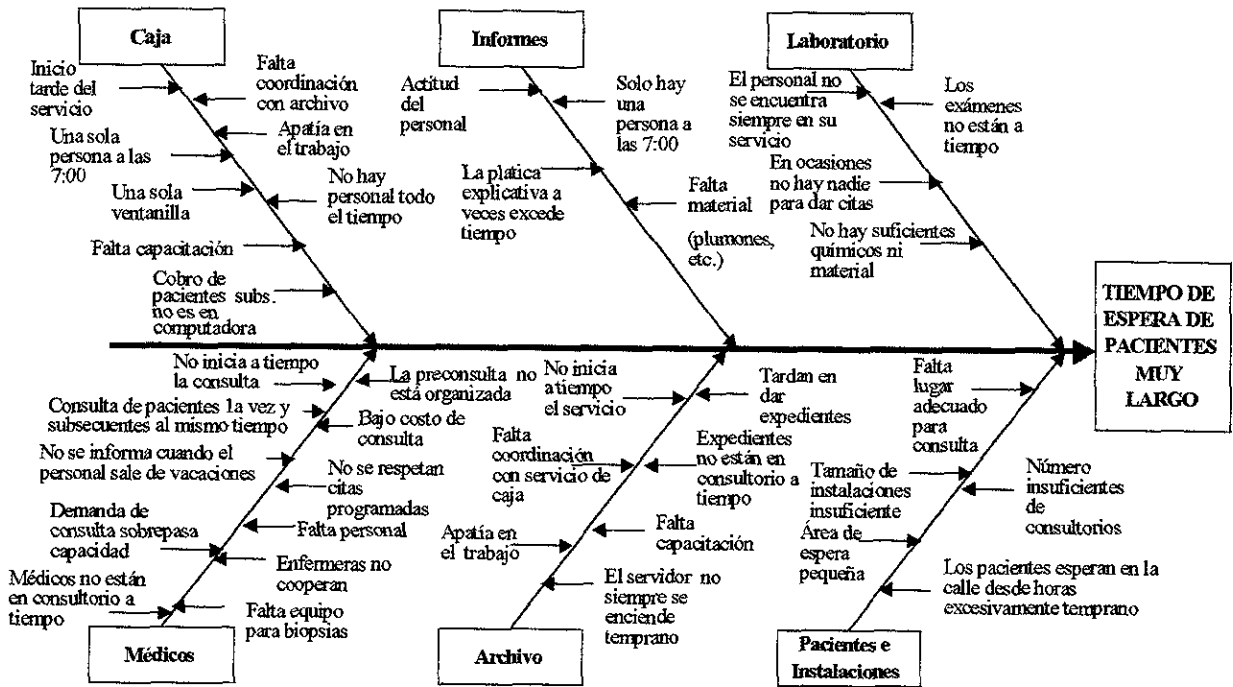


Figura 5.7 Diagrama causa-efecto de la espera de los pacientes en el CDP

Una vez detectados los principales problemas se jerarquizaron con ayuda del mismo personal que fue consultado y se elaboró una matriz en la que se indica si la importancia y la factibilidad para resolver cada problema son altas o bajas, respectivamente. Por simplicidad se usaron los números que se les asignaron y que se indican en la tabla 5.7 para representar a cada problema. La matriz en cuestión se presenta a continuación.

Tabla 5.8 Jerarquización de problemas del CDP

		Factibilidad	
		Alta	Baja
Importancia	Alta	1,3,4,9,10,11,14,21,25,27,28,31,32,35	7,12,13,15,17,18,23,30,40,42,43,45
	Baja	2,5,6,8,16,19,20,24,26,39	22,29,33,34,36,37,38,41,44,46,47,48,49

En las siguientes secciones se explican las soluciones que se propusieron para la solución de los problemas.

5.3 Diagnóstico del sistema de espera del CDP.

Como se indicó en el capítulo anterior un paso importante para el diagnóstico del sistema de espera, es la elaboración de diagramas de flujo. A continuación se presentan dos figuras con los diagramas en los que se observa el flujo de los pacientes de primera vez y subsiguientes del CDP respectivamente.

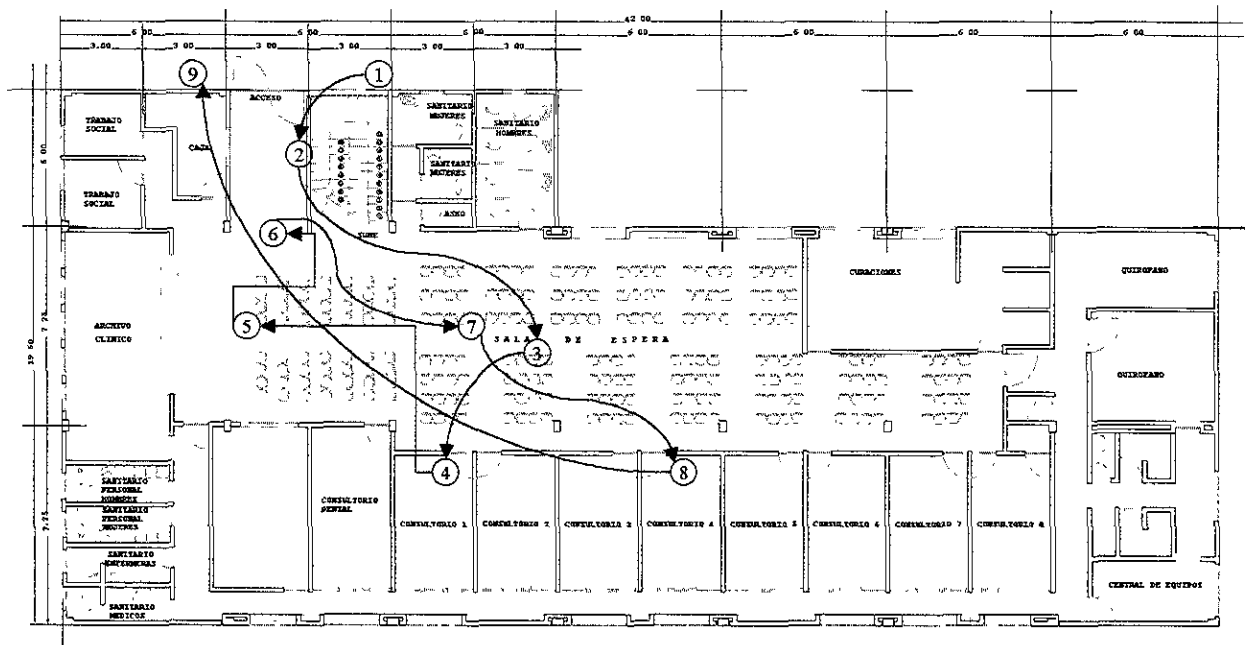


Figura 5.8 Flujo de pacientes de primera vez del CDP

La descripción de cada uno de los pasos que tienen que seguir los pacientes de primera vez del CDP que se presentan en la Figura 5.8 es la siguiente:

1. Llegada al CDP.
2. Únicamente los pacientes del turno vespertino siguen este paso. Si no alcanzan ficha para el turno vespertino, en informes (esta área esta ubicada debajo de la escalera) se les toman los datos para que en el turno de la tarde reciban atención, mediante el mecanismo que se explicó anteriormente.
3. Plática informativa.
4. Preconsulta.
5. Registro de datos en archivo.
6. Pago en caja.
7. Espera.
8. Consulta.
9. Salida de las instalaciones del CDP.

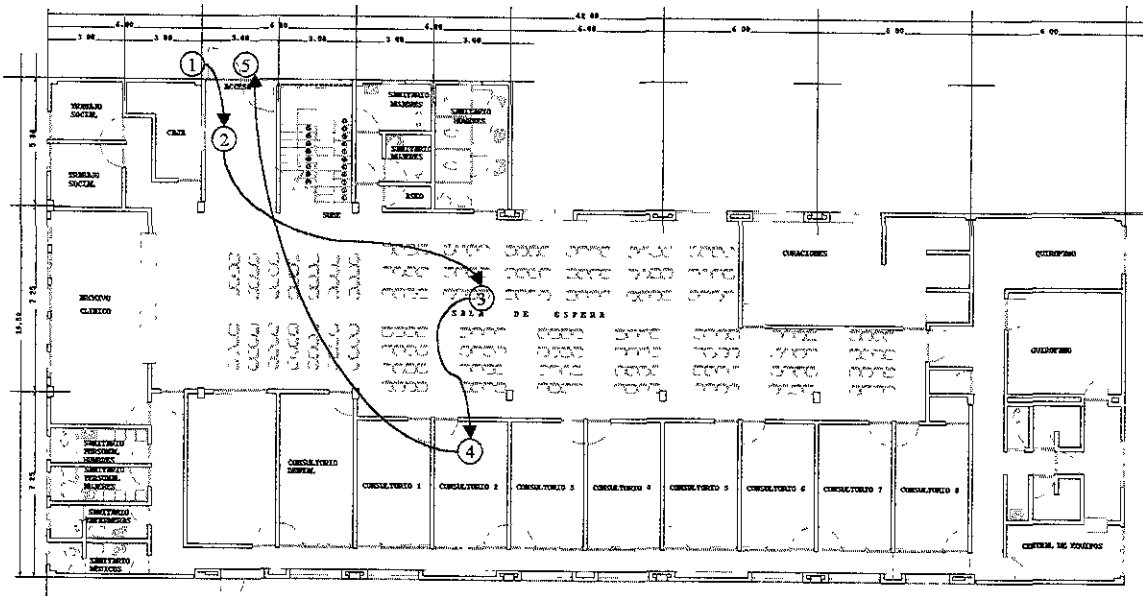


Figura 5.9 Flujo de pacientes de subsiguientes del CDP

La descripción de cada uno de los pasos que tienen que seguir los pacientes de primera vez del CDP que se presentan en la Figura 5.9 es la siguiente (por simplicidad en esta descripción no se consideraron el paso de pasar por los resultados al laboratorio):

1. Llegada al CDP.
2. Pago en caja.
3. Espera.
4. Consulta médica.
5. Salida del CDP.

Otra figura que resulta de interés es la que a continuación se presenta la cual ilustra las relaciones entre el CDP con los diferentes actores que intervienen dentro de esta institución.

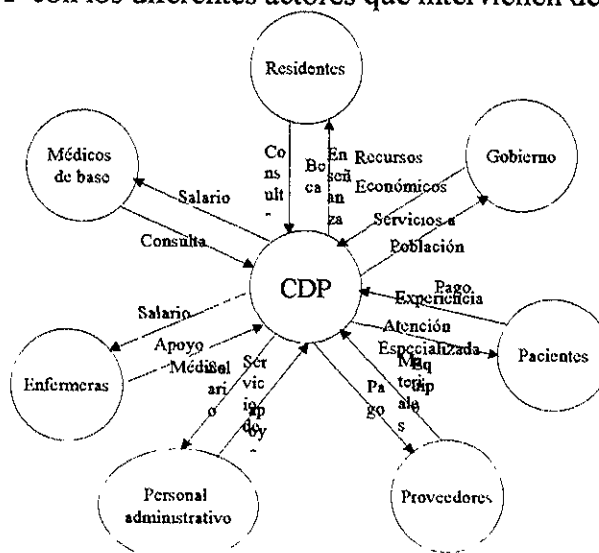


Figura 5.10 Relaciones entre el CDP y los distintos actores

En este caso los actores que más nos interesa estudiar son los pacientes, los cuales como se observa en la figura proporcionan un pago por los servicios especializados que reciben de parte de los médicos y residentes, mientras que de forma indirecta proporcionan un medio para adquirir experiencia para los médicos, pero especialmente para los médicos residentes. Los actores que más influyen en la cantidad de tiempo que permanecen los pacientes dentro de la organización son los empleados administrativos, tanto de la caja como del archivo, por lo que también se prestó especial atención dentro de este estudio a estos servicios.

A continuación se presenta un resumen gráfico elaborado por el Departamento de Sistemas de las actividades de estos los servicios de archivo y caja.

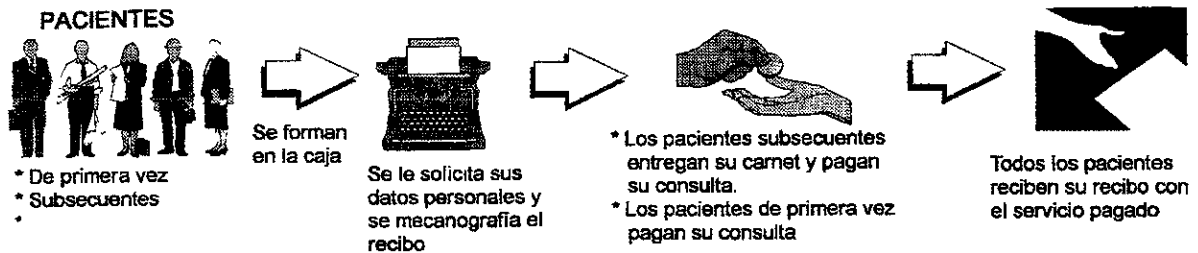


Figura 5.11 Actividades del área de caja

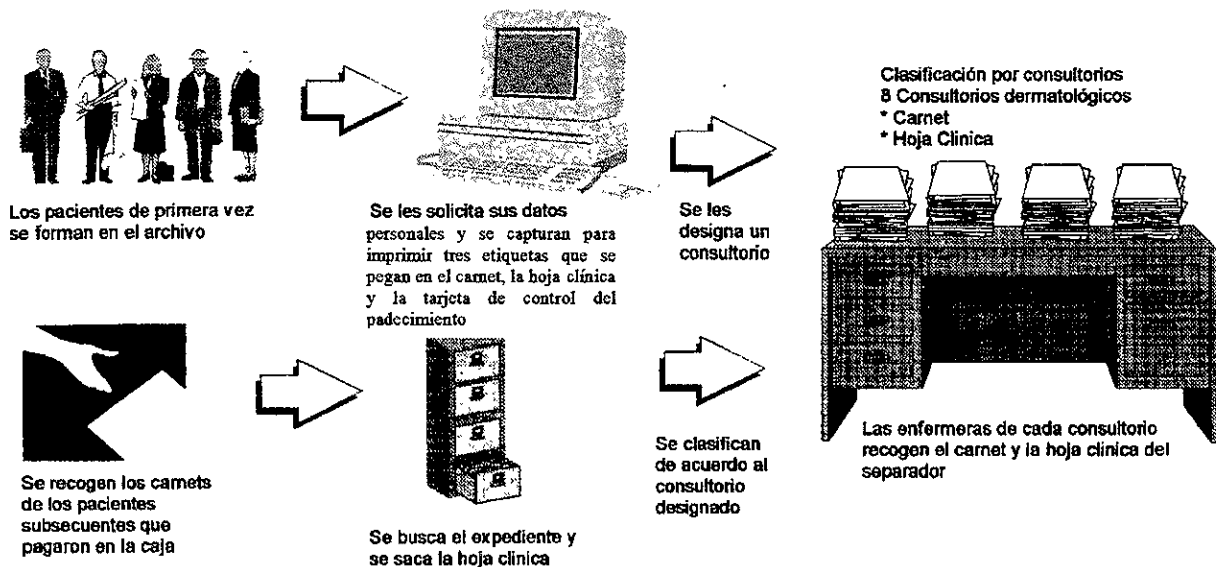


Figura 5.12 Actividades del área de archivo

Estas figuras resultan útiles para comprender las actividades que se realizan en ambos servicios y como éstas varían dependiendo de si se trata de pacientes de primera vez o subsecuentes. Estos datos son importantes y fueron considerados en la etapa de evaluación de alternativas como se explicará más adelante.

Medición aproximada de tiempos

Con se indica en el capítulo anterior el siguiente paso es la medición aproximada de las frecuencias de llegada, tiempos de servicio y tiempos de espera. En este caso se detectaron algunas particularidades que no necesariamente se presentan en otros sistemas de espera. Las dos características más importantes son las que se mencionan a continuación:

- Los servicios de salud pública del medio mexicano, a diferencia de otras organizaciones de servicio, se saturan, por lo que en ocasiones tienen que rechazar clientes, lo que ocasiona que las llegadas de los pacientes sean todas a la misma hora más o menos y que más tarde no haya llegadas. Esto ocasiona que la determinación de la frecuencia de llegadas no sea igual a la de los modelos analizados en el Capítulo 3.
- El flujo de los procesos de operación del CDP es intermitente (por lotes), más que continuo, a diferencia de la mayoría de los servicios y modelos de sistemas de espera. Se puede considerar que es por lotes, porque las áreas que proporcionan los servicios tienen horarios diferentes de mayor actividad y no paran de proporcionar el servicio hasta que terminan tanto con los pacientes del turno matutino, como del vespertino.

En la siguiente figura se presenta un diagrama de Gantt en las que se puede observar la secuencia de las principales actividades en las que se ven involucrados los pacientes de primera vez y subsiguientes tanto del turno vespertino como del turno matutino.

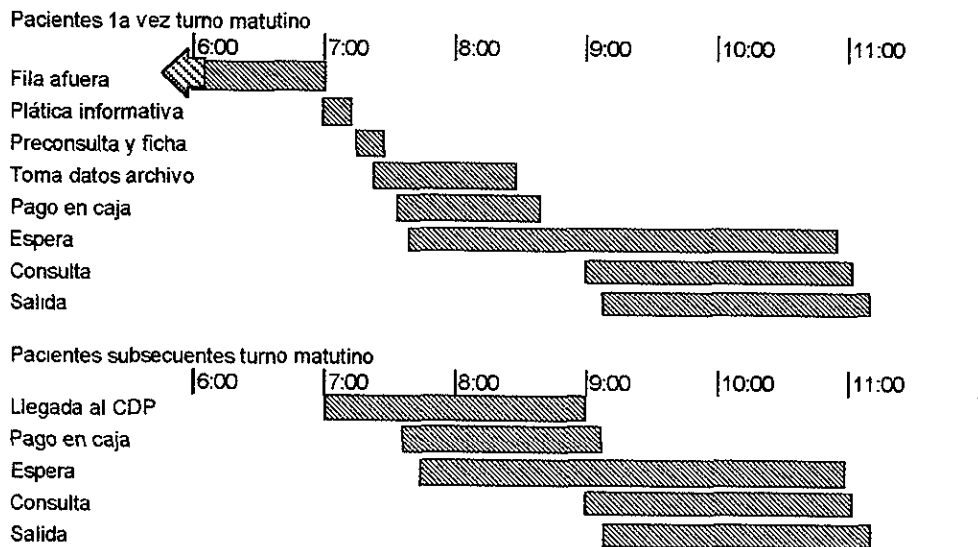


Figura 5.13 Diagrama de Gantt de actividades del turno matutino

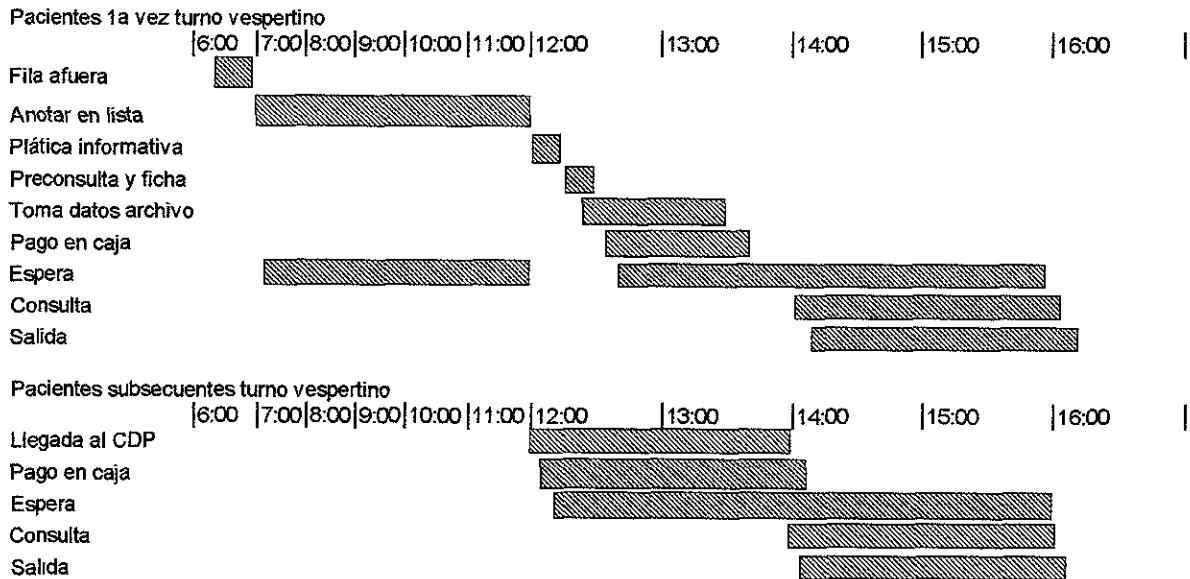


Figura 5.14 Diagrama de Gantt de actividades del turno vespertino

Propiedades estadísticas de los tiempos de servicio.

No se consideraron relevantes ni el tiempo de la preconsulta, ni el de la plática informativa, dado que son tiempo relativamente cortos y que no afectan al tiempo de permanencia total del paciente. Por otro lado, no se consideró adecuado tratar de disminuir los tiempos de consulta médica, debido a que se consideró que dicha disminución podría reflejarse en la calidad de atención médica, al no permitirle al médico emplear el tiempo necesario para proporcionar dicha atención. Por lo anterior se midieron únicamente los tiempos de atención a los clientes de los servicios de caja y archivo, los cuales se identificaron como claves para disminuir tiempos de espera. A partir de las mediciones de los tiempos se obtuvieron las distribuciones de probabilidad acumulada que se presentan en las figuras 5.15 y 5.16.

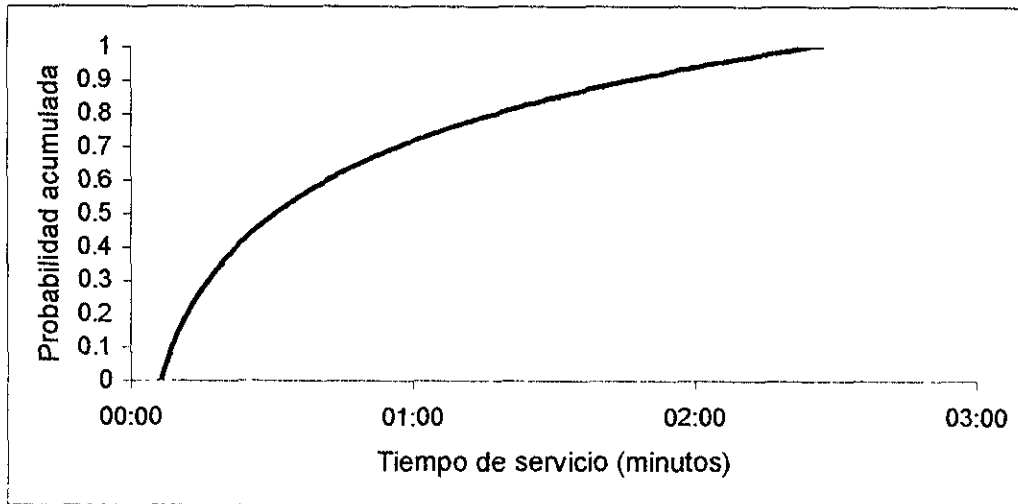


Figura 5.15 Distribución de probabilidad acumulada del tiempo de servicio en caja

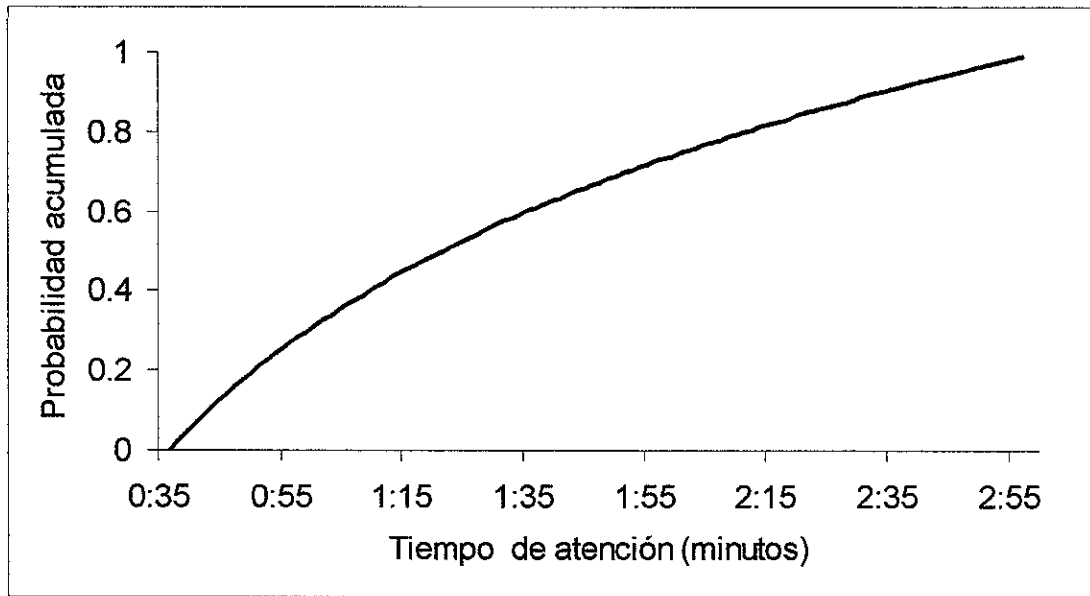


Figura 5.16 Distribución de probabilidad acumulada del tiempo de servicio en archivo

Las distribuciones de probabilidad acumulada obtenidas fueron empleadas para realizar un modelo de simulación de los tiempos de cada uno de los dos servicios en cuestión. Los modelos analizados fueron elaboradas de forma muy sencilla en una hoja de cálculo, en ellos se obtuvieron números aleatorios entre 0 y 1, con el fin de obtener el tiempo de servicio correspondiente para cada paciente. Se realizaron 100 simulaciones tanto para el servicio de caja como para el de archivo. Se obtuvieron los siguientes resultados:

- Para el servicio de caja se supuso, en una primera aproximación, que una sola ventanilla presta servicio. Se obtuvo un tiempo total de servicio para 180 pacientes por turno de 2 horas 22 minutos. Dado que en realidad funcionan dos ventanillas (aunque no todo el tiempo), pero considerando que durante 45 minutos funciona solamente una ventanilla, y que el tiempo restante funcionan dos ventanillas (como ocurre más o menos en realidad), se obtuvo un tiempo de servicio total de 1 hora 36 minutos. Este dato es más cercano al que se observa en la realidad.
- Para el servicio de archivo se consideraron dos ventanillas funcionando todo el tiempo. Con esta consideración, después de las 100 simulaciones se obtuvo un promedio de atención de 1 hora 26 minutos para atender 90 pacientes, pues solamente los pacientes de primera vez son atendidos en este servicio.

Es interesante comprobar que los resultados obtenidos mediante estos dos modelos de simulación fueron similares a los que se habían previsto en los diagramas de Gantt presentados anteriormente, en los que se consideró que aproximadamente el tiempo total de servicio para el área de caja es de 1 hora 30 minutos y de 1 hora 15 minutos para el área de archivo.

Dado que el sistema de espera es complejo y que los diagramas de Gantt presentados en las figuras 5.13 y 5.14 dan una buena idea de los tiempos de servicio dentro del CDP, no se

consideró práctico, ni necesario elaborar un modelo muy elaborado para comprender dicho sistema.

Estacionalidad de la demanda del servicio

Uno de los aspectos más significativos de la demanda del servicio del CDP es la estacionalidad (es decir el cambio en la demanda de acuerdo con la época del año de que se trate). Este hecho es bien conocido por el personal del CDP. Se reconoce que la época de mayor demanda coincide con las temporadas de vacaciones escolares, en especial las de verano. Este fenómeno se pudo identificar y corroborar mediante los registros del número de fichas que se dieron diariamente durante los últimos cuatro años.

Se consideró que puede no ser representativo el número en de fichas entregadas mensualmente, debido a que el número de días hábiles varía de un mes a otro provocando que aunque un mes esté más saturado, en dicho mes se hayan entregado menos fichas que en un mes menos saturado. Por lo anterior se decidió tomar como una medida significativa el porcentaje de las fichas disponibles que realmente se entregaron (a este parámetro se le llamó porcentaje de utilización del sistema), es decir que si en un periodo hubiera 100 fichas disponibles y se entregaran 90 se tendría un porcentaje de utilización de 90%. Evidentemente este parámetro solamente es útil para medir la asistencia de pacientes de primera vez, dado que la asistencia de los pacientes subsecuentes (en la cuál no se observó estacionalidad) depende de los que hayan sido citados por los médicos.

El factor de estacionalidad se calculó de la siguiente manera:

- Se obtuvo el promedio total de todos los porcentajes de utilización de todos los meses y años disponibles.
- Se obtuvo el promedio por mes de todos los años, es decir el promedio de utilización de los meses de enero, febrero, etc.
- Finalmente se divide el promedio mensual entre el promedio total, de tal forma que un mes en el que exista un factor de utilización alto, tal como el mes de julio, tendrá un factor de estacionalidad mayor que 1, mientras que un mes con baja utilización tendrá un valor para este factor menor que 1.

A continuación se presentan la tabla con los factores de estacionalidad para cada mes, así como la gráfica que muestra el porcentaje de utilización del sistema para pacientes de primera vez del CDP desde enero de 1997 hasta julio de 2000.

Tabla 5.9 Factores de estacionalidad de la demanda de pacientes de primera vez

Mes	Factor de estacionalidad	Mes	Factor de estacionalidad
Enero	1.06	Julio	1.15
Febrero	1.09	Agosto	1.12
Marzo	1.05	Septiembre	0.87
Abril	1.08	Octubre	0.85
Mayo	1.05	Noviembre	0.91
Junio	1.01	Diciembre	0.78

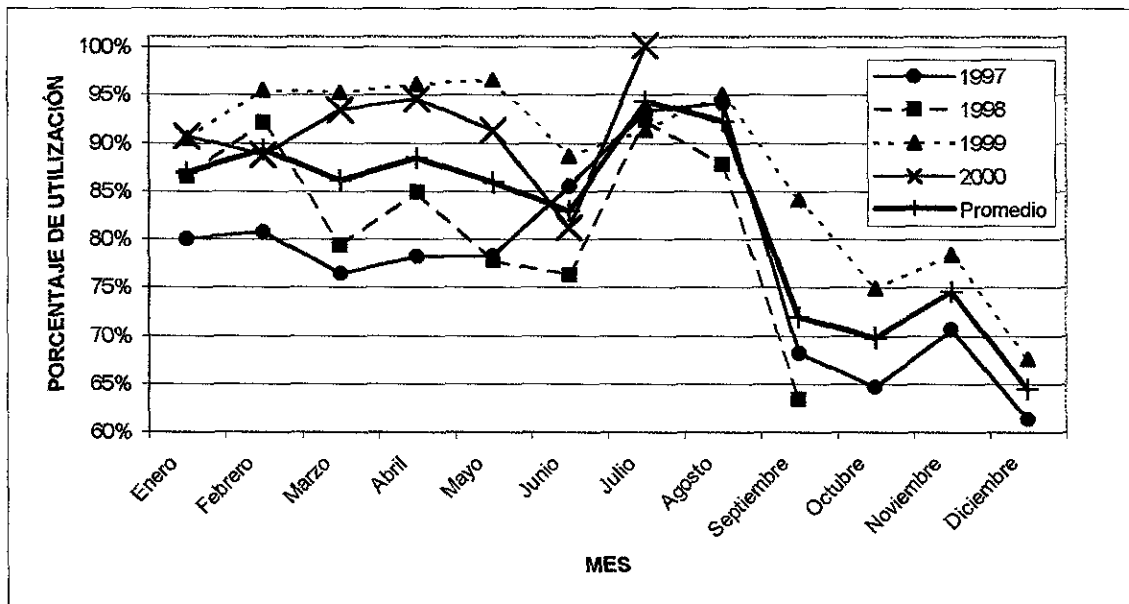


Figura 5.17 Porcentaje de utilización mensual del CDP

En la tabla y en la figura anteriores es evidente que existe un marcado incremento de la demanda del servicio durante los meses de julio y agosto. Esto se refleja dentro de la carga de trabajo de todas las áreas que funcionan en el CDP, pero también provoca que se incrementen el número de rechazos diarios de pacientes en comparación con otras épocas del año. Aunque no existe una estadística confiable del número de pacientes rechazados diariamente durante los meses de demanda alta, se estima que hay días en los que este número excede 90 pacientes. Cabe aclarar que no se cuenta con datos de los meses de octubre a diciembre de 1998.

5.4 Prescripción, evaluación e instrumentación de alternativas de solución para los sistemas de espera del CDP.

En una primera etapa, se determinaron las posibles soluciones a simple vista, y posteriormente se consultó nuevamente al personal del CDP.

Se establecieron los siguientes lineamientos generales para la solución de la problemática de espera:

- De acuerdo con las características del CDP, se determinó que existen limitaciones de espacio y de recursos, por lo que se descartó desde un principio la posibilidad de aumentar el número de servidores del sistema, es decir el número de consultorios y de médicos para la atención de los pacientes.
- Como consecuencia del punto anterior, se estableció que la solución deberá encaminarse a la modificación del funcionamiento de las partes del sistema para mejorar el servicio y disminuir el tiempo de espera.

- Se precisó que la participación del personal, tanto en la etapa de identificación de las posibles soluciones, como en la etapa de la evaluación de las soluciones más viables, es indispensable para el apropiado funcionamiento e implantación de las soluciones definitivas.
- Se seleccionaron las soluciones que, después de una evaluación, proporcionaron mayores beneficios en términos de costos.

Posibles modificaciones al sistema

Las principales soluciones propuestas a partir de las opiniones del personal y de las observaciones a primera vista que se hicieron en las etapas de recolección de datos, tomando en cuenta los problemas que fueron señalados como más importantes y factibles de resolver (Tabla 5.8), son las que se mencionan a continuación:

- Solución 1: Como primera modificación se planteó que se dé toda la consulta de los pacientes de primera vez en el turno matutino y toda la consulta de pacientes subsecuentes en el turno vespertino.
- Solución 2: Crear dos horarios, tanto en el turno matutino como en el vespertino, de atención para los pacientes, uno para los pacientes de primera vez y otro para los subsecuentes. Los pacientes de primera vez se atenderán primero y a los pacientes subsecuentes se les citará una hora más tarde de lo que se les cita actualmente y se les atenderá después.
- Solución 3: Automatizar el sistema de citas. Las citas pueden ser manejadas con ayuda de la base de datos de computadora que existe con anterioridad.

Análisis de los efectos de las modificaciones

A pesar de que en el capítulo anterior se señala que se deben predecir los efectos de las modificaciones mediante la experimentación directa, cálculos teóricos y/o un estudio de simulación, no es el alcance de este trabajo mostrar como se realiza cada uno de estos estudios a detalle (estos estudios deberán hacerse según la consideración del planeador), por lo que se recurrió a la observación directa y a otros análisis más simples para determinar los efectos de estas modificaciones.

El resultado resumido, en el que se señalan las ventajas y las implicaciones de cada una de las tres principales soluciones propuestas, es el siguiente:

Solución 1: Atender a pacientes de primera vez en el turno matutino y a los subsecuentes en el vespertino.

Ventajas:

- Existen pacientes de primera vez que llegan desde las 7:00 a.m. y permanecen hasta que reciben el servicio en el turno vespertino. Estos pacientes serán los principales beneficiados.

Análisis:

Para valorar el impacto positivo, se calculó el tiempo que ahorrarán los pacientes del turno vespertino con esta solución, y se multiplicó por el ingreso familiar promedio de los pacientes que asisten al CDP.

El tiempo ahorrado se estimó que será la diferencia entre el tiempo que esperan los pacientes de primera vez del turno vespertino (calculado anteriormente como 5 horas 35 minutos) menos el tiempo que esperan en promedio los pacientes del turno matutino (4 horas 40 minutos), puesto que todos los pacientes esperarán lo mismos que actualmente esperan los pacientes del turno matutino. Por otro lado se estimó que los pacientes subsecuentes esperarán el mismo tiempo que esperan actualmente. De esta forma el cálculo de los ahorros de tiempo y económico son los siguientes:

$$\text{Ahorro en tiempo} = 5:35 - 4:40 = 55 \text{ minutos}$$

Considerando que en promedio se atienden diariamente a 82 pacientes de primera vez en el turno vespertino (este dato se obtuvo de la Figura 5.20), se tiene el siguiente un ahorro en tiempo diariamente:

$$\text{Ahorro en tiempo} = (55 \times 82) = 75 \text{ horas y } 10 \text{ minutos}$$

Mientras que el costo promedio del tiempo de espera de los pacientes se calculó de la siguiente manera:

- Se consideró que el tiempo de todos los pacientes que asisten al CDP representan un costo económico para la sociedad, por las actividades que dejan de realizar.
- El costo económico que se consideró es el promedio de los ingresos familiares proporcionados anteriormente en los datos socioeconómicos, es decir:

Familias con ingreso \leq 1 salario mínimo diario (smd):	0.0%
Familias con ingreso \leq 2 salarios mínimo diarios (se consideraron 2 smd):	36.6%
Familias con ingreso \leq 4 smd (se consideraron 3 smd):	57.5%
Familias con ingreso \geq 4 smd (se consideraron 4 smd)	5.9%

- De los datos anteriores se calculó el valor del promedio como $(36.6\%(2) + 57.5\%(3) + 5.9\%(4)) = 2.693 \text{ smd}$
- Sin embargo, para considerar el hecho de que no asiste toda la familia, se supuso que en promedio asiste la madre o el padre, y se dividió el promedio obtenido en el punto anterior entre 2. De lo anterior resulta $2.693/2 = 1.3465 \text{ smd}$.
- Para obtener las pérdidas económicas del tiempo de la espera se dividió el valor obtenido entre 8 horas que es la jornada diaria normal. Por lo que por hora las pérdidas por espera de cada paciente son $1.3465/8 = 0.1683 \text{ smd/h}$.

- Finalmente el ahorro de 55 minutos por 77 pacientes del turno vespertino se multiplicó por el valor antes obtenido, resultando ahorros diarios de $(0.1683)(55/60)(82) = 12.65$ smd/día. Considerando años con 250 días hábiles, al año se tendrá ahorros por 3162.6 smd/año.

Implicaciones:

- El área de archivo tendrá una mayor carga de trabajo, debido a que se tendrán que capturar los datos de alrededor de 180 pacientes. Esta situación provocará que se tenga que reorganizar el área de archivo por medio de más computadoras y personal capturando la información y/o aumentando la eficiencia del personal.
- Todos los pacientes de primera vez tendrán que llegar a las 7:00 a.m. o antes y los subsecuentes a las 12:00 p.m. Esta situación es conflictiva para los dos tipos de pacientes, puesto que no todos pueden asistir en el horario matutino como pacientes de primera vez y en ocasiones los pacientes subsecuentes, que asistirán en el turno vespertino, tendrán que faltar a sus trabajos durante todo el día. Si bien es difícil cuantificar en este caso las pérdidas en las que se incurrirá, el personal consultado coincidió en indicar que para muchas personas será una causa para dejar de asistir a sus tratamientos.
- Las áreas de caja y consulta médica no tendrían en realidad afectaciones substanciales con este cambio, dado que atenderían aproximadamente el mismo número de pacientes que atienden actualmente.

A pesar de que existen beneficios evidentes, las desventajas, sobre todo en el caso de los horarios para los pacientes, permitieron desechar esta opción como viable. Se debe destacar que esta primera solución, identificada con observaciones a primera vista, fue propuesta en las primeras etapas en las que no se tenían todos los elementos suficientes para evaluar esta propuesta.

Solución 2: Atender a pacientes de primera vez primero en ambos turnos y después a los subsecuentes a quienes se les citará una hora más tarde. Esta solución esta dirigida a solucionar en especial el problema número 28, es decir, el problema que menciona que se da consulta a pacientes de primera vez al mismo tiempo que a los subsecuentes.

Ventajas:

- Los pacientes de primera vez podrán salir en promedio una hora antes en ambos turnos, así mismo los pacientes subsecuentes podrán esperar una hora menos al citárseles hasta hora y media más tarde. En la siguiente figura se observan los tiempos en los que se dará servicio para ambos tipos de pacientes.

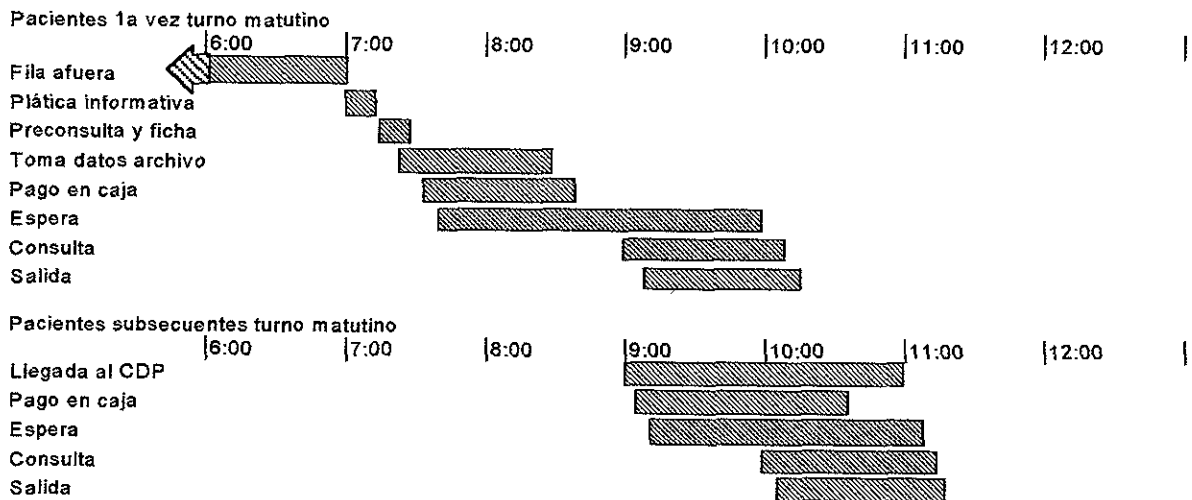


Figura 5.18 Diagrama de Gantt actividades turno matutino solución 2

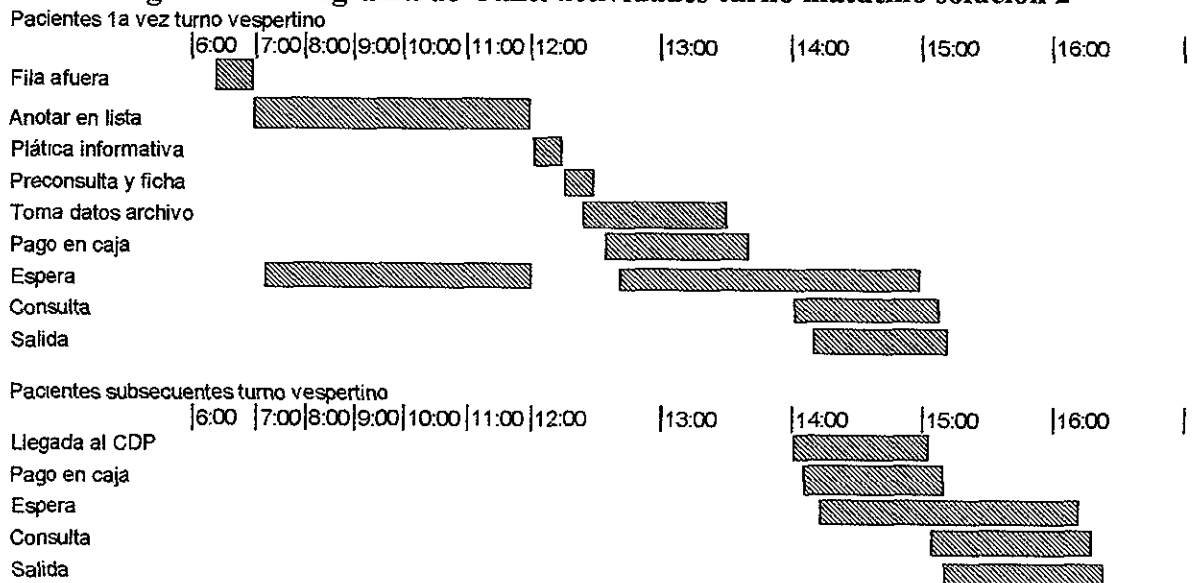


Figura 5.19 Diagrama de Gantt actividades turno matutino solución 2

- Se calculó entonces la asistencia promedio de pacientes tanto de primera vez (164) como subsucesivos (121) y de subespecialidad (120) que asisten en un periodo no vacacional al CDP. Para obtener estos datos se tomó el periodo del 3 de mayo al 21 de junio de 1999. La asistencia diaria de pacientes, durante el periodo antes mencionado, se muestra en la Figura 5.20.
- Se estima que cada uno de los pacientes, a excepción de los de subespecialidades a quienes no se les alterará el horario, ahorrará 1 hora cada uno en promedio con este nuevo arreglo del sistema del CDP. De los datos anteriores se determinó que el número total de horas ahorradas con este nuevo arreglo será de $(164 + 121) (1) = 285$ hr/día. Multiplicando este valor por el costo por hora de cada paciente calculado en la solución 1 tenemos $(285)(0.1683) = 47.97$ smd/día y al año se tendrá un ahorro de 11,991.4 smd/años (considerando 250 días hábiles).

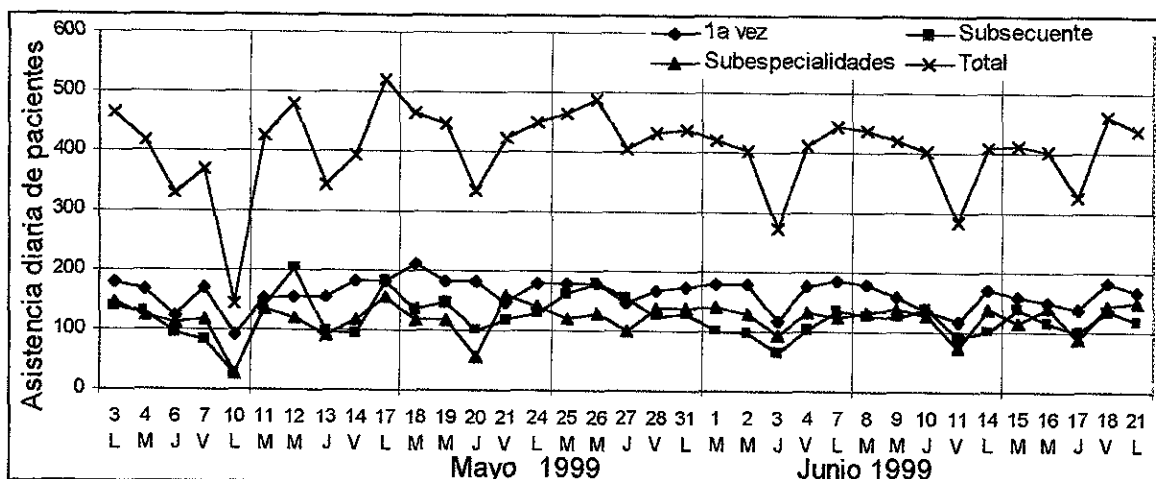


Figura 5.20 Asistencia diaria de pacientes Mayo – Junio 1999

- Se estima que el área de la sala de espera estará menos congestionada todo el tiempo debido a que habrá menos pacientes, permitiendo tener mayor comodidad tanto al personal como a los pacientes.

Implicaciones:

- Como consecuencia de los cambios previstos en esta solución, tanto el servicio de archivo como el de caja tendrán que aumentar su eficiencia, en especial en el caso de este último será necesario que todo el tiempo, por lo menos desde las 7:30 a.m., funcionen ambas ventanillas.
- Los médicos tendrán que alterar sus políticas de atención a los pacientes teniendo que atender siempre primero a los pacientes de primera vez.
- A todos los pacientes subsecuentes se les tendrá que avisar de este cambio para explicarles que tendrán que llegar una o una y media horas después, así como las ventajas que esta nueva política de atención representará tanto para pacientes de primera vez como para los mismos subsecuentes.
- Los pacientes de primera vez en realidad no tendrán ninguna implicación negativa, simplemente saldrán más temprano del servicio.

En general esta solución se ve muy factible y no tendrán que invertirse recursos, únicamente cambiar políticas de servicio.

Solución 3: Establecer un sistema de citas formal, a diferencia del actual en el que no se lleva ningún registro de las citas proporcionadas por día.

Ventajas:

A pesar de que no existe un dato numérico de los beneficios económicos que se tendrán aplicando esta solución es evidente que facilita el manejo de los pacientes de acuerdo con lo que se explica a continuación.

- Se evitarán variaciones de asistencia de pacientes subsecuentes que se observan en la Figura 5.20, permitiendo mayor uniformidad y citando solamente un número de pacientes similar al promedio de asistencia diaria de pacientes subsecuentes.
- En las temporadas de mayor demanda de servicio (Figura 5.17) se podrán citar menos pacientes subsecuentes, para permitir que se asignen más fichas para pacientes de primera vez. Después de concluido el periodo de mayor demanda y disminuir la demanda de pacientes de primera vez se incrementará el número de pacientes subsecuentes citados para atender a aquellos que fueron diferidos para la temporada de menor demanda.
- En días festivos en los que el personal sale temprano o en días jueves en los que se atiende a un menor número de pacientes, se darán menos citas para no exceder la capacidad de esos días especiales.
- Al tener control de los pacientes citados, el servicio de archivo podrá desde un día antes localizar los expedientes de aquellos pacientes que fueran citados al día siguiente (actualmente esta actividad se realiza en el momento en que llega el paciente como se muestra en la Figura 5.12), de esta manera se aprovecharán más los tiempos de menor carga de trabajo y se disminuirá el trabajo en los periodos que actualmente tienen una mayor carga.

Implicaciones:

- El médico deberá dar al paciente que necesite una nueva consulta una ficha firmada por él donde indique la fecha probable de su nueva cita.
- El paciente deberá realizar una última actividad antes de irse para registrar su cita en archivo.
- El área de archivo será la responsable de capturar esta información, para lo que se tendrá que asignar una computadora. Así mismo se deberá decidir si es necesario integrar a una persona más a esta labor o si alguna de las personas ya asignadas al área de archivo puede realizarla.
- En la tarjeta de citas del paciente se asentará la fecha de la próxima cita para que el paciente tenga conocimiento de la misma.

En general esta solución, aunque implica contar con una computadora y un empleado adicional y que los pacientes realicen una actividad más dentro del CDP, ayudará a tener más control del volumen de pacientes, así como adelantar tareas y disminuir tiempos de espera. Esta solución es muy factible de implementar y también resulta bastante conveniente, pues como se observa, los beneficios sobrepasan a las desventajas.

Soluciones a los demás problemas del CDP

Además de estas tres soluciones principales y para resolver los problemas más importantes y factibles de solucionar que aparecen en la Tabla 5.8 se definieron con ayuda del personal las soluciones que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5.10 Solución de problemas del CDP

Problema no.	Descripción	Solución
1 2	Inicio tarde del servicio Una sola persona no es suficientes para atender a los pacientes a las 7:00 a.m.	Solicitar que se cambie el horario de un empleado para que en lugar de entrar a las 8:00 a.m. entre a las 7:00 a.m.
11	No hay personal todo el tiempo en el servicio de caja	Pedir al personal que por lo menos permanezca una persona todo el tiempo en su lugar de trabajo para que no se interrumpa el servicio
3,14,21	Actitud del personal de caja, informes y archivo	Revisar los sistemas de estímulo, para que estos realmente se les proporcionen a aquellos empleados que desempeñen una labor sobresaliente y de esta manera se mejore la actitud. Identificar elementos motivadores tales como cursos, capacitación, rotación de actividades, etc.
9	Relaciones de trabajo entre el personal	Impartir cursos de trabajo en equipo. Proporcionar medios para mejorar las relaciones entre el personal tales como cambio de puesto a otras áreas o proporcionar medios para expresar inconformidades con los superiores.
11	El servicio de caja necesita ser agilizado	Incorporar el sistema de computadora para cobrar las cuotas tanto a los pacientes de primera vez como a los subsecuentes.
21	Falta capacitación	Crear planes de capacitación, no solo de actividades relacionadas con el trabajo sino también con otras de interés de los empleados. De esta forma también se puede tiempo mejorar la motivación.
27 35	No se inicia a tiempo el servicio La consulta puede iniciar antes	Solicitar a los médicos de base que inicien la consulta desde las 8:00 a.m. en el turno matutino y las 13:00 p.m. en el turno vespertino. Los residentes que no hayan entrado a sus sesiones o que hayan llegado tarde se incorporaran también a la consulta desde temprano.
31	La preconsulta no se da en el periodo estipulado	Definir claramente los objetivos de este servicio, así como definir su funcionamiento. No permitir que inicie antes de que se termine la plática informativa

Otras recomendaciones que ayudarán a mejorar el servicio son las siguientes:

- Instalar una televisión con videocasetera en la que se proporcione información referente al servicio del CDP para reafirmar lo que se comunicó en la plática informativa, así información relativa al cuidado de la salud en general. De esta manera al mismo tiempo que se proporciona un servicio de educación de la salud, se permite que los pacientes perciban el tiempo de espera como más corto y obtengan un beneficio en este tiempo.
- Recomendar a los empleados que sus tiempos de descanso los tomen en áreas fuera de la vista de los pacientes, para que estos no sientan que son ignorados y que no tengan la percepción de que si esperan mucho tiempo no le importa al personal del CDP.
- Pedir al personal que no realice actividades que no correspondan a sus labores (tales como tejer, comer, platicar, etc.) en sus lugares y horas de trabajo, dado que da una mala imagen hacia los pacientes.
- Por medio de carteles por fuera de las instalaciones, o de los pacientes que ya asisten y que recomiendan el servicio, informar a los posibles pacientes que no es necesario asistir desde las 3:00 o 4:00 p.m. para recibir el servicio.
- Informar a los posibles pacientes cuales son las temporadas de mayor afluencia de pacientes, para que de esta forma si su padecimiento no es tan grave puedan decidir acudir en temporadas diferentes a las de mayor demanda.

5.5 Implantación de las soluciones al sistema de espera del CDP.

Las recomendaciones que se dieron sobre la implantación de las soluciones en el CDP, que los mismos empleados ayudaron a definir, son las siguientes:

- Se deberá crear un programa de implantación en el que se definan las diferentes actividades necesarias para implantar las soluciones.
- En el programa se deben indicar fechas de inicio y terminación de las actividades definidas en el punto anterior.
- Se indicarán los responsables de cada actividad, así como el o los responsables generales de toda la implantación, quienes serán los encargados de coordinar todas las acciones.
- Se definirán los parámetros que se evaluarán para comprobar que las soluciones han representado una mejora. Estos parámetros pueden ser los tiempos de espera de los pacientes, los tiempos de servicio, el número máximo de pacientes que se encuentran en la sala de espera, etc. Se pueden realizar encuestas donde se les pregunte a los empleados y pacientes si perciben una mejoría en el servicio a partir de las soluciones implantadas. Los parámetros se deben medir antes y después de la implantación de las soluciones.
- Se deberán corregir sobre la marcha los posibles problemas que pudieran presentar las soluciones propuestas.
- A partir de la evaluación de las soluciones propuestas se modificarán los cambios para lograr la mayor eficiencia de los mismos.

CAPITULO 6 CONCLUSIONES

En este trabajo se destacó la importancia la Dirección de Operaciones como elemento integrador de las técnicas y métodos para lograr competitividad en las empresas. Se debe recordar que la planeación de líneas de espera es solamente uno de los elemento que permite lograr esta competitividad. De acuerdo con lo aquí expuesto se desprenden las siguientes conclusiones con respecto a las líneas de espera:

El manejo de líneas de espera es una herramienta efectiva para mejorar el desempeño y la atención de clientes en organizaciones de servicio. Se deberá poner especial atención en identificar cuando existan problemas y oportunidades de mejorar en los sistemas de espera. Asimismo se debe tener cuidado en discriminar aquellas situaciones en las que en apariencia sea un problema de espera y se trate de algún otro problema de operación en la organización.

Tradicionalmente los problemas de espera se abordan mediante la formulación matemática de la situación y aunque este paso es esencial en cualquier análisis de línea de espera se recomienda emplear la guía metodológica aquí presentada para resolver problemas de espera que, por su naturaleza, no permita la incorporación de nuevos servidores al sistema. Algunas de las causas por los que no sería necesario y/o posible incluir nuevos servidores en el sistema son: la existencia de suficiente capacidad en el sistema que no esta siendo aprovechada de manera adecuada, la escasez de recursos económicos, y relacionada a esta última causa, la falta de espacio físico para colocar nuevas estaciones de servicio, etc.

Si bien, se reconoce que los análisis matemáticos (los cuales se explican en una gran cantidad de publicaciones sobre el tema) son insustituibles para que el tomador de decisiones haga una elección apropiada de las soluciones a los problemas de líneas de espera, se debe destacar que la importancia del presente trabajo radica en organizar las herramientas que proporcionan tanto el enfoque tradicional de líneas de espera, como la Dirección de Operaciones, en una guía elaborada con base en la planeación operativa. La guía aquí proporcionada facilita al planeador la estructuración de la problemática de espera, y la identificación y evaluación de posibles soluciones.

Por medio del caso analizado se pudo observar la aplicabilidad de la guía propuesta. La importancia del caso, radica en el hecho de que es real, de una organización de servicios de salud pública, y que por medio de este trabajo se propusieron soluciones que permitirán a la organización estudiada proporcionar mejor servicio a sus clientes (pacientes). Por otro lado se debe señalar que el caso estudiado permitió observar que esta guía metodológica puede ser aplicada a una amplia variedad de organizaciones de servicio, puesto que se empleó, solo con ligeras modificaciones. Del mismo modo este caso permite reconocer que, para poder aplicar lo guía propuesta, será de ayuda contar con conocimientos de algunas técnicas cuantitativas de planeación como simulación, programación lineal, pronóstico, etc., y de técnicas de consulta a expertos.

Es necesario tener en cuenta que cuando se propongan métodos de solución de problemas de espera, no deberán olvidarse elementos importantes como son la creatividad y la

inventiva del planeador para buscar soluciones nuevas e innovadoras, que permitan ahorrar tiempos y costos tanto para la organización, como al cliente. Algunas de estas soluciones deberán tener en cuenta la posibilidad de obtener beneficios adicionales para usuarios de los sistemas y para los prestadores de los servicios.

Por último, se recomienda fijar medidas de desempeño que permitan evaluar con frecuencia a los sistemas de espera y a las soluciones que se implementen en los mismos. Entre estas medidas se encuentran, por supuesto, los costos relacionados con la espera, así como los tiempos de espera o de permanencia en el sistema de los clientes, y el número de clientes en el sistema, etc. Como medida de desempeño importante podrá tomarse en cuenta la satisfacción del cliente con respecto al tiempo que espera, la cual puede ser medida mediante el buzón de sugerencias, cuestionarios y encuestas.

La guía proporcionada por este trabajo no puede ser exhaustiva, para solucionar cualquier tipo de problemas de espera, su fin principal es alertar sobre la importancia del manejo adecuado de las líneas de espera y organizar las herramientas con respecto a este tema. Tanto la correcta aplicación de los métodos y las herramientas presentadas en esta guía, como la adecuación de las mismas para cada caso particular, serán fundamentales para obtener resultados satisfactorios de las soluciones implementadas.

ANEXO 1. Valores de L_q y P_0 para población infinita dados λ/μ y M

λ/μ	M	L_q	P_0	λ/μ	M	L_q	P_0	λ/μ	M	L_q	P_0
0.15	1	0.026	.850	1.3	3	0.130	.264	2.7	3	7.354	.025
	2	0.001	.860		4	0.023	.271		4	0.811	.057
0.20	1	0.050	.800		5	0.004	.272		5	0.198	.065
	2	0.002	.818	1.4	2	1.345	.176		6	0.053	.067
0.25	1	0.083	.750		3	0.177	.236		7	0.014	.067
	2	0.004	.778		4	0.032	.245	2.8	3	12.273	.016
0.30	1	0.129	.700		5	0.006	.246		4	1.000	.050
	2	0.007	.739	1.5	2	1.929	.143		5	0.241	.058
0.35	1	0.188	.650		3	0.237	.211		6	0.066	.060
	2	0.011	.702		4	0.045	.221		7	0.018	.061
0.40	1	0.267	.600		5	0.009	.223	2.9	3	27.193	.008
	2	0.017	.667	1.6	2	2.844	.111		4	1.234	.044
0.45	1	0.368	.550		3	0.313	.187		5	0.293	.052
	2	0.024	.633		4	0.060	.199		6	0.081	.054
	3	0.002	.637		5	0.012	.201		7	0.023	.055
0.50	1	0.500	.500	1.7	2	4.426	.081	3.0	4	1.528	.038
	2	0.033	.600		3	0.409	.166		5	0.354	.047
	3	0.003	.606		4	0.080	.180		6	0.099	.049
0.55	1	0.672	.450		5	0.017	.182		7	0.028	.050
	2	0.045	.569	1.8	2	7.674	.05		8	0.008	.050
	3	0.004	.576		3	0.532	.146	3.1	4	1.902	.032
0.60	1	0.900	.400		4	0.105	.162		5	0.427	.042
	2	0.059	.538		5	0.023	.165		6	0.120	.044
	3	0.006	.548	1.9	2	17.587	.026		7	0.035	.045
0.65	1	1.207	.350		3	0.688	.128		8	0.010	.045
	2	0.077	.509		4	0.136	.145	3.2	4	2.386	.027
	3	0.008	.521		5	0.030	.149		5	0.513	.037
0.70	1	1.633	.300		6	0.007	.149		6	0.145	.040
	2	0.098	.481	2.0	3	0.889	.111		7	0.043	.040
	3	0.011	.495		4	0.174	.130		8	0.012	.041
0.75	1	2.250	.250		5	0.040	.134	3.3	4	3.027	.023
	2	0.123	.455		6	0.009	.135		5	0.615	.033
	3	0.015	.471	2.1	3	1.149	.096		6	0.174	.036
0.80	1	3.200	.200		4	0.220	.117		7	0.052	.037
	2	0.152	.429		5	0.052	.121		8	0.015	.037
	3	0.019	.447		6	0.012	.122	3.4	4	3.906	.019
0.85	1	4.817	.150	2.2	3	1.491	.081		5	0.737	.029
	2	0.187	.404		4	0.277	.105		6	0.209	.032
	3	0.024	.425		5	0.066	.109		7	0.063	.033
	4	0.003	.427		6	0.016	.111		8	0.019	.033
0.90	1	8.100	.100	2.3	3	1.951	.068	3.5	4	5.165	.015
	2	0.229	.379		4	0.346	.093		5	0.882	.026
	3	0.030	.403		5	0.084	.099		6	0.248	.029
	4	0.004	.406		6	0.021	.100		7	0.076	.030
0.95	1	18.050	.050	2.4	3	2.589	.056		8	0.023	.030
	2	0.277	.356		4	0.431	.083		9	0.007	.030
	3	0.037	.383		5	0.105	.089	3.6	4	7.090	.011
	4	0.005	.386		6	0.027	.090		5	1.055	.023
1.0	2	0.333	.333		7	0.007	.091		6	0.295	.026
	3	0.045	.364	2.5	3	3.511	.045		7	0.019	.027
	4	0.007	.367		4	0.533	.074		8	0.028	.027
1.1	2	0.477	.290		5	0.130	.080		9	0.008	.027
	3	0.066	.327		6	0.034	.092	3.7	4	10.347	.008
	4	0.011	.367		7	0.009	.082		5	1.265	.020
1.2	2	0.675	.250	2.6	3	4.933	.035		6	0.349	.023
	3	0.094	.294		4	0.658	.065		7	0.109	.024
	4	0.016	.300		5	0.161	.072		8	0.034	.025
	5	0.003	.301		6	0.043	.074		9	0.010	.025
1.3	2	0.951	.212		7	0.011	.074	3.8	4	16.937	.005

ANEXO 2. TÉCNICA TKJ

Desarrollado: Shumpei Kobayashi a partir de la técnica KJ del Dr. Jiro Kawakita.

Aplicación: Identificación de problemas y búsqueda de soluciones.

Procedimiento:

FORMULACIÓN:

1. Formación del grupo de trabajo. De 4 a 10 personas en el grupo. Cada persona representa a un grupo afectado por el problema.
2. Consulta individual. Se reparten tarjetas en blanco y deben de anotar:
 - Un hecho en cada tarjeta.
 - Deben de ser "hechos" recientes, reales, relevantes, concretos y vivenciales; nunca juicios.
 - Debe de contener la fecha, lugar en el que se realizó y nombres de las personas involucradas
 - No deben incluirse causas ni consecuencias.
 - Se anota el nombre o iniciales del que escribe el "hecho".
 - Se anota un hecho por tarjeta, el número de tarjetas por participante debe ser menor a 5.
3. Intercambio. Las tarjetas se revuelven e intercambian, el receptor lee la tarjeta y aclara sus dudas con el autor,
4. Agrupamiento. Por turno cada participante lee en voz alta su tarjeta y la coloca en el centro de la mesa. Si otra persona tiene una tarjeta con un contenido similar la lee y la coloca junto a la tarjeta anterior, y así se agrupan hasta 3 tarjetas y se sigue el proceso hasta terminar.
5. Síntesis. Cada grupo de tarjetas se coloca en un sobre y el representante propone una síntesis que será la esencia común del grupo de tarjetas.
6. Debate. Cada autor lee su síntesis, las tarjetas y nuevamente la síntesis. El grupo obtiene la síntesis definitiva y se anota en el sobre.
7. Interacciones. Se reparten los sobres y se repiten los pasos de intercambio, agrupamiento, síntesis, y debate hasta que queden 2 o 3 agrupamientos estos constituyen el resultado final y la síntesis es la esencia del problema.
8. Presentación gráfica de los resultados. Se presentan en un diagrama de Kawakita, diagrama de árbol ó cuadro sinóptico

DISEÑO DE SOLUCIÓN

9. Propuesta de solución. Cada miembro propone una solución por medio de tarjetas.
10. Síntesis de soluciones. Se intercambian, agrupan y se obtiene la síntesis, similar a lo realizado con los hechos, bajo las normas de los pasos 3 al 8.

IMPLANTACIÓN Y DISEÑO

11. Compromisos. Cada miembro anota sus compromisos en tarjetas, aclarando quien realizará la acción, cómo y cuándo.
12. Comentarios. Se comenta el ejercicio e integran los compromisos para control y seguimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Libros y Apuntes

1. Chase, Richard B.; *Production and Operations Management*, Irwin, USA, 1995
2. Nahmias Steven, *Production and Operations Analysis*, Irwin, USA, 1997
3. Melnyk, Steven A., *Operations Management*, Irwin, USA, 1996
4. Noori, Hamid, *Administración de Operaciones y Producción: Calidad Total y Respuesta Sensible Rápida*, Mc Graw Hill, Colombia, 1996
5. Stevenson, William J., *Production Operations Management*, Irwin/Mc Graw Hill, USA, 1999.
6. Dilworth, James B., *Operations Management*, Mc Graw Hill, USA, 1996
7. Porter, Michael P., *Estrategia Competitiva, Técnicas para el Análisis de los Sectores Industriales y de la Competencia*, Compañía Editorial Intercontinental, México, 1997
8. Murdoch, J., *Queuing Theory , Worked Examples and Problems*, The Macmillan Press, Hong Kong, 1978
9. Monks, Joseph G., *Schaum's Outline of Theory and Problems of Operations Management*, USA, 1996.
10. Krajewski, Lee J., *Operations Management, Strategy and Analysis*, Addison-Wesley, USA, 1990
11. Panico, Joseph A., *Queuing Theory a Study of Waiting Lines For Bussines, Economics and Science*, Prentice Hall, USA, 1969
12. Levin, Richard I., *Quantitative Approches to Management*, Mc Graw Hill, USA, 1992
13. Cox, D. R., *Estudio de las Colas*, Editorial Hispano Americana, México, 1964
14. Gross, Donald, *Fundamentals of Queuing Theory*, John Wiley & Sons, USA, 1974
15. Domínguez Machuca, José A., *Dirección de Operaciones, Aspectos Estratégicos en la Producción y los Servicios*, Mc Graw-Hill, España, 1998
16. Domínguez Machuca, José A., *Dirección de Operaciones, Aspectos Tácticos en la Producción y los Servicios*, Mc Graw-Hill, España, 1998

17. Fuentes Zenón, Arturo, *Un Sistema de Metodologías de la Planeación*, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, México, 1994

Tesis

18. Cavazos Ramírez, Ricardo Javier, *Actualización de un Simulador de Líneas de Espera*, Universidad Iberoamericana, México, 1996
19. Lara Palomares, Elva María, *Propuesta Técnica de Consulta a Expertos para una Auditoría Operativa*, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, México, 1999
20. Alvarado Rosano, José Antonio, *La Planeación de los Sistemas de Información y su Aplicación en el Grupo B. I.*, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, México, 1998

Revistas

21. Grossman, Thomas A., *Teachers Forum: Spreadsheet Modeling and Simulation Improves Understanding of Queues*, Interfaces, Vol 29, No. 3, 1999, pp.88-103
22. Grassmann, Winfried K., *Finding the Right Number of Servers in Real-World Queuing Systems*, Interfaces, Vol 18, No. 2, 1988, pp. 94-104