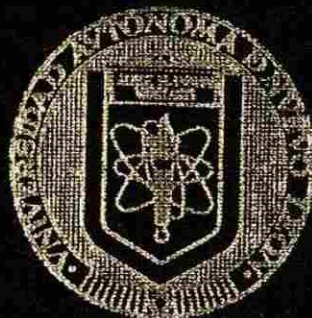


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



PROGRAMA Y MATERIAL DIDACTICO EN  
APOYO DE LA MATERIA DE POST-GRADO  
ADMINISTRACION DE OPERACIONES

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
DE LA ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD  
EN INVESTIGACION DE OPERACIONES

QUE PRESENTA  
LILIA RAQUEL MERCADO LONGORIA

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.,  
NOVIEMBRE DE 1994

PROGRAMA Y MATERIAL DIDACTICO EN  
APOYO DE LA MATERIA DE POST-GRADO.  
ADMINISTRACION DE OPERACIONES

LRM

TM  
Z5853  
.M2  
FIME  
1994  
M4

T





1020070681



# UANL

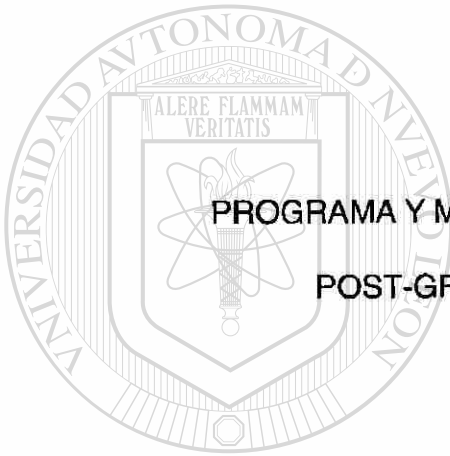
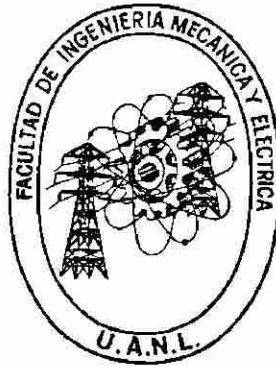
---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



PROGRAMA Y MATERIAL DIDACTICO EN APOYO DE LA MATERIA DE  
POST-GRADO ADMINISTRACION DE OPERACIONES

T E S I S

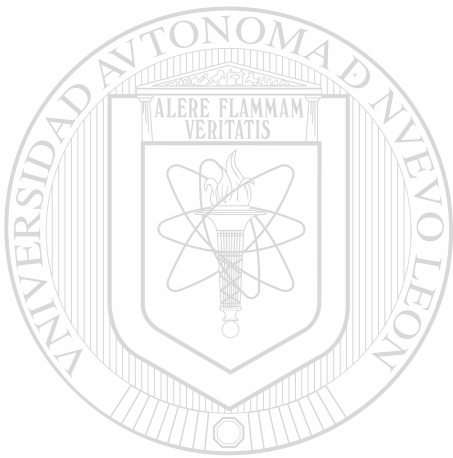
---

EN OPCION AL GRADO DE  
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN  
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA ADMINISTRACION  
CON ESPECIALIDAD EN INVESTIGACION DE OPERACIONES

QUE PRESENTA  
LILIA RAQUEL MERCADO LONGORIA

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, NUEVO LEON. Octubre de 1994.

TM  
Z58F3  
oM2  
TME  
1994  
M4



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

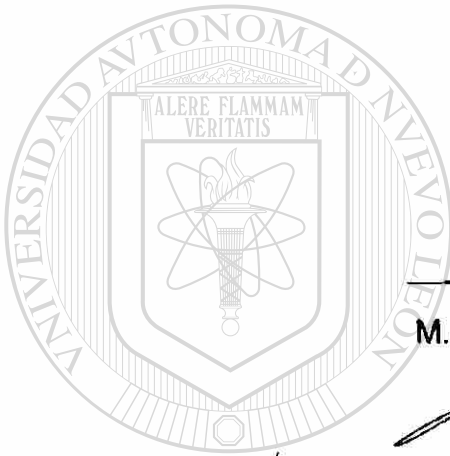


FONDO TES'IS

166791

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

Los miembros del Comité de tesis recomendamos que la presente tesis realizada por la Licenciada Lilia Raquel Mercado Longoria, sea aceptada como opción para obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en Investigación de Operaciones.



El Comité de Tesis

  
M.A. Liborio A. Manjarréz Santos

Asesor

  
M.C. Marco A. Méndez Cavazos

Coasesor

  
M.C. Juan Diego Garza González

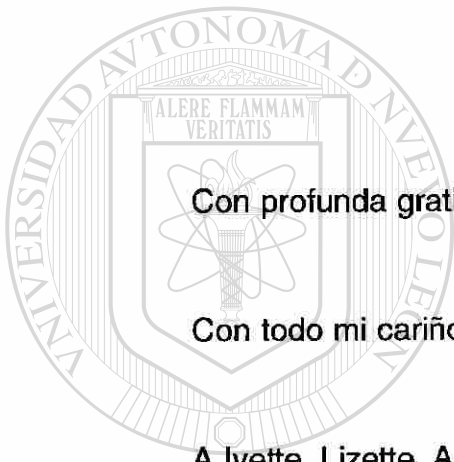
Coasesor

  
División de Estudios de Postgrado

Vo. Bo.

San Nicolás de los Garza, N.L., a Septiembre 28 de 1994





Con profunda gratitud a Dios que da la sabiduría, Prov. 2: 6; 10.

Con todo mi cariño para mi esposo Martín, gracias por tu apoyo.

A Ivette, Lizette, Anette, Edith que son mi herencia y motivo de acción.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## AGRADECIMIENTOS

Estoy especialmente agradecida con el Ing. Liborio Manjarréz por la invaluable guía que me brindó cuando fui alumna del curso "Administración de Operaciones" y durante la realización de éste trabajo, agradezco al Ing. Marco A. Mendez por el apoyo y asesoría que me dio durante todo el tiempo que permanecí como alumna de post-grado, agradezco también al Ing. Juan Diego Garza por tener la disposición de revisar este trabajo, también deseo que reciban mi reconocimiento y aprecio, cada uno de los maestros del postgrado, de los que recibí enseñanzas que permanecerán durante el resto de mi vida profesional.

Gracias a mi familia, porque durante los años que pasé estudiando y sobre todo durante la elaboración de este trabajo, han recibido menos de mi tiempo y atenciones y aún así me han seguido apoyando.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## PROLOGO

El propósito al escribir esta tesis es presentar el programa y material didáctico en apoyo de la materia de maestría Administración de Operaciones y basado en él tocar algunos temas, que a mi juicio considero muy importantes para la integración de la materia, pues en mi experiencia personal y en investigaciones hechas en mi trabajo, el proceso de comprensión global de la investigación de operaciones, se dió en el momento que estudié esta clase en particular.

El termino administración de operaciones se refiere a la dirección y el control de los procesos de transformación desde la etapa de adquisición de la materia prima hasta la de producto terminado, por tanto en este trabajo, considero a la administración de operaciones como una función que existe en cada organización, ya esté ésta enfocada a la producción de servicios o a la fabricación de productos.

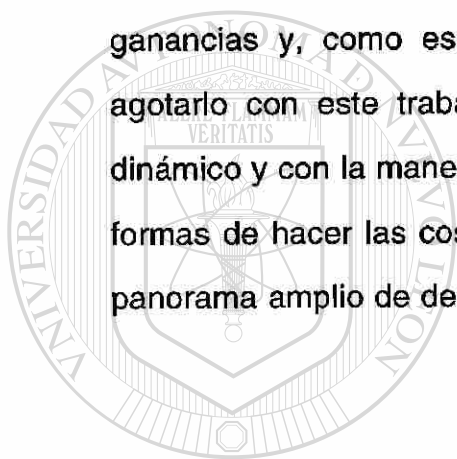
Menciono en los diferentes temas algunas herramientas, con apoyos en modelos matemáticos, que puedan usarse en la administración y que ayuden a tomar las decisiones en áreas específicas de la organización, estas áreas son tres: selección de estrategias, decisiones de diseño y decisiones de operación.

Trabajo cada una de las areas, considerando en la selección de estrategias los controles tanto de calidad como el estadístico de calidad, en la de decisiones de diseño, pienso en la capacidad, en la localización y en la distribución de instalaciones, en la de decisiones de operación toco los pronósticos, la administración de materiales, los inventarios y la planeación agregada, esto lo abordo con un breve resumen teórico, el planteo del

modelo matemático en cada caso y una aplicación o caso a resolver para observar la implementación en cada tema.

Planteo una sección de apoyo al método de enseñanza aprendizaje en la que sugiero alguna guía para abordar cada tema y un juego de filminas o acetatos para la presentación.

Como la administración de operaciones es un auxiliar en la definición y el alcance del objetivo o misión de cada compañía, que en la mayoría de los casos es competir, lograr un lugar importante en el mercado y en las ganancias y, como es un tema muy amplio, de ninguna manera espero agotarlo con este trabajo. Además estoy convencida de que tal tema es dinámico y con la manera como está avanzando la tecnología, cambiando las formas de hacer las cosas y los métodos de manejo de datos, esto tiene un panorama amplio de desarrollo y cambios.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





<b>INDICE</b>	# Pág.	1 - 1
<b>Síntesis</b>		- 2
<b>Introducción</b>		- 4
Capítulo I.- Un enfoque sobre operaciones		
<b>Primera parte: Selección de estrategias</b>		
Capítulo II.- Administración de calidad		- 13
Capítulo III.- Control estadístico de calidad		- 27
Conclusiones		- 39
<b>Segunda parte: Decisiones de diseño</b>		
Capítulo IV.- Capacidad		- 41
Capítulo V.- Localización		- 54
Capítulo VI.- Distribución de instalaciones		- 74
Conclusiones		- 82
<b>Tercera parte: decisiones de operación</b>		
Capítulo VII.- Pronósticos		- 83
Capítulo VIII.- Administración de materiales		- 108
Capítulo IX.- Sistemas de inventario- Demanda independiente		- 114
Capítulo X.- Planeación agregada		- 128
Capítulo XI.- Plan de necesidades materiales		- 136
Conclusiones		- 143
<b>Metodología de enseñanza aprendizaje</b>		
a) Orientación al profesor		- 145
b) Guía y secuencia a seguir		- 146
c) Juego de filminas o acetatos		- 166
<b>Bibliografía</b>		-215
<b>Glosario</b>		-216

## SINTESIS

Este curso tiene como objetivo mostrar a la administración de operaciones, como una arma eficiente para aumentar la competitividad en las empresas, hacer un énfasis también en el hecho de que el éxito en las operaciones depende de escoger las tácticas basadas en el análisis cuidadoso de alternativas específicas, y que los administradores aprendan a eslabonar las decisiones dentro de las operaciones.

Los temas escogidos intentan cubrir de manera simple y comprensible los conceptos y temas básicos que se enseñan en un curso de postgrado de administración de operaciones, procurando señalar la importancia de las estrategias y de las herramientas analíticas.

Procuró hacer notar que las decisiones que hacen los administradores en cada área, están relacionadas con una estrategia común de operación.

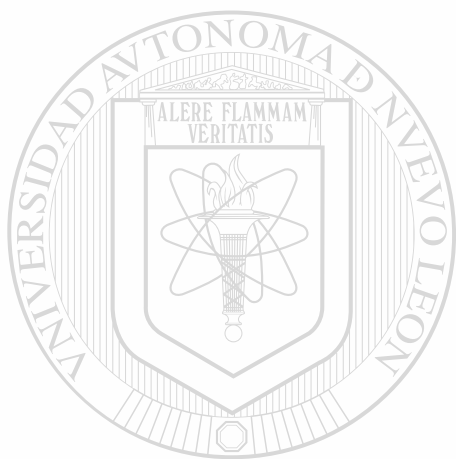
Por lo tanto este trabajo se divide en tres partes de decisiones y una de metodología de enseñanza. La primera parte es de decisiones estratégicas, y menciona algunas de las estrategias que pueden usar los administradores, enseguida se toca el tema de la administración de la calidad y como un modo de trabajarla, se plantea el control estadístico de proceso.

La segunda parte se refiere a las decisiones de diseño, se trata el tema de capacidad, de localización de la empresa o planta, y de las distribuciones que pueden tener las instalaciones.

La tercera de las decisiones de operación, trata el tema de los pronósticos de demanda, el de administración de materiales y por consiguiente el de sistemas de inventarios, se estudian los planes de

producción por medio de la planeación agregada y por último se trata el plan de necesidades materiales que se refiere específicamente a la materia prima necesaria para cubrir los programas de producción y como mantener los registros de inventario, para no tener escasés al llegar las fechas de surtir.

La última parte sugiere una metodología de enseñanza-aprendizaje, con una parte de orientación al profesor, con guía y secuencia a seguir y un juego de filminas que se pueden usar como apoyo didáctico.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# INTRODUCCION

## CAPITULO I.- UN ENFOQUE SOBRE OPERACIONES

### a) Que es administración de operaciones?

La administración de operaciones, está relacionada con la producción de bienes y servicios que compramos o usamos cada día y es el proceso que capacita a las organizaciones para lograr sus metas a través de la adquisición y la utilización de recursos.

Cada organización, sin importar hacia que esté orientada, tiene una función de operaciones. Algunos modelos matemáticos y su utilización en la administración de esta función, es el enfoque de esta tesis. Trataré de explicar en algunos temas selectos, lo que hacen los gerentes de operaciones, los conceptos y herramientas más modernas que usan para

apoyar las decisiones claves; y de que manera los gerentes exitosos seleccionan técnicas y estrategias apropiadas para dar a sus compañías un impulso competitivo.

Este término administracion de operaciones, se refiere a la dirección y control sistemático de los procesos que transforman materias primas en productos y servicios terminados. Aplicar la administración de operaciones, es vital para cada tipo de organización, puesto que solo con una administración exitosa de gente, capital y materiales puede llegar a alcanzar sus metas.

### b) Diferencias entre manufactura y servicios.



Inicialmente la administración de operaciones se enfocaba únicamente a organizaciones de manufactura, pero actualmente se pueden aplicar los conceptos de diseño de trabajo, facilidades de localización, capacidad, layout, inventarios y programación tanto a organizaciones de servicio como a firmas manufactureras.

Las diferencias entre productos y servicios son reales y se deben a que los productos manufacturados son: productos físicamente durables, que pueden ser inventariados, además el contacto con el cliente es bajo, tienen un largo tiempo de respuesta a las demandas del cliente, mercados regionales, nacionales, internacionales, mayor inversión de capital, su calidad se mide más fácilmente y tienen más instalaciones.

Los servicios en cambio son: perecederos, intangibles, no pueden ser inventariados, se requiere alto contacto con el cliente, tiempo de respuesta corto a las exigencias del cliente, mercados locales, menores instalaciones, mayor inversión de mano de obra y la calidad no es tan fácilmente medible.

### c) Tendencias en administración de operaciones.

Existen múltiples tendencias: Se ha observado en los últimos años, un sector creciente de servicios, aunque se entrelazan con las industrias que producen bienes.

**Cambios en la productividad:** cuando hablamos de productividad nos referimos al valor de bienes y servicios producidos dividido por los valores de los recursos de entrada.

Productividad = salidas / entradas

La productividad al decrecer baja el estandar de vida, y si no acompaña al aumento de los precios permite que aumente la inflación. La productividad mide más que solo eficiencia y costo, ya que el numerador

introduce un concepto de calidad, como variable clave.

La competitividad global: las compañías deben observar la amplitud de el mundo en el que se encuentran, deben de observar en términos globales a sus clientes, proveedores, competidores y las facilidades de localización con que cuentan ya que se han incrementado grandemente las importaciones y no solamente de bienes sino también de servicios.

Cambios en calidad, en tiempo y tecnológicos: Parte del éxito de los competidores extranjeros es precisamente ofrecer productos y servicios de alta calidad a precios razonables. Es por esto que los administradores de operaciones deben en conjunto con los administradores de otras áreas funcionales de la organización, dar más atención a la calidad que antes. Esto se puede lograr con el "control total de calidad", al involucrar a todos los elementos de la organización con el mejoramiento continuo de la calidad (cap. 2). Otra manera será al manejar el "control estadístico de calidad" como un conjunto de herramientas que sean útiles para monitorear la actuación de la calidad (cap. 3).

Otra tendencia importante es el tiempo, que no solo se ocupa de surtir las órdenes antes que los competidores, sino también de tener la habilidad de introducir nuevos productos o servicios más rápido para alcanzar primero el mercado.

Otro factor importante en la administración de operaciones es el cambio tecnológico acelerado, pues afecta el diseño de nuevos productos y servicios y al mismo tiempo el proceso de producción. En esto se puede incluir la tendencia actual a ver las decisiones de diseño involucradas con el medio ambiente más limpio y más saludable, con lugares de trabajo más seguros, con ningún desecho tóxico y en general un rango de valores humanos que van mas allá de los valores económicos pues se constituyen en

tema de supervivencia.

d) Tres puntos de vista de administración de operaciones.

Como una función: Las compañías grandes asignan por lo general a cada departamento separado una función, la cual ejercen para ciertas actividades, en el caso de operaciones puede ser departamento de producción. Las disciplinas y técnicas que maneja son: Análisis cuantitativos, que provean técnicas de modelaje para solución de problemas de producción, sistemas de información ya sean electrónicos o de computadora que ayuden a manejar gran cantidad de datos, conceptos de comportamiento organizacional que ayuden a designar trabajos y administrar la fuerza de trabajo, estudios en métodos internacionales de negocios que le provea de ideas útiles acerca de facilidades de ubicación, administración de inventarios y tecnologías.

Como una profesión: Operaciones (hablamos sobre todo de producción) ha sido una trayectoria que han recorrido los altos administradores en muchas organizaciones, ya que están acostumbrados y entrenados para resolver de manera exitosa los problemas que implican retos.

Como un conjunto de decisiones: La toma de decisiones es una parte esencial de la actividad administrativa, aunque los contextos de cada situación varían, la toma de decisiones generalmente tiene los mismos pasos básicos:

- (1) Reconoce y define claramente el problema.
- (2) Recoge la información necesaria para analizar posibles alternativas
- (3) Escoge e implementa las alternativas más factibles.

El conjunto de decisiones que toman los administradores de

operaciones se refieren a diferentes áreas las cuales trataremos en los siguientes capítulos:

De la parte de selección de estrategias; control de calidad y control estadístico de calidad.

De la parte de decisiones de diseño; capacidad, localización, distribución de instalaciones.

De la parte de decisiones de operación, pronósticos, administración de materiales, inventarios, planeación agregada, programa maestro de producción, sistemas de control de producción y programación.

Corporación y estrategias de operación.

En cualquier tipo de organización la alta administración es responsable de relacionar los esfuerzos de la organización y su futuro a largo plazo.

Establecer la estrategia de la corporación, es el proceso de determinar la misión de la organización, de monitorear y ajustarse a los cambios del entorno y de identificar la competencia distintiva de la organización.

La misión de la organización: para determinarla se pueden plantear las siguientes preguntas y tratar de responderlas: ¿en que negocio estamos?, ¿donde deberemos de estar dentro de 10 años?, ¿quienes són nuestros clientes?, ¿cuales son nuestras creencias y conceptos básicos?, ¿cuales són los objetivos claves de actuación (como crecimiento o ganancias) que nos sirvan para medir nuestro éxito?

El entorno: Los impactos del entorno no deben ser descartados, las estrategias de la corporación deben cambiar para enfrentarlos, lo que significa contabilizar las fortalezas y debilidades que són únicas de la organización, y tomar ventaja de lo que se hace particularmente bien.



Una organización necesita adaptarse continuamente a su entorno cambiante, la adaptación empieza al escudriñar el entorno y en este proceso los administradores buscan oportunidades o tratos potenciales, considerando como factor crucial la competencia que puede hacer que se gane un lugar importante al ampliar las líneas de productos, mejorando la calidad, o bajando costos.

Otros elementos importantes del entorno son tendencias económicas, cambios tecnológicos, condiciones políticas, cambios sociales y la factibilidad de recursos vitales.

La competencia distintiva: Para formular estrategias la administración considera las siguientes competencias distintivas:

1) Una fuerza de trabajo competente y que esté disponible exactamente cuando sea necesario, tener los empleados correctos se considera una fortaleza.

2) La disponibilidad de instalaciones: como oficinas, tiendas, y plantas es una gran ventaja, a causa del largo tiempo que se emplea en construir las nuevas.

3) Una organización que tiene facilidad para cambiar niveles de salida, atraer capital a través de ventas de existencias, comercializar y distribuir sus productos o diferenciar sus productos de algunos similares en el mercado tiene un buen lado competitivo.

Sin duda hay características fundamentales con las que se alcanzan ventajas competitivas: Esto se logra a través de innovaciones o mejoras en la manera de hacer las cosas, como diseño de nuevos productos, tecnologías de producción, programas de entrenamiento, técnicas de control de calidad, o nuevas técnicas para manejar relaciones con proveedores. Las innovaciones en estrategia no tienen que ser muy espectaculares, se pueden basar en la

conocimientos y avances, que a su vez anticipen los cambios del entorno en los niveles nacionales e internacionales. Aunque las innovaciones pueden dar a una firma una ventaja competitiva, éstas exigen una mejoría constante y no cesar de innovar ya que pueden ser sobrepasados por la competencia.

**Estrategias versus tácticas:** Planear consiste en las decisiones que tomen los administradores hoy, acerca del mañana; existen diferencias en hacer planes, dado que algunos son estratégicos y otros son tácticos. Los planes que se hacen en los altos niveles de la organización, tienden a ser más estratégicos y los planes tácticos intentan implementar los estratégicos.

La planeación estratégica tiene un horizonte de tiempo más largo, contra la planeación táctica que lo tienen más corto, (largo depende de las operaciones específicas involucradas), por lo mismo tiene menos certidumbre, contra más certidumbre de la táctica.

Los planes estratégicos son menos estructurados porque Primero: están más orientados al fin, contra los tácticos que están enfocados a los medios por los cuales se lograrán esos fines.

Segundo: porque sus requisitos de información están pobremente definidos (a causa de que su plan impactará en largo tiempo), en cambio la planeación táctica es más rutinaria y repetitiva, requiere de unos sistemas de información bien definidos (generalmente computarizados por la cantidad de datos y la rapidéz con la que cambian).

Los planes estratégicos guían a decisiones que se relacionan con los recursos presentes y futuros, lo que redundará en que tienen impacto irreversible; en comparación con los planes tácticos que tienden a tener un impacto reversible.

Finalmente la planeación estratégica se enfoca más a la organización como un todo y reconoce que los planes y decisiones que se tomen en una

área afectan los planes y decisiones que se toman en otra.

Las estrategias de operación, especifican como las operaciones pueden llevar a cumplimiento las metas de la organización.

A causa de la competencia extranjera y la explosión tecnológica, se está llegando al reconocimiento de que la competencia se refiere no solo a nuevos productos, comercialización creativa, y habilidad financiera, sino también se involucra en operaciones.

Áreas de decisiones ligadas; planes, políticas y acciones dentro de operaciones deben estar en la misma dirección y apoyarse mutuamente a la vez que las decisiones de calidad, automatización, capacidad e inventarios no se deben hacer independientemente.

**Estrategia y análisis;** Lo principal en análisis estratégico es que el administrador debe decidir cuestiones que son prioritarias por ejemplo: cuando mantener un artículo en inventario antes de decidir que tan bajo debe llegar el inventario en el punto de reorden, de manera similar debe decidir cuando expandir la planta en el mismo sitio o relocalizar, antes de decidir que tan grande debe ser el estacionamiento de automóviles.

La primera parte de los temas de la tesis serán decisiones estratégicas (administración de calidad, control estadístico de calidad), la segunda parte será sobre decisiones tácticas, que tienen un efecto acumulativo (Programación es una área de decisión que requiere de análisis detallado, y múltiples decisiones acumulativas interrelacionadas). Los administradores de operaciones tienen una amplia variedad de técnicas analíticas a su disposición; desde una simple lista de pros y contras hasta modelos de programación lineal, modelos de simulación y sistemas de información basados en computadoras.

f) Lo que está haciendo la industria.

Como un ejemplo de esto; para incrementar la productividad la compañía J.C. Penney modernizó 550 de sus tiendas más grandes. Esto costó a la compañía 1,000 millones de dólares y fué una decisión (incluye cambios en capacidad y localización) que tomaron, en lugar de construir nuevas tiendas. Estilizaron más su imagen, al ir de cambios; desde adornos de plantas en macetas, hasta llamativos carteles (cambios en distribución de instalaciones). Penny dejó algunas líneas de artículos y adquirió otras (planes de productos y servicios), dando un énfasis mayor en la calidad (prioridad competitiva). Las ventas en una de las primeras tiendas en ser renovada se incrementaron casi en un 40%.

Esto pasos tomados por la compañía nos recuerdan que la reducción de costos no es la única manera de aumentar la productividad. Esta puede ser incrementada también cuando el valor de las entradas se eleva, pero el valor de las salidas se eleva más rápidamente, pudimos observar, (entre paréntesis) cuales áreas de decisión en la administración de operaciones utilizaron, también podemos observar que cada área toma un rol importante

---

en el intento de ganar ventajas competitivas.

Como se plantea en este capítulo, la administración de operaciones <sup>®</sup> juega un papel muy importante en las organizaciones.

# PRIMERA PARTE: SELECCION DE ESTRATEGIAS

## CAPITULO II.- ADMINISTRACION DE CALIDAD

### Caso para lectura: Satisfacción del cliente en IBM Rochester

La instalación de la compañía IBM (International Business Machines Corporation) en Rochester Minnesota, emplea mas de 8,100 personas en la manufactura de software y hardware de computadoras. Mas de 400,000 sistemas de la IBM Rochester se han instalado en todo el mundo.

Uno de los ingredientes de su éxito ha sido la atención tan especial a la satisfacción del cliente. Los clientes están involucrados en cada aspecto del producto, desde el diseño hasta la distribución. Por ejemplo los clientes y los socios de IBM que representan a 4,500 negocios a través de todo el mundo, participaron en concilios de consejeros durante el desarrollo del producto Sistemas AS/ Entry y el Application System/400. Los clientes participaron también en pruebas de prototipos de los productos.

mientras que la participación del cliente en la fase de el diseño y el desarrollo del producto es importante, el producto debe ser fabricado con alto nivel de calidad si se quiere mantener alta la satisfacción del cliente.

IBM Rochester ha invertido mas de 300 millones desde 1986 para mejorar sus procesos y sistemas de información. Muchas de estas mejoras fueron dirigidas hacia la prevención de defectos de calidad, y rápidamente

dieron sus frutos.

El capital gastado para idear detectores de defectos decreció 75% en los ochentas y las pérdidas, presentadas como una proporción de la salida de manufactura cayeron un 55%. Sin embargo, mejorar los procesos y los sistemas de información no fué suficiente. IBM Rochester invirtió fuertemente en educación de calidad y entrenamiento de trabajo, lo que incrementó las habilidades de los empleados y los hizo mas flexibles para asignarles otros trabajos.

La administración también incrementó el reconocimiento a los empleados que contribuyeran al mejoramiento de la calidad, con eso incrementó la moral.

Los proveedores también son importantes, IBM Rochester tiene 700, cada uno comprometido a mandar productos cero defectos y mantenerse con los nuevos desarrollos en producción de calidad. Mientras la exigencia es alta también lo es el apoyo que reciben. IBM Rochester ha entrenado a mas de 1,000 de los empleados de sus proveedores, en técnicas IBM de manufactura y control de calidad. También los proveedores tienen acceso a la más alta tecnología como retribución por su ayuda experta para resolver problemas de producción con nuevos productos.

A causa de la atención a la calidad de IBM, la confiabilidad de sus productos creció un 300% en un período de seis años, permitiendo a la IBM incrementar la garantía de sus productos de 2 a 12 meses. Sus clientes gozan de uno de los costos mas bajos de adquisición en la industria. IBM Rochester ha recorrido un largo camino en el uso de administración de calidad, para mejorar la satisfacción del cliente.

Dos prioridades para competitividad: són el diseño de alto comportamiento y la consistencia en la calidad, estas prioridades no són una

definición de calidad, pero sin embargo caracterizan el empuje de una organización competitiva.

a) Que es calidad?

Los planes estratégicos, que reconocen la calidad como una prioridad esencial para la competitividad, deben de basarse en una definición de calidad operacional. Pero esto se complica con el hecho que hay definiciones de calidad, desde el punto de vista del productor y del consumidor, que por lo general són diferentes, en esta sección trataremos exponer estas definiciones de calidad y trataremos de dar importancia al hecho de disminuir la distancia entre lo que espera en calidad el consumidor y lo que logran las capacidades de operación.

**Definición de calidad de el productor:** Dentro de una organización calidad significa típicamente "conformidad con las especificaciones". Los gerentes especifican estandares de calidad a sus productos o servicios y miden el comportamiento de calidad por "que tan cerca se conforman a esas especificaciones". Las especificaciones se pueden usar para definir el diseño

de alto comportamiento, al sistema de operación. En sistemas de manufactura, se dá una tolerancia para las dimensiones críticas de cada parte producida, las partes que no cumplen con esta tolerancia són reprocesadas o rechazadas y a esto le llaman consistencia en calidad.

**Definición de calidad de el consumidor:** El consumidor define calidad como "valor" esto es, que tan bién el producto o servicio, satisface el propósito para el que fué destinado, a un precio que esté dispuesto a pagar. Otra definición puede ser "adecuación al uso", o que tan bién se comporta el producto con respecto al uso.

Las expectativas de calidad del cliente por el producto o servicio, toman varios aspectos:



Calidad del hardware; en servicios se relaciona con el interior o el exterior del local y a las condiciones del equipo con que se provee el servicio, en industrias manufactureras se refiere a características como apariencia, estilo, durabilidad, confiabilidad, artesanía, posibilidad de servicio y esto implica un juicio, tanto sobre la hechura como sobre el diseño del producto.

Calidad en apoyo; generalmente el apoyo que se le dá al cliente por parte de la compañía es tan importante, como la calidad del producto o del servicio mismo, y en algunos casos un buen apoyo puede compensar parcialmente las deficiencias en calidad del hardware de estos.

Impresiones psicológicas; la calidad tiene un aspecto psicológico que no puede ser pasado por alto, en los servicios en donde el cliente está en contacto directo con el proveedor, la apariencia y las acciones de éste són muy importantes, de modo que empleados bien vestidos, corteses, amigables y simpáticos pueden afectar la percepción que el cliente tenga de la calidad de la compañía. En manufactura la calidad de los productos es generalmente juzgada por el conocimiento y la personalidad de los vendedores, del mismo

---

modo que la imagen de calidad que el producto refleje en anuncios.

Implicaciones para productores; como lo anterior nos deja ver que la definición de calidad dada por el cliente, no es tan sencilla, aún se agrega a esto que la percepción de calidad cambia en el cliente debido a cambios en los estilos de vida, en los valores, condiciones económicas, un buen ejemplo se dá en la industria del automóvil.

En México existe un premio nacional de calidad que se otorga anualmente a las compañías que tienen programas y logros definidos en esa disciplina.

Dentro de estas compañías, las razones clave de su éxito són: La actitud gerencial al evaluar a sus empleados, correctamente implementada.



La forma en que involucra a los propios empleados en el desarrollo de planes de acción para lograr la mejora.

El entrenamiento amplio de los empleados orientado a mejoramiento de la calidad del producto o servicio, se les anima también a ser innovadores y a tomar sus propias decisiones. La compañía provee también la información y la tecnología que los empleados necesitan para lograr una mejora continua en su desempeño. Se reemplaza también la medida anterior de evaluación de desempeño de calidad, por alguna lista de varios componentes que describan como los clientes observan la actuación de los productos y se lleva registro semanal, mensual y anual de las tendencias de ésta lista, ésta se toma como fuente importante de información para los equipos de acción de calidad que andan en busca de las causas principales de los problemas en calidad de servicio.

Las firmas que quieran considerarse competidoras deben tener:

- 1) Liderazgo en crear y sustentar una cultura de calidad.
- 2) Colectar y analizar información para mejora de calidad.
- 3) Proceso de planeación estratégico y una manera efectiva de integrar los requerimientos de calidad.
- 4) Sistema efectivo de aseguramiento de calidad.
- 5) La fuerza de trabajo usada a máximo potencial para mejoramiento de la calidad.
- 6) Medida cuantitativa de resultados alcanzados de calidad y mejora.
- 7) Sistemas efectivos de medida de satisfacción del cliente y de conocimiento de sus necesidades.

Es un hecho que la satisfacción del cliente es un aspecto que apuntala todos los criterios anteriores.

- b) Implicaciones de mercado: en el pasado el precio era el factor clave

para ganar un lugar en el mercado, pero en este tiempo no es una regla tan verdadera, ya que los clientes tienen siempre presente la calidad y en muchas ocasiones prefieren pagar más por un producto que dure más o por un servicio que sea entregado más pronto.

El grado de calidad de un producto afecta la oportunidad que este tiene para ocupar un mejor lugar en el mercado. Si la calidad es estable, el de mayor calidad tiene más oportunidades de hacerlo, mientras que si la calidad es mejorada o aumentada, la oportunidad es mayor no importando el nivel en que esté el producto o servicio.

La buena calidad puede "pagar" con mayores ganancias y con más alta evaluación, en otras palabras reditúa una mayor recompensa por los mismos pesos pagados. La alta calidad puede reducir costos lo que al mismo tiempo incrementa las utilidades.

c) Implicaciones de costo: La mayoría de los ejecutivos piensa que los costos de la baja calidad se contabilizan por menos del 10% del total de las ventas, pero los expertos en costos de la baja calidad, estiman pérdidas en el rango de 20 al 30% por productos defectuosos o no satisfactorios, pues estos costos incluyen algo más que el costo de reproceso o el de desecho.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS **TABLA 2 - 1**

**Costos asociados a la administración de la calidad:**

<b>Categoría de costo</b>	<b>Comentarios</b>	<b>Cuando la calidad crece, el costo:</b>
<b>PREVENCION</b>	<b>Costos están asociados:</b> Con la prevención de defectos. Costos de diseño de procesos, diseño de productos y servicios. entrenamiento de empleados, <u>programas suplementarios.</u>	<b>INCREMENTA</b>
<b>VALORACION</b>	Se incurren en costos al fijar el nivel de calidad que se quiere lograr con el sistema operante, se incluye costos de auditar la	<b>DECRECE</b>

	calidad y programas de control estadístico de proceso.	
FALLAS INTERNAS	Costo resulta de perdida de producción y de la necesidad de reproceso de productos o servicios a causa de mano de obra defectuosa.	DECRECE
FALLAS EXTERNAS	Costo que incluye reparaciones por garantía, pérdida de mercado, demandas surgidas por daños o heridas causadas por el uso del producto o servicio.	DECRECE

De las fallas internas: Si nos referimos a la pérdida de producción lo primero en que se piensa es en la pérdida de materia prima, por lo que consideramos:

$d_i$  = Promedio de la proporción de unidades defectuosas, generadas en la operación  $i$  del proceso.

$n$  = Número de operaciones en el proceso de producción para el producto.

$M$  = Número deseado de unidades de producto terminado.

$B$  = Número promedio de unidades de materias primas/necesarias al inicio del proceso de producción-la variable de decisión.

Podemos establecer el siguiente modelo:

La primera operación tiene valor de salida  $B(1 - d_1)$ , si luego se procesa la segunda operación su valor de salida será  $B(1 - d_1)(1 - d_2)$ , si así se evalúan todas las salidas de las  $n$  operaciones, la salida total será  $M$  y queda la igualdad:

$$B(1 - d_1)(1 - d_2) \dots (1 - d_n) = M$$

EC. 2 - 1

despejando  $B$ :

$$B = \frac{M}{(1 - d_1)(1 - d_2)\dots\dots\dots(1 - d_n)}$$

EC. 2 - 2

Caso de estimación de pérdidas de producción:

La manufactura de la cabeza de una pala para chimenea requiere de cuatro pasos, la materia prima que entra al proceso es una caña y una plancha de acero para la hoja, un elemento de cada una. Cada operación genera la siguiente proporción de defectos:

TABLA 2 - 2

Operación		Proporción de defectos
1	cortar la hoja	0.01
2	soldar caña en hoja	0.04
3	calentar y rolar hoja	0.02
4	troquelar hoja	0.06

¿Cuántas unidades de materia prima en promedio se necesitan en la operación 1 para garantizar 200 palas no defectuosas después de la cuarta operación?

aplicando la fórmula anterior (EC. 2 - 2) obtenemos:

$$B(1 - 0.01)(1 - 0.04)(1 - 0.02)(1 - 0.06) = M = 200$$

$$B = 200 / 0.8755 = 228$$

entonces se necesitan 228 cañas y 228 hojas para poder iniciar el proceso de fabricación, esto me incrementa el costo de la materia prima un 14%.

Otros costos están ocultos; como el costo de mover de una a otra operación y al final de la cuarta operación revisarlo para que no tenga defectos, esto acarrea mas trabajo tanto de máquina como de personal para producir la misma cantidad de producto final, que si fuera un proceso cero defectos.

Mayor uso de máquinas a la vez puede producir más fallas y más

tiempo en que estén paradas por reparación, también como hay más materia prima en el proceso, los costos de trabajo, el tiempo del mismo, la cantidad de material que está fluyendo entre las operaciones, se incrementa.

En el aspecto de los clientes, el porcentaje de devoluciones se incrementa y también el servicio de garantía y la pérdida potencial de ventas futuras.

Costo de reprocesado: En algunos casos que se encuentran partes o lotes de producción defectuosos o un servicio no se dá correctamente, se pueden corregir reprocesandolo. Si un gerente de operaciones quiere estimar el número promedio de unidades de ciertos productos que deben de reprocesarse en cierta operación en donde, si el lote de producción es defectuoso, cada unidad debe ser inspeccionada y reprocesada.

Si eso sucede:

$P_j$  = Probabilidad de que un lote de producto  $j$  sea defectuoso y tenga que reprocesarse.

$Q_j$  = Tamaño de lote del producto  $j$ .

$N_j$  = número promedio de lotes de producto  $j$  con defectos, requeridos por día.

$M_j$  = Número promedio de unidades de producto  $j$  producidas en la operación de reprocesado, por día.

Si en el mismo caso anterior, se considera un solo lote  $j$  pasando por el proceso de producción y que hay una estación de inspección después de la operación (3), la que se sabe produce algunos defectuosos. Si se procesa el lote por primera vez existe una probabilidad  $P_j$  de que regrese a reproceso, si sucede esto, la probabilidad será  $P_j^2$  y habrá pasado dos veces, teóricamente existe la posibilidad que regrese a reproceso múltiples veces, entonces el número esperado de veces que la operación 3 tendrá que

procesar el lote es:

$$(1 + P_j + P_j^2 + P_j^3 + \dots) = \frac{1}{(1 - P_j)} \quad \text{EC. 2 - 3}$$

Siendo  $(1 - P_j)$  la probabilidad de que sea no defectuoso

El número esperado de unidades producidas por lote es:

$$Q_j \left( \frac{1}{1 - P_j} \right) \quad \text{y en consecuencia} \quad M_j = \left( \frac{Q_j N_j}{1 - P_j} \right) \quad \text{EC. 2 - 4}$$

#### Aplicación.-

Estimación de la cantidad de reproceso: en el mismo caso de las palas para chimeneas, solo con la diferencia de que no se considera desperdicio pues hay reproceso; las palas se producirán en lotes de 10 unidades y todo el lote puede ser defectuoso, se considera el mismo dato de requisito de producción de 200 palas sin defectos al final del día. Las unidades se revisan después de la operación (3) y existe un 10% de posibilidad de que esta operación produzca un lote defectuoso, si esto sucede se debe regresar a reproceso.

¿cuántas palas se requiere reprocesar por día a causa de la operación (3)?

TABLA 2 - 3

operación	prob. de repro- ceso por lote	operación en ruta a:	num. prom. de palas proces. por lote	num. prom. palas proc. por lote
1	0	-	10	200
2	0	-	10	200
3	0	-	11.1	222
revisión	0.10	3	11.1	222
4	0	-	10	200

Esta tabla muestra como se afecta el sistema en operación, aunque los datos dicen que procesar 20 lotes al día puede, en promedio dar dos lotes que necesiten reproceso, esto es que la operación 3 y la inspección se

espera que procesen al menos 220 palas por día, esto no elimina la existencia de un 10% de probabilidad de que sea defectuoso otra vez, entonces esto se puede modelar como:

el número esperado de palas procesadas por lote =  $10 ( 1 + .1 + .01 + .001 + \dots )$

$$10 \left( \frac{1}{1 - .1} \right) = 10 \left( \frac{1}{.9} \right) = 11.1 \quad \text{si las posibilidades de reproceso}$$

són independientes o el lote se ha reprocesado previamente una vez

entonces existe un 1% de oportunidad de que el lote sea reprocesado una segunda vez  $(.1)(.1) = 0.01$  ya que  $P_j = 0.10$

entonces el número promedio de palas procesadas por lotes es:

$10 ( 1.0 + 0.1 + 0.1^2 + 0.1^3 + \dots ) = 11.1$  palas, incluyendo el primer tiempo en el que cada lote es reprocesado, entonces el número esperado de palas trabajadas por día en la operación (3) y en la inspección en un período extendido de tiempo es:

$$222 = \left( \frac{(20)(10)}{1 - 0.10} \right)$$

**Costo de falla externa.** Este costo es diferente del costo de falla interno porque se genera al encontrar el cliente, defectos en los productos o servicios que se escaparon al control de calidad o revisión interna, también existe el costo de la garantía, que señala la obligación del productor de reparar un defecto o perfeccionar un servicio a la satisfacción del cliente, generalmente se hace para un período específico, después de la adquisición.

El encontrar defectos cuando el producto está en las manos del cliente es costoso pues entre más cercano esté un producto a su estado final, más costoso será encontrar defectos y corregirlos. Este costo se debe considerar

en el diseño de nuevos productos y servicios..

**Costos de juicios:** Como los productos defectuosos pueden matar o lastimar a quienes los adquieren, esto puede acarrear altos costos de juicios o pleitos legales, estos defectos pueden surgir por mal diseño del producto y/o no ajustarse a las especificaciones.

Por todo esto, se puede pensar que los costos de fallas internas y externas pueden ser sustanciales, con lo que se concluye que el gasto en mejorar la calidad utilizando medidas preventivas, es una buena inversión para cualquier organización.

No puede perderse de vista en este asunto, el enfoque que la administración le dé al nivel de calidad ya sea por diseño de alto funcionamiento, o por la consistencia en la calidad, si se está tratando de incrementar esto último por medio de un diseño de alto funcionamiento, los costos agregados de prevención también pueden hacerse muy grandes y anular la compensación lograda y esto lleva a un aumento en el precio del servicio o producto.

De manera alterna, si la compañía está tratando de incrementar la consistencia de la calidad por más ajuste a las especificaciones, los costos agregados de prevención pueden ser altamente sobrepasados por la reducción del valor de las fallas internas y externas generadas por el mismo conjunto de especificaciones de productos o servicios, se genera menos desperdicio y los ahorros pueden ser enormes. Esta es la causa de que tantas compañías estén gastando grandes sumas de dinero para mejorar la consistencia de la calidad.

d) **Control total de calidad (TQC):** Este es un concepto que hace de la calidad una responsabilidad compartida por toda la gente de la organización, pero especialmente los trabajadores que actualmente hacen los productos o



los servicios.

TQC fué introducido inicialmente por Armand Feigenbaum, pero fueron los Japoneses los que la hicieron a trabajar en el nivel del trabajador individual, que es el que tiene la responsabilidad primaria y no solo el departamento de control de calidad.

En esta forma de trabajo se espera que todos contribuyan al mejoramiento total de la calidad, desde la secretaria que evita teclear con errores, el vendedor que presenta el producto apropiadamente, el ingeniero que construye aparatos para detectar errores, el administrador que aprueba los fondos para proyectos de mejora de calidad, en otras palabras TQC involucra todas las funciones relacionadas a un producto o servicio.

En TQC todo el personal comparte la visión de que el control de calidad es un fin en sí mismo, los errores o defectos deben de ser detectados de ser posible en el lugar donde se producen, y hacer de esto una forma de vida de tal manera que los trabajadores tienen aún la autoridad para parar la línea de producción, si detectan algún problema.

En lugar de inspeccionar calidad en el producto utilizando inspectores, TQC se asegura que los empleados no dejen pasar unidades defectuosas a la siguiente operación.

De el caso anterior de la fabricación de palas, podemos suponer: que cada operador deja pasar solo palas no defectuosas a la siguiente operación.

materia prima provista por el gerente de operaciones: 228 partes

operación 1 recibe(228)(.01 defect.) = 2.28 que al restar 2 pasa solo 226

operación 2 recibe(226)(.04 defect.) = 9.04 que al restar 9 pasa solo 217

operación 3 recibe(217)(.02 defect.) = 4.34 que al restar 4 pasa solo 213

operación 4 recibe(213)(.06 defect.) = 12.78 que al restar 13 pasa solo 200

la cuota de unidades necesaria por día.

Existe ahorro por: menos trabajo hombres-máquina, menos demoras por disponibilidad de máquinas y trabajadores, reducción del tiempo que toma la manufactura, ya que el tiempo de proceso en las operaciones 2,3,4 será mas corto.

El desperdicio es el mismo, pero existe ahorro en la inversión del inventario del proceso de fabricación, además no se agrega valor a materiales que se hacen defectuosos en un principio de la operación, solo para desecharse al final de la línea de producción, en total los ahorros pueden ser muy importantes.

Argumentos similares se pueden hacer en el caso de reproceso.

Obviamente la solución ideal es no producir unidades defectuosas, puesto que este nivel de calidad puede reducir significativamente los costos de producción. TQC es una filosofía que si quiere ser exitosa, tiene que filtrarse a la organización completa, esto se puede lograr utilizando:

.- Grupos de aseguramiento de calidad y propiciando una cooperación cercana entre operaciones y mercadeo.

.- El trabajo del comprador que identifica a proveedores y trabaja con ellos para lograr más altos niveles de calidad.

.- Entrenamiento a los empleados,

.- Los incentivos monetarios adecuados a los empleados.

.- Círculos de calidad.

e) Mejorando la calidad

La calidad se puede hacer más confiable también teniendo diseños de servicios o productos, que sean estables y que estén ligados al diseño del proceso.

Una técnica analítica que identifica posibles causas de problemas particulares de calidad es el diagrama de causa efecto que puede ser usado en estos casos. ver (F 40)

### CAPITULO III.- CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD

Caso para lectura: La compañía Hewlett Packard entró en conjunto con Yokogawa Electric Corporation de Japón a una empresa arriesgada, cuando la empresa empezó a sufrir de baja calidad en el producto y de pobre margen de ganancia, la gerencia introdujo Control Total de Calidad junto con el Control Estadístico como su columna vertebral. En el transcurso de siete años la compañía fue capaz de :

Reducir los defectos 79%, reducir costos 42%, aumentar las utilidades por empleado un 120%, incremento de participación de mercado en 193%, incremento de ganancias en 244%.

En el tema anterior hablamos sobre el control total de la calidad como método para mejorar la calidad, este mejoramiento descansa sobre la vigilancia continua de las entradas y salidas de los procesos que generan productos y servicios, los métodos de control estadístico de calidad son una herramienta útil para apreciar y vigilar el comportamiento de la calidad y son ingredientes claves para la aplicación exitosa de (TQC).

¿Que es control estadístico de calidad? es aplicar técnicas estadísticas para asegurar calidad satisfactoria. Existen tres subgrupos de técnicas principales:

#### 1) El control estadístico del proceso (SPC)

Aplicación de técnicas estadísticas al control de proceso, se usan como herramientas las cartas de control, para prevenir o detectar fabricación de productos (terminados, ensamblados, componentes) o servicios defectuosos.

#### 2) Muestra de aceptación

Es la aplicación de técnicas estadísticas para determinar cuando una cantidad de material debe ser aceptado o rechazado, basado en la inspección o prueba de una muestra.

### 3) Técnicas estadísticas tradicionales

Estas pueden ser distribuciones de frecuencias, medidas de tendencia central y dispersión, regresión, correlación, y pruebas de significancia que pueden usarse para juzgar la calidad de productos o servicios.

#### a) Proceso de inspección

El control estadístico de calidad puede ser usado para auxiliar a los administradores en la toma de decisiones para incremento en la calidad. Como dos productos o servicios nunca son iguales se necesita de la inspección para encontrar las causas de la variación, existen dos categorías principales en la variación: una se refiere puramente a la probabilidad, cuando hay cambios en una característica y estos se ven como grupo que tiende a formar patrones, entonces se describen como distribución, que puede ser estudiada en sus características.

Otra causa puede ser cualquier factor que cause variación, como un empleado que necesite entrenamiento o una máquina que requiera reparación y que no pueda ser explicado como una causa puramente aleatoria. El control sobre el proceso es alcanzado cuando todas las causas de variación asignables son eliminadas.

El proceso debe ser traído a control estadístico primero, antes de que su capacidad de proceso pueda ser evaluado, considerando capacidad de proceso como la habilidad del proceso para alcanzar la especificación de diseño del producto o servicio, que tiene un valor nominal como objetivo y una tolerancia por sobre y debajo de este objetivo.

Hay dos maneras como la calidad puede ser evaluada; la primera es

midiendo variables (esto es características de un producto o servicio como peso, longitud, volumen o tiempo que puede ser medido en una escala continua).

La segunda es midiendo atributos de productos o servicios, que pueden ser rápidamente verificados para calidad aceptable, esto se usa cuando las especificaciones de calidad són complejas o medir por variables es dificultoso o costoso, la ventaja de los atributos es que se necesita menos esfuerzo y recursos para hacer las mediciones y estas medidas pueden simplemente ser contadas, las desventajas són que si bién dice que el comportamiento de la calidad ha cambiado, no dice en que cantidad.

Quando los costos de inspección son una preocupación mayor, entonces un plan bien elaborado de muestreo, se puede aproximar en buena medida al grado de protección de una inspección completa.

b) Métodos de control estadístico de procesos: El procedimiento básico para determinar cuando un proceso está en control, es primero tomar una muestra al azar del producto o servicio y se mide la característica de calidad,

si ésta medida está fuera del límite de control superior (UCL) o del límite de control inferior (LCL) el proceso se revisa para determinar la causa asignable de la variación.

Cartas de control por atributos cartas-p. Este es un método para encontrar proporción de defectuosos en la población, este método consiste en seleccionar una muestra aleatoria e inspeccionar cada objeto en ella. La proporción de defectuosos es igual a el número de unidades defectuosas divididas por el tamaño de la muestra. El analista dibuja la proporción de defectuosos en una carta y la compara con el límite superior y el inferior, para determinar cuando el proceso está fuera de control .

A causa de que las muestras por atributos involucran una decisión "si-

no", la distribución estadística implícita es la distribución binomial, sin embargo para muestras grandes la distribución normal provee una buena aproximación.

La desviación estandar de la proporción de defectuosos es:

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

donde  $n$  es el tamaño de la muestra y  $\bar{p}$  es la proporción de población histórica promedio, usando esta medida se encuentran los límites superior e inferior de la carta-p de control, donde  $\bar{p}$  es la proporción de defectuosos en promedio o línea central de la carta

$$UCL = \bar{p} + z \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

y

$$LCL = \bar{p} - z \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

y  $z$  es el número de desviaciones estandar de este promedio, típicamente el límite de control superior e inferior se establece en mas menos 3 desviaciones estandar o límite 3 sigma, que permite a un 99.74% de la variación caer dentro de los límites de control.

Caso de uso de la carta-p para monitoreo de proceso.

El gerente de operaciones del Banco Central está preocupado por la cantidad de números de cuenta erróneos que se han reportado por el personal de el banco en la zona norte. Cada semana se toma una muestra al azar de 2,500 depósitos y se reporta la cantidad de números de cuenta incorrectos, los resultados de las últimas doce semanas se muestran en la tabla, use limites de control 3 sigma para encontrar si el proceso está fuera de control.

Cantidad observada de números de cuenta erróneos en 12 muestras de 2,500 c/u.

nº de muestra	nº de cuenta erróneos	proporción de muestra
1	15	0.0060
2	12	0.0048
3	19	0.0076
4	2	0.0008
5	19	0.0076
6	4	0.0016
7	24	0.0096
8	7	0.0028
9	10	0.0040
10	17	0.0068
11	15	0.0060
12	3	0.0012
total	147	

en este caso  $\bar{p} = 147 / (12 \cdot 2500) = 0.0049$

$$UCL = 0.0049 + 3 \sqrt{\frac{0.0049(0.9951)}{2,500}} = 0.00909$$

$$LCL = 0.0049 - 3 \sqrt{\frac{0.0049(0.9951)}{2,500}} = 0.00071$$

La figura (3-1) muestra los datos graficados y podemos observar que la muestra 7 excede el límite de control superior fijado, entonces se pueden buscar las razones de este comportamiento, se puede saber por ejemplo que una persona estuvo en entrenamiento durante ese tiempo, o que una máquina no tenía la codificación correctamente alimentada etc. Esto sirve para corregir el problema y recalcular los límites de control, deshechando la muestra 7.

El nuevo  $\bar{p}$  es 0.00447, el nuevo límite superior UCL es 0.00847 y el nuevo límite inferior LCL es 0.00047. Haciendo esto los datos están dentro de los límites de control, así que el gerente puede decir que el proceso está estadísticamente en control, así que las cartas de control dan no solo una medida de la calidad sino también un indicador en donde el proceso necesita ajuste.

## CARTA DE CONTROL PARA NUMEROS DE CUENTA ERRONEOS

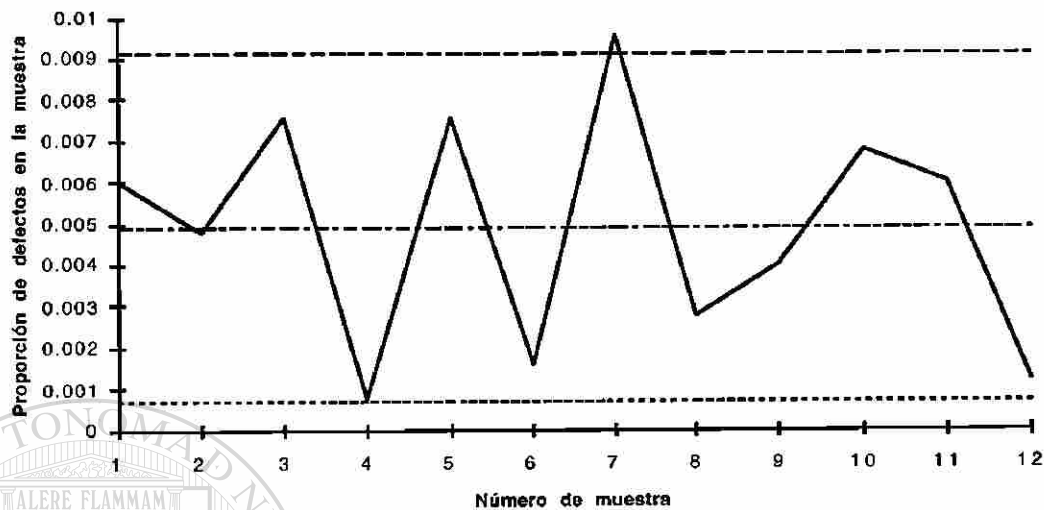


Figura 3-1

## Cartas-c

En algunos casos es posible que el gerente esté interesado en una carta de control que reporte la cantidad de defectos en una unidad, en lugar de una proporción de alguna clase de defectos en una muestra de objetos, en

estos casos se usan las cartas-c, la distribución implícita de la muestra es una Poisson, y asumimos que los defectos ocurren sobre una región continua y la probabilidad de dos o más defectos en cualquier posición es despreciable. La media de la distribución es

$$\text{media} = \bar{c}$$

$$\text{desviación. estándar} = \sqrt{\bar{c}}$$

$$UCL = \bar{c} + z\sqrt{\bar{c}}$$

$$LCL = \bar{c} - z\sqrt{\bar{c}}$$

La carta-c es útil tanto en manufactura como en servicios.

Un caso puede ser el problema que tiene el departamento de tránsito, que vigila los accidentes en la intersección de dos avenidas en una colonia



de la ciudad, en promedio hán sucedido cinco veces por más. Construyo una carta de control y digo si es indicio de que algo importante ha cambiado, el que hayan sucedido nueve accidentes en el último mes en esa intersección.

Como el departamento no puede determinar el número de accidentes que no suceden, entonces no pueden calcular una proporción de defectuosos en la intersección y hay que utilizar una carta-c

$$UCL = 5 + 3\sqrt{5} = 11.71$$

$$LCL = 5 - 3\sqrt{5} = -1.71(\text{ajuste} = 0)$$

Como no tiene sentido tener accidentes negativos ajusto el límite inferior a cero. Como los nueve accidentes del último mes, caen dentro del intervalo de confianza 3-sigma calculado ( $9 < 11.71$ ), concluyo que no hay indicios que algo importante ha cambiado en la intersección.

#### Cartas de control para variables:

Las variables que consideraremos como características de calidad a ser controladas son: distancia, peso o tiempo de respuesta, medidas en una escala continua.

Tomaremos una muestra y calcularemos dos valores, la media de la característica de calidad, y el rango (medido como la diferencia entre la medida mayor y la menor de cada muestra).

Estos valores se usarán para desarrollar primero una carta-R (carta de rango para la variabilidad del proceso) y después una carta-x barra para el promedio del proceso, tanto la variabilidad como el promedio del proceso deben estar dentro de control antes de decir que el proceso está en control.

Los límites de control para la carta-R son:

$$UCL_R = D_4 \bar{R}$$

$$LCR_R = D_3 \bar{R}$$

donde  $\bar{R}$  = promedio de múltiples valores anteriores de R.

$D_3$  y  $D_4$  son constantes que proveen límites de tres desviaciones estandar para un tamaño dado de la muestra. (tablas)

TABLA 3-1 Factores para cálculo de límites 3-sigma para cartas-x barra y carta-R

Tamaño de muestra	Factores para UCL y LCL en carta-x barra	Factores para LCL para carta-R	Factores para UCL para carta-R
2	1.880	0	3.267
3	1.023	0	2.575
4	0.729	0	2.282
5	0.577	0	2.115
6	0.483	0	2.004
7	0.419	0.076	1.924
8	0.373	0.136	1.864
9	0.337	0.184	1.816
10	0.308	0.223	1.777

Cuando el proceso de variabilidad está en control, puedo construir una carta-x barra de control.

con límites de control:

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$$

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$$

$\bar{\bar{x}}$  es el promedio de múltiples promedios de muestras anteriores.

Caso: la compañía de focos y arbotantes produce una cierta bujía de luz incandescente, la tabla siguiente representa el número de lumens para cada bujía que fueron registrados cuando el proceso estaba en control.

muestra	Observación			
	1	2	3	4
1	604	612	588	600
2	597	601	607	603

3	581	575	585	592
4	620	605	595	588
5	590	614	608	604

calculo los límites de control para una carta-R y una carta-x barra.

muestra	x barra	R
1	601	24
2	602	10
3	583	17
4	602	32
5	<u>604</u>	<u>24</u>
total	2992	107
promedio	598.4	21.4

#### Límites de carta-R

$$UCL_R = D_4 \bar{R} = 2.282(21.4) = 48.83$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R} = 0(21.4) = 0$$

Los límites de control de la carta -  $\bar{x}$

$$UCL_{\bar{x}} = 598.4 + 0.729(21.4) = 614.00$$

$$LCL_{\bar{x}} = 598.4 - 0.729(21.4) = 582.80$$

Desde que estos datos fueron registrados se han contratado nuevos empleados, se tomó una nueva muestra y se obtienen las siguientes lecturas:

575, 623, 583, 613 ¿está el proceso todavía en control?

El gerente de operaciones debe verificar primero si la variabilidad está en control, con los nuevos datos, calcula el rango  $(623-575) = 48$ . Este valor está dentro de los límites de la carta-R en consecuencia la variabilidad está en control.

Ahora establece el proceso promedio:

como el límite inferior es 582.8, existe uno de los datos que está por debajo de él y otro por arriba de 614.0 que es el límite superior, lo que significa que el promedio del proceso está fuera de control y que el gerente debe ver cuales són las causas asignables a esto, tal vez un diagrama de causa efecto le

ayude a determinar que causa la falla (máquinas, operarios, materiales).

d) Muestras de aceptación:

Compañías de productos o servicios usan las muestras de aceptación para las compras de materiales, también lo usan para revisión final de sus productos, antes de embarcarlos a sus clientes, la manera de revisar es tomar una muestra al azar de una gran cantidad de artículos y probarlos o medirlos con respecto a la característica de calidad que se espera que tenga, si la muestra pasa la prueba, la cantidad total de los artículos es aceptada. Los planes de aceptación de muestras deben contemplar tanto al productor como al consumidor, por esto el administrador debe especificar los niveles:

a) Nivel aceptable de calidad (AQL) nivel aceptable por el consumidor ej. un defecto por cada 100 unidades es equivalente a  $AQL=0.01$ , la probabilidad de rechazar un lote de calidad AQL llamado el riesgo del productor es establecido generalmente al 5%.

b) Tolerancia del lote a la proporción de defectuosos (LTPD) Peor nivel de calidad que el consumidor aceptará, este tiene la tendencia a ser un valor bajo, la probabilidad de aceptar un lote con calidad LTPD es el riesgo del consumidor y se establece como un 10%.

Para encontrar el mejor plan de una sola muestra, se deben de combinar los niveles deseados de los riesgos de productor y de consumidor, con la muestra más pequeña posible. Dados los valores de AQL, LTPD,  $\alpha(0.05)$ ,  $\beta(0.10)$  en la TABLA 3-2, que se acerca bastante al mejor plan, el número superior de la celda es el tamaño de la muestra(n) y el número menor es el nivel de aceptación(c) y este es un máximo de 15, pero se puede ampliar a cualquier nivel de aceptación.

Caso: se instala una estación de inspección entre dos procesos de producción, el proceso alimentador, cuando trabaja correctamente, tiene un

nivel aceptable de calidad de 2%. El proceso consumidor, que es caro, tiene una tolerancia especificada de proporción de defectos del lote de 7%.

El proceso alimentador produce en lotes y si un lote es rechazado por el inspector, entonces es revisado totalmente y las piezas defectuosas reprocesadas, por esta razón la administración no quiere más de 5% de riesgo de productor y a causa del proceso que sigue y que es muy caro, no más del 10% de oportunidad de aceptar un lote con 7%o más defectuosos.

Determine el tamaño apropiado de la muestra (n) y un número aceptable de defectuosos en la muestra (c).

TABLA 3-2 Tabla de una sola muestra para  $\alpha = 0.05$  y  $\beta = 0.10$

AQL (%)	LTPD (%)									
	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
0.05-0.19	532	195	130	97	78	65	33	29	6	23
	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0.20-0.39	1299	334	177	97	78	65	56	49	43	39
	8	3	2	1	1	1	1	1	1	1
0.40-0.59		464	223	133	106	89	56	49	43	39
		5	3	2	2	2	1	1	1	1
0.60-0.79		711	309	167	106	89	76	67	43	39
		9	5	3	2	2	2	2	1	1
0.80-0.99			392	200	134	111	76	67	59	53
			7	4	3	3	2	2	2	2
1.00-1.19			514	263	160	111	95	67	59	53
			10	6	4	3	3	2	2	2
1.20-1.39			671	294	186	133	95	84	59	53
			14	7	5	4	3	3	2	2
1.40-1.59				385	211	155	114	84	74	67
				10	6	5	4	3	3	3
1.60-1.79				474	260	176	133	100	74	67
				13	8	6	5	4	3	3
1.80-1.99					308	196	133	100	89	67
					10	7	5	4	4	3
2.00-2.19					356	217	150	116	89	80
					12	8	6	5	4	4
2.20-2.39					426	257	168	132	103	80
					15	10	7	6	5	4

					38
2.40-2.59	296	203	147	117	93
	12	9	7	6	5
2.60-2.79	336	220	162	117	93
	14	10	8	6	5
2.80-2.99		254	178	131	105
		12	9	7	6
3.00-3.19		288	193	144	118
		14	10	8	7
3.20-3.39			222	158	118
			12	9	7
3.40-3.59			237	171	130
			13	10	8
3.60-3.79			266	184	142
			15	11	9
3.80-3.99				211	154
				13	10
4.00-4.19				237	166
				15	11
4.20-4.39					190
					13
4.40-4.59					213
					15

Esta tabla de valores se obtiene al aproximar la distribución de Poisson a la distribución Binomial. Los lugares que aparecen en blanco són donde los valores de  $c$  són mayores de 15 o donde la situación no es factible que suceda, como el caso de que el límite superior sea menor al inferior.

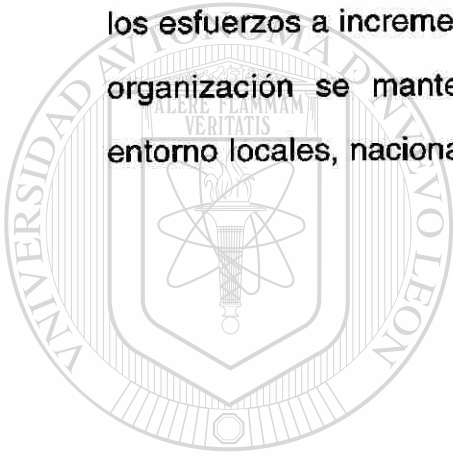
Para  $AQL=2\%$ ,  $LTPD=7\%$ ,  $\alpha=0.05$ , y  $\beta=0.10$  la TABLA 3-2 sugiere el uso de:  $n=150$  y  $c=6$ ; 150 como tamaño de la muestra con 6 defectuosos.

en la TABLA 3-2 la probabilidad de aceptar el lote con 5% de defectos es de 60%, por lo tanto la probabilidad de rechazar el lote es de  $(100-60)$  40%. ver

H 3 - 1

## Conclusiones

De la selección de estrategias hemos observado, que una importantísima parte de la misión de la organización, es trabajar la administración de la calidad, y para mejorarla y ejercer sobre ella mayor control, utilizar como herramienta la estadística. También deberemos enfocar los esfuerzos a incrementar la productividad para que a un más largo plazo la organización se mantenga competitiva, anticipándose a los cambios de entorno locales, nacionales y extranjeros.



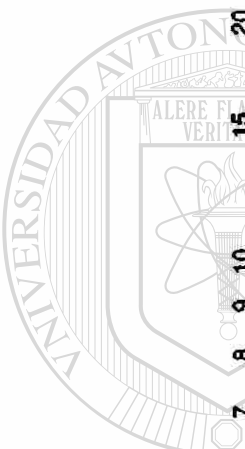
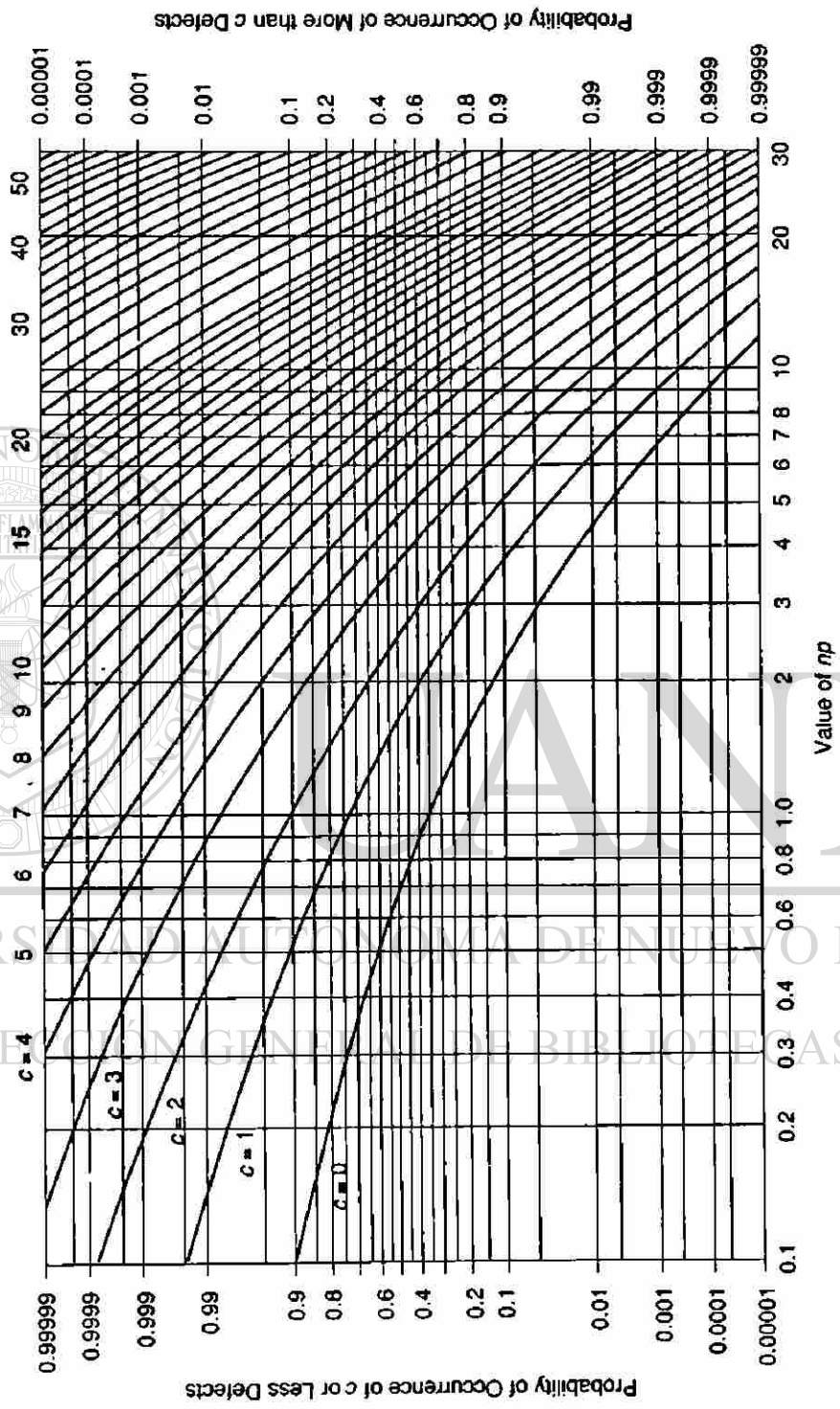
# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





# SEGUNDA PARTE: DECISIONES DE DISEÑO

## CAPITULO IV.- CAPACIDAD

### Caso para lectura: American Air Lines

Las experiencias recientes de American Air Lines demuestran que la planeación de la capacidad es tanto estratégica como dinámica. Durante la década de los 80 American fué la compañía que transportó más pasajeros en USA. con ganancias anuales de \$10,000 millones de dolares. Esto hizo que tomaran una estrategia de crecimiento muy agresiva, doblaron el tamaño de su flota y triplicaron sus ganancias.

Cuando el crecimiento interno del país bajó de dos dígitos, la compañía cambió su enfoque a otros continentes, captando \$1,000 millones en rutas solo en 1989 y 1990, incluyó en sus rutas a Sudamérica, Europa y la ruta del pacífico, sin embargo esto resultó solo en parte exitoso debido a que no contaba con aparatos con suficiente capacidad de transporte. Las ordenes de compra por nuevos aparatos que han sido colocadas en los últimos cinco años por un total de \$20,000 millones están solucionando en parte el problema ya que no incluyen aparatos con el suficiente espacio interior.

American perdió la oportunidad de competir por algunas rutas muy apreciadas a otros continentes, como la Chicago-Tokio, por causa del departamento de transporte. Aunado a esto, se incrementaron los costos del

combustible a causa de la guerra del Pérsico, se redujeron el número de viajes, las tarifas de descuento y ganancias inadecuadas, guiaron a American a hacer cambios recientes en su estrategia de capacidad. Dió marcha atrás a sus proyectos de expansión de capacidad, al retrasar o en algunos casos definitivamente cancelar las compras de aparatos a las compañías manufactureras, por un costo de \$3,600 millones que le iban a ser entregados en 1993, Después de la expansión tan agresiva que adoptó en los 80's, dió un giro a la estrategia de capacidad, al adoptar la estrategia de "observa y espera", así también suspendió la compra de sus equipos, hasta que la condición de sus negocios se mueva favorablemente.

Los administradores de operaciones eventualmente se toparán con la necesidad de incrementar la capacidad. Si ésta es para un plazo largo se deben de planear inversiones en nuevos equipos, nuevas instalaciones, si se quiere tener éxito también a largo plazo.

La capacidad puede ser establecida en términos de las medidas de salida o en las de entrada (sujeta a horas-máquina, número de máquinas etc.):

Capacidad: mayor nivel de salida que se puede sostener razonablemente, utilizando de manera real la fuerza de trabajo y el equipo instalado.

Razón del promedio de utilización = razón promedio de salidas/capacidad

Las complicaciones en las medidas de capacidad resultan de cambios en la mezcla de productos y de la diferenciación de los niveles entre la capacidad sostenida y los picos de capacidad.

Economía de escala se deriva de la más amplia distribución de los costos fijos, reducción de los costos de construcción y ventajas en los

procesos (reducción de costos al aumentar volumen de producción), no considerar esta economía de escala ha forzado a muchas empresas a enfocar sus operaciones y moverse a unas instalaciones más pequeñas en lugar de a más grandes.

Los colchones de capacidad pueden ser grandes o pequeños, dependiendo de el costo de la capacidad ociosa, tiempos requeridos de entrega, incertidumbre de entrega de insumos y demanda incierta o dispareja.

Colchon de capacidad =  $100 - \text{razón de promedio de utilización (como porcentaje)}$

Tres estrategias de capacidad pueden ser:

1.- Expansionista, que es atractiva cuando existe economía de escala, efectos de aprendizaje o una oportunidad de mercadotecnia prioritaria.

2.- La estrategia "observa-y-espera", que minimiza los riesgos confiando más en opciones de corto plazo, por lo general renueva las instalaciones.

3.- La estrategia de "siga-al-lider", mantiene un equilibrio continuo y suave entre competidores.

Las selecciones de capacidad deben ser ligadas a otras selecciones que haga el administrador de operaciones, en el rango desde prioridades competitivas hasta la planeación.

a) Planeando la capacidad

Los cuatro pasos para la planeación de capacidad son:

1.- Estimar demandas futuras de capacidad (pronósticos).

2.- Identificar aberturas (diferencia positiva) al comparar demandas con capacidad disponible.

3.- Desarrollar alternativas (usar estrategias de capacidad, no hacer

nada, pagar tiempo extra, contratar trabajadores temporales, subcontratar, expandirse a locales diferentes).

4.- Evaluar las alternativas tanto cuantitativamente (flujo de efectivo, técnica del valor presente neto), como cualitativamente (incertidumbre de la demanda, reacción de la competencia, cambios tecnológicos y costos estimados, algunas en base a juicio y experiencia).

b) Planteo sistemático de decisiones de capacidad

La teoría de líneas de espera y los árboles de decisión son particularmente útiles para las decisiones de capacidad, pero también pueden ser usadas en un amplio rango de problemas de administración de operaciones.

La teoría de líneas de espera ayudan al administrador a escoger el nivel de capacidad que equilibra de la mejor manera el servicio al cliente y el costo de agregar más capacidad.

Ejemplo: El First National Bank, tomó una muestra de la distribución estadística de el tiempo entre llegadas de los clientes y otra del tiempo en el que se les dá servicio, el administrador está interesado tanto en la máxima eficiencia del pagador o cajero (de 80 a 90%) como en el mínimo tiempo de espera del cliente que quiere que sea no más de 3 minutos.

Dado que la demanda varía durante el día , el número de pagadores tiene que variar para satisfacer los objetivos, el tiempo promedio de servicio por cliente es de 45 seg. y no varía durante el día, por otro lado el tiempo promedio entre llegadas varía con la hora del día. Con el propósito de estimar la tasa promedio de llegada durante el día se dá la TABLA 4-1 la cual está dividida en medias horas del día de trabajo en la escala vertical y tres tipos de días observados, normales, congestionados y supercongestionados en la horizontal.

TABLA 4-1

## TABLA DE TASAS PROMEDIO DE LLEGADAS DE CLIENTES

Días Hora	Normales		Congestionados		Supercongestionados	
	número total de llegadas	tasa pro- medio de llegadas	Número total de llegadas	Tasa pro- medio de llegadas	Número total de llegadas	Tasa pro- medio de llegadas
8.00-8.30	803	19	625	22	331	25
8.30-9.00	919	22	758	27	418	32
9.00-9.30	1207	29	863	31	571	44
9.30-10.00	2580	63	2033	72	1228	94
10.00-10.30	2599	63	2237	80	1382	106
10.30-11.00	2870	70	2283	82	1337	103
11.00-11.30	3384	83	2625	94	1577	121
11.30-12.00	4548	111	4060	145	2325	179
12.00-12.30	5804	142	5329	190	2908	224
12.30-1.00	5351	131	4923	176	2724	210
1.00-1.30	4355	106	3983	142	2271	175
1.30-2.00	3632	89	3150	113	1991	153
2.00-2.30	2321	57	2012	72	1282	99
2.30-3.00	1935	47	1960	70	1206	93
3.00-3.30	2151	52	2064	74	1250	96
3.30-4.00	2115	52	2238	80	1328	102
4.00-4.30	2291	55	2340	84	1346	104
4.30-5.00	2054	50	2191	78	1216	93
5.00-5.30	1598	39	1763	63	924	71

Para resolver este caso, se realizó una simulación, en la que se generan los eventos de llegadas y de salidas de los tres tipos de días (en la proporción correspondiente). esto se hizo para 50 días, con análisis de 1 a 12 servidores y considerando el tiempo de espera menor que 1 minuto (anexo programa FNB.C.( H 4 - 4, H 4 - 6).

Se anexan los resultados: primero una gráfica FIG. 4-1 que compara la tasa promedio de llegadas para los tres tipos de días, enseguida los resultados de la simulación (H 4-1 a H 4-3) en donde se observa en la primera columna, número de cajeros, segunda columna tiempo del cliente en la línea y tercera columna el porcentaje de utilización de los cajeros, enseguida una gráfica de barras FIG. 4-2 que nos muestra los resultados de

el número de cajas a utilizarse, durante el día cada media hora y el programa de simulación de cajas (H 4 - 4, H 4 - 6).

#### Conclusiones:

El análisis de los resultados nos arroja lo siguiente: como las restricciones son bastante fuertes no se pueden cumplir ambas, si se inclina el gerente por mantener el tiempo de espera en tres minutos, tiene que ceder en la restricción de tiempo de ocupación del cajero dejándolo en un rango de ocupación más bajo, si lo hace así entonces:

TABLA 4-2 NUMERO OPTIMO DE CAJEROS EN SERVICIO

Horario	Número de cajas	Horario	Número de cajas
8:00 - 8:30	1	12:30 - 13:00	6
8:30 - 9:00	1	13:00 - 13:30	6
9:00 - 9:30	2	13:30 - 14:00	5
9:30 - 10:00	3	14:00 - 14:30	3
10:00 - 10:30	3	14:30 - 15:00	3
10:30 - 11:00	3	15:00 - 15:30	3
11:00 - 11:30	4	15:30 - 16:00	3
11:30 - 12:00	5	16:00 - 16:30	3
12:00 - 12:30	7	16:30 - 17:00	3
		17:00 - 17:30	2

Este arreglo de cajas en servicio proporciona un excelente servicio al cliente en las horas pico, esto ayudará a mejorar la imagen del banco, y aunque se trabajó pensando en una sola fila, se puede informar al público del corto tiempo de espera.

# FIRST NATIONAL BANK

## TASA PROMEDIO DE LLEGADAS

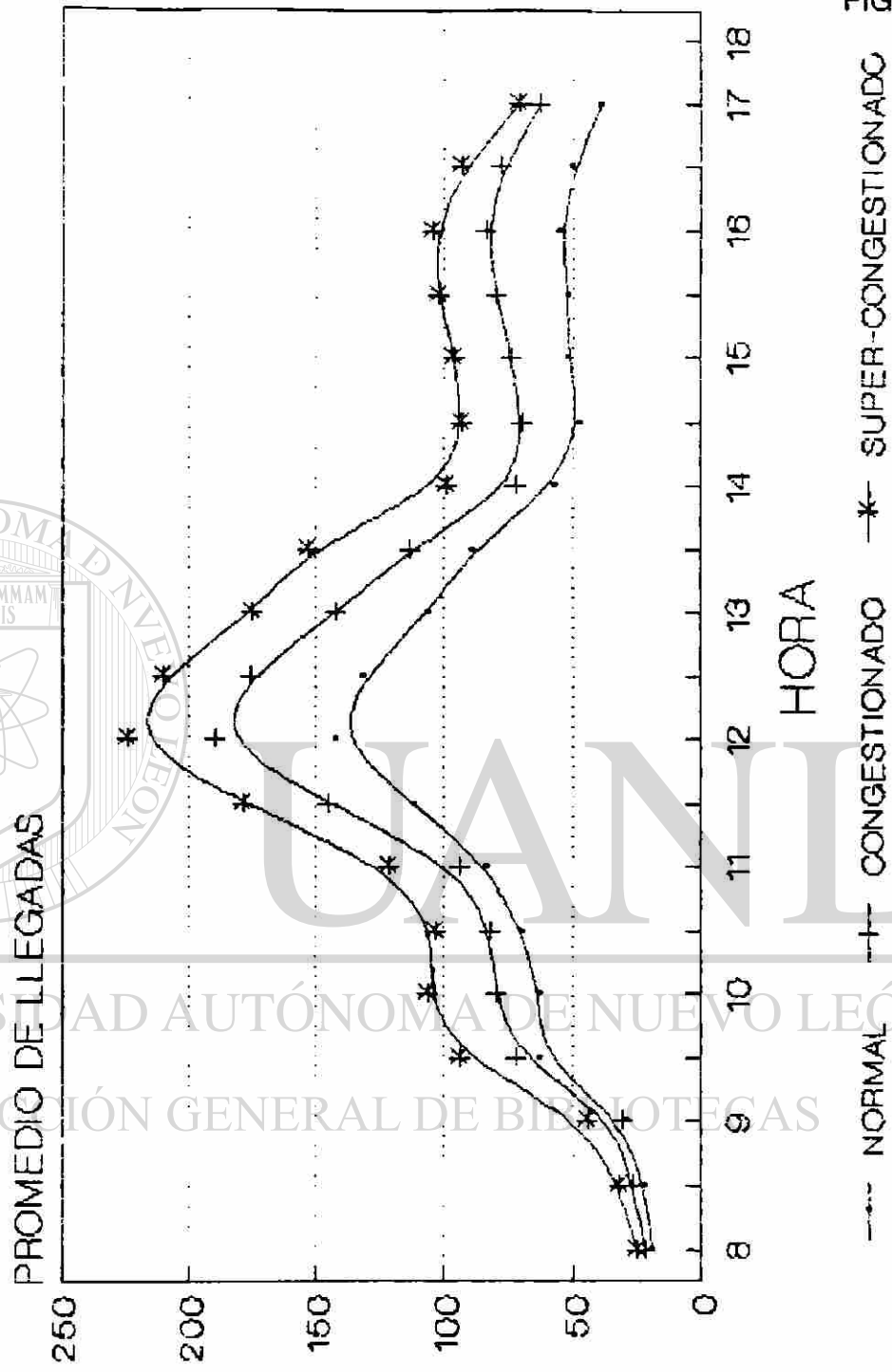
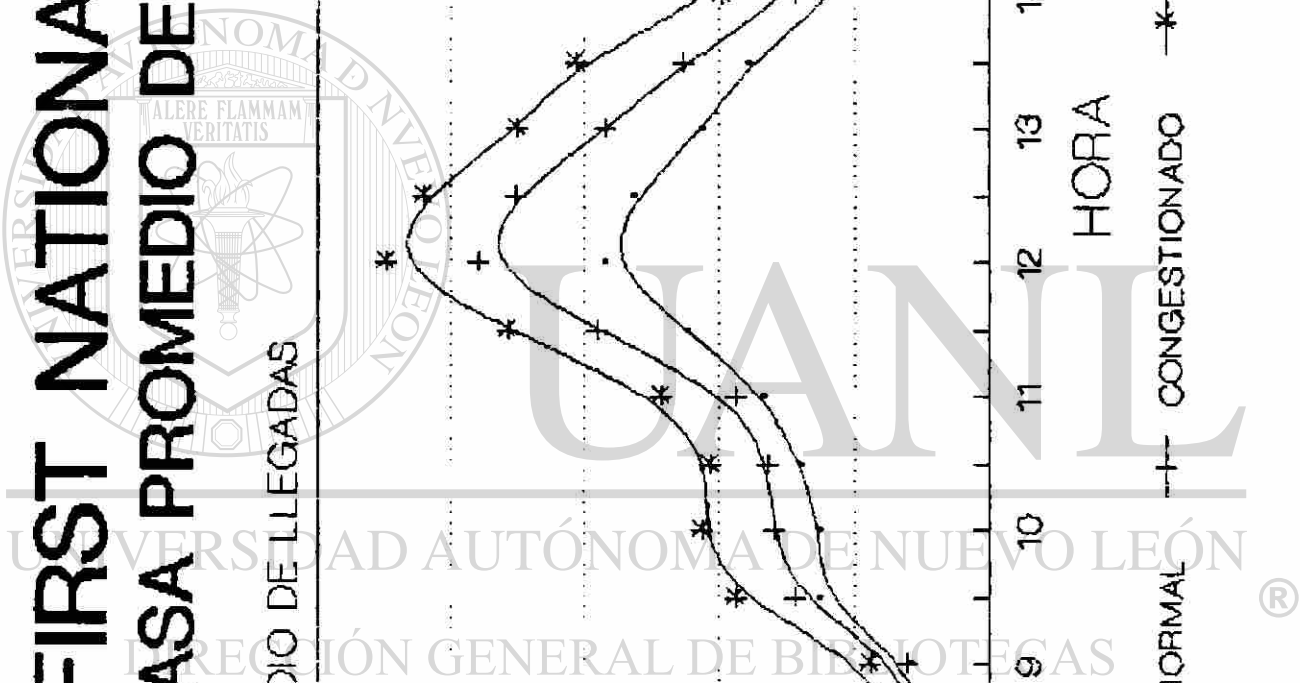


FIG 47  
4-1



# FIRST NATIONAL BANK

## NUMERO DE CAJAS

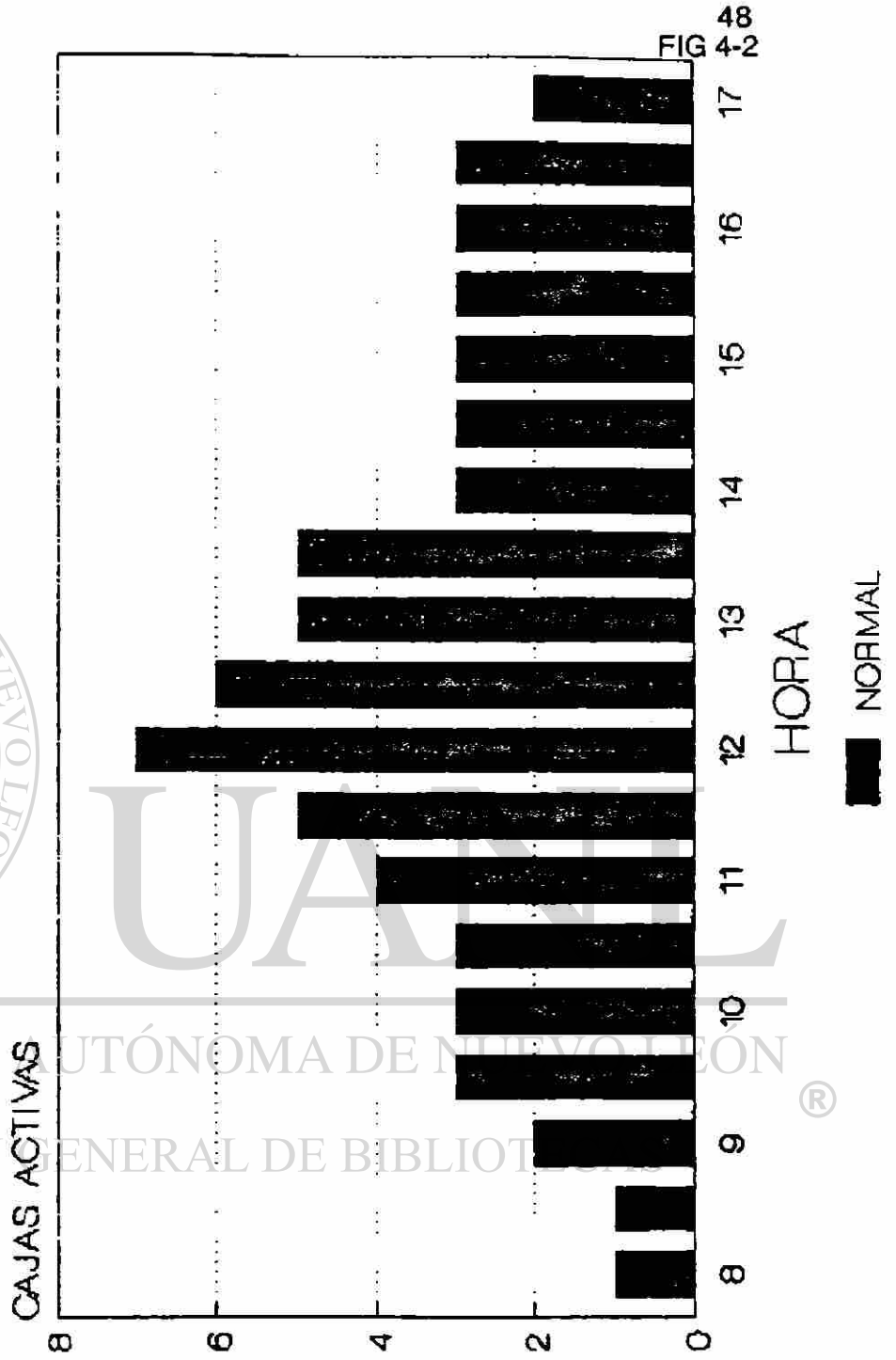


FIG 48  
4-2



Hora: 8:00-8:30

Cajeros :	1	tq=	312.30	p=57.42%
Cajeros :	2	tq=	32.83	p=31.76%

Hora: 8:30-9:00

Cajeros :	1	tq=	473.18	p=72.84%
Cajeros :	2	tq=	38.65	p=33.50%

Hora: 9:00-9:30

Cajeros :	1	tq=	730.94	p=80.74%
Cajeros :	2	tq=	63.57	p=42.26%
Cajeros :	3	tq=	10.08	p=29.58%

Hora: 9:30-10:00

Cajeros :	1	tq=	3057.38	p=97.86%
Cajeros :	2	tq=	841.36	p=89.01%
Cajeros :	3	tq=	126.03	p=68.26%
Cajeros :	4	tq=	26.29	p=51.92%

Hora: 10:00-10:30

Cajeros :	1	tq=	3092.28	p=98.22%
Cajeros :	2	tq=	1171.63	p=90.56%
Cajeros :	3	tq=	178.44	p=69.05%
Cajeros :	4	tq=	40.33	p=53.47%

Hora: 10:30-11:00

Cajeros :	1	tq=	3243.44	p=98.73%
Cajeros :	2	tq=	1015.89	p=94.34%
Cajeros :	3	tq=	237.78	p=77.59%
Cajeros :	4	tq=	42.02	p=57.48%

Hora: 11:00-11:30

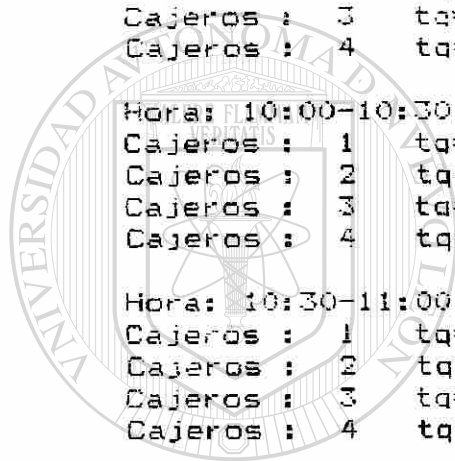
Cajeros :	1	tq=	3398.90	p=98.84%
Cajeros :	2	tq=	1621.19	p=97.03%
Cajeros :	3	tq=	412.70	p=84.58%
Cajeros :	4	tq=	87.24	p=67.64%
Cajeros :	5	tq=	25.14	p=54.44%

Hora: 11:30-12:00

Cajeros :	1	tq=	4304.37	p=99.43%
Cajeros :	2	tq=	2548.12	p=98.60%
Cajeros :	3	tq=	1389.45	p=96.91%
Cajeros :	4	tq=	571.05	p=88.42%
Cajeros :	5	tq=	186.89	p=76.82%
Cajeros :	6	tq=	74.73	p=66.84%
Cajeros :	7	tq=	13.53	p=54.57%

Hora: 12:00-12:30

Cajeros :	1	tq=	4355.03	p=88.27%
Cajeros :	2	tq=	3127.81	p=86.52%
Cajeros :	3	tq=	2095.88	p=86.92%
Cajeros :	4	tq=	961.68	p=82.12%
Cajeros :	5	tq=	423.34	p=76.01%
Cajeros :	6	tq=	181.70	p=73.76%
Cajeros :	7	tq=	33.12	p=52.47%



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Horas: 12:30-1:00

Cajeros : 1	tq=	4085.44	p=99.45%
Cajeros : 2	tq=	3096.43	p=99.11%
Cajeros : 3	tq=	2119.59	p=98.20%
Cajeros : 4	tq=	1091.35	p=95.56%
Cajeros : 5	tq=	462.12	p=84.87%
Cajeros : 6	tq=	141.75	p=75.93%
Cajeros : 7	tq=	37.65	p=65.15%

Hora: 1:00-1:30

Cajeros : 1	tq=	4294.97	p=99.42%
Cajeros : 2	tq=	2558.40	p=98.62%
Cajeros : 3	tq=	1525.43	p=95.32%
Cajeros : 4	tq=	719.44	p=88.35%
Cajeros : 5	tq=	206.67	p=72.87%
Cajeros : 6	tq=	61.41	p=62.20%
Cajeros : 7	tq=	12.81	p=54.24%

Horas: 1:30-2:00

Cajeros : 1	tq=	3820.20	p=99.34%
Cajeros : 2	tq=	2066.53	p=97.44%
Cajeros : 3	tq=	707.86	p=89.35%
Cajeros : 4	tq=	350.99	p=77.75%
Cajeros : 5	tq=	91.41	p=61.41%
Cajeros : 6	tq=	12.94	p=50.16%

Horas: 2:00-2:30

Cajeros : 1	tq=	2690.65	p=98.16%
Cajeros : 2	tq=	863.27	p=87.59%
Cajeros : 3	tq=	190.69	p=67.46%
Cajeros : 4	tq=	27.20	p=47.63%

Hora: 2:30-3:00

Cajeros : 1	tq=	2834.78	p=96.72%
Cajeros : 2	tq=	649.23	p=80.38%
Cajeros : 3	tq=	194.15	p=58.33%
Cajeros : 4	tq=	25.57	p=43.58%

Horas: 3:00-3:30

Cajeros : 1	tq=	2654.80	p=98.08%
Cajeros : 2	tq=	804.13	p=84.21%
Cajeros : 3	tq=	123.44	p=63.19%
Cajeros : 4	tq=	32.86	p=49.17%

Hora: 3:30-4:00

Cajeros : 1	tq=	3580.44	p=97.47%
Cajeros : 2	tq=	918.11	p=84.57%
Cajeros : 3	tq=	135.98	p=67.64%
Cajeros : 4	tq=	29.43	p=47.85%

Hora: 4:00-4:30

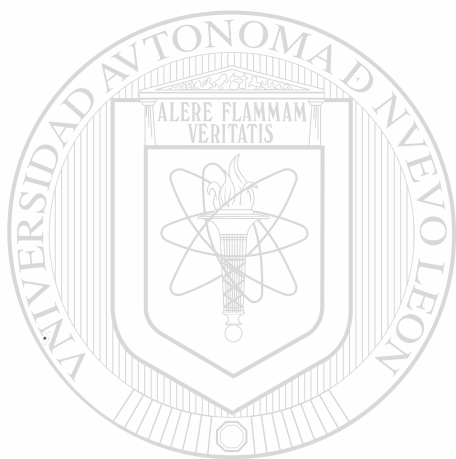
Cajeros : 1	tq=	3034.84	p=98.56%
Cajeros : 2	tq=	1081.40	p=91.51%
Cajeros : 3	tq=	193.00	p=70.06%
Cajeros : 4	tq=	45.56	p=54.94%

Hora: 4:30-5:00

Cajeros :	1	tq=	2880.69	p=97.57%
Cajeros :	2	tq=	766.69	p=82.14%
Cajeros :	3	tq=	140.87	p=63.39%
Cajeros :	4	tq=	38.23	p=51.48%

Hora: 5:00-5:30

Cajeros :	1	tq=	1999.17	p=94.37%
Cajeros :	2	tq=	354.45	p=71.91%
Cajeros :	3	tq=	47.35	p=49.91%



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

166791

Lilia Raquel Mercado Longoria  
SIMULACION CASO NATIONAL BANK

-/-

```

#include <math.h>
#include <conio.h>
#include <stdlib.h>

#define TRUE      1
#define FALSE    0

#define DIAS      50
#define MAX_SERV  12
#define READY    0
#define BUSY     1

#define NSERV     12
int  interv_serv[] = {5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95, 105, 115};
int  obs_serv   [] = {5, 59, 60, 50, 31, 27, 31, 12, 15, 8, 5, 2};
double prob_serv [NSERV];

#define NLLEG     31
int  interv_lleg[] = {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15,
                    16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30};
int  obs_lleg   [] = {66, 48, 34, 25, 25, 20, 22, 20, 20, 21, 12, 20, 12, 6,
                    9, 10, 6, 5, 4, 6, 6, 1, 1, 5, 2, 2, 3, 1, 2, 0, 2};
double prob_lleg[NLLEG];

float prom_lleg=1800.0/8.4;

char *hora[] = {"8:00", "8:30", "9:00", "9:30", "10:00", "10:30", "11:00",
               "11:30", "12:00", "12:30", "1:00", "1:30", "2:00",
               "3:00", "3:30", "4:00", "4:30", "5:00", "5:30"};
int  prom_dia[3][19] = {
    {19, 22, 29, 63, 63, 70, 83, 111, 142, 131, 106, 89, 57, 47, 52, 52, 55, 50, 39},
    {22, 27, 31, 72, 80, 82, 94, 145, 190, 176, 142, 113, 72, 70, 74, 80, 84, 78, 63},
    {25, 32, 44, 94, 106, 103, 121, 179, 224, 210, 175, 153, 99, 93, 96, 102, 104, 93, 71};

int  tipo_dia[] = {0, 1, 2};
char *msg_dia[] = {"Normal", "Congestionado", "Super-congestionado"};
double ptipo_dia[] = {0.5, 0.3414634, 0.1585366};

long tot_tq, tot_ctes, tot_p;
double tq, p;

void main(void)
{
    int h;
    for (h=0; h<19; ++h){
        clrscr();
        gotoxy(11, 1); printf("SIMULACION DE CAJAS, FIRST NATIONAL BANK");
        gotoxy(8, 3); printf("Hora: %s-%s", hora[h], hora[h+1]);
        simula(h);
    }
}

```

```

        detora = 1;
    }

simula(int hora)
{
    int serv,tot,ls;

    for(tot=1=0; i<NLLLEG; tot+=obs_ileg[i++]);
    for(i=0; i<NLLLEG; ++i) prob_ileg[i] = (double)obs_ileg[i]/(double)tot;
    for(tot=1=0; i<NSERV; tot+=obs_serv[i++]);
    for(i=0; i<NSERV; ++i) prob_serv[i] = (double)obs_serv[i]/(double)tot;

    printf("\n");
    for(serv=0;serv<MAX_SERV; ++serv){
        printf("\n\t\t\t Cajeros : %2d",serv);
        sim_dia(hora,serv);
        printf("\n\t\t\t tq=%10.2f\t\t\t p=%5.2f%%",tq,100*p);
        if(tq<60.0) break;
    }
    return;
}

sim_dia(int h,int s)
{
    int dia,tdia;

    tot_ctes = tot_tq = tot_p = 0L;
    for(dia = 0; dia<DIAS; ++dia) {
        tdia = dist_tabular(tipo_dia,ptipo_dia);
        analiza_dia(h,s,tdia);
    }

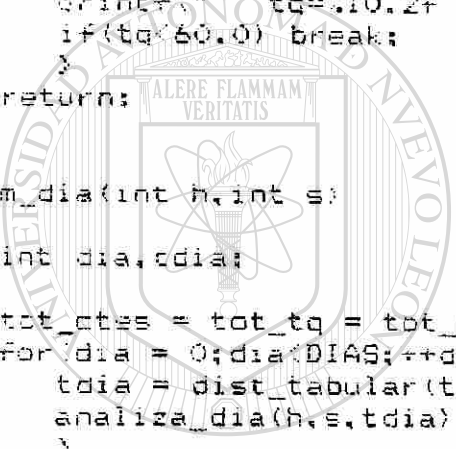
    tq = (double)tot_tq / (double)tot_ctes;
    p=tot_p / (DIAS*1800.0*s);
    return;
}

analiza_dia(int h,int s,int tipo){
    int sec=30*60; /* Media hora */
    int lg=0,lg=0,ls=0; /* Length. of queue, length of system*/
    int t_serv[MAX_SERV],status[MAX_SERV];
    int t_ileg,num_ctes;

    for(i=0; i<ls; ++i){
        t_serv[i]=0;
        status[i]=READY;
    }

    t_ileg=0;
    while(sec>0) {
        if(!t_ileg){
            for(num_ctes=0;
                t_ileg=dist_tabular(interv_ileg,prob_ileg); num_ctes++;
            t_ileg=prom_ileg*t_ileg/prom_dia[tipo][h];
            lg+=num_ctes;
            ls+=num_ctes;

```



UANL

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



```

tot_ctes+=num_cles;
}

for (i=0; i<e1++;i) /*Para cada servidor */
  if (status[i]!=BUSY) { /* Si esta ocupado */
    if (t_serv[i]!=0) { /*Si termino,sale */
      ls--;
      status[i]=READY;
    }
    tot_p++;
  }

  if (status[i]==READY && lq) { /*Si hay fila,atender */
    t_serv[i]=dist_tabular(interv_serv,prob_serv);
    status[i]=BUSY;
    lq--;
  }
}

if (lq) /* Si quedo fila por atender */
  tot_tq+=lq;
if (l1++<alleg) {
  ++lc;
  ++ls;
}
seg--;

for (j=0; j<s; ++j)
  t_serv[j]--;
gotoxy(10,5);
printf("%d %d %d %d,lq,lstot_ctes,tot_tq);*/
}
return;
}
dist_tabular(int *aa, double *prob)
{
  int i;
  double aleat;

  aleat = (double)rand()/(double)RAND_MAX;

  for (i=0; i<30; i++) {
    if (aleat < prob[i]) break;
    aleat -= prob[i];
  }

  return aa[i];
}

```

## CAPITULO V.- LOCALIZACION

Caso para lectura: Planta de General Motors en Tennessee.

La corporación General Motors necesitaba una instalación para su nuevo complejo manufacturero "Saturno" que construirá coches pequeños. La instalación será la operación automotriz mas integrada en todo Estados Unidos, con muchas de las partes hechas por una de sus múltiples plantas alimentadoras localizadas en el mismo lugar.

Después de considerar 60 factores diferentes de localización y más de 1,000 lugares posibles, en 24 estados, G.M. concluyó que Spring Hill, Tennessee ofrecía el mejor balance. Se tomó la decisión de que la oficina matriz de la corporación "Saturno" y el grupo de ingeniería de apoyo permanecerían en Michigan, cerca de Detroit.

Spring Hill está cerca de Nashville, una área metropolitana que ofrece una variedad de actividades tanto educativas como culturales. Las más grandes rutas carreteras y las de ferrocarril proveen acceso a la mayoría de los clientes dentro de un radio de 500 millas.

El estado cuenta con un clima económico estable con adecuada cantidad de agua y energía eléctrica. Aunque el ubicarse en Michigan favorecería el estar más cerca de los proveedores que existen, la instalación de Spring Hill podría fabricar la mayoría de las partes en ese mismo lugar.

A pesar de que Tennessee históricamente es un estado anti sindical. las instalaciones de "Saturno" están operadas por la fuerza sindical UAW. Siendo el contrato bastante inovador, ya que permite un grado de libertad sin precedente al trabajador y aumenta la estructura de la toma de decisiones por

consenso.

La localización de una industria tiene suma importancia para su desarrollo y tiene un impacto importante sobre sus costos de operación, sobre el precio al que los productos o servicios són ofrecidos y también sobre la posibilidad que tiene la compañía para competir en el mercado.

La tendencia en México al menos en forma teórica es a diversificar los lugares de impulso al desarrollo industrial, en la actualidad aún existe centralización, y el desarrollo se dá solo en un número pequeño de ciudades en las que existen todas las instalaciones, los servicios y la capacitación necesarios para el éxito de las operaciones de cualquier empresa.

Las decisiones de localización dependen de muchos factores, pero en algunos casos éstos pueden ser descartados dejando solo algunos que podríamos llamar dominantes y algunos secundarios.

Los factores dominantes se pueden clasificar:

- 1.- Clima laboral favorable
- 2.- Proximidad a los mercados
- 3.- Nivel de vida
- 4.- Proximidad a materias primas y a recursos
- 5.- Proximidad a instalaciones de otras compañías
- 6.- Aceptable infraestructura en vías de comunicación

Lo que tenga prioridad en esto, depende de la compañía, si ésta es de servicios, lo mejor será cercanía a clientes y mercados, si es de productos, la cercanía a la fuente de materia prima, las facilidades de instalación y de servicios o la economía en la transportación.

Un factor que complica la estimación del potencial de ventas en una localización es la competencia, pues teniendo instalaciones de competidores cerca puede ser tanto valioso como problemático, dependiendo del negocio.



Por lo general, la mayoría de las veces se hacen ampliaciones y estas se efectúan en la misma instalación, puesto que el cambio que producen es más suave y menos incómodo. Pero en ocasiones se puede perder, al hacer esto, el enfoque del crecimiento y la alternativa de modernizar los procesos y reducir los costos de transportación.

Una de las herramientas básicas para encontrar la mejor localización, si tenemos una combinación particular de opciones de localización-capacidad, es el método de transporte, un ejemplo de la aplicación de este método, nos lo dá el siguiente caso:

La Goodfred shirt company desea ubicar una nueva planta ya sea en Denver o en Phoenix. Las plantas existentes están localizadas en la ciudad de Nueva York y San Francisco, embarcan a cuatro almacenes nacionales en Chicago, Atlanta, Kansas City y Los Angeles. Los costos unitarios de transportación, la disponibilidad de artículos y los requerimientos són como se muestran a continuación.

**Costos unitarios de transporte a los almacenes en:**

<u>Ciudad de Origen</u>	<u>Chicago</u>	<u>Atlanta</u>	<u>Kansas City</u>	<u>Los Angeles</u>	<u>Unidades Disponibles</u>
N. York	\$ 4	\$3	\$5	\$7	100
San Fco.	5	8	5	2	150
Denver	3	6	2	4	100
Phoenix	5	7	3	2	100
Unid. Req.	75	50	125	100	

a) Para minimizar los costos de transporte, ¿ donde deberá ubicarse la nueva planta, en Denver o en Phoenix?

Analizo primero la construcción de la planta en Denver, (por método Vogel) se plantea la solución inicial y (por método Modi) se encuentra la solución óptima.

Aparte analizo la construcción de la planta en Phoenix, por los mismos

métodos.

Enseguida procedo a analizar de la misma forma que en los casos anteriores, la construcción de ambas plantas y efectúo la comparación de los resultados (en costos óptimos) de los tres análisis, esto me ayuda para la toma de la decisión final.

Anexo resultados de cada solución óptima (H 5 - 1), mapa de localizaciones (plantas y almacenes FIG. 5 - 1), costos de transporte en cada localización, FIG. 5 - 2.

#### COSTOS OPTIMOS

DENVER	:	\$	1,000
PHOENIX	:	\$	1,100
AMBAS	:	\$	925

#### Conclusiones:

a) Si me baso solo en el costo de transporte y en la construcción de una sola planta, entonces lo mejor será construir en Denver pues el costo de transporte resulta menor.

Si observo el costo de transporte al construir ambas, entonces éste es menor en 7.5% que el de Denver, pero habría que hacer un estudio más detenido ya que quedarían exedentes de 100 unidades en las plantas actuales, de la siguiente forma:

#### Optima I

50 exedente en Nueva York

50 exedente en San Francisco

#### Optima II

100 exedente en San Francisco

b) ¿ Que otros factores deben considerarse para tomar la decisión de la ubicación de esta planta ?

No cuento con información suficiente para realizar un estudio más amplio, pues se requiere hacer un análisis de factibilidad de la construcción de ambas plantas y si el resultado fuera favorable, entonces recolectar información de costos fijos de operación, costos de instalación de las plantas, costos variables de operación, pronóstico de ventas y planes de crecimiento a mediano plazo.

Como se puede comprender, la construcción de una nueva planta debe de involucrar muchos más elementos para estudio, podemos tener otro ejemplo más amplio.

Caso: Commonwealth Ice Cream Company es una compañía que elabora y distribuye helados en el estado de Virginia EEUU. tiene actualmente 4 plantas localizadas en Alexandria, Norfolk, Roanoke y Richmond, que elaboran y distribuyen en todo el estado. La compañía está considerando construir una nueva planta en Arlington, con la opción de cerrar una o más de las plantas existentes, dependiendo de la economía que genere la situación y de la demanda futura.

Las cuatro plantas distribuyen a seis áreas de mercado, cada una a su

propia área, pero esto no es indispensable. La capacidad de cada planta y sus costos de producción están representados en la TABLA 5-1

DATOS DE PLANTA TABLA 5-1

Planta	capacidad en quintales/día	costo producc./quintal
Alexandria	1000	\$25
Richmond	800	23
Norfolk	800	21
Roanoke	<u>500</u>	22
Total	3100	

Si se construye la nueva planta de Arlington tendrá capacidad de 1200 quintales por día y un costo de producción de \$21 por quintal.

El plan actual de distribución se presenta en la TABLA5-2, junto con la

demanda proyectada para los próximos cinco años.

## DATOS DE MERCADO

TABLA 5-2

Mercado	Dem. actual (quint/día)	Dem. a 5 años (qint/día)	
Alexandría	500	750	Alexandría
Charlottesville	200	240	Alexandría
Roanoke	300	360	Roanoke
Danville	150	150	Roanoke
Richmond	600	720	Richmond
Norfolk	500	600	Norfolk
<b>Total</b>	<b>2250</b>	<b>2820</b>	

La demanda se incrementa un 20% aproximadamente, exepcto en Danville donde permanece constante y en Alexandría donde se espera se incremente un 50%.

Los costos de embarque entre cada planta y el área de mercado se muestran en la TABLA 5-3 en la cual también se muestran los costos de embarque proyectados para la nueva planta en Arlington.

Si esta construcción se efectúa, se requerirán \$2 millones de inversión y una vida aproximadamente de 20 años. La compañía utilizaría tanto la compañía de Arlington como las ya existentes, aunque Arlington comenzaría a funcionar un año después, ya que este sería el tiempo que tardaría en construcción.

## COSTOS DE TRANSPORTACION (\$ Por quintal)

TABLA 5-3

Mercado	Alexandría	Richmond	Norfolk	Roanoke	Arlington
Alejandría	\$2.50	\$3.80	\$5.20	\$4.60	\$2.60
Charlottesv.	3.40	3.20	4.10	3.10	3.50
Roanoke	4.60	3.10	3.80	2.90	4.70
Danville	5.20	2.90	3.10	3.30	5.10
Richmond	3.80	2.80	2.90	3.10	3.70
Norfolk	4.60	2.90	2.60	4.40	4.50

La Commonwealth desea justificar la inversión de la construcción y esto se logrará si al menos hay un rendimiento real del 10% sobre su inversión después de pagar impuestos (35% sobre el ingreso neto antes de impuestos), la nueva planta se puede depreciar en un período de 20 años en línea recta.

La TABLA 5 - 4 muestra las edades de las plantas existentes y sus valores de salvamento si fueran cerradas, asumiendo que los edificios y el equipo existente se pueden vender, al postor más alto.

VALORES DE RETIRO DE PLANTA

TABLA 5 - 4

Planta	Edad en años	Retiro en \$
Alexandría	23	450
Richmond	15	600
Norfolk	9	800
Roanoke	4	400

A la compañía le gustaría saber cual sería el efecto de expandir las plantas existentes en lugar de construir Arlington, (considerando el costo de expandir como costo de producción anual por quintal), cuanta expansión podría ser deseable, en cada localización y la cantidad de inversión que se podría justificar por expansión en cada sitio.

Para poder tomar una buena decisión primero se resuelven tablas de costo óptimo para cinco años que són sobre los que tenemos datos de demanda, primero considerando construir Arlington y segundo considerando no construir Arlington, Los datos que arrojan éstas tablas se presentan en hojas siguientes, presento en la TABLA 5 - 5 una análisis financiero, comparando los resultados obtenidos de los costos de operación en las tablas óptimas

## ANALISIS FINANCIERO DE LA COMMONWELTH ICE CREAM TABLA 5 - 5

Año	Costos de operación		Diferencia (Sin)-(Con)	Diferencia Anual (300 días)
	Sin-Arlin.	Con-Arlin		
1	56590.0	54255.4	2335.0	700,500
2	59660.6	57031.4	2629.2	788,760
3	62731.2	59827.8	2903.4	871,020
4	65801.8	62688.6	3113.2	933,960
5	68872.4	65564.8	3307.6	992,280
6	71943.0	68441.0	3502.0	1050,600

Calculo luego el valor de rescate de la planta luego de seis años, como la depreciación es lineal y el valor será cero a los 20 años entonces el valor de rescate a los seis años será:

$$\text{Rescate} = \left[ 1 - \frac{\text{período de análisis}}{\text{vida de la planta}} \right] (\text{valor de la inversión})$$

$$\text{Rescate} = \left[ 1 - \frac{6}{20} \right] (2,000,000) = 1,400,000$$

EC. 5 - 1

Los flujos de efectivo són :

Año	Flujos
0	-2,000,000
1	700,500
2	788,760
3	871,020
4	933,960
5	992,280
6	1,050,600 + 1,400,000 (valor de rescate)

Para obtener la TIR del proyecto formulo la ecuación :

$$F_0X^6 + F_1X^5 + F_2X^4 + F_3X^3 + F_4X^2 + F_5X + F_6$$

donde  $F_i$  representa el flujo de efectivo en el año  $i$  y  $X$  representa  $(1 + \text{TIR})$ .

resolviendo la ecuación, resultan dos raices reales:

$$a) x_1 = -0.970221110227$$

$$b) x_2 = 1.393943867530$$

Puesto que la suma de  $F_j$  debe ser mayor que cero, la primera raíz se deshecha y solo me queda la segunda como solución, entonces si:

$$1 + TIR = 1.3939 \quad \text{despejando } TIR = 1.3939 - 1 = 0.3939$$

y el TIR será 39.4% que sobrepasa en mucho el 10% requerido por el inversionista, esto permite recomendar la construcción de la nueva planta en Arlington.

Como la compañía también contempla la posibilidad de no construir Arlington y expandir las plantas existentes, al observar las tablas óptimas (H 5 - 3 , H 5 - 8) me doy cuenta de que actualmente, hay un exedente en la capacidad de producción, de 850 quintales diarios en el primer año y que disminuye paulatinamente en el transcurso de los siguientes años, sin embargo la producción es suficiente para cumplir la demanda pronosticada para los próximos seis años, lo único en que hay que poner énfasis es en reducir costos de producción y de transporte.

En caso de construir Arlington se debe intentar vender la planta de Alejandría y cerrar temporalmente Richmond, debido a que su producción no se requerirá hasta dentro de tres años (ver tabla óptima con Arlington año cuatro).

Otra opción es usar las máquinas de Alejandría y Richmond para la nueva planta de Arlington, ya que las dos plantas tienen una capacidad productiva combinada de 1800 quintales, con lo cual se reduce la necesidad de maquinaria nueva y el costo de la instalación de la de Arlington.

Este análisis se hacen pensando que los pronósticos de demanda son lineales con el tiempo, que los costos de transporte y los de producción no cambian con el tiempo, no se considera inflación, no se consideran cambios

inesperados en la demanda ni contingencia alguna, Presento una gráfica de análisis de costos, para apoyo de conclusiones, en (FIG 5 - 3).



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# DENVER, COLORADO

64  
H5-1

POR EL METODO DE VOGEL (Reinfeld, N.U.: Vogel, Mathematical Programming, Prentice Hall) SE OBTIENE LA SOLUCION INICIAL Y POR EL METODO DE MODI SE CALCULA LA SOLUCION OPTIMA, SIENDO LAS TABLAS :

	CH	AT	KC	LA	
NY	4 25	3 50	5 25	7	100
SF	5 50	8	5	2 100	150
DE	3	6	2 100	4	100
	75	50	125	100	

SOLUCION VOGEL

	0	-1	1	-3	
	CH	AT	KC	LA	
4 NY	4 25	3 50	5 25	7	100
5 SF	5 50	8	5 **	2 100	150
1 DE	3	6	2 100	4	100
	75	50	125	100	

AVUSTE POR MODI

	0	-1	0	-3	
	CH	AT	KC	LA	
4 NY	4 50	3 50	5	7	100
5 SF	5 25	8	5 25	2 100	150
2 DE	3	6	2 100	4	100
	75	50	125	100	

SOLUCION OPTIMA

# PHOENIX, ARIZONA

POR EL METODO DE VOGEL (idem) SE OBTIENE LA SOLUCION INICIAL Y POR EL METODO DE MODI SE CALCULA LA SOLUCION OPTIMA, SIENDO LAS TABLAS :

	CH	AT	KC	LA	
NY	4 25	3 50	5 25	7	100
SF	5 50	8	5	2 100	150
PH	5	7	3 100	2	100
	75	50	125	100	

SOLUCION VOGEL

	0	-1	1	-3	
	CH	AT	KC	LA	
4 NY	4 25	3 50	5 25	7	100
5 SF	5 50	8	5 **	2 100	150
2 PH	5	7	3 100	2	100
	75	50	125	100	

AVUSTE POR MODI

	0	-1	0	-3	
	CH	AT	KC	LA	
4 NY	4 50	3 50	5	7	100
5 SF	5 25	8	5 25	2 100	150
3 PH	5	7	3 100	2	100
	75	50	125	100	

SOLUCION OPTIMA

# AMBAS (DENVER & PHOENIX)

POR EL METODO DE VOGEL (idem) SE OBTIENE LA SOLUCION INICIAL Y POR EL METODO DE MODI SE CALCULA LA SOLUCION OPTIMA, SIENDO LAS TABLAS :

	CH	AT	KC	LA	XX	
NY	4 0	3 50	5	7	M 50	100
SF	5	8	5	2 100	M 50	150
DE	3 75	6	2 25	4	M	100
PH	5	7	3 100	2	M	100
	75	50	125	100	100	

SOLUCION VOGEL

	0	-1	-1	-2	M-4	
	CH	AT	KC	LA	XX	
4 NY	4 0	3 50	5	7	M 50	100
4 SF	5	8	5	2 100	M 50	150
3 DE	3 75	6	2 25	4	M	100
4 PH	5	7	3 100	2	M	100
	75	50	125	100	100	

SOLUCION OPTIMA I

	0	-1	-1	-2	M-4	
	CH	AT	KC	LA	XX	
4 NY	4 50	3 50	5	7	M 0	100
4 SF	5	8	5	2 50	M 100	150
3 DE	3 25	6	2 75	4	M	100
4 PH	5	7	3 50	2 50	M	100
	75	50	125	100	100	

SOLUCION OPTIMA II

**PLANTAS**

**SF - SAN FRANCISCO**

**NY - NEW YORK**

**DE - DENVER**

**PH - PHOENIX**

**ALMACENES**

**CH - CHICAGO**

**AT - ATLANTA**

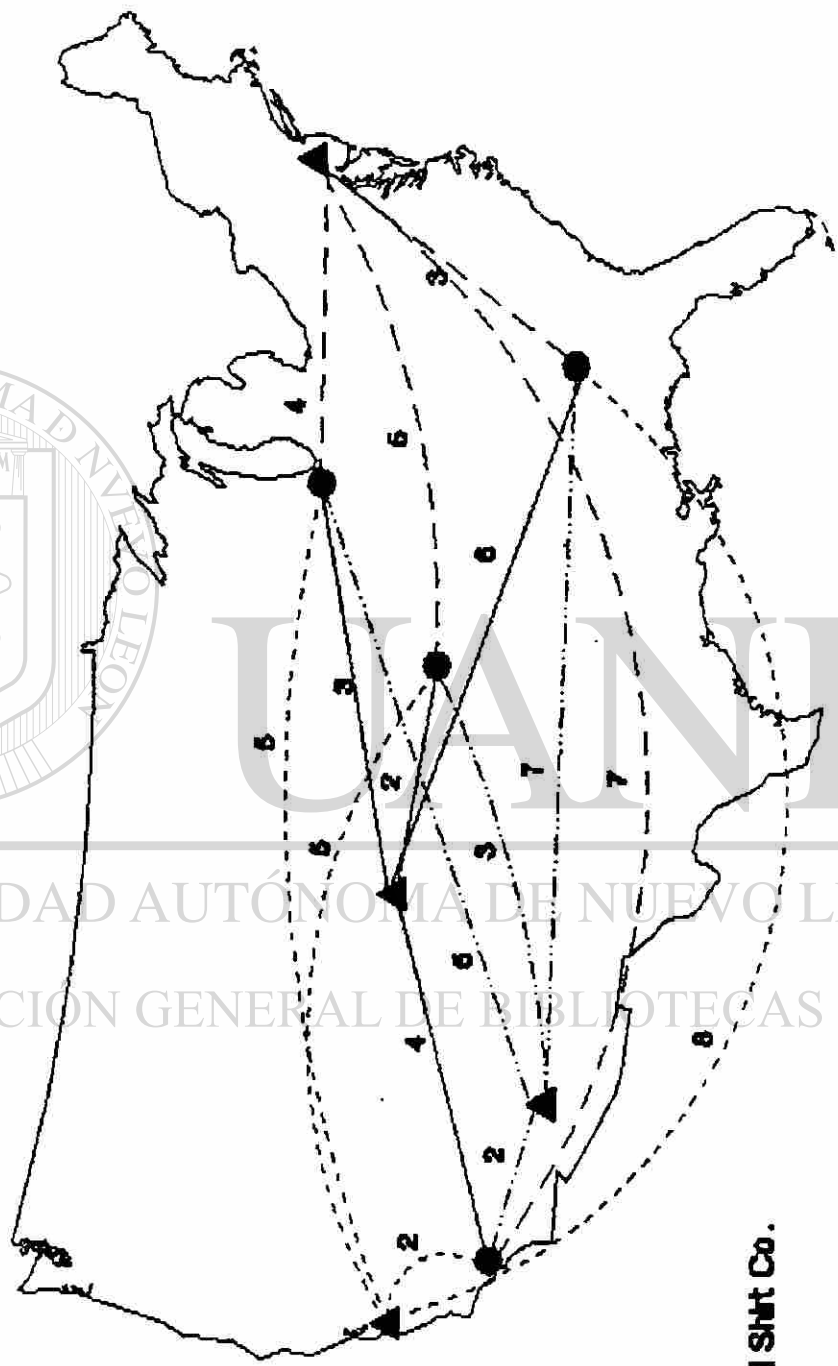
**KC - KANSAS CITY**

**LA - LOS ANGELES**



**Goodfeel Shirt Co.**

**COSTOS DE TRANSPORTE**  
(Valor arriba de la línea correspondiente)



Goodfeel Shit Co.

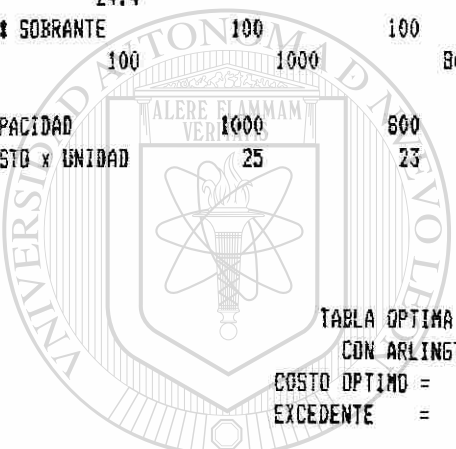
TABLA OPTIMA AND 1  
 CON ARLINGTON  
 COSTO OPTIMO = 54255  
 EXCEDENTE = 2050

67  
 H 5 -2

HACIA/DESDE	ALEXANDRIA	RICHMOND	NORFOLK	ROANOKE	ARLINGTON	DEMAN
ALEXANDRIA	27.5	26.8	26.2	26.6	23.6	500
CHARLOTTESVILLE	28.4	26.2	25.1	25.1	24.5	200
ROANOKE	29.6	26.1	24.8	24.9	25.7	300
DANVILLE	30.2	25.9	24.1	25.3	24.7	150
RICHMOND	28.8	25.8	23.9	25.1	24.7	600
NORFOLK	29.6	25.9	23.6	26.4	25.5	500
*** SOBRANTE	100	100	100	100	100	
CAPACIDAD	1000	800	800	500	1200	4300
COSTO x UNIDAD	25	23	21	22	21	

TABLA OPTIMA AND 2  
 CON ARLINGTON  
 COSTO OPTIMO = 57031.4  
 EXCEDENTE = 1936

HACIA/DESDE	ALEXANDRIA	RICHMOND	NORFOLK	ROANOKE	ARLINGTON	DEMAN
ALEXANDRIA	27.5	26.8	26.2	26.6	23.6	550
CHARLOTTESVILLE	28.4	26.2	25.1	25.1	24.5	208
ROANOKE	29.6	26.1	24.8	24.9	25.7	312
DANVILLE	30.2	25.9	24.1	25.3	24.7	150
RICHMOND	28.8	25.8	23.9	25.1	24.7	624
NORFOLK	29.6	25.9	23.6	26.4	25.5	520
*** SOBRANTE	100	100	100	100	100	
CAPACIDAD	1000	800	800	500	1200	4300
COSTO x UNIDAD	25	23	21	22	21	



UNANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

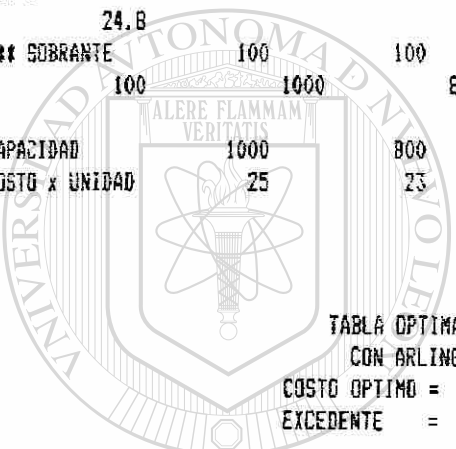
TABLA OPTIMA ANO 3  
 CON ARLINGTON  
 COSTO OPTIMO = 59827.8  
 EXCEDENTE = 1822

68  
 H5-3

HACIANDESDE	ALEXANDRIA	RICHMOND	NORFOLK	ROANOKE	ARLINGTON	DEMAN
ALEXANDRIA	27.5	26.8	26.2	26.6	23.6	600
CHARLOTTESVILLE	28.4	26.2	25.1	25.1	24.5	216
ROANOKE	29.6	26.1	24.8	24.9	25.7	324
DANVILLE	30.2	25.9	24.1	25.3	24.7	150
RICHMOND	28.8	25.8	23.9	25.1	24.7	648
NORFOLK	29.6	25.9	23.6	26.4	25.5	540
*** SOBANTE	100	100	100	100	100	1822
CAPACIDAD	1000	800	800	500	1200	4300
COSTO x UNIDAD	25	23	21	22	21	

TABLA OPTIMA ANO 4  
 CON ARLINGTON  
 COSTO OPTIMO = 62688.6  
 EXCEDENTE = 1708

HACIANDESDE	ALEXANDRIA	RICHMOND	NORFOLK	ROANOKE	ARLINGTON	DEMAN
ALEXANDRIA	27.5	26.8	26.2	26.6	23.6	650
CHARLOTTESVILLE	28.4	26.2	25.1	25.1	24.5	224
ROANOKE	29.6	26.1	24.8	24.9	25.7	336
DANVILLE	30.2	25.9	24.1	25.3	24.7	150
RICHMOND	28.8	25.8	23.9	25.1	24.7	672
NORFOLK	29.6	25.9	23.6	26.4	25.5	560
*** SOBANTE	100	100	100	100	100	1708
CAPACIDAD	1000	800	800	500	1200	4300
COSTO x UNIDAD	25	23	21	22	21	



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA OPTIMA AND 5  
 CON ARLINGTON  
 COSTO OPTIMO = 65564.8  
 EXCEDENTE = 1594

69  
 H 5 -4

	0	0	-1.9	-0.7	-0.3	
HACIA/DESDE	ALEXANDRIA	RICHMOND	NORFOLK	ROANOKE	ARLINGTON	DEMAN
ALEXANDRIA	27.5	26.8	26.2	26.6	23.6	700
	23.9					700
CHARLOTTESVILLE	28.4	26.2	25.1	25.1	24.5	232
	24.8					232
ROANOKE	29.6	26.1	24.8	24.9	25.7	348
	25.6				348	
DANVILLE	30.2	25.9	24.1	25.3	24.7	150
	25					150
RICHMOND	28.8	25.8	23.9	25.1	24.7	696
	25.8		206	220	152	118
NORFOLK	29.6	25.9	23.6	26.4	25.5	580
	25.5			580		
*** SOBRANTE	100	100	100	100	100	1594
	100	1000	594			
CAPACIDAD	1000	800	800	500	1200	4300
COSTO x UNIDAD	25	23	21	22	21	

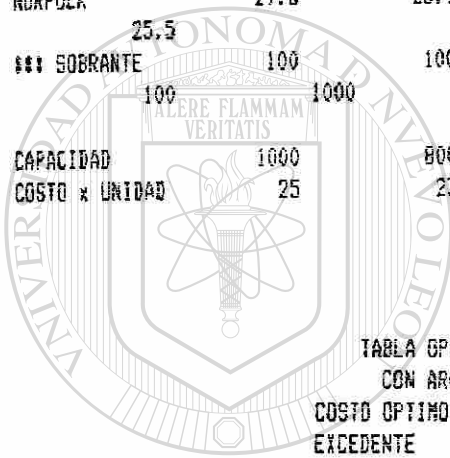


TABLA OPTIMA AND 6  
 CON ARLINGTON  
 COSTO OPTIMO = 69441  
 EXCEDENTE = 1480

U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

	0	0	-1.9	-0.7	-0.3	
HACIA/DESDE	ALEXANDRIA	RICHMOND	NORFOLK	ROANOKE	ARLINGTON	DEMAN
ALEXANDRIA	27.5	26.8	26.2	26.6	23.6	750
	23.9					750
CHARLOTTESVILLE	28.4	26.2	25.1	25.1	24.5	240
	24.8					240
ROANOKE	29.6	26.1	24.8	24.9	25.7	360
	25.6				360	
DANVILLE	30.2	25.9	24.1	25.3	24.7	150
	25					150
RICHMOND	28.8	25.8	23.9	25.1	24.7	720
	25.8		320	200	140	60
NORFOLK	29.6	25.9	23.6	26.4	25.5	600
	25.5			600		
*** SOBRANTE	100	100	100	100	100	1480
	100	1000	480			
CAPACIDAD	1000	900	900	500	1200	4300
COSTO x UNIDAD	25	23	21	22	21	

TABLA OPTIMA AND 1  
 SIN ARLINGTON  
 COSTO OPTIMO = 56590  
 EXCEDENTE = 850

70  
H5-5

HACIA/DESDE	0	-0.7	-2.6	0.2	DEMANDA
ALEXANDRIA	ALEXANDRIA	RICHMOND	NORFOLK	ROANOKE	
ALEXANDRIA	27.5	26.8	26.2	26.6	500
CHARLOTTESVILLE	27.5	150	350		
CHARLOTTESVILLE	28.4	26.2	25.1	25.1	200
ROANOKE	24.9			200	
ROANOKE	29.6	26.1	24.8	24.9	300
DANVILLE	24.7			300	
DANVILLE	30.2	25.9	24.1	25.3	150
RICHMOND	26.6		150		
RICHMOND	28.8	25.8	23.9	25.1	600
NORFOLK	26.5		300		
NORFOLK	29.6	25.9	23.6	26.4	500
*** SOBRANTE	26.2		500	0	
*** SOBRANTE	100	100	100	100	850
CAPACIDAD	1000	800	800	500	2250
COSTO x UNIDAD	25	23	21	22	3100

TABLA OPTIMA AND 2  
 SIN ARLINGTON  
 COSTO OPTIMO = 59660.6  
 EXCEDENTE = 736

HACIA/DESDE	0	-0.7	-2.6	-1.8	DEMANDA
ALEXANDRIA	ALEXANDRIA	RICHMOND	NORFOLK	ROANOKE	
ALEXANDRIA	27.5	26.8	26.2	26.6	550
CHARLOTTESVILLE	27.5	264	286		
CHARLOTTESVILLE	28.4	26.2	25.1	25.1	208
ROANOKE	26.9		20	188	
ROANOKE	29.6	26.1	24.8	24.9	312
DANVILLE	26.7			312	
DANVILLE	30.2	25.9	24.1	25.3	150
RICHMOND	26.6		150		
RICHMOND	28.8	25.8	23.9	25.1	624
NORFOLK	26.5		344		
NORFOLK	29.6	25.9	23.6	280	520
*** SOBRANTE	26.2		520		
*** SOBRANTE	100	100	100	100	736
*** SOBRANTE	100	736			
CAPACIDAD	1000	800	800	500	2364
COSTO x UNIDAD	25	23	21	22	3100

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



TABLA OPTIMA ANO 3  
 SIN ARLINGTON  
 COSTO OPTIMO = 62731.2  
 EXCEDENTE = 622

71  
 H5-6

HACIA/DESDE	0	-0.7	-2.6	-1.8	
ALEXANDRIA	ALEXANDRIA	RICHMOND	NORFOLK	ROANOKE	DEMANDA
ALEXANDRIA	27.5	26.8	26.2	26.6	600
CHARLOTTESVILLE	27.5	378	222		
ROANOKE	28.4	26.2	40	176	216
DANVILLE	26.9	26.1	24.8	324	324
RICHMOND	26.7	30.2	25.9	25.3	150
NORFOLK	26.6	28.8	150	23.9	648
*** SOBRANTE	26.5	29.6	388	260	540
	26.2	29.6	25.9	23.6	260
	100	100	100	100	622
CAPACIDAD	1000	800	800	500	2478
COSTO x UNIDAD	25	23	21	22	3100

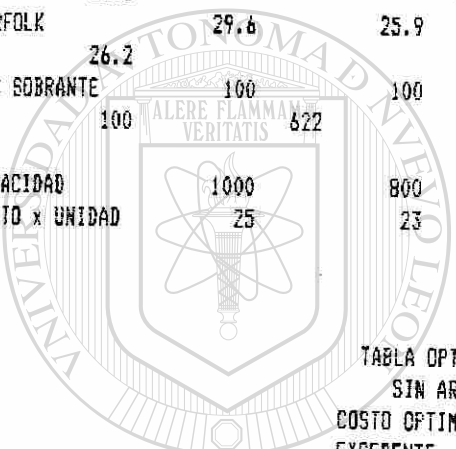


TABLA OPTIMA ANO 4  
 SIN ARLINGTON  
 COSTO OPTIMO = 65801.8  
 EXCEDENTE = 508

# UNANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

HACIA/DESDE	0	-0.7	-2.6	-1.8	
ALEXANDRIA	ALEXANDRIA	RICHMOND	NORFOLK	ROANOKE	DEMANDA
ALEXANDRIA	27.5	26.8	26.2	26.6	650
CHARLOTTESVILLE	27.5	492	158		
ROANOKE	28.4	26.2	60	164	224
DANVILLE	26.9	26.1	24.8	336	336
RICHMOND	26.7	30.2	25.9	25.3	150
NORFOLK	26.6	28.8	150	23.9	672
*** SOBRANTE	26.5	29.6	432	240	560
	26.2	29.6	25.9	23.6	560
	100	100	100	100	508
CAPACIDAD	1000	800	800	500	2592
COSTO x UNIDAD	25	23	21	22	3100



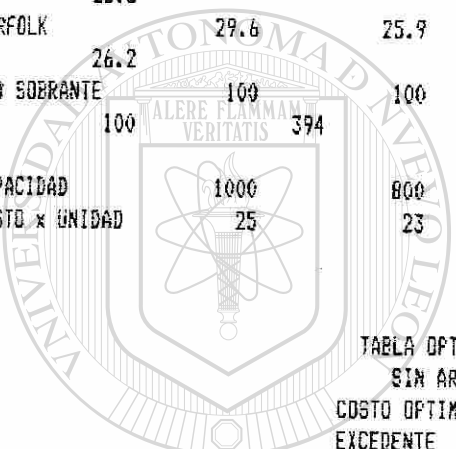
TABLA OPTIMA AÑO 5  
 SIN ARLINGTON  
 COSTO OPTIMO = 68872.4  
 EXCEDENTE = 394

72  
 H5-7

HACIA\DESDE	0	-0.7	-2.6	-1.8	DEMANDA
ALEXANDRIA	ALEXANDRIA	RICHMOND	NORFOLK	ROANOKE	
ALEXANDRIA	27.5	26.8	26.2	26.6	700
CHARLOTTESVILLE	27.5	26.2	25.1	25.1	232
ROANOKE	26.9	26.1	24.8	24.9	348
DANVILLE	26.7	25.9	24.1	25.3	150
RICHMOND	26.6	25.8	23.9	25.1	696
NORFOLK	26.5	25.7	23.6	26.4	580
*** SOBRANTE	100	100	100	100	394
CAPACIDAD	1000	800	800	500	2706
COSTO x UNIDAD	25	23	21	22	3100

TABLA OPTIMA AÑO 6  
 SIN ARLINGTON  
 COSTO OPTIMO = 71943  
 EXCEDENTE = 280

HACIA\DESDE	0	-0.7	-2.6	-1.8	DEMANDA
ALEXANDRIA	ALEXANDRIA	RICHMOND	NORFOLK	ROANOKE	
ALEXANDRIA	27.5	26.8	26.2	26.6	750
CHARLOTTESVILLE	27.5	26.2	25.1	25.1	240
ROANOKE	26.9	26.1	24.8	24.9	360
DANVILLE	26.7	25.9	24.1	25.3	150
RICHMOND	26.6	25.8	23.9	25.1	720
NORFOLK	26.5	25.7	23.6	26.4	600
*** SOBRANTE	100	100	100	100	280
CAPACIDAD	1000	800	800	500	2820
COSTO x UNIDAD	25	23	21	22	3100



UNANL

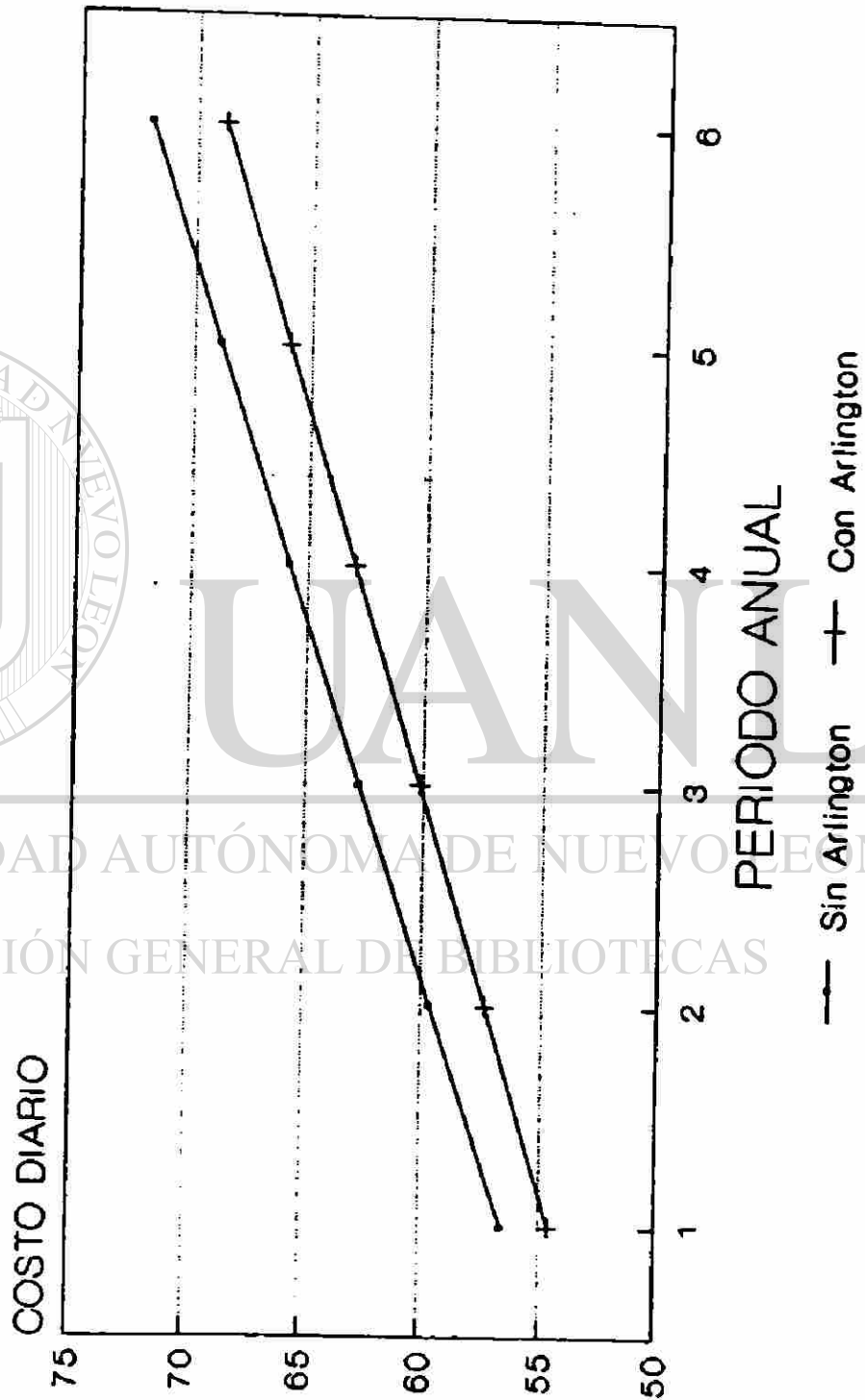
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# COMMONWEALTH ICE CREAM CO.

## ANALISIS DE COSTOS (MILES DE DOLARES)



## CAPITULO VI.- DISTRIBUCION DE INSTALACIONES

Caso para lectura: Compañía de motores Cummins

La compañía Cummins que manufactura motores diesel, está ubicada en Columbus Indiana, utiliza tecnología de grupos en algunas de sus operaciones, para lograr un nivel de producción más alto, a pesar de tener 100,000 partes en catálogo.

Una familia de motor tiene 86 volantes diferentes, 49 cubiertas de volante, 17 motores de arranque y 12 posibles montajes.

Cummins hizo la transición de una distribución enfocada a procesos a una de producción por celulas, por medio de una reorganización de departamentos enfocados a productos, cada uno responsable de una familia de productos relacionados.

Los componentes fueron clasificados por volumen, por predicción de demanda, por estabilidad de diseño y tiempos de reajuste de máquinas.

La administración acomodó las máquinas en celulas agrupadas en forma de U de modo que mueven del torno al molino, a la máquina fresadora con poca interrupción. El inventario de trabajo en proceso es pasado de máquina a máquina sin reposo y va de una operación a otra suavemente.

La administración creó 15 celulas en la planta Columbus cada una maquinando un grupo comparativamente pequeño de partes relacionadas: una bomba de agua, una línea de volante, una línea de manifold y así sucesivamente.

Esta distribución híbrida, dedicada a un rango adelgazado de partes, requirió la compra de algunas máquinas. Cummins necesitó invertir solo

\$60,000 en nuevas máquinas \$105,000 para arreglos adicionales y herramientas y cerca de \$40,000 para hacer los movimientos.

En el primer año las demandas de espacio en piso se redujeron un 25%. el desperdicio 30% y el inventario de trabajo en proceso un 90%.

De los ahorros estos fueron de más de un millón de dolares en costo de trabajo. El arreglo híbrido permite al sistema de alto y al de bajo volumen coexistir en la misma instalación.

Que es planear una distribución de instalaciones?

El planear una distribución es decidir sobre arreglos físicos de un centro de actividad económica, el propósito de planearlo es permitir a los trabajadores y al equipo operar de la forma más efectiva y eficiente posible.

Existen cuatro tipos de distribuciones dependiendo de la estrategia del administrador:

a) Proceso.- si el enfoque es a procesos entonces se agrupan estaciones de trabajo o departamentos de acuerdo a sus funciones, este es más común cuando la misma operación se efectúa intermitentemente sobre diferentes productos.

b) Producto.- si el enfoque es a productos se arreglan las estaciones de trabajo o departamentos de manera que sigan una trayectoria lineal, los recursos de operaciones se acomodan a los lados de la ruta que sigue el producto, en vez de compartirse a muchos productos, a esto suele llamarse línea de ensamble.

c) Híbrido.- es cuando se combinan elementos enfocados al proceso y otros al producto en las instalaciones, esto lo hacen los administradores cuando introducen un sistema de manufactura flexible, estaciones de múltiples máquinas. esto se presenta frecuentemente en las empresas que tienen operaciones tanto de fabricación como de ensamble.

d) Posición fija.- en este arreglo se fija la posición del producto y los trabajadores vienen con sus herramientas y equipo y trabajan en el lugar. Esto sucede con un producto particularmente difícil de mover.

#### Criterio de comportamiento

El distribuir la instalación debe ser desarrollado con dos propósitos fundamentales; maximizar ventas o minimizar costo de manejo de materiales, dependiendo de la situación, aunque se puede utilizar un criterio múltiple. El enfoque que el administrador le dé sea a producto o proceso influye en la inversión de capital, pues repercute sobre el espacio en piso, necesidades de equipo, niveles de inventario.

#### Distribución híbrida

En japon se utiliza un tipo de distribución híbrida en el que un solo trabajador atiende múltiple máquinas (OWMM) en lugar de atender una sola, esto es posible cuando los volúmenes no són suficientes para mantener a varios trabajadores ocupados en una sola línea de producción y se arma una linea suficientemente pequeña para que mantenga un solo trabajador ocupado.

Una segunda opción para alcanzar repetitividad con procesos de bajo volumen es la tecnología de grupo (GT), esta técnica de manufactura agrupa partes o productos con características similares, en familias, colocando grupos de máquinas para su producción, el propósito es minimizar los cambios o ajustes en las máquinas.

Se pueden formar celdas o áreas de trabajo separadas para organizar las máquinas herramientas necesarias en la linea para realizar el proceso básico.

Esto acarrea los siguientes beneficios:

- a) Menos tiempo de ajustes
- b) Bajo inventario de trabajo en proceso

- c) Menos manejo de materiales d) Reduce tiempo de ciclo  
e) Aumentan oportunidades para automatización.

Diseñar una distribución de proceso, requiere se obtenga la siguiente información; demanda de espacio por cada centro, espacio disponible (incluyendo el plan de bloques para la distribución existente), razones de cercanía ( pueden ser tabuladas como matriz o en una carta REL) etc. Un acercamiento manual a encontrar un plan de bloque empieza con listar las demandas básicas, basados en razones de cercanía grandes, u otras consideraciones. Después se usa prueba y error para encontrar un plan de bloques que satisfaga la mayoría de las demandas.

Un marcador de carga-distancia ayuda a evaluar el plan en lo que se refiere a localización, ver ecuaciones:

$$ld = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n l_{ij} d_{ij}$$

$ld$  = marcador que mide la distancia- carga de la dificultad de el manejo de materiales de el plan de bloques.

$l_{ij}$  = carga, medida como el número de viaje entre el departamento  $i$ ,  $j$ , en ambas direcc.

$d_{ij}$  = unidades de distancia (actual, euclideanea, o rectilinea) entre departamentos  $i$ ,  $j$ , donde  $d_{ij} = 0$

$n$  = número total de departamentos.

EC. 6-1

(para ayuda de decisiones en distribución (layout), existen los modelos de computadora, Automatic Layout Design Program-ALDEP, Computerized Relative Allocations of Facilites Technique-CRAFT).

Distribuciones para procesos: Almacenes y Oficinas

La más simple de las situaciones en un almacén, es la de patrón de selección (saca-y-regresa), como los artículos se recogen uno a la vez entonces la proximidad del departamento al embarque, depende de la razón de la frecuencia de los viajes a la necesidad de espacio.

Otro patrón es la ruta de viaje de recolección, en la que los recolectores seleccionan una variedad de artículos que serán enviados a un

cliente particular.

Recoger por lotes, en este sistema el recogedor colecta la cantidad requerida de un artículo para satisfacer a un grupo de ordenes de clientes que van a ser enviadas en el mismo medio de transporte.

En el sistema de zona, cada recogedor es asignado a una zona, colecta todos los artículos necesarios de esa zona y los pone en una línea transportadora.

El efecto que la distribución de instalaciones produce en la gente, principalmente en la que trabaja en oficinas, afecta la productividad y la calidad de vida del trabajo, pues es necesario lograr un equilibrio entre la proximidad y la privacidad, para la elección gerencial de la distribución, se requiere un conocimiento de lo que necesita cada tipo de trabajo, de la fuerza de trabajo en sí y la filosofía del trabajo de la alta gerencia.

Distribuciones de productos: Producción o Líneas de Ensamble

El problema de balanceo de una línea, es asignar tareas a las estaciones de modo que se satisfagan las salidas deseadas, mientras se minimizan las estaciones requeridas. Esto a su vez minimiza el tiempo ocioso, maximiza eficiencia y minimiza el balance de retrasos.

La razón de salida deseada de una línea depende no solo del pronóstico de la demanda, sino también de la frecuencia del rebalance, utilización de capacidad y especialización en el trabajo. El ciclo de tiempo de línea es el máximo tiempo que se permite trabajar en una unidad en cada estación, si el tiempo de una estación es mayor del tiempo de línea entonces existe un cuello de botella, que impide a la línea alcanzar la razón de salida deseada.

$$c = \left(\frac{1}{r}\right)(3,600 \text{ seg} / \text{hr})$$

$c$  = tiempo de ciclo en segundos / unidad

$r$  = razón deseada de salida en unidades / hr

EC. 6-2

Se presenta el caso: El gerente de la compañía Sealtight ha recibido el último reporte de mercadotecnia donde pronostican las ventas para el próximo año, en este reporte se observa que se compromete a la línea de producción a que tenga una salida de 8,000 empaques especiales para dulces por semana, para por lo menos los próximos tres meses. La planta trabajará en un turno de 8 horas, durante 5 días a la semana. Se procurará que ningún trabajador eventual se contrate para substituir a otros de planta, en descansos, ausentismo o ayuda para posibles cuellos de botella. Consideraremos que en esos tres meses no fallará el equipo, la línea estará operando 40 hrs por semana. ¿Cual es el ciclo de la línea? ¿Cual es el número más pequeño de estaciones que el gerente de la planta puede esperar para el diseño de la línea para este período de tiempo?

Si la razón de salida deseada es de 8,000 unidades por semana y el tiempo de trabajo es de 40 hrs. entonces se producen  $(8,000/40) = 200$  unidades por hora, y el ciclo de tiempo será de 18 segundos  $(3600/200)$ . Si cada estación es operada por un solo y diferente trabajador se espera que este resuelva su trabajo en el tiempo del ciclo, esto nos dá una línea en perfecto balance, entonces el número menor de estaciones posible será:

$$TM = t / c$$

EC.6-3

$t$  = cantidad total de tiempo productivo requerido para ensamblar cada unidad, o la suma de todos los tiempos elemento-trabajo. por ejemplo si la suma de tiempo elemento-trabajo es = 392 segundos y el ciclo tiempo es de 18 seg entonces el menor número de estaciones será = 22, puesto que  $(392/18 = 21.78)$ .



TM = 22 estaciones

El tiempo ocioso, eficiencia y el balance de demora.

$$\text{Tiempo ocioso} = nc - t \quad \text{EC. 6-4}$$

Tiempo improductivo total para todas las estaciones en el ensamble de cada unidad, nc tiempo total (productivo y ocioso) que transcurre por unidad - tiempo productivo total

$$\text{Eficiencia (\%)} = (t / nc)(100) \quad \text{EC. 6-5}$$

Eficiencia = razón del tiempo productivo total expresado en porcentaje.

Si quiero calcular la eficiencia para la compañía Sealtight considerando 22 estaciones como mínimo teórico. Cual será la eficiencia de línea?

$$\text{Eficiencia (\%)} = (392 / (22)(18))(100) = 98.98 \%$$

Si encuentro una solución que alcance 22 estaciones, la eficiencia teórica será del 98.98 por ciento

$$\text{Balance de retraso (\%)} = 100 - \text{Eficiencia} \quad \text{EC. 6-6}$$

El balance de retraso es la cantidad en porcentaje por la que la eficiencia no alcanza el 100%

$$\text{Balance de retraso (\%)} = 100 - 98.98 = 1.02\%$$

Un acercamiento al balance de línea es crear una estación a la vez. Seleccionar un candidato de una lista de espera y asignarlo a la estación en cada iteración.

Dos reglas de decisión comunmente usadas para hacer esta elección es el tiempo mas largo del elemento de trabajo y la mayor cantidad de anteriores asignados , esto se hace usando un paquete de software, para que considere cada combinación posible de elementos de trabajo que no rompan la procedencia o el ciclo de tiempo requerido, esto sigue la secuencia o programa:

Paso 1.  $k = 1$ , siendo  $k$  un contador para la estación que está siendo formada, se incrementa en el paso 5, si el número de estaciones no son suficientes para manejar todo el trabajo.

Paso 2. Hacer lista de candidatos. Cada elemento de trabajo incluido en la lista debe de satisfacer tres condiciones:

- a) no se ha asignado a esta o a ninguna estación previa.
- b) Todos sus predecesores han sido asignados a esta o a alguna estación previa.
- c) Su tiempo no puede exceder el tiempo de ocio de la estación, la cual contabiliza a todos los elementos de trabajo que ya fueron asignados, si todavía no hay alguno asignado entonces el tiempo será igual al tiempo de ciclo.

Si no se encuentran este tipo de candidatos entonces ir al paso 5.

Paso 3. Escoger un candidato, usando una de las dos reglas de decisión, si dos o más candidatos están disponibles, arbitrariamente escoja alguno de ellos y asígnelo a la estación  $k$ .

Paso 4. Para encontrar el tiempo de ocio de la estación, calcule el tiempo acumulado de todas las tareas asignadas a la estación  $k$ , restelo al tiempo total del ciclo, regrese al paso 2.

Paso 5. Si algunos elementos de trabajo no están aún asignados, pero ninguno es candidato para la estación  $k$ , se debe formar una estación nueva, incrementando  $k$  en 1 y va al paso 2. De otro modo la solución está completa, fin del programa.

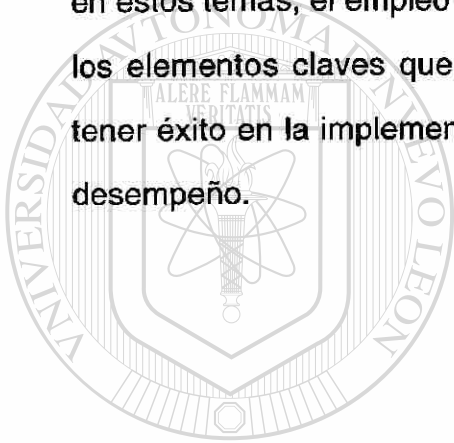
Quando se implementa este tipo de solución se deben observar dentro de cada estación, los elementos de procedencia y respetar los tiempos de trabajo prioritario de la línea.

Quando se forma una estación nueva, se selecciona la combinación

que minimice el tiempo ocioso de la estación.

## Conclusiones

Decisiones de diseño, Capacidad, Localización y Distribución de instalaciones són cuatro de las más importantes partidas que toma un proyecto tanto de ampliación como de localización, los ejemplos vistos en esta parte són solo una pequeña ventana para asomarnos a las amplias posibilidades que tenemos para implementar mejoras en nuestras decisiones en estos temas, el empleo de modelos y desarrollos matemáticos nos guían a los elementos claves que como administradores debemos considerar para tener éxito en la implementación, que de manera indudable mejorará nuestro desempeño.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# TERCERA PARTE: DECISIONES DE OPERACION

## CAPITULO VII PRONOSTICOS

### Caso de lectura: Rocky Mountain Bank Note

Rocky es una empresa manufacturera de cheques de banco. Esta firma fabrica más de 1,000 tipos de chequeras en 20 plantas impresoras, usa un proceso complejo de manufactura e incluye en su estrategia desde producir para existencias hasta ensambles a la orden. El material base de ensambles pre impresos y los componentes se proveen a través de una instalación base central de existencias y a través también de proveedores escogidos.

Las plantas toman el material base y producen de acuerdo a las ordenes del cliente. La competencia está difícil y lo hace a base de calidad superior, servicio al cliente y precio, en consecuencia la firma tiene un gran aprecio por la exactitud de los pronósticos para poder lograr altos niveles de servicio al cliente a bajo costo.

En 1987 el grupo de manejo de materiales estaba usando métodos manuales simples de pronóstico para cada planta, tomando un promedio de tres meses y modificándolo de acuerdo a su experiencia y juicio. Este proceso les consumía mucho tiempo y les daba como resultado solo exactitud marginal.

A causa de los malos pronósticos las plantas continuamente se quedaban sin material base, Insatisfechos, con inventario y con comportamiento deteriorado.

La administración decidió comprar material computacional (software), que incorporara capacidades estadísticas avanzadas. El material computacional podía simultáneamente producir pronósticos de miles de productos y características, un "Sistema Experto de Pronósticos Automáticos" éste puso en actuación todos los cálculos matemáticos pero permitió ajustes manuales al pronóstico, basados en el juicio del administrador.

Con el nuevo sistema las plantas de la compañía situadas en 16 estados, transmiten en la computadora datos de inventario vía Modem en la red IBM PS/2 los datos pasan después a una computadora (Mainframe) para consolidación. Los pronósticos són generados para cada serie de tiempo de modo que el plan de producción de la firma, para el siguiente trimestre se pueda desarrollar.

El sistema computacional fué altamente exitoso pues acreditó a la administración del sistema los siguientes beneficios:

- \* 15% de reducción en costos de inventario
- \* Una reducción en los cambios de planes de 20 a un 10%
- \* Una reducción del tiempo para hacer el pronóstico de 2 semanas a 2 días
- \* 50% de reducción en el grupo asignado a elaborar pronósticos.

Diseño de el sistema de pronóstico, dependiendo de la característica de la demanda

Por lo general se usan tres tipos de pronósticos de demanda; Análisis de series de tiempo, métodos causales y técnicas cualitativas, la primera es

útil para pronósticos a corto plazo (0-3 meses), y són más apropiados los métodos causales y las técnicas cualitativas para mediano (3 meses-2 años) y largo (más de 2 años) plazo.

#### Análisis de las series de tiempo.

El Análisis de series de tiempo es un acercamiento estadístico que descansa en forma amplia en datos de demandas históricas para proyectar al futuro el tamaño de la demanda, puede reconocer tendencias y patrones estacionales. Lo más simple será suponer que las series tienen solo un componente promedio y errores aleatorios, esto sugiere el uso de modelos matemáticos, como el de promedio móvil simple o el de suavización exponencial.

El promedio móvil es un método útil cuando la demanda no tiene tendencia pronunciada o patrones estacionales, simplemente se calcula la demanda promedio para los  $N$  más recientes períodos y se usa como pronóstico para el siguiente período; Así que el cálculo del siguiente pronóstico, se efectúa anulando la demanda más antigua y sustituyendola por

la más reciente en las ecuaciones: Ec.7-1, la estabilidad de la serie de demanda, generalmente determina cuantos períodos ( $N$ ) incluir, siendo  $N$  valores grandes cuando la serie es estable y valores pequeños, cuando es susceptible a cambios en el promedio implícito.

Este mismo método se puede usar en el promedio móvil ponderado solo sustituyendo  $1/N$  por  $W_i$  (en la ecuación 7-1), que es la ponderación en cada caso y la suma de todos los  $W_i = 1$ , este método permite mayor sensibilidad en la serie de demanda, pues el pronóstico responderá más a los cambios en el promedio implícito

$$\text{Promedio } A_t = \frac{D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-N+1}}{N}$$

$$\text{Pronóstico } F_{t+1} = A_t$$

$D_t$  = demanda actual en el período t

$N$  = número total de períodos en el promedio

$A_t$  = promedio calculado para el período t

$F_{t+1}$  = pronóstico para el tiempo t + 1

EC. 7-1

el siguiente período se calcula anulando la demanda más antigua y sustituyéndola por la más reciente en la ecuación 7-1.

La suavización exponencial calcula el promedio de una serie de tiempo dando a las demandas recientes mayor peso que a las demandas anteriores, es el método de pronóstico más utilizado, pues es simple de trabajar y requiere una cantidad de datos muy pequeña (tres).

El primero es el promedio de el último período de la serie.

El segundo es la demanda de ese período.

El tercero el parámetro suavizador,  $\alpha$ .

Como en los pronósticos anteriores, se calcula un promedio de la demanda pasada al final de un período corriente y se usa como pronóstico para el siguiente período. Y se ajusta la cantidad de importancia que se le da al nivel de demanda pasada, simplemente ajustando el parámetro suavizador. (valores grandes de alfa dan énfasis a demandas recientes y resultan en pronósticos más sensibles a los cambios del promedio intrínseco)

$$\text{Promedio: } A_t = \alpha D_t + (1 - \alpha) A_{t-1}$$

$$\text{Pronóstico: } F_{t+1} = A_t$$

$\alpha$  = parámetro de suavización

con valor entre 0 y 1

Ec. 7-2

La suavización exponencial necesita un estimado inicial del promedio, este valor aproximado se encuentra por dos métodos; el valor de la demanda del último período, o si se cuenta con datos históricos, el promedio calculado

de demandas de varios períodos recientes. el efecto de este estimado disminuye con el tiempo, pues las ponderaciones de los sucesivos promedios estimados, decrecen en forma exponencial. Esto puede observarse expandiendo la Ec. 7-2 de promedio en el período t ;

$$\begin{aligned} A_t &= \alpha D_t + (1-\alpha)[\alpha D_{t-1} + (1-\alpha)A_{t-2}] \\ &= \alpha D_t + \alpha(1-\alpha)D_{t-1} + (1-\alpha)A_{t-2} \end{aligned}$$

y continuando la expansión, se obtiene la forma general de la ecuación para  $A_t$ :

$$A_t = \alpha D_t + \alpha(1-\alpha)D_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2 D_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^3 D_{t-3} + \dots$$

Ec. 7-3

La TABLA 7-1 muestra las expresiones generales, que deben de ser puestos en las 10 posiciones de la serie que corresponden a las demandas más recientes, y la correspondiente ponderación para tres valores supuestos de  $\alpha$ .

## PONDERACION EN SUAVIZACION EXPONENCIAL

## TABLA 7-1

Demanda	Ponderación	Ponderación numérica para $\alpha$		
		$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.8$
$D_t$	$\alpha$	0.1000	0.2000	0.8000
$D_{t-1}$	$\alpha(1-\alpha)^1$	0.0900	0.1600	0.1600
$D_{t-2}$	$\alpha(1-\alpha)^2$	0.0810	0.1280	0.0320
$D_{t-3}$	$\alpha(1-\alpha)^3$	0.0729	0.1024	0.0064
$D_{t-4}$	$\alpha(1-\alpha)^4$	0.0656	0.0819	0.0013
$D_{t-5}$	$\alpha(1-\alpha)^5$	0.0590	0.0655	0.0003
$D_{t-6}$	$\alpha(1-\alpha)^6$	0.0531	0.0524	0.0001
$D_{t-7}$	$\alpha(1-\alpha)^7$	0.0478	0.0419	0.0000
$D_{t-8}$	$\alpha(1-\alpha)^8$	0.0430	0.0336	0.0000
$D_{t-9}$	$\alpha(1-\alpha)^9$	0.0378	0.0268	0.0000



Este método es muy utilizado por compañías que tienen necesidad de hacer múltiples pronósticos para cada período, pero falla al suceder un cambio en el promedio implícito; como es el caso de demandas con tendencia, por lo general si el valor de  $\alpha$  excede 0.5 es muy probable que se requiera de otro método más sofisticado para evitar que los resultados se atrasen con respecto a los cambios que ocurren intrínsecamente.

Cuando se presenta una tendencia, el promedio de la serie está sistemáticamente incrementando o decreciendo en el tiempo, esto significa que la aproximación de la suavización exponencial debe ser modificada, de otro modo el pronóstico estará siempre por encima o por debajo de el valor actual de la demanda.

Un estimado de la tendencia corriente en una serie de tiempo es la diferencia entre el promedio simple de la serie calculada en el período corriente y el promedio calculado en el último período. Para obtener un mejor estimado de una tendencia a largo plazo, se pueden reducir los efectos de las causas aleatorias al promediar los estimados corrientes.

---

#### Método de suavización exponencial con tendencia ajustada

Puesto que el estimado del promedio y el estimado del promedio con tendencia, ambos son suavizados, entonces las ecuaciones para cada período serán:

Promedio:  $A_t = \alpha D + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$

Estimado de tendencia corriente:  $CT_t = A - A_{t-1}$

Tendencia promedio:  $T_t = \beta CT_t + (1 - \beta)T_{t-1}$

Pronóstico:  $F_{t+1} = A_t + T_t$

$A_t$  = Promedio de la serie exponencialmente suavizado en el período t

$CT_t$  = tendencia corriente estimada en el período t

$T_t$  = promedio de la tendencia exponencialmente suavizada en el período t

$\alpha$  = parámetro de suavización para el promedio con valores entre 0 y 1

$\beta$  = parámetro de suavización para la tendencia con valor entre 0 y 1

#### EC. 7-4

Se necesitan valores iniciales del estimado del promedio y de la tendencia, estos se pueden derivar de datos anteriores de la misma manera que se explicó en el método de suavización exponencial o simplemente hacer un supuesto basado en las experiencias anteriores, si no existen datos históricos. Se combinan algunos valores de  $\alpha$  y  $\beta$ , y se escoge la combinación que produzca el mejor pronóstico.

#### Con influencia estacional

Muchas compañías experimentan la influencia estacional, para calcular el pronóstico de la serie de tiempo con influencia estacional, usaremos el modelo multiplicativo estacional, que emplea la multiplicación de factores estacionales, por un estimado de la demanda promedio, este procedimiento usa de simples promedios de demandas pasadas. La definición de las variables són como sigue:

$D_{y,t}$  = demanda de período t en el año y

$\bar{D}_y$  = promedio de demanda por período en el año y

$\bar{D}_y$  = promedio de demanda proyectada por período para algún año futuro y

$f_{y,t}$  = factor estacional para el período t en el año y

$\bar{f}_t$  = promedio de factor estacional para el período t

$F_{y,t}$  = pronóstico para el período t en algún año futuro y

$m$  = número de años de los datos pasados

$n$  = número de períodos de demanda cada año

Procedimiento: 1.- Calcule la demanda promedio por período para cada año de los datos pasados

$$\bar{D}_y = \frac{\sum_{t=1}^n D_{y,t}}{n}$$

2.- Divida la demanda actual para cada período por la demanda promedio por período para obtener un factor estacional para cada período. Repita para los datos de cada año

$$f_{y,t} = \frac{D_{y,t}}{\bar{D}_y}$$

3.- Calcule el promedio del factor estacional para cada período

$$\bar{f}_t = \frac{\sum_{y=1}^m f_{y,t}}{m}$$

Para pronosticar un período dado t en un año futuro y, simplemente estime la demanda promedio por período para ese año, y multiplíquelo por el factor estacional apropiado

$$F_{y,t} = \bar{D}_y \bar{f}_t$$

Ecs.7-5

### Errores de pronóstico

Los administradores deben de tener un método para medir el error para después tratar de minimizarlo, este error  $E_t$  es simplemente la diferencia entre la demanda actual  $D_t$  y el pronóstico  $F_t$  en algún período t

$$E_t = D_t - F_t$$

Ec. 7 - 6

Para medir el error en un período de tiempo relativamente largo, se usan comúnmente los siguientes métodos:

Suma acumulativa de errores de pronóstico

$$CFE = \sum_{t=1}^n E_t$$

Error medio cuadrado

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n E_t^2}{n}$$

Desviación media absoluta  
de errores de pronóstico

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |E_t|}{n}$$

Desviación estandar de errores de pronóstico

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n E_t^2}{n}}$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|E_t|}{D_t}}{n} \quad (\text{expresado como } \%)$$

ECS. 7 - 7

n es el número total de períodos, CFE se refiere a la tendencia de un pronóstico de ser más alto o más bajo que la demanda actual, esto muestra una deficiencia en el pronóstico, que debe ser revisada. MSE, desviación estandar ( $\sigma$ ), MAD, miden la dispersión de el error del pronóstico, de modo que si són valores pequeños, el pronóstico será cercano a la demanda actual, si cualquiera es grande entonces existe posibilidad de errores grandes en pronóstico, el más popular entre los administradores es MAD, pues solo dá la media del error sobre unos períodos, sin juzgar si es por sobreestimación o subestimación. Si los errores de pronóstico están normalmente distribuidos con media de cero existe una relación simple entre  $\sigma$  y MAD:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \cong 1.25MAD$$

$$MAD \cong 0.8\sigma$$

ECS. 7 - 8

Esta relación nos permite usar las tablas de probabilidad normal con MAD.

MAPE relaciona el error de pronóstico con el nivel de demanda, y es útil para colocar el comportamiento de la demanda en la perspectiva apropiada, por ejemplo un error absoluto de pronóstico de 150 es más grande en porcentaje cuando la demanda es de 300 unidades que cuando es de 150,000 unidades.

**METODO, PROMEDIOS MOVILES CON ESTACIONALIDAD Y TENDENCIA.**

**MODELO MATEMATICO, "REGRESION LINEAL" PARA ELIMINAR TENDENCIA Y "RAZON AL PROMEDIO MOVIL"**

**APLICACION : Caso MERRIWELL BAG CO.**

Como una aplicación de todo lo visto anteriormente, tenemos el caso de la compañía Merriwell Bag, fabrica bolsas de papel para cadenas de tiendas pequeñas de descuento y cadenas de farmacias, en una amplia zona geográfica, tiene más de 500 clientes que le colocan pedidos desde 5 cargas hasta 15,000 cargas al año, no tiene competencia seria en el mercado y como algunos de sus servicios al cliente consisten en: proveer de bolsas adicionales en pedido urgente o mantener en sus almacenes alguna ordenes por un tiempo más largo, esto le requiere un estricto control de inventario y una mejor administración de la producción.

Por esto necesita de un pronóstico de demanda altamente preciso, El señor Ed merriwell, dueño y gerente de la compañía, manejaba los pronósticos antes por su propio sentir, pero como ha habido cambios de personal en el depto de compras y un aumento en las cuentas, la exactitud de sus pronósticos ha disminuido rápidamente.

El pronóstico de demanda ha sido particularmente difícil a causa de la estacionalidad del producto, ya que ha tenido picos en la demanda antes de las fiestas y de las temporadas de vacaciones.

La compañía Merriwell necesita un método de pronóstico que tome en cuenta el patrón estacional, y desea además que presente estabilidad ya que sus clientes representan un mercado relativamente estable, igualmente que anticipe un patrón de crecimiento de la compañía y de sus clientes. La Tabla

7 - 2 muestra las ventas de los últimos cinco años.

TABLA 7 - 2

Mes	VENTAS EN NUMERO DE CARGAS				
	1987	1988	1989	1990	1991
Enero	2,000	3,000	2,000	5,000	5,000
Febrero	3,000	4,000	5,000	4,000	2,000
Marzo	3,000	3,000	5,000	4,000	3,000
Abril	3,000	5,000	3,000	2,000	2,000
Mayo	4,000	5,000	4,000	5,000	7,000
Junio	6,000	8,000	6,000	7,000	6,000
Julio	7,000	3,000	7,000	10,000	8,000
Agosto	6,000	8,000	10,000	14,000	10,000
Septiembre	10,000	12,000	15,000	16,000	20,000
Octubre	12,000	12,000	15,000	16,000	20,000
Noviembre	14,000	16,000	18,000	20,000	22,000
Diciembre	<u>8,000</u>	<u>10,000</u>	<u>8,000</u>	<u>12,000</u>	<u>8,000</u>
	78,000	89,000	98,000	115,000	113,000

Se procede a analizar los datos matemáticamente, se presentan gráficas individuales para cada año (H 7 - 1, H 7 - 3), y gráficas en conjunto de todas las ventas de todos los años, sobre un intervalo mes/año (H 7 - 4), y de las ventas acumuladas, en cada uno del total de años (H 7 - 5), gráficas de las ventas de todos los años y de las acumuladas de todos los años en un quinquenio (H 7 - 6), en las gráficas se puede observar que las ventas muestran una tendencia ascendente, con una variación estacional y no presenta variación irregular o cíclica. Se utilizó el análisis de promedios móviles y se eliminó la tendencia con regresión lineal, se determinan los valores de relativos estacionales.

Al multiplicar el valor de  $Y_{reg}$  por el relativo estacional se obtiene el pronóstico como valor puntual y se puede calcular la demanda pronosticada con un intervalo de confianza del 90% los datos se muestran en la TABLA 7 - 3.

TABLA 7 - 3

1992 Mes	Valor mínimo	Puntual	Valor máximo
Ene	3088	5753	8419
Feb	3661	6326	8991
Mar	2787	5452	8118
Abr	1194	3859	6524
May	4822	7487	10152
Jun	7072	9738	12403
Jul	8217	10882	13548
Ago	11831	14497	17162
Sep	19530	22195	24860
Oct	19430	22095	24761
Nov	24574	27239	29904
Dic	13312	15970	18643

Se anexan gráfica comparativa, (datos históricos-pronósticos) de ventas, durante los seis años (72 meses) que resultan en el análisis (H 7 - 7) y gráfica de la TABLA 7 - 3 que muestra el pronóstico en sus límites inferior y superior (H 7 - 8). Tabla de resultados de la razón del promedio móvil (H 7 - 9, H 7 - 10).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

METODO, REGRESION.

MODELO MATEMATICO, LINEAL DE UNA SOLA VARIABLE.

APLICACION: CASO RED LINE TRUCKING CO.

El gerente de la Redline Trucking Company considera que la demanda de llantas utilizadas en sus camiones se relaciona íntimamente con el número de millas conducidas. De acuerdo a lo anterior se obtuvieron los siguientes datos que cubren los últimos seis meses.

TABLA 7 - 4

mes	llantas usadas	miles de millas conducidas
1	100	1500
2	150	2000
3	120	1700
4	80	1100
5	90	1200
6	180	2700

a) Calcule los coeficientes a y b para la línea de regresión.

b) ¿Que porcentaje de la variación en el uso de las llantas se puede

explicar por las millas conducidas?

c) Suponga que se planea manejar 1300 000 millas el siguiente mes.

¿Cual será el número esperado de llantas que se utilizarán?

Se utiliza el modelo lineal de una sola variable, en el cual se supone que se han observado pares de variables X (número de miles de millas recorridas) y Y (número de neumáticos utilizados);

TABLA 7-5

X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY	Y <sub>est</sub>	(Y-Y <sub>est</sub> ) <sup>2</sup>	(Y-Y <sub>m</sub> )
1000	100	1000,000	10,000	100,000	101.09	1.187	400
1400	150	1960,000	22,500	210,000	142.35	58.543	900
1200	120	1440,000	14,500	144,000	121.72	2.955	0
800	80	640,000	6,400	64,000	80.46	0.212	1,600
900	90	810,000	8,100	81,000	90.77	0.600	900
1800	180	3240,000	32,400	324,000	183.61	13.016	3,600



$$\begin{aligned}\sum X &= 7100 & \sum Y &= 720 \\ \sum X^2 &= 9090,000 & \sum Y^2 &= 93,900 \\ \sum XY &= 923,000 & \sum (Y - Y_{est.})^2 &= 76.5133 \\ \sum (Y - Y_{media})^2 &= 7,400\end{aligned}$$

ECS . 7 - 9

Utilizando el método de mínimos cuadrados para el ajuste a una recta se obtienen las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned}Na + b \sum X &= \sum Y \\ a \sum X + b \sum X^2 &= \sum XY\end{aligned}$$

ECS. 7 - 10

de donde:

$$6a + 7100b = 720$$

$$7100a + 9090000b = 923000$$

resolviendo se obtienen los coeficientes de la línea de regresión :

$$\begin{aligned}\text{a) } a &= -2.058 \\ b &= 0.10315\end{aligned}$$

y la ecuación de regresión queda:

$$Y = a + bX \qquad Y = -2.058 + 0.10315X$$

Anexo gráfica de regresión lineal (H 7 -12)

El coeficiente de correlación  $r^2$  se calcula:

$$r^2 = 1 - \frac{\sum (Y - Y_{est.})^2}{\sum (Y - Y_{med.})^2}$$

EC. 7 - 11

$r^2$  (mide la cantidad de variación en la variable dependiente que es explicada por la línea de regresión).

así que  $r^2 = 1 - 76.5133/7400 = 0.9896$

b) Como el valor es muy cercano a 1 entonces el pronóstico generado por la ecuación es muy cercano y explica el 98.96% de la variación.

La desviación estandar de la recta respecto a los datos originales es:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_{est})^2}{N-1}}$$

$$\text{entonces } \sigma = \sqrt{\frac{76.5133}{5}} = 3.912$$

EC. 7 - 12

Usando un intervalo de confianza del 95%, ( $Z_{.9505} = 1.65$ )

si quiero saber la estimación de cuantas llantas se usarán al recorrer 1,300 miles de millas el siguiente mes, entonces:

$$Y = -2.058 + (0.10315)(1300) = 132.03$$

La estimación por intervalo es:

$$\text{Límite inferior } Y = 132.03 - (1.65) (3.912) = 125.56$$

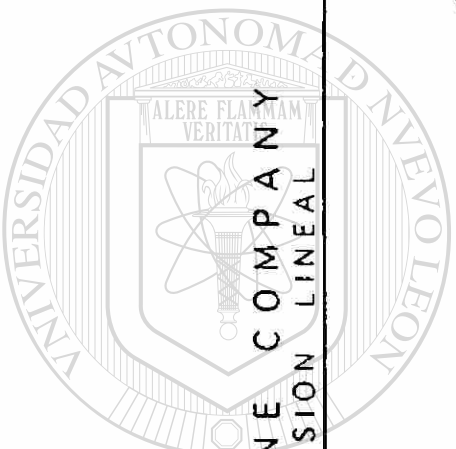
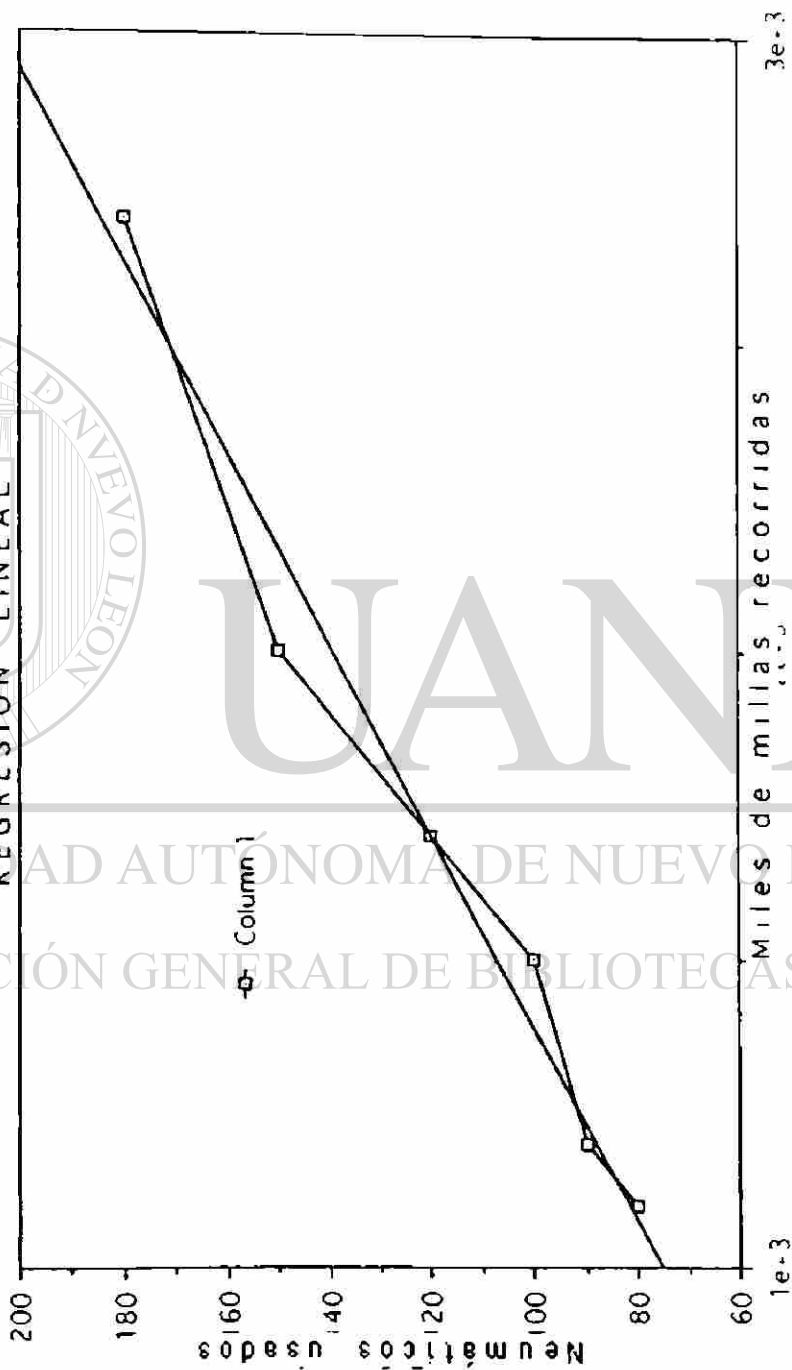
$$\text{Límite superior } Y = 132.03 + (1.65) (3.912) = 138.48$$

- c) Esto nos dice que se espera con un 95% de confianza que la demanda esté entre 126 y 138 neumáticos, el siguiente mes. se anexan gráficas (H 7 - 1) que compara los datos originales con los de la recta de regresión.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



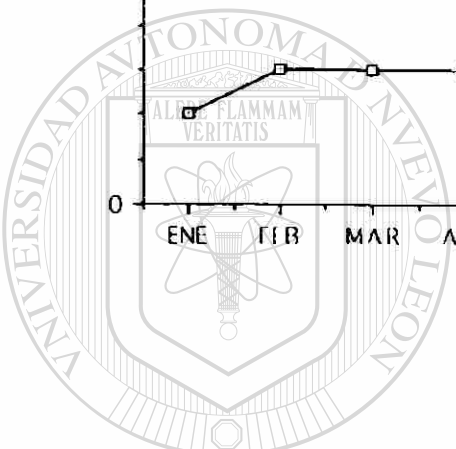
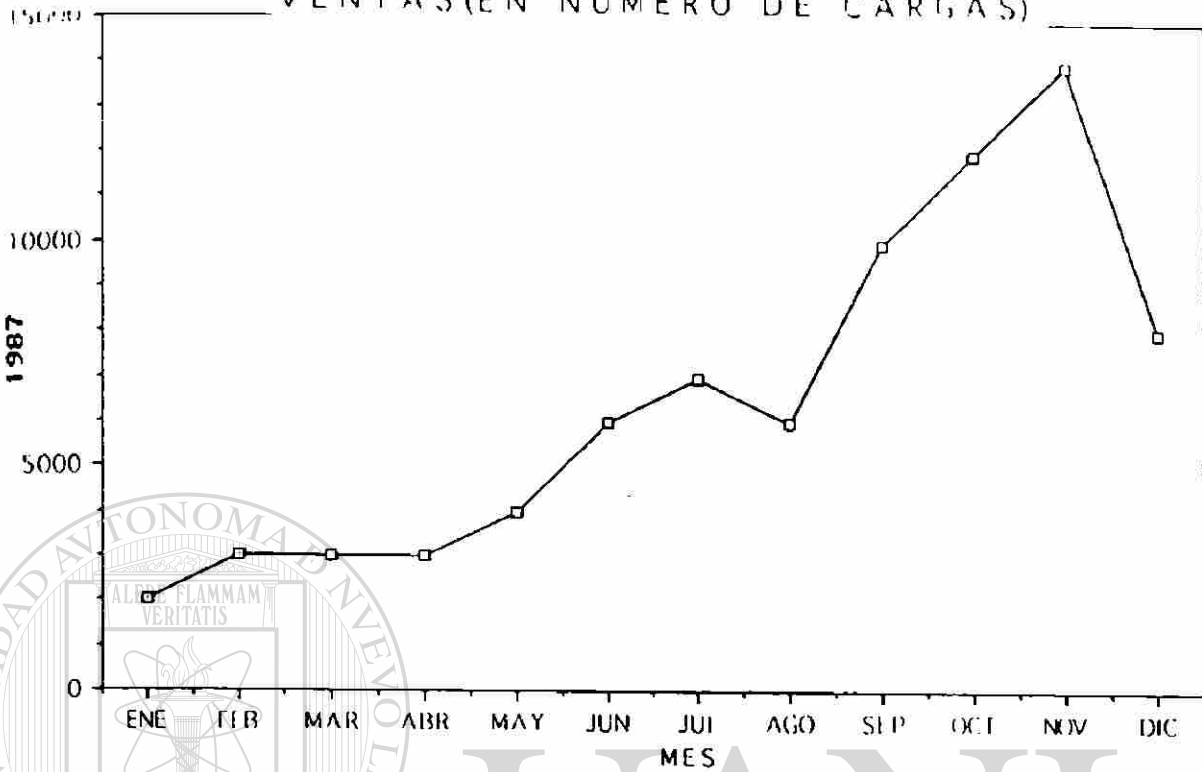


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UANL

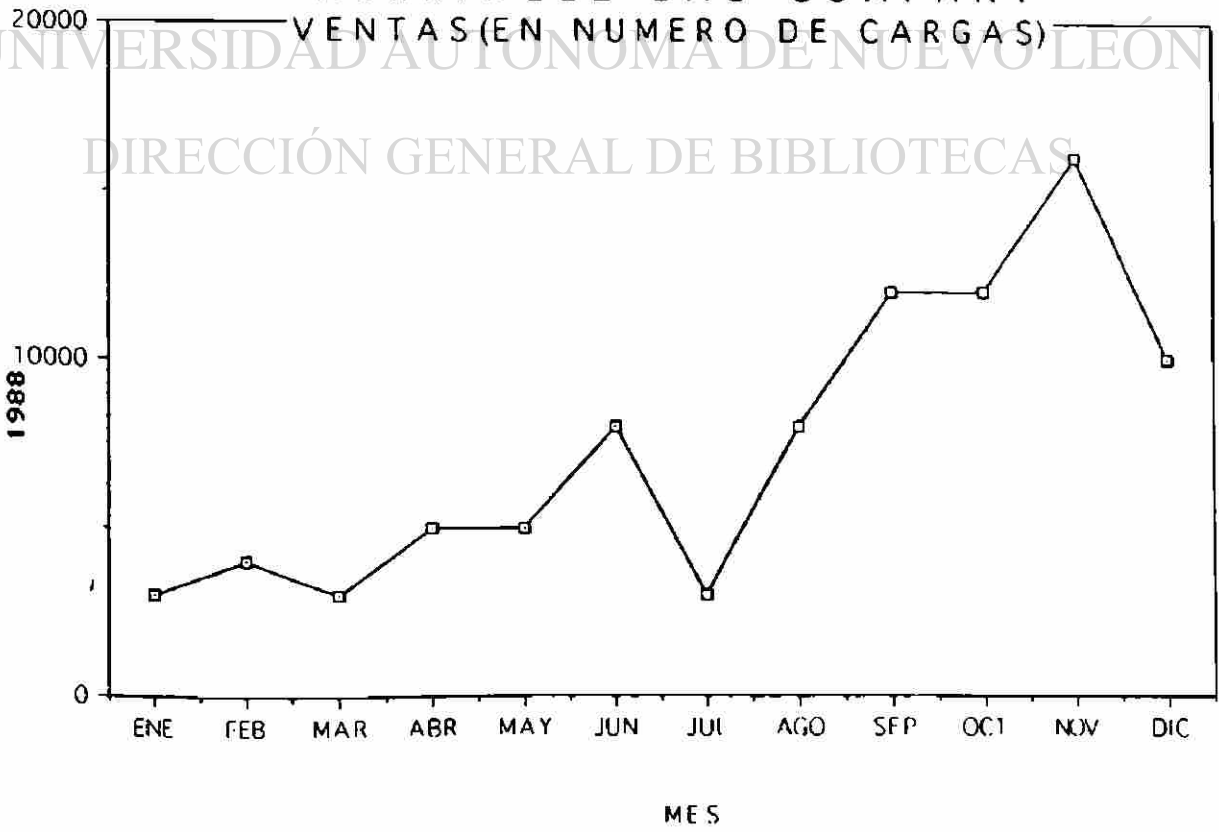


MERRIWELL BAG COMPANY <sup>99</sup>  
H7-2  
VENTAS (EN NUMERO DE CARGAS)



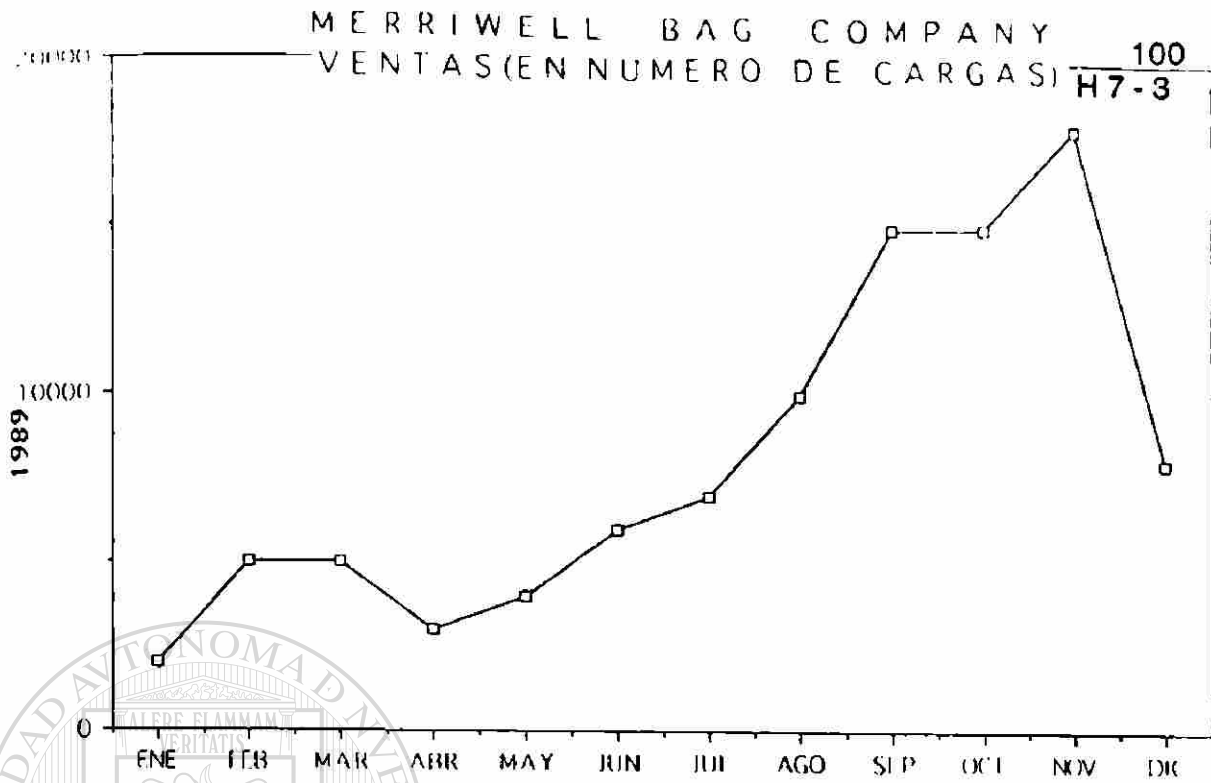
U A N L

MERRIWELL BAG COMPANY  
VENTAS (EN NUMERO DE CARGAS)

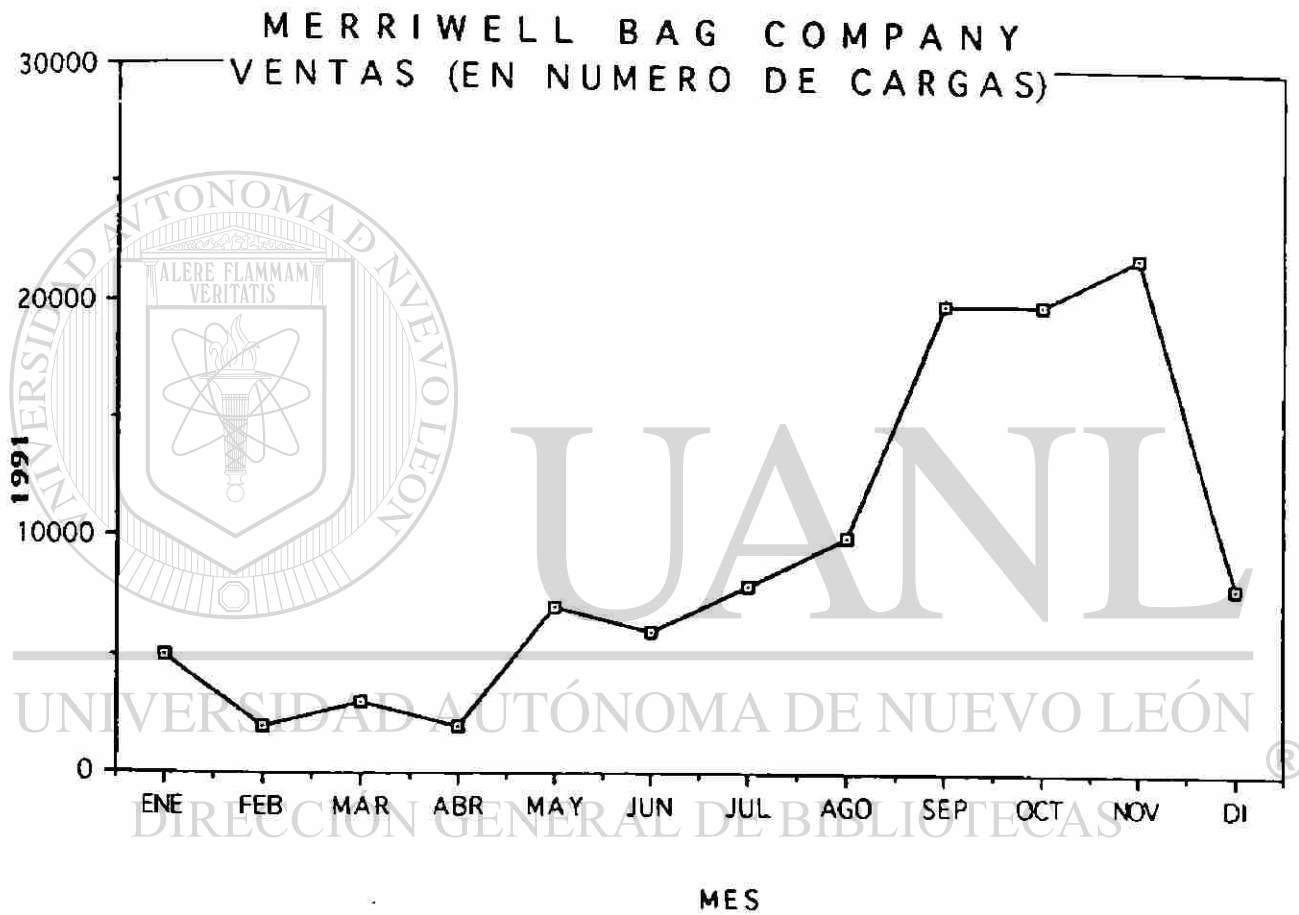


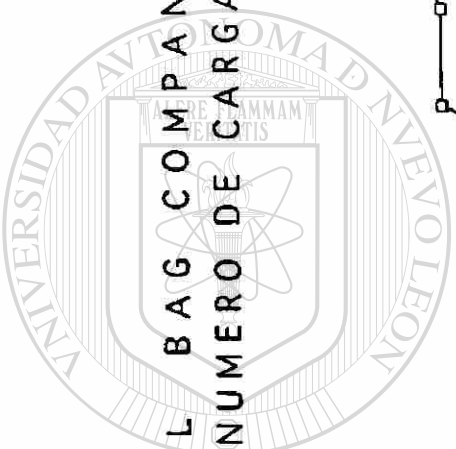
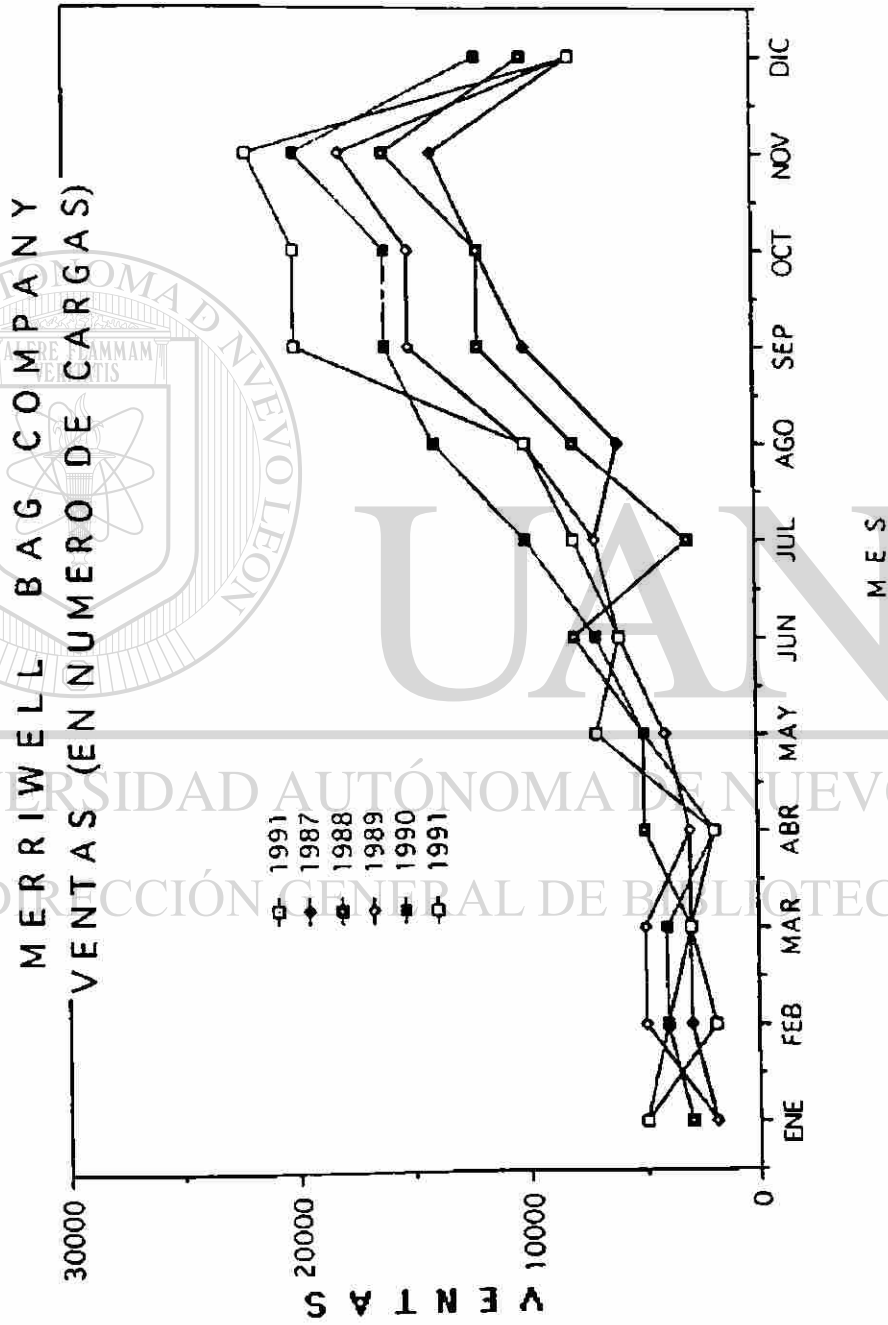
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



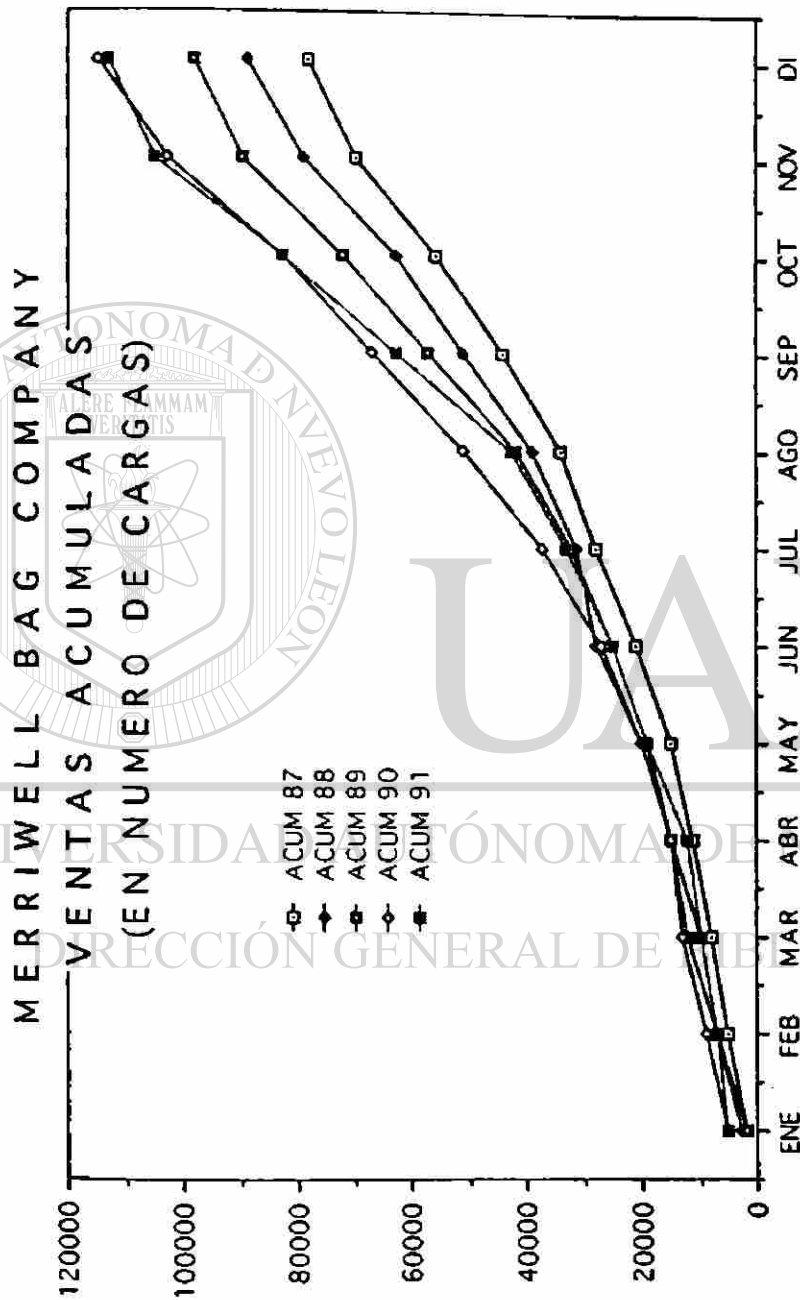
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



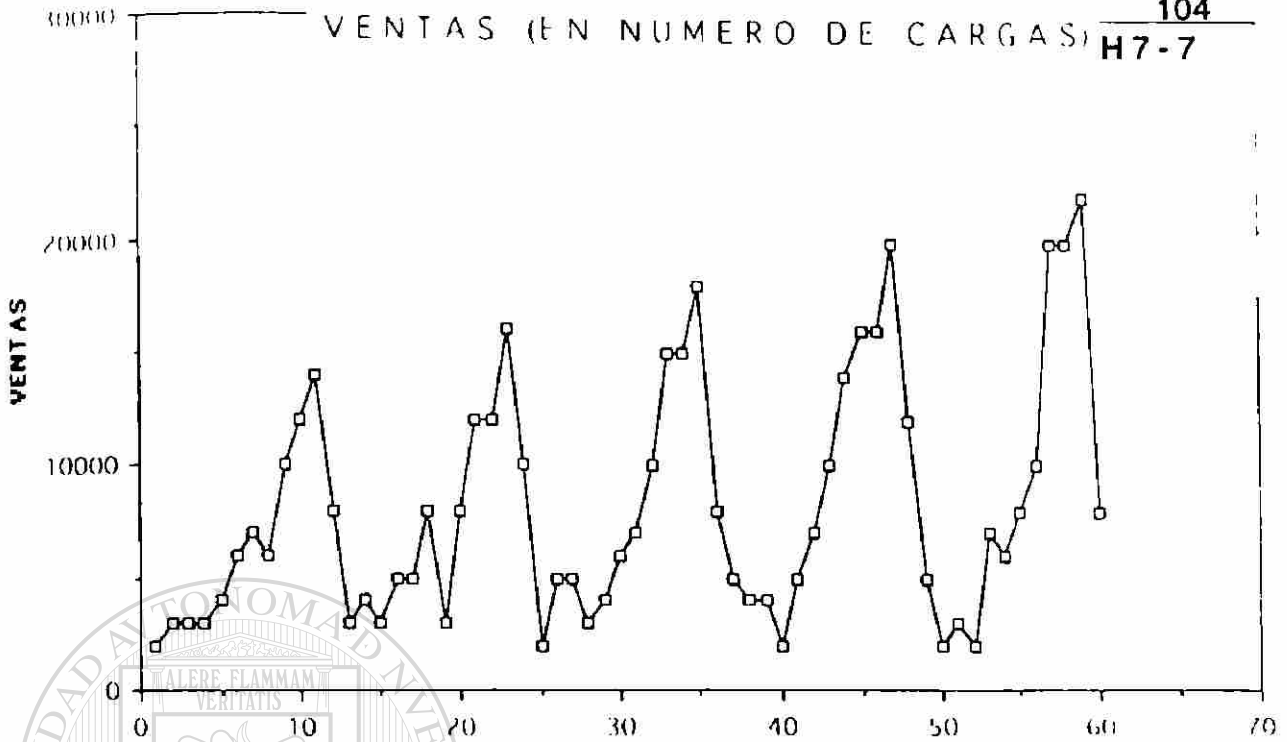


MERRIWELL BAG COMPANY

VENTAS (EN NUMERO DE CARGAS)

104

H7-7

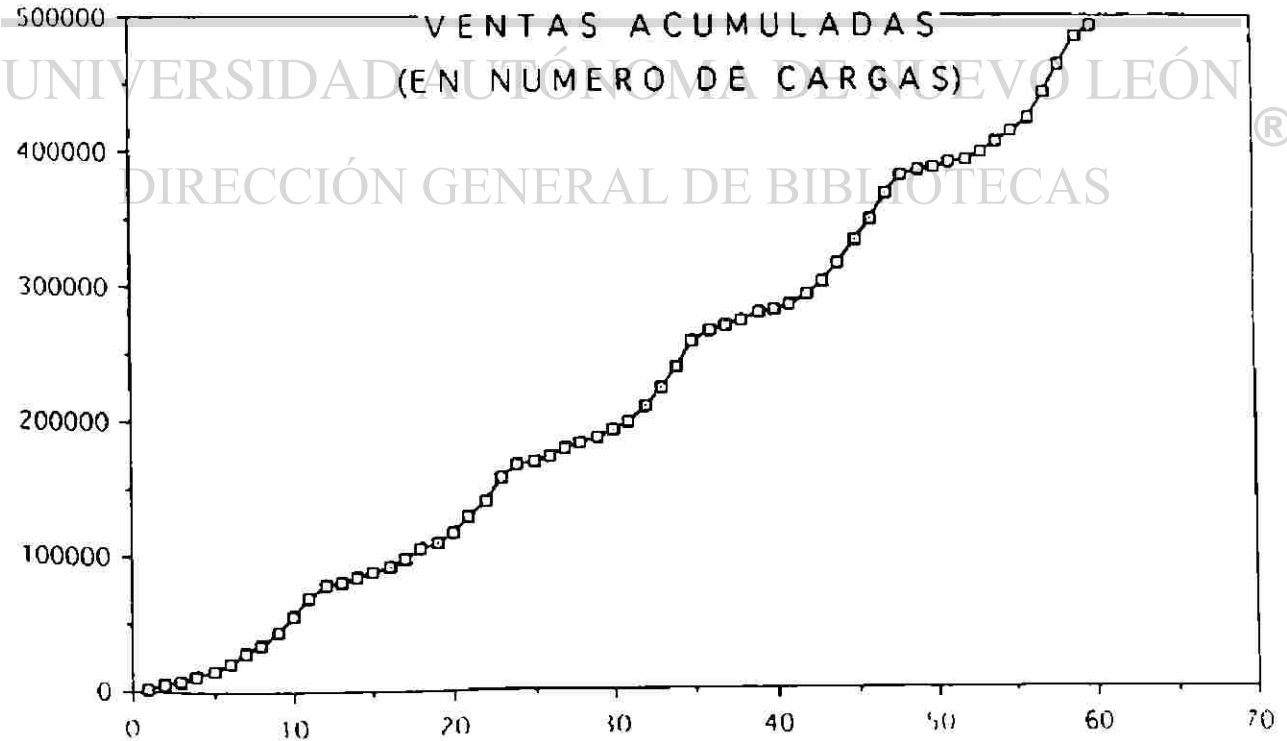


60 M I S

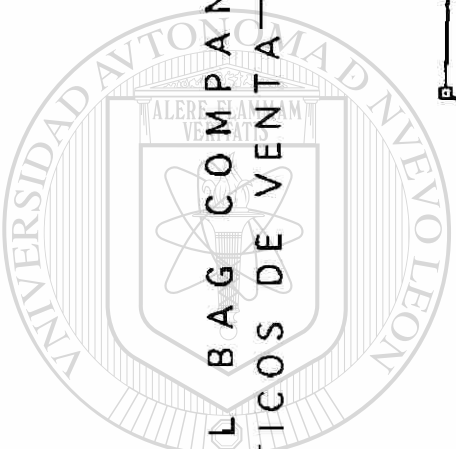
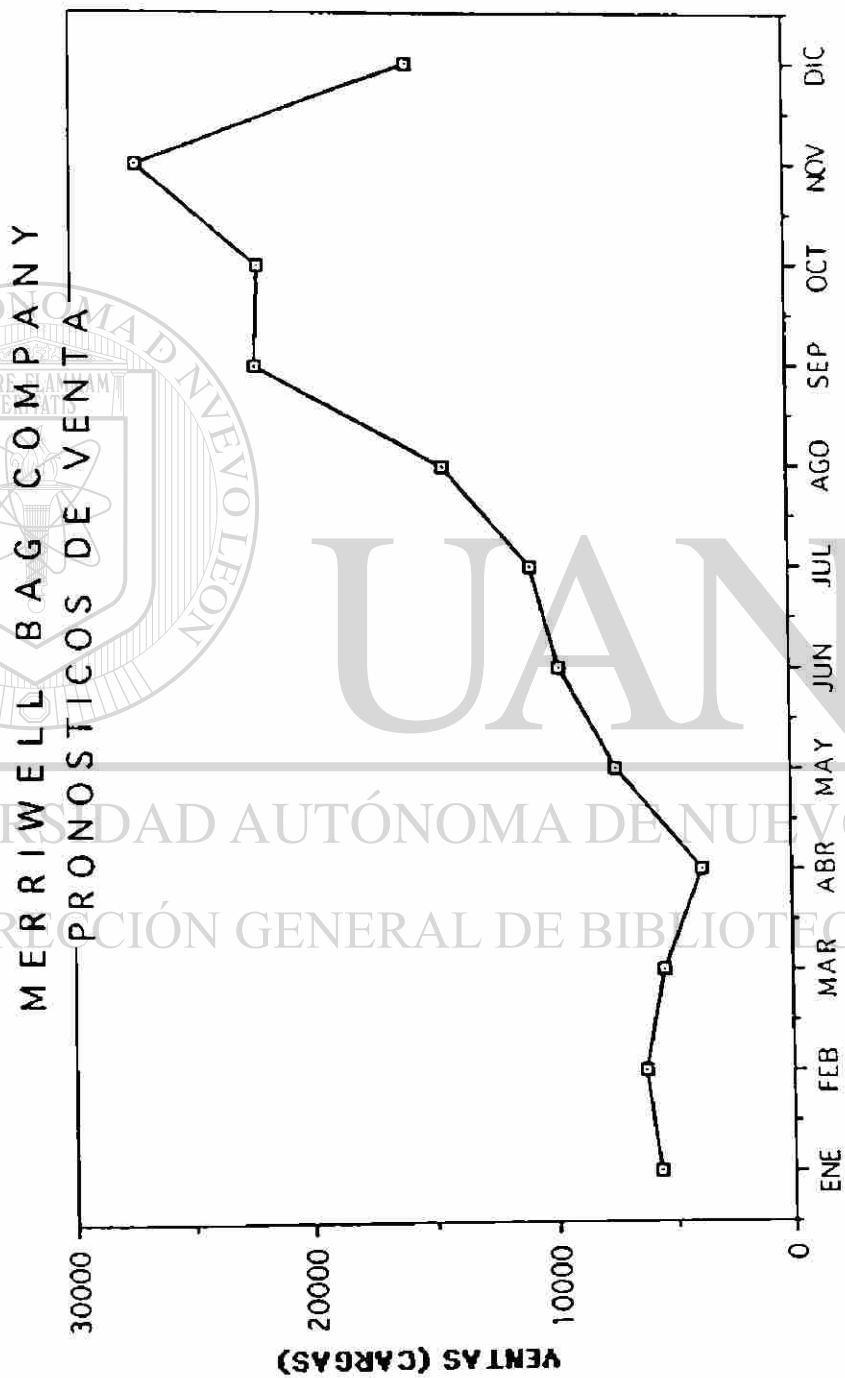
MERRIWELL BAG COMPANY

VENTAS ACUMULADAS

(EN NUMERO DE CARGAS)



60 M I S

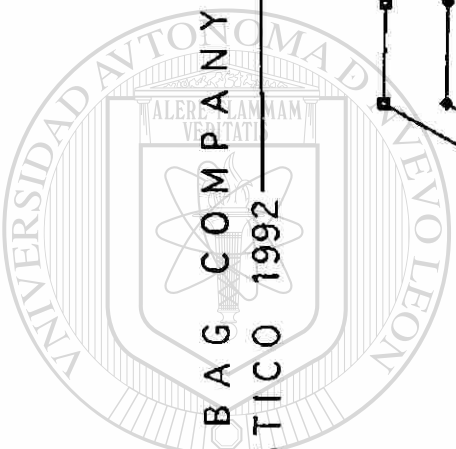
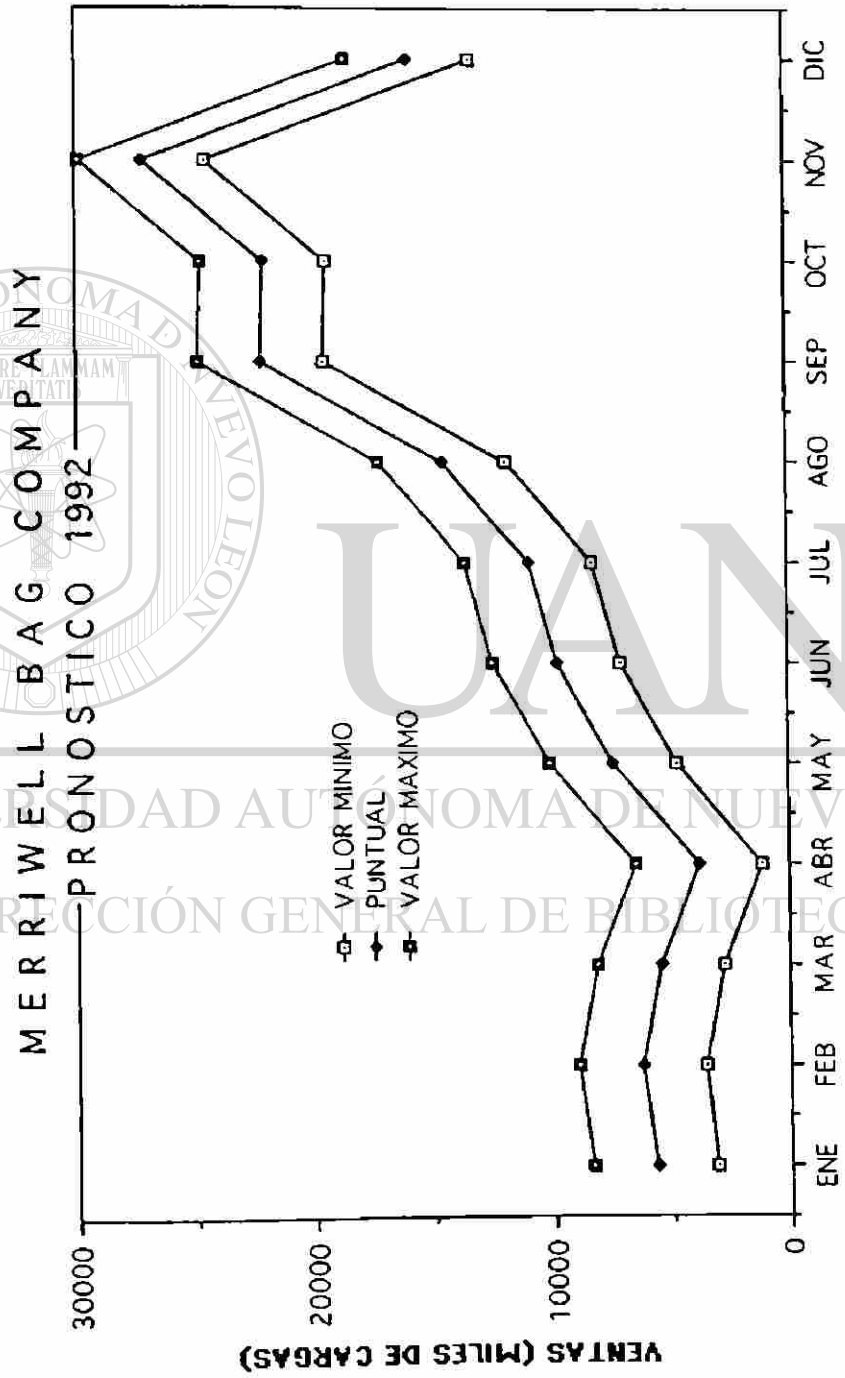


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UANL

RAZON A. PROMEDIO MONT.

LINE	NO	MES	ESTAC	Yest	ESTAC.	(Y-Yest)*2	(Y-Yest)*1/2	RELATIVE			
								MES Y/B ESTACIONA			
	87	1	2	4.92		0.45	0.496906	0.20351911	38.44		
	"	2	3	5.04		0.77	1.541206	0.07712101	27.04		
	"	3	4	5.15		2.38	0.462064	0.79240028	27.04		
	"	4	5	5.27		1.71	0.103992	1.67486396	27.04		
	"	5	6	5.38		3.35	0.622831	0.42482643	17.64		
	"	6	7	5.49		4.40	0.902675	2.54749271	4.84		
	"	7	8	5.60		4.98	0.988888	1.34986162	4.84		
	"	8	9	5.71		6.70	1.173524	0.46794392	4.84		
	"	9	10	5.82		10.36	1.780733	0.13084940	3.24		
	"	10	12	5.92		10.42	1.757142	2.49935095	14.44		
	"	11	14	6.04	6.458333	2.167741	12.97	2.147252	1.06078865	33.64	
	"	12	2	6.15	6.416666	6.541666	1.222929	7.66	1.248633	0.10213796	0.04
	88	1	3	6.24	6.5	6.583333	0.455696	3.11	0.496906	0.01243926	27.04
	"	2	4	6.37	6.583333	6.666666	0.6	3.45	0.541206	0.30374778	17.64
	"	3	5	6.48	6.583333	6.791666	0.441717	3.00	0.462064	0.00001840	27.04
	"	4	5	6.59	6.75	6.916666	0.722891	2.14	0.323992	8.20003937	10.24
	"	5	5	6.70	6.833333	6.916666	0.722891	4.18	0.622831	0.67902332	10.24
	"	6	8	6.82	7	6.916666	1.156626	5.47	0.802675	6.39741702	0.04
	"	7	4	6.93	6.833333	7.083333	0.564705	6.16	0.988888	4.65147183	17.64
	"	8	8	7.04	7	7.166666	1.116279	8.26	1.173524	0.06665257	0.04
	"	9	12	7.15	7.166666	7.25	1.655172	12.73	1.780733	0.53052179	14.44
	"	10	12	7.26	7.166666	7.416666	1.617977	12.75	1.757142	0.56904612	14.44
	"	11	16	7.37	7.333333	7.458333	2.145251	15.82	2.147252	0.03104497	60.84
	"	12	10	7.48	7.5	7.458333	1.340782	9.34	1.248633	0.43576758	3.24
	89	1	2	7.59	7.416666	7.583333	0.263736	3.77	0.496906	3.13974296	38.44
	"	2	5	7.70	7.5	7.583333	0.659340	4.17	0.541206	0.69198670	10.24
	"	3	5	7.81	7.666666	7.458333	0.670391	3.61	0.462064	1.93264066	10.24
	"	4	3	7.92	7.5	7.375	0.406779	2.57	0.323992	0.18746892	27.04
	"	5	4	8.03	7.416666	7.458333	0.536312	5.00	0.622831	1.00747326	17.64
	"	6	7	8.14	7.333333	7.666666	0.913043	6.54	0.802675	0.21393997	1.44
	"	7	7	8.25	7.583333	7.875	0.998888	7.34	0.888888	0.11429928	1.44
	"	8	10	8.37	7.75	8.125	1.230769	9.82	1.173524	0.03319197	3.24
	"	9	15	8.48	8	8.333333	1.8	15.10	1.780733	0.00902640	46.24
	"	10	15	8.59	8.25	8.333333	1.8	15.99	1.757142	0.00803469	46.24
	"	11	18	8.70	8.416666	8.375	2.149253	18.58	2.147252	0.45907988	96.04
	"	12	8	8.81	8.25	6.458333	0.945812	11.00	1.248633	8.99601698	0.04
	90	1	5	8.92	8.5	8.375	0.597014	4.43	0.496906	0.32224637	10.24
	"	2	4	9.03	8.416666	8.291666	0.482412	4.89	0.541206	0.78751145	17.64
	"	3	4	9.14	8.333333	8.291666	0.482412	4.22	0.462064	0.05013161	17.64
	"	4	2	9.25	9.25	8.291666	0.241206	3.00	0.323992	0.99524056	38.44
	"	5	5	9.36	8.333333	8.375	0.597014	5.83	0.622831	0.69137241	10.24
	"	6	6	9.47	8.25	8.666666	0.692307	7.60	0.802675	2.57358168	4.84
	"	7	10	9.58	8.5	8.375	1.126760	8.52	0.988888	2.19206844	3.24
	"	8	14	9.70	8.833333	8.958333	1.562790	11.38	1.173524	6.87741158	33.64
	"	9	16	9.81	8.916666	8.983333	1.761467	17.46	1.780733	2.13640776	60.84
	"	10	16	9.92	9	8.333333	1.764285	17.42	1.757142	2.03049132	60.84
	"	11	20	10.03	8.988888	8.9	1.088888	21.82	2.147252	0.34489756	139.24
	"	12	12	10.14	8.5	8.416666	1.074736	12.86	1.248633	0.43491716	14.44

49	91	1	5	10.25	9.5	9.391666	0.538116	5.09	0.496906	0.00859941	10.24	10	1.8
50		2	2	10.36	9.333333	9.25	0.216216	5.61	0.541206	13.0082432	38.44	10	2.105263 1.757142
51		3	3	10.47	9.25	9.391666	0.322869	4.94	0.462064	3.37823033	27.04	11	2.149253
52		4	2	10.58	9.25	9.333333	0.214285	3.43	0.323992	2.03798670	38.44	11	2.167741
53		5	6	10.69	9.333333	9.25	0.648648	6.66	0.622831	0.43460590	4.84	11	2.105263
54		6	6	10.80	9.333333	9	0.666666	8.67	0.802675	7.13431460	4.84	11	2.145251 2.147252
55		7	8	10.91	9.166666	9	0.888888	9.70	0.888888	2.89269040	0.04	12	1.340752
56		8	10	11.02	8.833333	9.333333	1.071429	12.94	1.173524	8.62653804	3.24	12	1.974336
57		9	20	11.13	9.166666	9.583333	2.086956	19.83	1.780733	0.02948648	139.24	12	0.945612
58		10	20	11.25	9.5	9.5	2.105263	19.76	1.757142	0.05750090	139.24	12	1.222929 1.248633
59		11	22	11.36	9.666666			24.39	2.147252	5.68848603	190.44		
60		12	8	11.47	9.333333			14.32	1.248633	39.9204494	0.04		
61	91	1	MEIA	11.58				5.75	0.496906	TOTAL	TOTAL		
62		2	B.200	11.69				6.33	0.541206	153.961797	1711.6		
63		3		11.80				5.45	0.462064				
64		4		11.91				3.86	0.323992	CORRELACION	91.0%		
65		5		12.02				7.49	0.622831	DESV. STD.	1.6154		
66		6		12.13				9.74	0.802675				
67		7		12.24				10.88	0.888888				
68		8		12.35				14.50	1.173524				
69		9		12.46				22.19	1.780733				
70		10		12.57				22.10	1.757142				
71		11		12.69				27.24	2.147252				
72		12		12.80				15.98	1.248633				

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Regression Output:

Constant 4.822633  
 Std Err of Y Est 5.069774  
 R Squared 0.128961  
 No. of Observations 60  
 Degrees of Freedom 58

X Coefficient(s) 0.110752  
 Std Err of Coef. 0.057794

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## CAPITULO VIII.- ADMINISTRACION DE MATERIALES

Caso de lectura: Partes comunitarias en la industria del automóvil

FORD.-La Ford Motor Company armó una planta manufacturera en Romeo Michigan, para construir una familia de motores con innovación modular. La compañía atacó la tradición de arreglar las plantas individuales para fabricación de un solo motor, e invirtió mil millones de dolares.

La Ford está diseñando motores V-6 y V-8 alrededor de un block básico de construcción, en este caso una cámara de combustión diseñada para un máximo de economía de combustible.

La planta está equipada con suficiente automatización flexible, para construir muchos modelos diferentes, todo desde un yunque de hierro fundido hasta el aluminio de alto comportamiento tecnológico, tan importante como eso fué el aumento del área común.

A pesar de que los ingenieros en manufactura tienen tradicionalmente muy poco que decir de el diseño del motor en sí, Ford los hizo una parte integral del proceso en esta ocasión, ayudaron a reducir el número de partes diferentes en un 25%, la mayoría de las partes como los pistones, se usarían en más de un diseño de motor. La familia del motor modular tendrá cerca de 350 partes en común.

GENERAL MOTORS.- G.M. Tuvo una campaña para recortar costos a través de simplificaciones, sus planes incluyen reducir el número de baterías diferentes para el coche, de 12 a 5, recortar el número de marchas de ignición de 17 a 3 y usar 3 tipos de compresores de aire acondicionado en lugar de 5.

Algunos de los resultados són impresionantes, los diseñadores

recortaron el número de partes de una pick up en 46%. Los ingenieros redujeron el número de partes en la defensa de el rediseñado Buick Park Avenue de 108 que tenía el modelo 1990 a 44. Esto recortó el tiempo necesario para el ensamble de la defensa de 10 a 5 minutos. Los volúmenes más altos de producción para la parte típica o tradicional también redujeron los costos de fabricación por unidad.

Las decisiones de la administración de materiales, aunque són de corto plazo, se consideran importantes, porque los materiales juegan un papel trascendente en producción y por el impacto de el inventario en las ganancias de la compañía. Además la proporción que se emplea en compra de materiales, de el ingreso total por ventas se estima, dependiendo de la compañía, de el orden entre un 25% al 80%

pero la grán mayoría caen dentro del rango del 45% al 65%, y la relación de inventario con los promedios de las ventas finales al concluir el mes són de 2.7 : 1 para la economía de EEUU, por esto es tán importante y puede generar grandes ganancias al reducirse aún en un corto porcentaje.

Las decisiones en administración de materiales tiene que ver con compras, inventarios, planes de producción, planes del cuerpo administrativo, programas y distribución, en otras palabras es una función organizacional en cada segmento de la economía y hay la tendencia a tener una estructura organizacional más integrada.

En el ciclo de adquisición hay cinco pasos:

- a) Recibir una requisición para colocar un pedido.
- b) Seleccionar un proveedor.
- c) Colocar el pedido.
- d) Rastrear el pedido.

e) Recibir el pedido.

Las actividades de compras que tienen importancia estratégica son: Selección de proveedores, Análisis de costos, Relaciones y Convenios con los proveedores.

Distribución es responsable de colocación del inventario de producto terminado, selección de el modo de transportación, programa de embarque, ruta y selección de el transportador.

El inventario cae dentro de tres categorías contables: Materia prima, Material en proceso, Producto terminado.

Siempre que un producto está sujeto a demanda dependiente o independiente, esto es una clave para saber como es manejado su inventario, la demanda dependiente es derivada de planes de producción de artículos (con uno o más componentes), pero la demanda independiente debe de ser pronosticada.

Las presiones que se ejercen sobre un inventario mínimo són:

Servicio al cliente, Costo de orden, Costo de preparar las máquinas, El trabajo y la utilización del equipo, El costo de transportación y El costo de el material comprado.

Los cuatro tipos de inventario són:

Cíclico, Inventario de seguridad, Anticipación al consumo y en tránsito, se pueden usar varias tácticas básicas, para reducir cualquier tipo de inventario.



Inventario cíclico

$Ci = \frac{Q}{2}$  donde Q es el tamaño del lote.

Inventario en tránsito es la suma de todos las órdenes abiertas (que han sido colocadas pero no recibidas)

Inv. en Tránsito =  $\bar{D}L = dL$

$d$  = demanda promedio de el artículo por período

$L$  = número de períodos en el tiempo principal que el artículo tarda en moverse entre dos puntos; ya sea para producción o para transportación

$\bar{D}$  = promedio de demanda durante el tiempo principal

Ec. 8 - 1

Los administradores pueden medir el inventario por el valor agregado del promedio del inventario, semanas de abastecimiento o el movimiento de inventario.

$$\text{Semanas de abastecimiento} = \frac{\text{Valor agregado del promedio del inventario}}{\text{Ventas semanales (al costo)}}$$


---


$$\text{Movimiento del inventario} = \frac{\text{Valor agregado del promedio del inventario}}{\text{Ventas anuales (al costo)}}$$

El costo de mantener el inventario tiene varias componentes:

Interés (costo de oportunidad), manejo y almacenaje, impuestos, seguros y la merma.

Los análisis ABC ayudan a los administradores a poner su atención en los pocos artículos que acumulan el grueso de el costo del inventario:

TABLA 8 - 1

Clase de artículo	Cantidad en inventario	\$ en uso
A	20%	80%
B	30%	15%
C	50%	05%

Podemos resolver un caso para aplicar todos los modelos vistos en este capítulo. Un centro de distribución tiene una demanda promedio semanal de 35 unidades de uno de sus productos, el producto tiene un valor de \$700 por unidad.

El promedio de unidades que embarca el almacén de la fábrica es de 300.

El tiempo principal (incluyendo retraso de orden y tiempo en tránsito) es tres semanas.

El centro de distribución opera 52 semanas al año y mantiene una semana de inventario como inventario de seguridad y no tiene inventario anticipado.

a) Cual es el valor agregado del inventario promedio que está siendo mantenido por el centro?

Tipo de inventario	Calculo	Valor del inventario
Cíclico	$(300 \text{ unidades}/2)(\$700/\text{unidad})$	= \$105,000
Seguridad	$(1 \text{ sem})(35 \text{ unid./sem})(\$700/\text{unid.})$	= \$ 24,500
Anticipado	0	= 0
En tránsito	$(35 \text{ unid./sem})(3 \text{ sem})(\$700/\text{unid.})$	= \$ 73,500
	valor agregado del inventario	= \$203,000

b) Cuantas semanas de abastecimiento se mantienen? Cuales son las ventas anuales? Cual es el movimiento del inventario?

$$\text{Semanas de abastecimiento} = \frac{\$203,000}{(35)(\$700)} = 8.28 \text{ semanas}$$

$$\text{Ventas anuales} = (35 \text{ unid./sem})(52 \text{ sem/año})(\$700/\text{unid}) = \$1,274,000$$

$$\text{Movimiento del inventario} = \frac{\$1,274,000}{\$203,000} = 6.28 \text{ movimiento/año}$$

c) Cual tipo de inventario es el se debe de tomar como objetivo, para reducirlo? Cual táctica básica se usaría primero?

El inventario cíclico es el que se debe considerar para reducción, ya que tiene un valor de \$105,000 y es el mayor componente de el valor agregado del inventario. La primer táctica básica será reducir el tamaño del lote ( $Q = 300$  unid.)



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## CAPITULO IX.- SISTEMAS DE INVENTARIO - DEMANDA INDEPENDIENTE

Caso para lectura: Control de inventarios por computadora para una ventaja competitiva

En el lote de autopartes Nissembaum en Somerville Massachusetts, un cliente en el teléfono quiere un motor para un Buick 1979. Nissembaum que se precia de tener todo en existencia, no lo tiene, de modo que el vendedor David Butland va a su computadora personal, teclea un breve mensaje y despacha su pedido por satélite a 600 lotes de auto partes por todo el país. En pocos minutos, le llegan ofertas de motores desde Texas, California y Maine. El compra el de Maine por \$550 y lo vende al comprador en \$700 "Probablemente hemos elevado nuestro negocio de búsqueda de partes en un 75% desde que tenemos esto" dice Butlan señalando el teclado.

Philip Cavaveta compra mercancía, para su farmacia ubicada en el área de Boston, de dos vendedores al mayoreo. Uno de ellos, McKesson está obteniendo más de su negocio estos días, a causa de "su sistema computacional es tan bueno" según dice Philip. Un empleado en su tienda camina por los pasillos una vez a la semana, con una computadora provista por McKesson, en la palma de la mano. Si la tienda tiene una existencia baja de algún artículo, el empleado mueve el "scanner" sobre una etiqueta que está fija en el estante. La computadora toma nota, y cuando el empleado termina, transmite la orden a McKesson.

Levy Strauss & Company ahora ofrece un sistema computacional "LeviLink" que automáticamente reemplaza el inventario de los detallistas, sin

recibir una orden. De forma similar Wooster, Rubbermaid Incorporated de Ohio rastrea los inventarios de sus clientes detallistas con una computadora que se engancha a los puntos de datos de ventas de los detallistas. esto, dice Wolf Schmidt el presidente de Rubbermaid, evita los períodos muertos entre las ordenes de los clientes y embarques, de ese modo se ayuda a los detallistas a reducir su inventario.

Los métodos de administración de inventario, dependen de la naturaleza de la demanda esa puede ser dependiente o independiente. En la demanda independiente nunca se está seguro de cuantos artículos tendrá en demanda, porque las demandas individuales se generan directamente por el cliente, pero al existir múltiples tamaños de demanda esto genera una demanda más uniforme que las demandas dependientes, de cualquier modo se requieren buenos pronósticos de demanda para mantener una buena administración de inventario ya que tenerlo me genera costos:

Costo del inventario=Costo de mantener el inventario+Costo anual de colocar orden

$$C = (Q/2)(H) + (D/Q)(S) \quad \text{EC. 9 - 1}$$

C = Costo total por año

D = Demanda anual en unidades por año

H = Costo de mantener una unidad en inventario por un año (calculado como % del valor del artículo)

S = Costo de ordenar o colocar un lote en \$ por lote

Q = Tamaño del lote en unidades

Una pregunta básica que surge en la administración del inventario es como ordenar; frecuentemente y en poca cantidad? o con poca frecuencia y más cantidad?

Hacer un cálculo de la cantidad de orden económica EOQ (esto

representa el tamaño del lote que minimiza el total anual de lo que se mantiene como inventario y el costo de ordenar), me puede ayudar a tomar esta decisión:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad \text{EC. 9 - 2}$$

Esta resulta de la primera derivada de la ecuación del costo total (EC. 9 - 1) con respecto a Q, e igualada a cero.

Las suposiciones básicas que se toman para el cálculo de EOQ, incluyen demanda constante, recepción de los lotes completos, sin mermas, solo dos costos importantes; mantener el inventario anual y costo de ordenar anual, las decisiones son sobre un solo artículo, no exista incertidumbre en la demanda (constante y conocida), en el tiempo principal (constante y conocido), en provisión (cantidad recibida = cantidad ordenada).

Si sometemos este modelo a un análisis de sensibilidad podemos contestar algunas preguntas como: ¿Que pasa al ciclo del inventario si la razón de demanda aumenta? R. Como D está en el numerador, el tamaño de el lote se debe de incrementar pero a una razón menor como la de raíz cuadrada de D.

¿Que pasa al tamaño del lote si el costo de ordenar o colocar un lote decrece? R. Al reducir S se reduce el promedio del ciclo de inventario, entonces lotes más pequeños se pueden producir más económicamente.

¿Que pasa si las tasas de interés bajan? R. El interés o el costo del capital está dentro de el costo de mantener las unidades H, como H está en el denominador, el EOQ aumenta cuando H disminuye, a menores costos de mantener, mayor tamaño de lotes (el ciclo de inventario varía inversamente con la raíz cuadrada de H).

¿Que tan críticos son los errores de estimación de D, H y S? R. Como EOQ es una función de la raíz cuadrada de estas variables, no es sensible a

los errores estimados, ya que un error en una variable tiende a cancelarse con el error de otra.

A veces es importante expresar el tamaño del lote con respecto a el tiempo entre reabastecimientos o tiempo entre ordenes TBO:

$$TBO = (EOQ) / D \quad (52 \text{ sem./año}), (12 \text{ meses/año}) \quad \text{EC. 9 - 3}$$

Este tipo de modelo está limitado a que se cumplan las suposiciones básicas y sabemos que en la práctica esto raras veces es posible, sin embargo el EOQ es por lo general un buen principio de aproximación al promedio del tamaño de lote, aunque algunas de las suposiciones no se cumplan. Existen los sistemas de revisión continuos y periódicos para ayudarnos con la quinta suposición básica.

#### Sistemas de revisión continua (Sistema Q)

El sistema de revisión continua es uno de los mejores controles para el inventario, ya que se cuenta en la actualidad con computadoras y máquinas registradoras electrónicas, que están enlazadas a registros de inventario.

La posición de inventario IP mide la capacidad del los artículos para satisfacer demandas futuras

$$IP = OH \text{ (número de unidades en inventario a la mano) +}$$

$$SR \text{ (órdenes abiertas = colocadas pero no recibidas) -}$$

BO (número de unidades ya sea: pedidas por los clientes pero no en existencia o asignadas a demandas pasadas que en el inventario a la mano se ponen aparte). EC. 9 - 4

El sistema de revisión continua o sistema de punto de reorden o sistema Q o sistema de orden de cantidad fija, se describe: Colocar una orden o pedido de Q unidades cuando el inventario llegue a una posición de punto de reorden R (mínimo nivel de inventario permitido).

El punto de reorden :

$$R = \bar{D}_L + B$$

$\bar{D}_L$  = demanda promedio durante el período de tiempo L

B = inventario de seguridad

EC. 9 - 5

Como  $D_L$  es en gran medida determinada en un alto grado por los clientes, entonces la decisión a hacer es el nivel del punto de reorden y la decisión del tamaño de B depende de el equilibrio que se quiera guardar entre el servicio al cliente y el costo de mantener inventario ver H 9 - 1.

Escogiendo una política apropiada de nivel de servicio.

El nivel ciclo-servicio es la probabilidad de que no se terminen las existencias en ninguno de los ciclos de inventario.

Cuando se escoge un punto de reorden, primero se supone que la demanda actual durante el tiempo principal L, es una variable normalmente distribuida, el administrador debe estimar la media y la desviación estandar de esta distribución, ya sea basado en datos históricos o en base a su juicio. segundo debe calcular el nivel de las existencias de seguridad:

$$B = z\sigma_L$$

$z$  = número de desviaciones estandar desde la media que

se necesitan para establecer el nivel de ciclo - servicio

$\sigma_L$  = desviación estandar de la distribución de probabilidad de  $D_L$

EC.9 -6

algunos prefieren trabajar con MAD en lugar de la desviación estandar, pues es mas facil de calcular, y luego solo multiplican el valor de MAD por 1.25 y después proceden a calcular B. Entre mejor sea el pronóstico de los valores de la demanda y del tiempo principal, menores serán los valores de sigma sub-L y de B ver H 9 - 2.

Seleccionar el valor de R, requiere del conocimiento de la desviación estandar de la demanda durante el tiempo principal, pero es improbable que este parámetro pueda ser obtenido directamente de los registros pasados, si las distribuciones de probabilidad de la demanda diaria (semanal, mensual, etc) son independientes, lo que significa que la de un día no afecta la del otro



y son idénticas, se puede efectuar la siguiente conversión:

$$\sigma_L = \sigma_t \sqrt{L_t}$$

donde  $\sigma_t$  = desviación estandar conocida de la demanda, sobre un intervalo de tiempo t

$\sigma_L$  = desviación estandar de la demanda durante el tiempo principal (que debe ser calculado para encontrar la cantidad de seguridad, en existencia)

$L_t$  = tiempo principal L, expresado como múltiplo o fracción del intervalo de tiempo t.

EC.9-7

Después de encontrar el valor de sigma sub-L se usa el resultado para encontrar B.

#### Sistema de revisión periódica (Sistema P)

Otro sistema de control de inventarios es el sistema de revisión periódica o sistema P, en el cual una posición del inventario de los artículos es revisada periódicamente en lugar de continuamente, se coloca una nueva orden al final de cada revisión y se fija el período P entre las órdenes. Como la demanda es una variable aleatoria, entonces la demanda total varía entre las revisiones, y el tamaño del lote Q cambia de una orden a la otra ver H 9 -3.

El sistema P revisa la posición del inventario IP cada P períodos, coloca una orden igual a (T - IP) donde T es el inventario objetivo, esto es la posición deseada de inventario, justo después de que se ha colocado una nueva orden: (EC. 9 - 4)

$$IP = OH + SR - BO$$

El sistema P tiene también dos parámetros P y T, el parámetro P puede ser cualquier intervalo conveniente por ejemplo cada lunes, otra opción es basar P en los intercambios de costo de EOQ, por ejemplo si P es expresado en

semanas y el año tiene 52 semanas de trabajo entonces dividiendo  $EOQ/D$  que es la demanda anual, nos da la fracción anual entre órdenes, multiplicando por (52), convierte esta fracción a semanas:

$$P = (EOQ/D)(52) \quad \text{EC. 9 - 8}$$

Seleccionar el objetivo de nivel de inventario

El inventario en objetivo será  $T$  y debe cuando menos igualar la demanda durante el intervalo de protección  $P + L$ , y se le debe agregar  $B$  para para alcanzar a proteger de la incertidumbre de la demanda, sobre todo el intervalo de protección:

$$T = \bar{D}P + L + B = \bar{D}P + L + z\sigma P + L$$

$\bar{D}P + L$  = demanda promedio hasta la próxima revisión en  $P$  períodos mas la demanda promedio durante un tiempo principal de  $L$  períodos

$\sigma P + L$  = desviación estandar de la demanda durante  $P + L$  períodos de tiempo

$z$  = número de desviaciones estandar deseadas para implementar el nivel ciclo-servicio

a causa de que el sistema  $P$  requiere una existencia de seguridad para cubrir la incertidumbre en la demanda, sobre un período de

tiempo mayor que el sistema  $Q$ , ( $\sigma P + L$  es mayor que  $\sigma L$ )

EC. 9 - 9

Caso de aplicación de los modelos vistos en este capítulo:

El almacén regional de Consolidated Electric tiene en existencia herramientas que le llegan de varios proveedores, las distribuye bajo la demanda de los vendedores al menudeo de una amplia región. El almacén trabaja 5 días a la semana, 52 semanas al año. solo cuando está abierto puede recibir los pedidos y observar la demanda. los datos siguientes són para el taladro manual de 3/8 plg, con doble aislante y velocidades variables.

Promedio de demanda diaria = 50 taladros

Desviación estandar de la demanda diaria ( $\sigma$  sub-t) = 15 taladros

Tiempo principal ( $L$ ) = 3 días

Costo de mantener (H) = \$9.30 por unidad por año

Costo de ordenar (S) = \$35 por orden

Nivel de ciclo-servicio = 92%

Si el almacén emplea un sistema de revisión continuo que tamaño de lote debe tener y cual es el punto de reorden?

la demanda:  $D = (50 \text{ talad/día})(5 \text{ días/sem})(52 \text{ sem/año}) = 13,000$  taladros

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}} = \sqrt{\frac{2(13,000)(30)}{9.00}} = 294.39 = 294$$

La tabla de distribución normal en (H 9 - 4) muestra que un 92% de nivel ciclo-servicio, corresponde a  $z = 1.40$  entonces:

$$B = z\sigma_L = z\sigma\sqrt{L_r} = 1.40(15)\sqrt{3} = 36.37 = 36 \text{ taladros}$$

le sumo este valor de B al promedio de demanda durante el tiempo principal para obtener:

$$R = \bar{D}L + B = 50(3) + 26 = 176 \text{ taladros}$$

con el sistema continuo de revisión;

$$Q = 294 \text{ y } R = 176$$

Si el inventario disponible a la mano es de 35 unidades y existe una orden abierta (colocadas pero no recibidas) de 221 taladros y no hay ordenes pendientes (falta de existencia), se debe de colocar un nuevo pedido?

$$IP = OH + SR - BO = 35 + 221 - 0 = 256 \text{ taladros}$$

como IP (256) sobrepasa R (176), no se debe de colocar otro pedido.

Supongo que el almacén usa un sistema periódico de revisión (sistema P), entonces se calculo el valor de P en días de trabajo, que dé aproximadamente el mismo número de ordenes por año que el EOQ:

$$P = (EOQ/D)(52 \text{ sem./año})(5 \text{ días/sem.}) = (294/13000)(260) = 5.88 = 6$$

días (redondeado)

Ahora calculo el valor del la cantidad en existencia, de seguridad:

$$B = 1.4(15)(6 + 3)^{1/2} = 63 \text{ taladros}$$

y ahora calculo el objetivo de inventario:

$$T = 50(6+3) + 63 = 513 \text{ taladros}$$

al llegar el tiempo de revisar el producto el inventario a la mano es de 206 unidades, no hay pedidos pendientes ni productos separados, cuanto se debe reordenar?

posición de inventario:  $IP = OH + SR - BO = 206 + 0 - 0 = 206 \text{ taladros}$

tamaño del lote:  $Q = T - IP = 513 - 206 = 307 \text{ taladros}$

También se pueden usar sistemas de inventarios híbridos; que incluyan resurtidos opcionales, existencia base (que minimiza el ciclo-inventario, ya que se reemplaza uno por uno lo que se retira del inventario, manteniendolo siempre al nivel de la base, esto equivale a un nivel de reorden R en un sistema Q. Esto se usa en artículos de mucho valor), sistemas visuales que son adaptación de el P y el Q que eliminan la necesidad de llevar registros, la razón de uso, es reconstruida simplemente de las ordenes de compra pasadas, estos se usan en artículos de poco valor y que tengan demanda estable.

Una de las causas de la presión sobre inventarios són los descuentos por compras de grandes cantidades, como el precio no está fijo, como se supone en el cálculo de EOQ, sino que cambia con respecto a la cantidad del pedido, entonces hay que encontrar un nuevo modelo que me ayude al cálculo de el mejor tamaño de lote, como el costo total debe ahora incluir el costo de el material que se ofrece con descuento:

COSTO TOTAL PARA UN NIVEL DADO DE PRECIO P, POR UNIDAD

$$C = \frac{Q}{2}(iP_j) + \frac{D}{Q}(S) + P_jD$$

donde i es el costo de mantener el inventario, expresada como proporción del precio de la unidad.

Algunas veces el punto mínimo encontrado por el EOQ, no es factible entonces busco otra combinación precio-cantidad, hasta lograr el mejor tamaño de lote.

El caso del Hospital General que utiliza unos paquetes quirúrgicos desechables, el precio del proveedor, ofrece un descuento por cantidad que es: \$175 si compra hasta 99 paquetes y \$157.5 si compra 100 o más. El costo de cada orden es de \$56 y el costo anual de mantener existencias es de 20% de el precio de compra de cada unidad. La demanda anual es de 1,800 paquetes. Cual será la mejor opción, en cantidad de paquetes a comprar?

Primero calculo EOQ de el menor precio:

$$EOQ_{157.5} = \sqrt{\frac{2DS}{iP_i}} = \sqrt{\frac{2(1800)(56)}{(.2)(157.5)}} = 80 \text{ unidades}$$

esto no es factible, entonces calculo:

$$EOQ_{175} = \sqrt{\frac{2(1800)(56)}{(.2)(175)}} = 76 \text{ unidades, tamaño de lote factible.}$$

Como el EOQ de el costo menor no es factible entonces:

Calculo el costo total de cada nivel de precio, uso el EOQ cuando es factible,

de otra manera, compro la cantidad que está en el punto de cambio de precio.

$$TC(\text{costo total}) = \frac{Q}{2}(iP_i) + \frac{D}{Q}(S) + P_i D$$

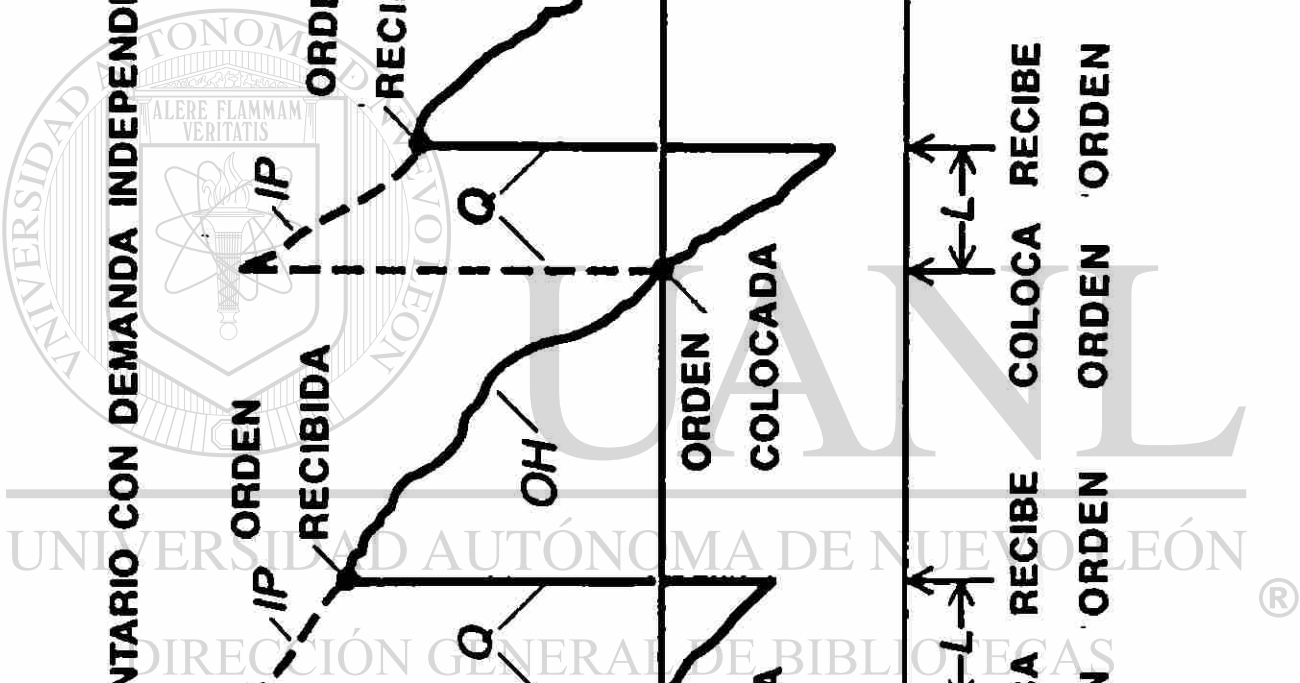
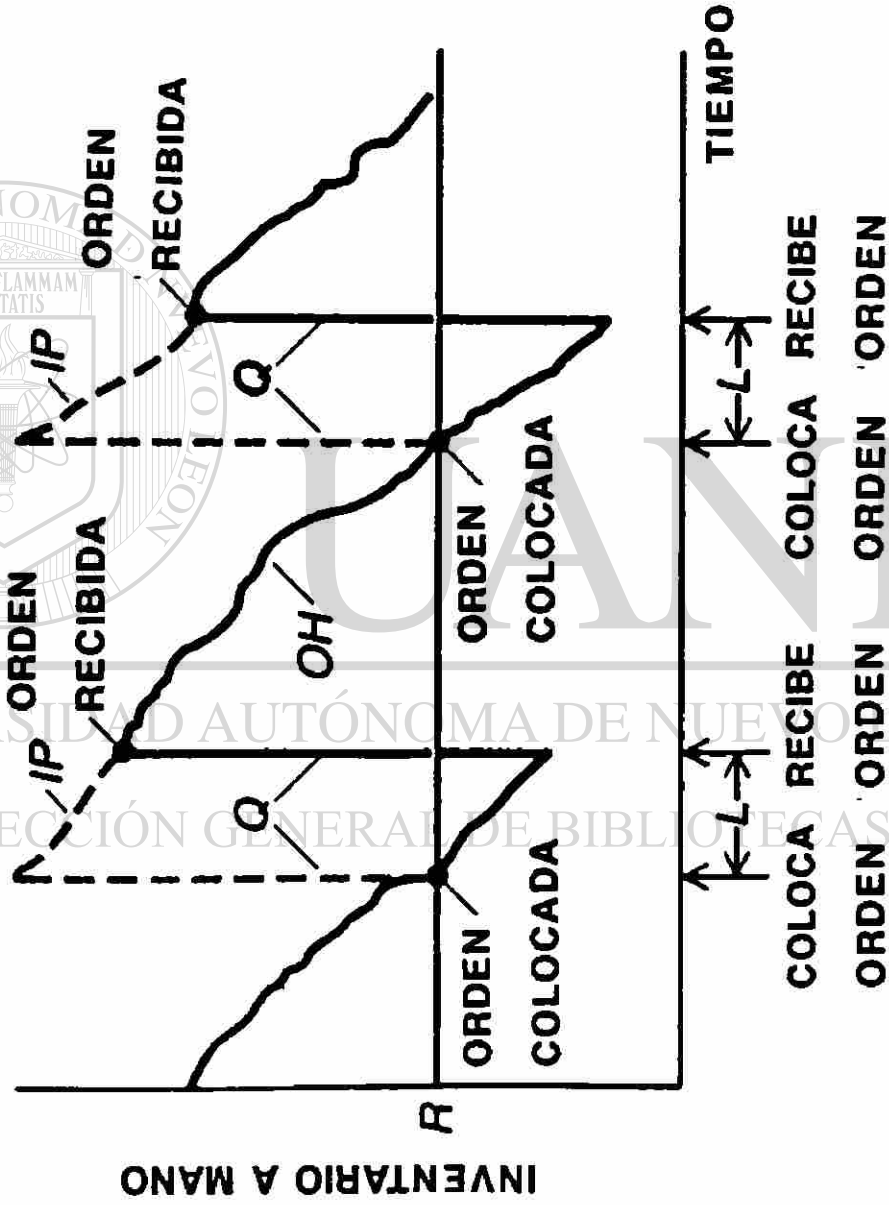
$$TC_{76} = \frac{76}{2}(.2)(175) + \frac{1800}{76}(56) + 175(1800) = \$317,656$$

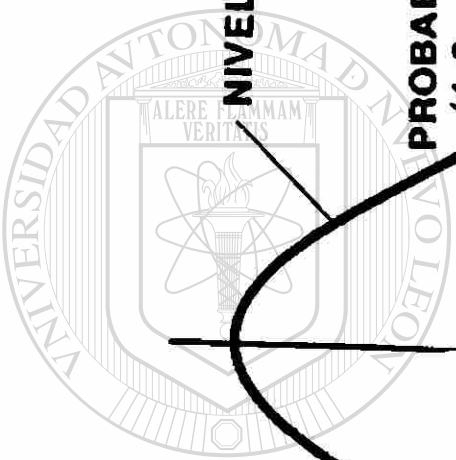
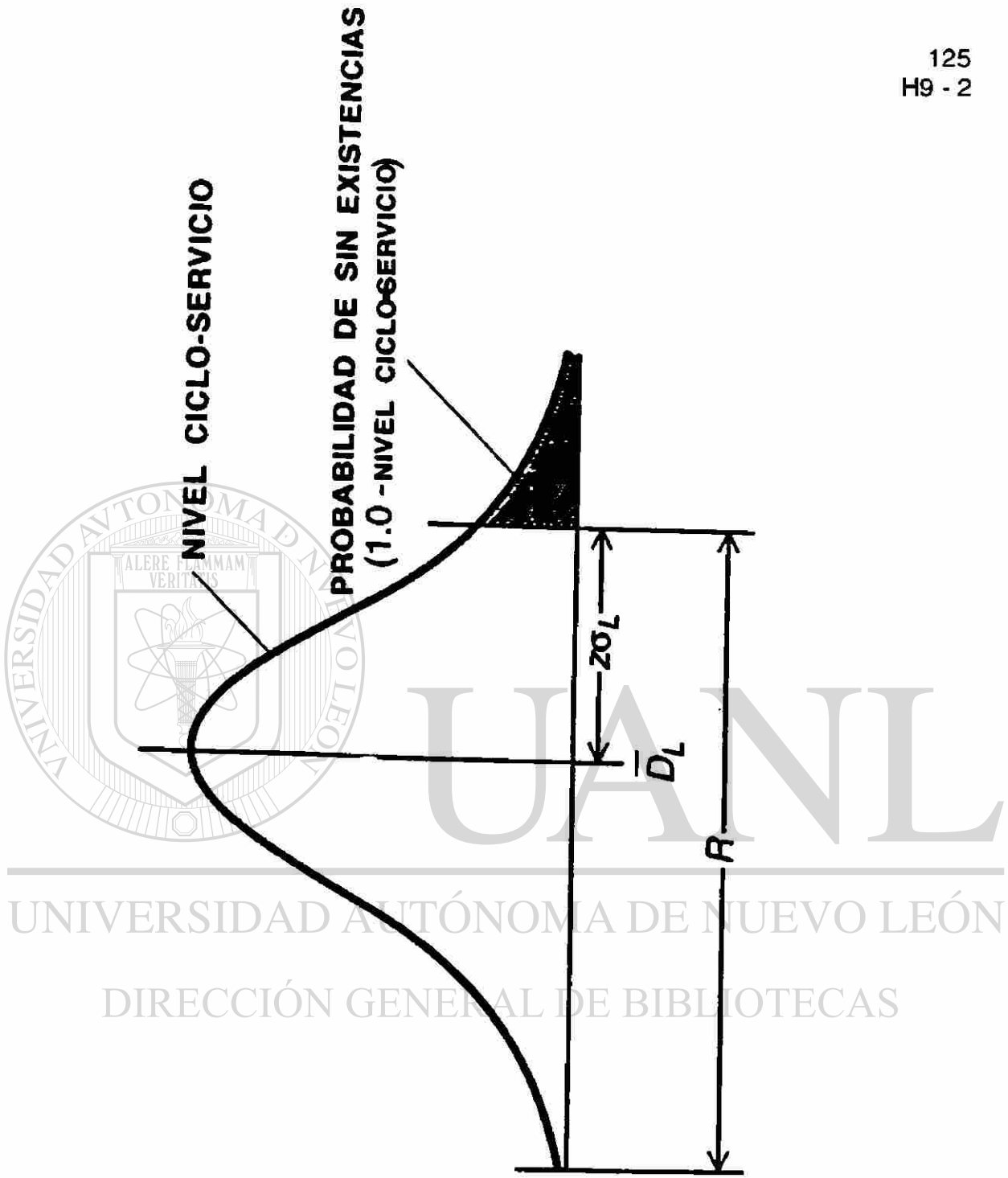
Calculo el costo del punto de cambio de precio:

$$TC_{100} = \frac{100}{2}(.2)(157.5) + \frac{1800}{100}(56) + 157.5(1800) = \$292,383$$

La mejor cantidad a comprar (tamaño del lote = 100 unidades) es la cantidad del cambio de precio, pues el costo total es menor.

# SISTEMAS DE INVENTARIO CON DEMANDA INDEPENDIENTE



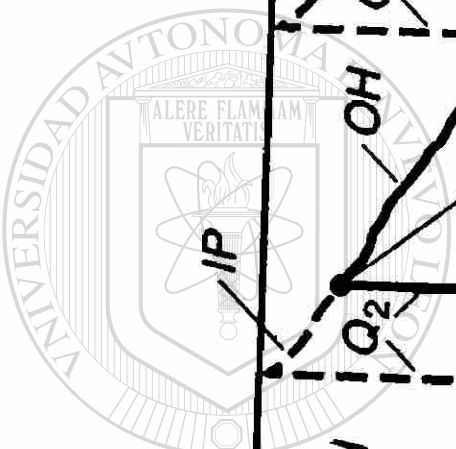
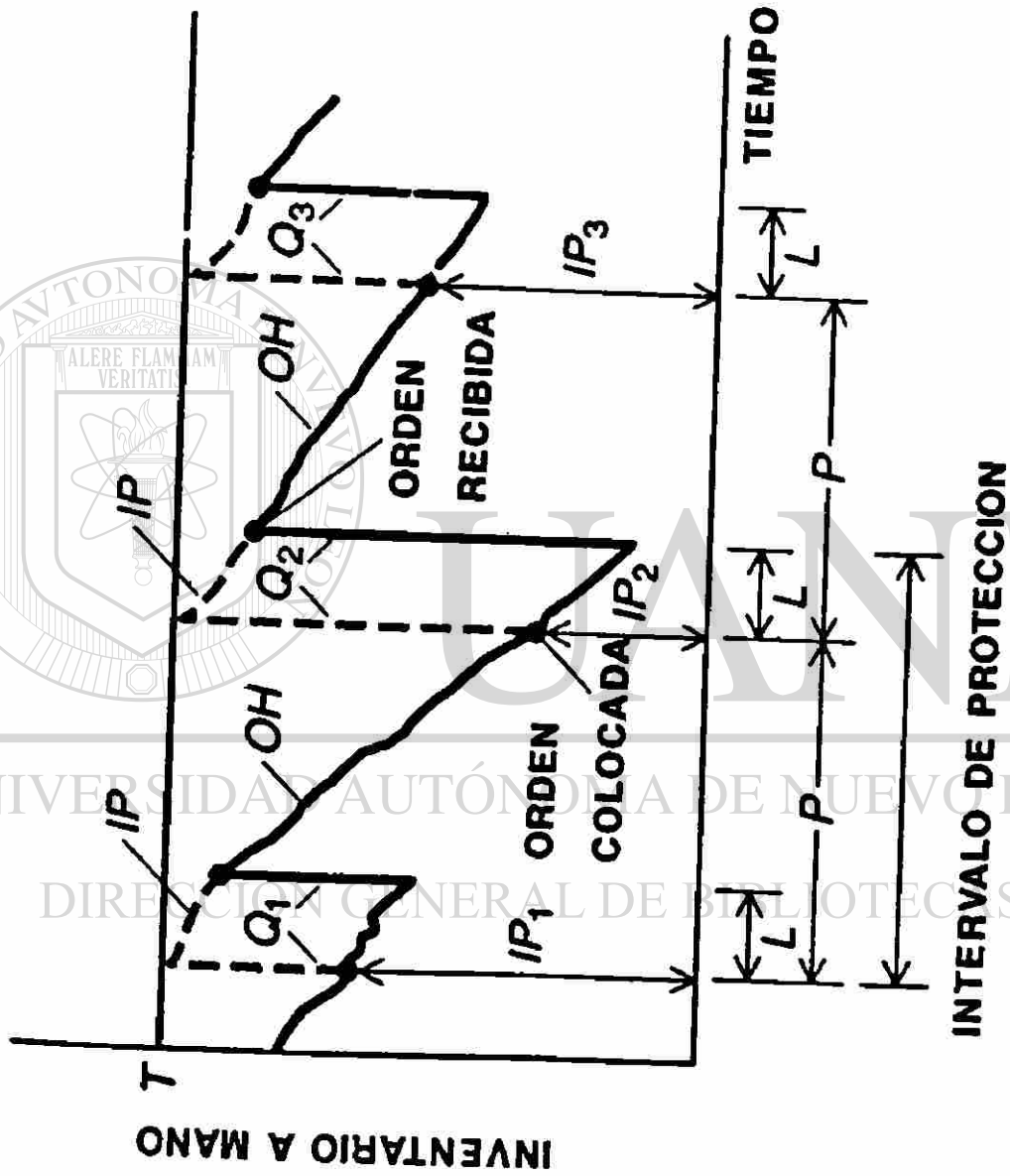


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





## CAPITULO X.- PLANEACION AGREGADA

Caso para lectura: Hallmark estrategia de nivel para competir como un productor de bajo costo

Hallmark es una compañía que produce tarjetas de felicitación y con ingresos de 2 millones de dolares al mes, que gasta considerables sumas para mejorar la eficiencia y ha hecho ganancias significativas, todas sin imponer despidos.

Hallmark no ha usado nunca los despidos para ajustar las razones de producción de sus tarjetas de felicitación, a pesar de que el negocio es altamente competitivo, muestra poco crecimiento y es bastante estacional.

La flexibilidad con la que se manejan sus empleados es la llave de esta estrategia. Las cuatro plantas de la compañía producen mas de un millón de tarjetas al día, a la vez que papel de envoltura de regalo y otros artículos de fiesta.

A pesar de que la tecnología de la industria ha hecho los procesos de producción altamente eficientes, la filosofía de Hallmark ha sido retener a sus empleados para hacerlos continuamente mas flexibles. Por ejemplo un operador de máquinas cortadoras puede ser un vigilante de la impresora de tarjetas, un pintor o un ensamblador de oficinas modulares según necesidad.

Para mantener comprados a los trabajadores, Hallmark cambiará la producción de su planta en Kansas City a sus plantas ramales en Topeka, Leavenworth, Lawrens en Kansas, para mantener esas plantas utilizadas a su máxima capacidad, utilizan a la planta de Kansas como una instalación de balance. Cuando la demanda es baja estos empleados

pueden tomar trabajo en posiciones de oficina, que tengan el mismo sueldo que si trabajaran en la planta.

Ellos pueden también estar en salones de clase aprendiendo nuevas habilidades.

El ingeniero especialista en costos Irvine O. Hockaday cree que ser un productor de bajo costo, es compatible con mantener una fuerza de trabajo estable.

De acuerdo con Hockaday, Hallmark debe manejarse para el largo plazo y proteger a sus empleados del mercado cíclico y otros sucesos inesperados fuera de su control.

El añadir seguridad en el trabajo, crea la expectativa sin embargo de que los 129 empleados actuarán de acuerdo con su paquete de compensaciones. La filosofía ha pagado dividendos, por ejemplo: la reducción de los tiempos de ajuste de máquinas para apoyo de las corridas cortas de producción es crítica. Para el mantenimiento de inventarios y costos bajos.

---

Los empleados han sugerido formas para reducción significativa de tiempos de ajuste. Una política de fuerza de trabajo estable ha sido el mayor factor para el éxito de Hallmark en el negocio tan competido de las tarjetas de felicitación.

Existen dos tipos de planeación agregada; la primera es un plan de producción, que es un plan administrativo en diversas etapas de tiempo, de razones de producción, niveles de fuerza de trabajo, inversiones en inventario que considera los requerimientos del cliente y las limitaciones de capacidad.

El plan trata de balancear los objetivos de maximizar el servicio al cliente , minimizar la inversión en inventario, manteniendo una fuerza de

trabajo estable, minimizando costos de producción y maximizando las ganancias.

La segunda forma de planeación agregada es el plan de personal de apoyo, es un plan en etapas de tiempo que establece tamaños de fuerzas de trabajo y decisiones relacionadas con las jornadas de trabajo (como tiempo extra, programa de vacaciones), que considera los requerimientos del cliente y capacidades de máquinas. Esta forma de planeación agregada es útil para firmas de servicio, que no planean en términos de razones de producción y de inventarios. El plan también debe balancear los objetivos en conflicto que envuelven, servicio al cliente, estabilidad de la fuerza de trabajo, costos y ganancias.

La planeación agregada liga la estrategia global de la compañía y su plan detallado de operaciones.

Para compañías manufactureras, el plan de producción liga las metas estratégicas y objetivos con el plan maestro de producción.

Para compañías de servicio el plan de personal de apoyo, liga las metas estratégicas con el programa detallado de la fuerza de trabajo.

La planeación agregada es útil porque es general, el planeador puede formular un plan de acción que consiste de metas estratégicas y objetivos, sin tener que lidiar con muchos detalles ya que el tiempo y el esfuerzo que se requiere para hacerlo es muy grande y por eso los planes de producción y de personal de apoyo se basan en cantidades agregadas: de productos y servicios (dentro de un conjunto, de familias de productos, relativamente grandes), trabajadores (cambios en niveles de fuerza de trabajo y uso de tiempo extra) y tiempo (tiempo total cubierto por la planeación agregada).

Para establecer la planeación agregada, se requieren ayudas administrativas desde las diversas áreas funcionales en la organización, este

intento crea objetivos típicamente conflictivos, que deben de ser reconciliados en el plan. Uno de los objetivos típicos de las manufacturas que no se consideran en una organización de servicio es minimizar las inversiones en inventario de producto terminado.

Las dos tipos básicos de alternativas de decisiones son: reactiva y agresiva. La decisión reactiva, acepta la demanda pronosticada como dada y modifica los niveles de la fuerza de trabajo, tiempos extra, programación de vacaciones, niveles de inventario, subcontratación y reservas planeadas.

La alternativa agresiva, implementa acciones que intentan modificar la demanda y en consecuencia los requerimientos de recursos.

Estas alternativas deben de ser combinadas de manera variada para obtener un plan agregado aceptable.

Existen dos estrategias puras, después de aplicar las alternativas anteriores:

Estrategia de ajedrez; el punto clave es que no se usa inventario anticipado ni reducción de tiempo, esta estrategia puede ser implementada

de muchas maneras, por ejemplo los trabajadores pueden ser despedidos o contratados, se puede usar la subcontratación y el tiempo extra durante períodos pico. tiene la ventaja de baja inversión en inventario y en reservas, la mayor desventaja es el gasto de ajustar las razones de salida o los niveles de fuerza de trabajo en cada período de la planeación y la potencial poca cooperación, la pérdida de productividad y la baja calidad a causa de los constantes cambios en la fuerza de trabajo.

Estrategia de nivel; mantiene una razón de salida constante de el nivel de la fuerza de trabajo sobre la planeación, el comportamiento distintivo de esta estrategia es que se usa un inventario anticipado y/o un recorte de tiempo para ayudar a mantener una salida constante, en compañías de

manufactura generalmente se mantiene una fuerza de trabajo estable y se construye un inventario anticipado para satisfacer la demanda pico estacional. Contratar, tiempo extra o subcontratar puede usarse si la fuerza de trabajo está sujeta a presión, pero la razón de la producción permanece constante.

En compañías de servicios una estrategia de nivel generalmente implica mantener una fuerza de trabajo estable y usa recortes de tiempo, tiempo extra y reservas. Las ventajas son razones de salida a nivel y fuerza de trabajo estable a expensas de una inversión en inventario, recortes de tiempo, tiempo extra o reservas crecientes. Obviamente un rango amplio de estrategias cae entre estas dos y la mejor estrategia para una compañía puede ser la combinación de ambas.

La planeación agregada afecta la dirección de la compañía, para el corto y mediano plazo y debe considerarse como herramienta muy especial de la administración.

Presentaré el caso de la Chewy Candy Company que desea determinar un plan de producción agregado, para los siguientes seis meses. La compañía fabrica muchos tipos diferentes de dulces pero cree que puede programar su producción total en libras siempre y cuando la mezcla de dulces que se venden no cambien de manera muy drástica.

Actualmente la compañía tiene 50 trabajadores y 10000 libras de dulce en el inventario, cada trabajador puede producir 100 libras de dulce al mes y se les paga \$5 la hora (con 160 horas de trabajo al mes, como tiempo normal) El tiempo extra a una tasa de 150% del tiempo normal en cualquier mes, puede utilizarse hasta un máximo del 20% adicional al tiempo normal de un mes dado. cuesta 50 centavos almacenar una libra de dulce al año, \$200 contratar a un trabajador y 500 dolares despedirlo. el pronóstico de ventas de

los siguientes seis meses es de 8000, 10000, 12000, 6000 y 5000 libras de dulce, se hace una nivelación de la fuerza de trabajo, un ajuste a demanda y una nivelación de trabajo con tiempo extra al máximo en los meses de mayor demanda.

Los resultados se anexan en la (H 10 - 1) junto con una gráfica de comparación de estrategias de producción (H 10 - 2). estos resultados nos dan las siguientes cantidades totales:

Nivelación.- costo = \$400,238

Ajuste.- costo = \$443,500

Tiempo extra costo = \$ 375,852

Con lo que podemos inclinarnos a pensar, si solo tomamos en cuenta los costos, el programa de nivelación con tiempo extra, es el mejor a escoger en este momento.

Si quisieramos formular mediante modelo de programación lineal.

Utilizamos una función objetivo lineal que incluya todas las variables y un conjunto de restricciones también lineales, estos modelos de

programación lineal son capaces de determinar niveles de óptimos de inventario, ordenes atrasadas, cantidades a subcontratar, cantidades a producir, contratos de tiempo extra en producción y despidos, la mayor desventaja es que las relaciones entre todas las variables debe ser lineal, lo que obliga a trabajar con una sola familia específica de productos y que los valores óptimos de las variables de decisión, deben ser fraccionarios, puede representar problema cuando las variables representan valores discretos.

Si asigno como:

$D_t$  = demanda en el mes t (se supone conocida, no variable)

$W_t$  = trabajadores disponibles al principio del mes t

$H_t$  = contratos al principio de el mes t



$L_t$  = despidos al principio del mes t

$I_t$  = inventario al principio del mes t

$S_t$  = producción subcontratada en el mes t

$O_t$  = producción en tiempo extra en el mes t

y si tengo como restricciones:

$W_t = W_{t-1} + H_t - L_t$  fija la relación para el número de trabajadores

$I_t = I_{t-1} + 100 W_t + O_t + S_t - D_t$  relación para el nivel de inventario

$O_t \leq 0.2(100)W_t$  relaciones para el límite de tiempo extra

existen 5 variables (normalmente son 6 pero no habrá producción subcontratada en este caso) y tres restricciones para cada mes, como el plan de producción cubre 6 meses se necesitarán 30 variables de decisión y 18 restricciones, además se necesita satisfacer una función objetivo para minimizar los costos o maximizar ganancias siendo:

$c_w$  = costo por tiempo normal por trabajador por mes

$c_k$  = costo por contratar un trabajador

$c_L$  = costo por despedir un trabajador

$c_I$  = costo por mantener en existencia una unidad del producto

$c_s$  = costo por subcontratar una unidad de producto

$c_o$  = costo por producir una unidad de producto en tiempo extra

La función objetivo para minimizar costos puede ser:

$$TC = \sum_{t=1}^6 (c_w W_t + c_k H_t + c_L L_t + c_I I_t + c_s S_t + c_o O_t)$$

tomando en consideración para este caso que  $c_s$  será cero.



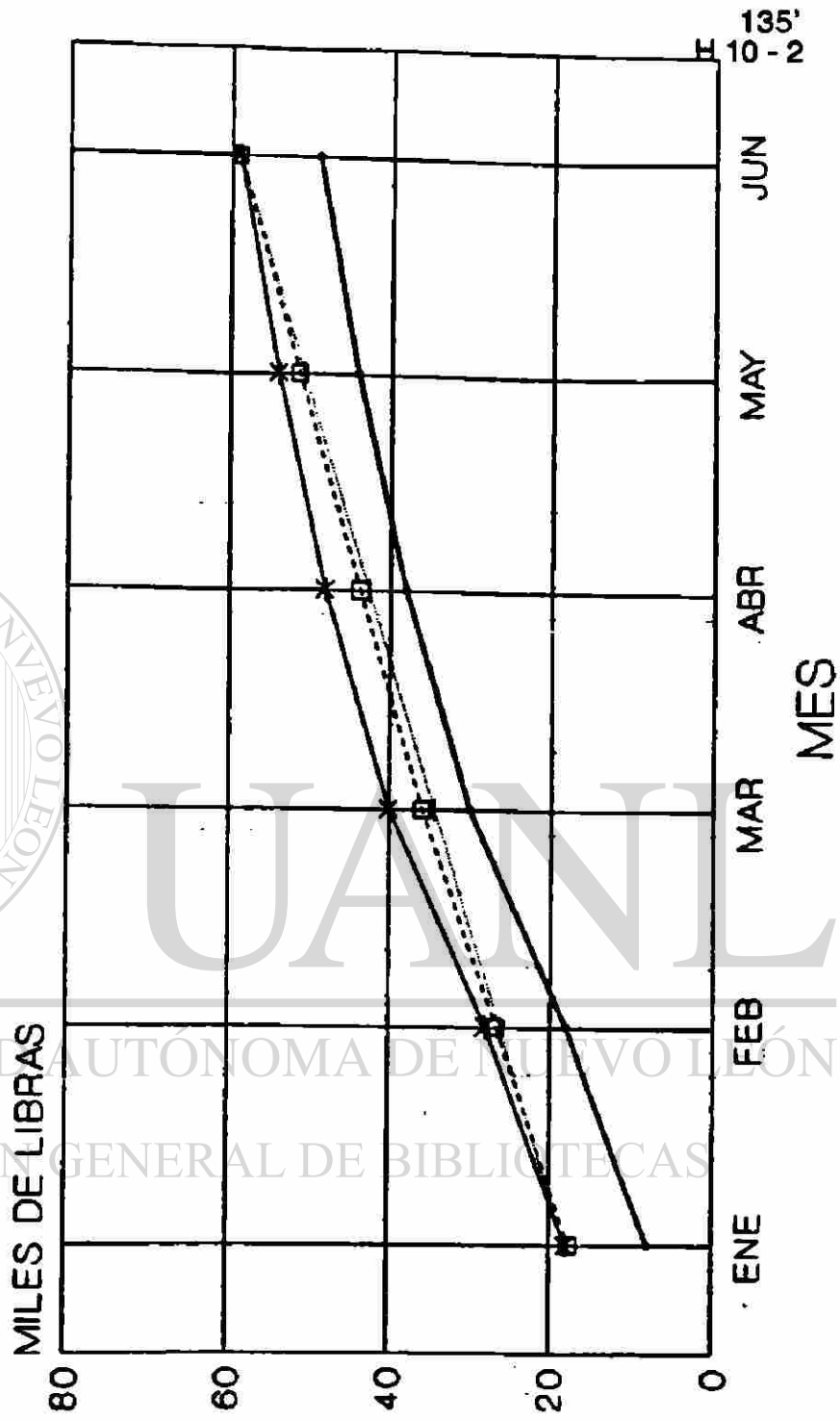
NIVELACION DE LA FUERZA DE TRABAJO	INICIAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	TOTAL
<b>RECURSOS</b>								
OBREROS NORMALES	50	61	81	82	82	82	82	
TIEMPO EXTRA (Z)		02	02	02	02	02	02	
PRODUCCION (uni)		8100	8100	8200	8200	8200	8200	
DEMANDA ESPERADA		8000	10000	12000	8000	6000	5000	
INVENTARIO FINAL	10000	10100	8200	4400	4400	6800	10000	
<b>COSTOS</b>								
TIEMPO NORMAL		64800	64800	65600	65600	65600	65600	392000
TIEMPO EXTRA		0	0	0	0	0	0	0
CONTRAT/DESPIDO		6200	0	200	0	0	0	6400
INVENTARIO		419	381	263	188	238	350	1838
<b>##### COSTO TOTAL</b>		71419	65181	66063	65788	65638	65950	400236

AJUSTE A DEMANDA (CONTRAT/DESPIDO)	INICIAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	TOTAL
<b>RECURSOS</b>								
OBREROS NORMALES	50	80	100	120	80	60	50	
TIEMPO EXTRA (Z)		02	02	02	02	02	02	
PRODUCCION (uni)		8000	10000	12000	8000	6000	5000	
DEMANDA ESPERADA		8000	10000	12000	8000	6000	5000	
INVENTARIO FINAL	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	
<b>COSTOS</b>								
TIEMPO NORMAL		64000	80000	96000	64000	48000	40000	392000
TIEMPO EXTRA		0	0	0	0	0	0	0
CONTRAT/DESPIDO		6000	4000	4000	20000	10000	5000	49000
INVENTARIO		417	417	417	417	417	417	2500
<b>##### COSTO TOTAL</b>		70417	84417	100417	84417	58417	45417	443500

NIVELACION DEL TRABAJO + T.EXTRA	INICIAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	TOTAL
<b>RECURSOS</b>								
OBREROS NORMALES	50	76	76	77	77	77	77	
TIEMPO EXTRA (Z)			0.2	0.2				
PRODUCCION (uni)		7600	9120	9240	7700	7700	7700	
DEMANDA ESPERADA		8000	10000	12000	8000	6000	5000	49000
INVENTARIO FINAL	10000	9600	8720	5960	5660	7360	10000	
<b>COSTOS</b>								
TIEMPO NORMAL		60800	60800	61600	61600	61600	61600	368000
TIEMPO EXTRA		0	240	240	0	0	0	480
CONTRAT/DESPIDO		5200	0	200	0	0	0	5400
INVENTARIO		408.3333	381.6666	305.8333	242.0833	271.25	362.9166	1572.0833
<b>##### COSTO TOTAL</b>		66408.33	61421.66	62345.83	61842.08	61871.25	61962.91	375852.0

# CHEWY GANDY CO.

## COMPARACION DE ESTRATEGIAS DE PRODUCCION



+ DEMANDA    \* NIVELACION    -o- TIEMPO EXTRA

## CAPITULO XI.- PLAN DE NECESIDADES DE MATERIALES

Caso para lectura: Exitoso sistema de Planeación de Necesidades de Materiales (MRP II) de la Compañía de Máquinas Herramientas Hanson.

Por mas de 30 años la compañía Henry L. Hanson de Worchester, Massachusets ha dominado la industria de herramientas con producción exclusiva de herramientas de roscado, grifos, dados y brocas. La compañía emplea 250 personas.

Recientemente la competencia empezó a erosionar sus bases y forzó a la compañía a buscar sistemas de fabricación automatizados; La compañía estableció cuatro pre requisitos para el éxito de su implementación.

1.- Apoyo Computacional. El sistema original fué solo parcialmente automatizado, las cuentas de inventarios y la información de la serie de operaciones, hechas manualmente, las traían generalmente los empleados en los bolsillos. La compañía decidió comprar un sistema IBM 38.

Después de 10 meses de estudio, un equipo administrativo seleccionó el software "Sistema de Planeación y Control de Negocios" (BPCS) de System Software Associates, Inc.

2.- Información Confiable y Exacta. Antes que el sistema MRP II fuera instalado, solo de 30 a 40% de los registros de inventarios eran exactos. La gerencia instituyó un programa para revisar periódicamente los niveles de inventarios y de esa manera incrementó la exactitud al 95%. Problemas similares de confiabilidad existían con las facturas de materiales y en los estándares de ingeniería. La confiabilidad en ambos casos se incrementó dramáticamente aún antes de que el sistema estuviera operando

completamente.

3.- Apoyo Administrativo. Un comité administrativo, constituido por el ingeniero especialista en costos, el vice-presidente, el director de distribución, el gerente de control de producción, el gerente de informática y el líder del proyecto (MRP II) supervisaron la elección del software y el progreso en la implementación. Es importante notar que la gerencia general estaba involucrada muy activamente.

4.- El conocimiento y Aceptación del Usuario. El año previo a la implementación del programa los empleados fueron educados en los principios básicos de MRP II. Justo antes de la implementación, se les dió un entrenamiento intensivo de las características principales y la funcionalidad de los módulos del software. Para el tiempo en que el sistema se echó a andar, todas las reservas acerca del funcionamiento del sistema se habían terminado. Actualmente, un promedio de 40 empleados tienen acceso al sistema regularmente y 10 lo usan básicamente todos los días.

El sistema MRP II ha beneficiado a la compañía Hanson de muchas formas. El tiempo extra ha sido reducido drásticamente. La compañía ahora llena órdenes de envío con un 95% de exactitud, esto representa una mejoría de 35%.

La compañía ahora puede intercambiar información con sus lejanas plantas manufactureras, situadas en Maine, Wisconsin y Rhode Island. En total el comportamiento del inventario y de manufactura han mejorado tanto que la compañía actualmente elabora productos a menor costo, logrando de ese modo recuperar el mercado de las herramientas.

Puesto que producción no puede completar un producto si uno solo de sus componentes falta y por lo general las compañías tratan de manejar producción y entrega que tiene componentes dependientes, con un sistema

independiente, se creó el plan de necesidades de materiales (MRP) que es un sistema computarizado de información desarrollado específicamente para ayudar en el manejo de inventario y la programación de las ordenes de reaprovisionamiento, en sistemas con demanda dependiente.

En los últimos años muchas compañías han cambiado a sistema de plan de necesidades de materiales (MRP), que se basa en dos principios:

a) MRP deriva la demanda dependiente para componentes, subensambles y materia prima de los planes de producción de los productos a ensamblar, a diferencia de el punto de reorden que usa métodos de pronósticos estadísticos para establecerla.

b) MRP compensa las ordenes de reaprovisionamiento (como programación de producción y ordenes de compra) relativas a la fecha que se necesitan, esto es si operaciones necesita reaprovisionar un artículo en la semana 5 para evitar agotar la existencia, y si el tiempo principal es 3 semanas, el sistema despliega una señal para ordenar en la semana 2. En contraste en los sistemas de punto de reorden, en que los artículos no son reordenados hasta que se alcanza el punto de reorden.

Los ingredientes clave de MRP son el programa maestro de producción, notas de pedido de materiales y los registros de inventario, esto me lleva a una relación matemática para el inventario a mano:

$$I_t = I_{t-1} + SR_t + PR_t - GR_t \quad \text{EC. 11 - 1}$$

donde:

$I_t$  = balance de inventario a la mano, proyectado para el fin de la semana t

$SR_t$  = programa de recibo(ordenadas, no recibidas) esperada en la semana t

$PR_t$  = plan de recibo en la semana t

$GR_t$  = necesidades totales en la semana t

Caso en que se busca un plan de necesidad de materiales, sabiendo que el plan maestro de producción para el producto A, requiere que se complete una orden de 50 unidades en la cuarta semana y una orden de 60 unidades en la semana ocho. El plan maestro de producción para el producto B, requiere que una orden recibida, de doscientas unidades se complete en la semana cinco. El tiempo principal es de dos semanas para el producto A y de 1 semana en el producto B, debo desarrollar un plan de necesidades de materiales para las siguientes seis semanas, para los artículos C, D, E, F, e identificar cualquier acción que se prevea, la lista de materiales necesarios se muestra en la FIGURA 11 - 1 y los datos del registro de inventario en la TABLA 11 - 2

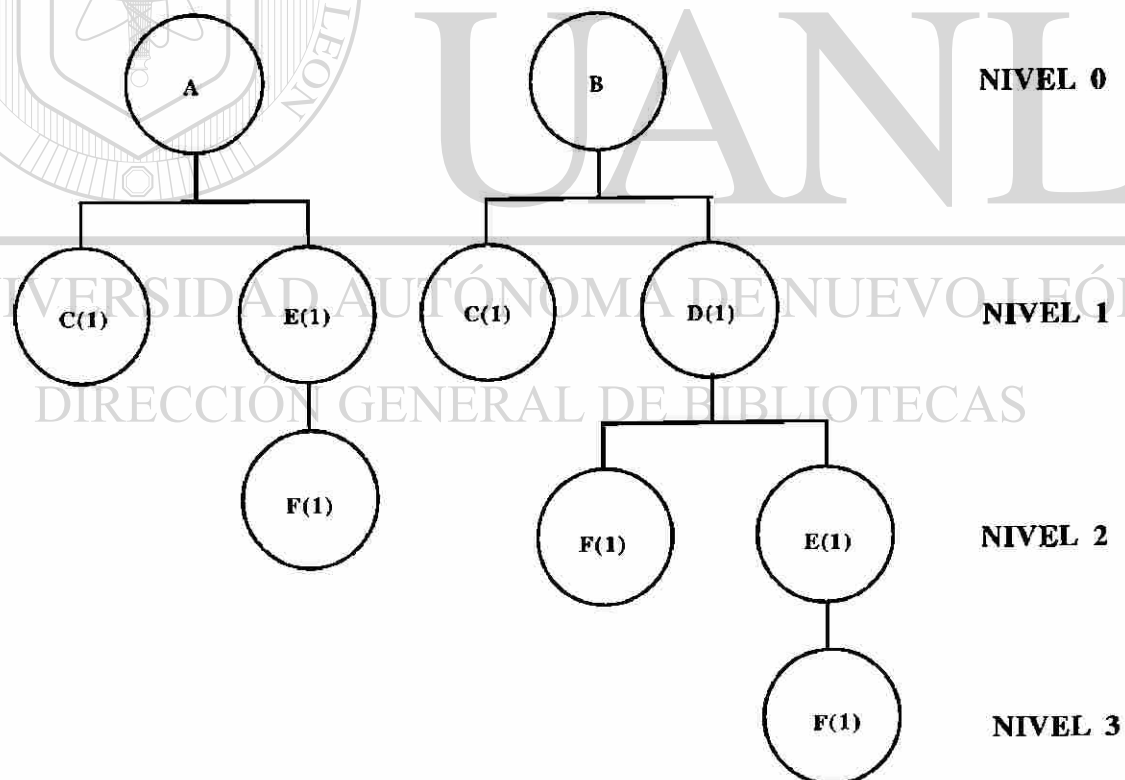


FIGURA 11 - 1

Donde A y B son productos finales y son asignados al nivel cero, C(1) y D(1) tienen un generador inmediato diferente cada uno (que es un producto considerado en el plan maestro de producción MPS) y quedan en el nivel uno, E(1) tiene dos generadores inmediatos que son A y D(1) y el menor nivel en el que E(1) aparece en cualquier lista de materiales es el nivel 2. F(1) tiene tres predecesores inmediatos, D(1), E(1), y E(1), de tal modo que el menor nivel que puede alcanzar en cualquier lista de materiales es nivel tres, cuando se pone al día los registros de inventario en el sistema de plan de necesidades de materiales (MRP), la computadora trabaja con un proceso de nivel por nivel, verificando que sea seguro que todos los artículos con niveles altos (números bajos, por convención) sean procesados previamente para tener la totalidad de partes necesarias para un artículo, la lógica computacional es simple; un artículo no puede ser procesado hasta que todos sus predecesores sean procesados.

Categoría de los datos	Artículo			
	C	D	E	F
Regla tamaño lote	FOQ =250	FOQ = 400	L4L	POQ (P=2)
tiempo principal	3	2	3	2
existencia de seguridad	50	0	0	0
recepción programada	250(2a sem)	ninguna	50(1a sem)	ninguna
inventario a la mano	60	300	0	0

TABLA 11 - 2

El menor nivel para cada componente es: para el C nivel 1, para el D nivel 1, para el E nivel 2, para el F nivel 3, por lo tanto iniciaremos con el C luego el D, E y F en ese orden, encuentro que el elemento D no tiene planeado liberar ninguna orden, por lo que no se le agrega a los requerimientos de E y F. El componente A si agrega requerimientos para E, de





**Artículo: E**  
**Descripción** **Tamaño de lote: L4L**  
**Tiempo principal: 3 sem.**  
**Existencia seguridad: 0 unid.**

	Semana	1	2	3	4	5	6	7	8
Requerimientos gruesos	-		50	-	-	-	60	-	-
Recepción programada	50	-	-	-	-	-	-	-	-
A la mano (proy.)	0	50	0	0	0	0	0	0	0
Recepción planeada	-	-	-	-	-	-	60	-	-
Lib. de ordenes, planeada	-	-	-	60	-	-	-	-	-

Un memo generado por la computadora que avisa que se puede producir retraso en el programa de recepción de el artículo E, de la primera semana a la segunda.

**Artículo: F**  
**Descripción** **Tamaño de lote: POQ (P=2)**  
**Tiempo principal: 2 sem.**  
**Existencia seguridad: 0 unid.**

	Semana	1	2	3	4	5	6	7	8
Requerimientos gruesos	-	-	-	60	-	-	-	-	-
Recepción programada	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A la mano (proy.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recepción planeada	-	-	-	60	-	-	-	-	-
Lib. de ordenes, planeada	60	-	-	-	-	-	-	-	-

Un segundo memo puede notificarme que el artículo F tiene planeada una liberación de orden en el lote de acción.

## CONCLUSION

He tratado de dar un panorama general de lo que, usando la administración de operaciones, puede hacerse para tener éxito tanto en el ambiente de manufactura como en el de servicio.

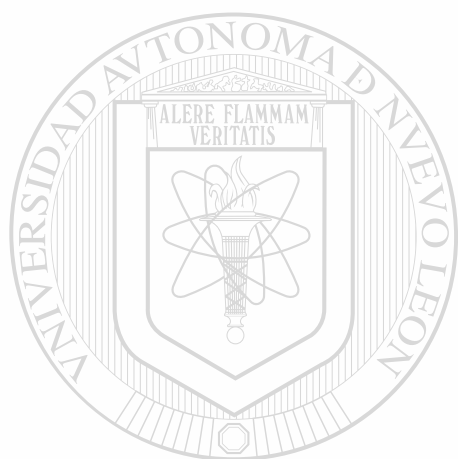
Lo importante de conocer y saber todas estas posibilidades de trabajo es poder aplicarlas y combinarlas de tal manera, que pueda mejorar tanto la productividad como la calidad de nuestro trabajo en cualquier ambiente donde éste se desarrolle

Pero estoy convencida que ninguna de las herramientas mencionadas en este trabajo podrán ser útiles si no nos atrevemos a combinarlas con las vivencias diarias, este es lo que en los procesos directivos y ejecutivos se conoce como la parte experiencial, la que se relaciona específicamente con la realización de tareas y la solución de problemas.

En general me refiero a la acción inteligente de cada persona, al manejo que ésta hace de las situaciones novedosas, a la conciencia que la persona tenga de su medio ambiente y como lo puede transformar.

Por todo lo anterior me permito recomendar seguir con el estudio de estas disciplinas y mantener en la mente la posibilidad de que existe siempre una manera mejor de hacer las cosas y que en la búsqueda de esta manera, va implícita una mejora de la propia persona.

# METODOLOGIA



DE

ENSEÑANZA-

UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**APRENDIZAJE**



## ORIENTACION AL PROFESOR

Requisito indispensable para ser profesor

- a) Conocer en terminos generales todos los temas de Administración de Operaciones y perfectamente los que serán tratados en el curso.
- b) Lea el libro de texto, Administración de Operaciones.
- c) Estudie detenidamente la secuencia a seguir en el curso.
- d) Familiarícese previamente con las filminas.
- e) resuelva los casos completos con anterioridad.
- f) No olvide que cada tema que enseñe forma parte de la Administración de Operaciones.

## OBJETIVOS

- a) Motivar a los alumnos a conocer las funciones de Operaciones y como este conocimiento los capacita para lograr metas en su trabajo.
- b) Exponer modelos matemáticos que son útiles en la aplicación de la Administración de la Función de Operaciones.
- c) Hacer concientes a los alumnos de que la Administración exitosa de personal, capital y materiales es vital para el éxito de cada tipo de organización.
- d) Enseñar a los alumnos que la Administración de Operaciones se refiere a la dirección y control sistemático de los procesos que transforman materias primas en productos o servicios terminados.

# GUIA Y SECUENCIA A SEGUIR

## INTRODUCCION

### PRIMERA SESION

Introducción al curso, aclare objetivos, plán de trabajo a seguir, programa que seguirá el curso, plan de trabajo del alumno, forma de evaluación.

### SEGUNDA SESION

**CAPITULO 1.-** Un enfoque sobre administración de operaciones.

**1-1** a) Lea el capítulo 1 coloque la filmina F 1 y explique que la administración de operaciones es una herramienta para aumento de competitividad.

b) La administración de operaciones parte de un sistema de producción, con entradas, con salidas, con transformaciones, explique que los círculos en la filmina F2 representan las operaciones a través de las cuales los productos, los servicios o los clientes, pasan durante el proceso de transformación ( física, química, locación, educacional, psicológica etc.), explique que las líneas punteadas representan participación de clientes e información de fuentes internas o externas.

**1-2** a) Coloque la filmina F3 y explique que el éxito de las operaciones

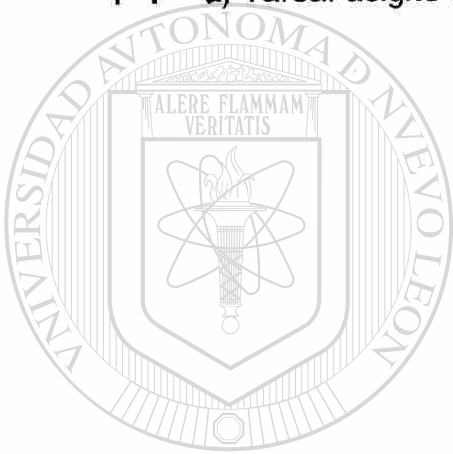
depende de tres puntos y hable sobre ellos.

b) Mencione que escoger tácticas estratégicas plantea áreas de decisión para los administradores.

c) Coloque filmina F4 y explique como operaciones abarcan todos los temas a tratar en el curso.

**1-3** a) Leer el caso J.C. Penney y como esta empresa utilizó las operaciones en la solución que planteó para incremento de productividad.

**1-4** a) Tarea: asigne caso para lectura y solución durante la semana.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# PRIMERA PARTE: SELECCION DE ESTRATEGIAS

## TERCERA SESION

### CAPITULO II.- Administración de Calidad.

#### 2-1 Lea el capítulo de Administración de Calidad

- a) Participe con los alumnos de la lectura del caso "Satisfacción del cliente en IBM Rochester"
- b) Coloque la filmina F-6, explique los puntos de vista de calidad tanto del productor como del cliente o comprador.

---

#### 2-2 Mencione los requisitos para que una compañía pueda considerarse competidora, filmina F-7

#### 2-3 Explique los costos asociados a la Administración de calidad filmina F-8

#### 2-4 De las fallas Internas mencione de la pérdida de la materia prima

- a) Estudie y explique el ejemplo de la pag. 15 de esta tesis, resuelva en el pizarrón y apoyese en la filmina F-9
- b) Reproceso, ejemplo de la pag. 16 de la tesis, resuelva en el pizarrón apoyado en filmina F-10

#### 2-5 De las fallas Externas

- a) Explicar en que consisten, usando la filmina F-11

b) Mencione que el gasto de invertir en mejora de la calidad, usando medidas preventivas es una buena inversión para cualquier organización.

**2-6** Explique que el nivel de calidad que dé la administración, está en relación con el método que la compañía escoja.

a) Mencione que si intenta incrementar la consistencia de la calidad usando un diseño de alto funcionamiento, entonces los costos de prevención pueden crecer de tal modo que pueden anular la compensación lograda.

b) También si se intenta incrementar la consistencia de la calidad por medio de mas ajuste en las especificaciones, los costos de prevención serán menores que la reducción del valor de las fallas internas y externas; Filmina

F-12

c) Explique el concepto de TQC (Control Total de Calidad), detectar los errores en el lugar en que se producen, plantear el caso de la pag 20 de éste trabajo

e) Explicar de manera general el diagrama de causa efecto filminas F-13, F-14, F-15

---

**2-7** Tarea: asigne el caso para estudio y solución durante la semana

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## CUARTA SESION

### CAPITULO III.- Control estadístico de calidad

#### 3-1 Lea el capítulo de Control Estadístico de Calidad

a) Participe con los alumnos de la lectura del caso Hewlett Packard-Yokogawa Electric Corporation

a) Explique que es control estadístico de calidad

b) Explique que los métodos del control estadístico de calidad son herramientas para vigilar el comportamiento de la calidad y que son ingredientes clave para la aplicación exitosa de Control Total de Calidad (TQC)

c) Explique los métodos o técnicas principales para asegurar la calidad  
Filmina F 16

d) Mencione que el proceso debe ser traído primero a control estadístico, antes de que se evalúe su capacidad Filmina F 17, F 18

3-2 La evaluación de la calidad puede hacerse midiendo de dos formas  
Filmina F 19

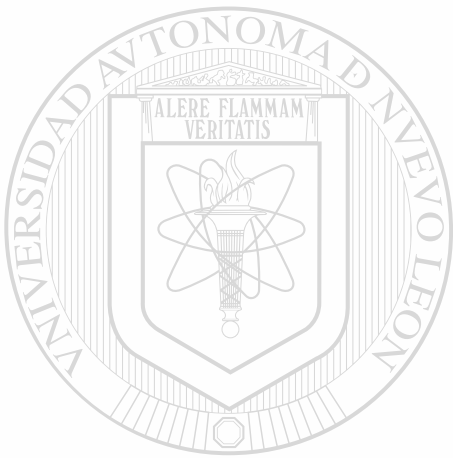
a) Explique que en la medida por variables se utiliza la gráfica X barra-R que esta gráfica es continua, que se le llama de promedios y rangos. Diga también que la medida por variables se usa gráfica NP (número de defectivos con muestra constante) o gráfica P (fracción de defectos con muestra constante) y C (defectos por unidad).

Mencione que el hablar de defectivos se refiere a aquellos artículos rechazados por no cumplir las especificaciones (con o sin defectos)

b) Explique la gráfica C y que se utiliza para analizar y controlar procesos que provean servicios en base a errores registrados (ejemplo en el sistema de nóminas) Filminas F 22, F 23

c) Explique la regla tres sigma usando las Filminas F 20, F 21

**3-3 Tarea:** asigne el caso para estudio y solución durante la semana.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# SEGUNDA PARTE: DECISIONES DE DISEÑO

## QUINTA SESION

### CAPITULO IV.- Capacidad

**4-1** Lea el capítulo de Decisiones de Diseño

a) Comente el caso de lectura de "Las experiencias recientes de American Airlines"

**4-2** a) Defina lo que es capacidad y lo que se considera utilización filmina F

24

b) Como se relaciona la Administración de operaciones con la capacidad filmina F 25

c) Explique los cuatro pasos para planear la capacidad filmina F 26

**4-3** El planteo sistemático de decisiones de capacidad, se apoya en teoría de líneas de espera.

a) Analizar un problema de líneas de espera

b) Explique en forma general las ecuaciones y los elementos que conforman el problema filmina F 27, explique que al identificar las variables de decisión relevantes y las características de operación, podemos determinar que utilizar

si modelos de líneas de espera o de simulación

4-4 a) Explique que los elementos de llegada son la población que conforman los clientes potenciales

b) Mencione que los elementos de llegada pueden ser infinitos o finitos

c) Que la distribución de llegadas por unidad de tiempo sigue una distribución Poisson y es discreta

d) Que si sucede lo anterior, entonces la probabilidad de que el siguiente cliente llegue en el intervalo de tiempo dado  $(0, T)$  sigue una distribución Exponencial

4-5 Explique de líneas de espera que pueden ser descritas por limitación de tamaño y por número de líneas

a) Limitación de tamaño: Limitado, Ilimitado

b) Número de líneas: una sola línea o múltiples líneas ver F 29

c) Disciplina de prioridad, explique que esto se refiere a la prioridad para la atención del cliente ¿ primero en llegar-primero en servir? (FCFS), ¿primero al de máxima prisa? etc.

4-6 Mencione que Instalaciones de servicio son :

a) El personal o el equipo necesario para el manejo del servicio al cliente

b) Explique que hay varios arreglos o acomodos básicos para el servicio y la función de distribución apropiada, se supone que cada tiempo de servicio es independiente del que lo precede, pero no es así en la realidad pues el servicio y el tiempo están relacionados, pues si se ajusta la razón de arribo del cliente  $(\lambda)$  se debe ajustar la razón del tiempo de servicio  $(\mu)$

4-7 Explique que el estudio de modelos de líneas nos ayuda a estudiar el efecto de manipular variables de decisión sobre las características de operación de un sistema de servicio

Características de operación:

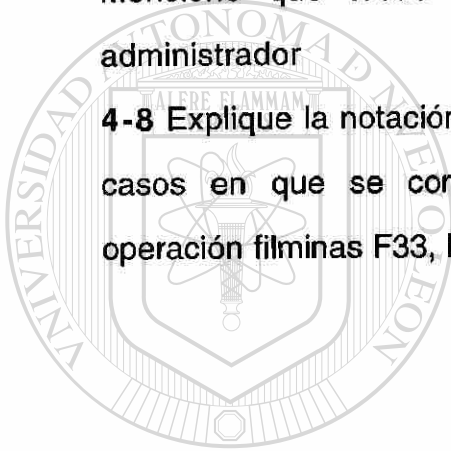
a) Longitud de la línea b) número de clientes en el sistema c) Tiempo de espera en la línea d) Tiempo total en el sistema filmina F 31

Variables de decisión:

a) Razón de llegadas b) Número de instalaciones de servicio c) Número de fases (arreglo o acomodo) d) Número de servidores por instalación  
e) Eficiencia del servidor f) Disciplina de prioridad g) Arreglos de la línea

Mencione que todas las variables anteriores son responsabilidad del administrador

**4-8** Explique la notación para aplicaciones de teoría de líneas, y mencione 3 casos en que se consideran ciertas suposiciones y características de operación filminas F33, F 35



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## SEXTA SESION

### CAPITULO V.- Localización

#### 5-1 Lea el capítulo de localización

- a) Comparta con los alumnos la lectura del caso "GM en Tennessee"
- b) Explique la importancia que tiene la localización para el desarrollo y el éxito de la empresa
- c) Mencione que en la localización existen factores dominantes y factores secundarios, comentelos filmina F36

#### 5-2 Método de transporte herramienta básica

- a) Explique que este es un procedimiento iterativo para resolver problemas cuando queremos minimizar el costo de transportar productos de  $m$  plantas o fuentes a  $n$  destinos

- b) Mencione que se usa este método también para analizar alternativas de localización de plantas o almacenes

- c) Otro uso puede ser encontrar un plan óptimo de producción

Filmina F 37 muestra un caso de localización donde las fuentes son plantas (renglones) y los destinos almacenes (columnas)

Explique método de la esquina noroeste y el método Vogel usando filmina F 38

Mencione que el método Vogel requiere mas trabajo, pero la solución inicial es mas cercana la solución óptima. Primero se fija el costo de penalización en cada renglón y cada columna, este se obtiene restando el

valor menor al siguiente valor hacia arriba, se escoge el que tenga menor valor de todos y como es un costo de oportunidad colocamos en esa celda la mayor cantidad posible de unidades en esa celda, se recalcula el costo penalizado en cada columna o renglón y se verifica si alguno ha cambiado, se busca el mayor de los que quedaron libres ya recalculados y se coloca el máximo permitido de unidades en la celda del menor valor, así se sigue hasta terminar. El número de celdas usadas para determinar una solución final es  $m + n - 1$  en este caso  $(3 + 4 - 1) = 6$ , si existieran menos celdas ocupadas que esta cantidad se diría que el método está degenerado, si hay más es que no usamos la máxima capacidad posible al acomodar las celdas

d) Mejorando la solución iteración por iteración, se pretende encontrar una solución al menos tan buena como la solución anterior

Explique que:

\* Se selecciona una ruta de entrada (celda vacía de la iteración previa) con el propósito de introducirla a la solución

\* seleccione una ruta de salida (celda ocupada de la iteración anterior) que va a ser eliminada para dar lugar a una ruta nueva

\* cambie la tabla para reflejar el impacto que dá ese cambio a todas las celdas, incluyendo las celdas que representan las rutas de entradas y salidas

filmina F 39

Explique que hay que fijarse en las celdas a reducir, Houston-Miami 70, Chicago-Denver 85, Buffalo-Lincoln 30 y el menor de esos valores es el que se mueve, muestre la tabla de la nueva solución, haga énfasis en que la solución es óptima puesto que así todas las contribuciones netas de las celdas son positivas o cero

**5-3 Análisis financiero**

- a) Explique que muchas decisiones en administración de operaciones involucran grandes inversiones de capital, deben buscar proyectos de alto rendimiento y entonces estimar sus costos, beneficios y riesgos
- b) Mencione que dichos proyectos están sujetos a uno o más tipos de análisis financieros
- d) Muestre las filminas F 40 - F 42 y con las explicaciones dadas en ellas dé un resumen conciso de el análisis financiero.

**5-4 Tarea:** mencione el caso para estudiar y resolver durante la semana



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





## SEPTIMA SESION

### CAPITULO VI .- Distribución de instalaciones

**6-1** Lea el capítulo de distribución de instalaciones

a) Leer con los alumnos el caso "Compañía de Motores Cummins"

b) Explicar que la distribución de instalaciones consiste en decidir sobre arreglos físicos de un centro de actividad económica

c) Existen 4 tipos de distribuciones filmina F - 43 explicar cada tipo, explicar que la distribución física del área de trabajo afecta a la gente y a la productividad

**6-2** Pase al pizarrón los datos del caso de la compañía Sealtight, explique lo que significa cada variable de las Ecs 6 -3 a Ecs 6 - 6

**6-3** Mencione los cinco pasos de programación para balance de línea.

**6-4** Tarea: asigne el caso para estudio y solución

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# TERCERA PARTE: DECISIONES DE OPERACION

## OCTAVA SESION

### CAPITULO VII.-Pronósticos

**7-1** Lea el capítulo de Pronósticos

**7-2** Comente el caso de "Rocky Mountain Bank Note"

**7-3** Explique los tres tipos de pronóstico de demanda filmina F 44

**7-4** Escriba en el pizarrón cada uno de los modelos matemáticos utilizados (Ec 7 - 1 a Ec 7 - 3 de la tesis), Del promedio móvil , de Suavización

exponencial, (Ec 7 - 4) con tendencia, (Ec 7 - 5) con influencia estacional

**7-5** Mencione los errores de pronóstico y sus formas de expresión matemática(Ec 7 -7)

**7-6** Comente los casos de promedio móvil con estacionalidad y tendencia y el de regresión lineal, que están resueltos en la tesis

**7-7** Tarea: asigne el caso para estudio y resolución durante la semana

## NOVENA SESION

### CAPITULO VIII- Administración de materiales

**8-1** Leer el capítulo de Administración de Materiales

**8-2** Participar con los alumnos de la lectura del caso "Parte comunitaria en la industria automotriz"

**8-3** Mencione que las decisiones en administración de materiales son importantes porque juegan un papel preponderante en la producción y en el inventario que repercute en las ganancias de la compañía, muestre la filmina F45 en donde se muestra la relación de la administración de materiales con compras, inventarios, planes de producción, planes de la administración, programas y distribución y explique cada una de las seis funciones.

**8-4** Mencione los cuatro tipos de inventarios y explíquelos utilice la filmina F

---

46, diga cual es el el inventario en tránsito y escriba su ecuación matemática  
Ec 8 - 1 tesis.

**8-5** Escriba en el pizarrón el análisis ABC y el ejemplo del centro de distribución resuelto en la tesis.

**8-6** Tarea: asigne el caso para análisis y solución esa semana.

## DECIMA SESION

### CAPITULO IX.- Sistemas de inventario con demanda independiente

**9-1** Lea el capítulo de sistema de inventario con demanda independiente

**9-2 a)** Comparta con los alumnos el caso de lectura "Control de inventarios por computadora, para una ventaja competitiva"

**b)** Explique que la administración del inventario depende de la naturaleza de la demanda, que esta puede ser dependiente o independiente, que si fuera esta última necesitaría de buenos pronósticos para efectuarse.

**9-3 a)** Observando la Ec. 9 - 1 de la tesis explique que el costo del inventario equivale al costo de mantenerlo mas el costo de colocar el pedido o la orden.

**b)** Explique lo que es cantidad de orden económica y escriba en el pizarrón su ecuación matemática Ec. 9 - 2, tesis explique que ésta resulta de derivar la

Ec. 9 - 1 e igualarla a cero para encontrar el óptimo.

**c)** Repase el análisis de sensibilidad de EOQ, tesis y explíquelo a los alumnos.

**9-4 a)** Explique que hay sistemas de revisión continuos y periódicos.

**b)** Mencione como se conforma el sistema Q, (sist. de rev. continuo), filmina F 47 y copia de H 9 - 1, tesis y la representación de la ecuación Ec 9 - 5, tesis

**c)** Explique el nivel del ciclo de servicio filmina F 48 copia de H 9 - 2, tesis y la representación matemática Ec. 9 - 6, tesis.

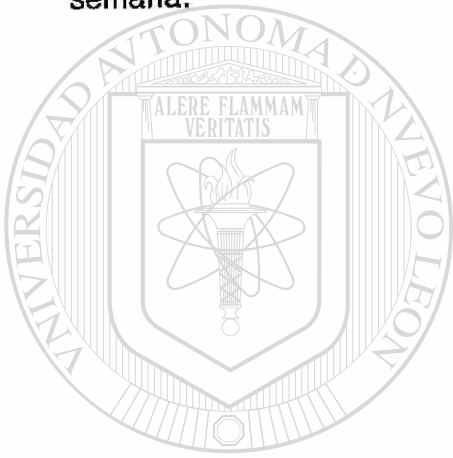
**d)** Explique en que consiste el sistema P (sist. de rev. periódico) filmina F 49 copia de H 9 - 3, tesis y la representación matemática Ec. 9-9, tesis.

**9-5** Estudie el caso resuelto en tesis, del "Almacén Regional Consolidated

Electric”, como aplicación de los modelos vistos anteriormente, expóngalo en el pizarrón.

**9-6** Mencione la posibilidad de trabajar con sistemas híbridos y con descuentos por compras de grandes cantidades Ec. 9 - 10, tesis resuelva el caso del “Hospital General” en el pizarrón

**9-7** Tarea: asigne el caso para análisis y planteo de solución, durante la semana.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## DECIMOPRIMERA SESION

### CAPITULO X.- Planeación Agregada

**10-1 a)** Lea en el libro el capítulo de Planeación Agregada.

**b)** Comparta con los alumnos la lectura de "Estrategias de nivel para competir como productor de bajo costo".

**c)** Explique que la planeación agregada puede ser de dos tipos, la de plan de producción y la del plan de personal de apoyo, trabaje la explicación colocando la filmina F 47.

**10-2** Explique que la planeación agregada requiere que todas las áreas funcionales de la organización participen y que todo esto resulta en ocasiones conflictivo por ejemplo: si producción quiere un aumento, esto irá en contra de la política de disminución de inventarios, etc.

---

**10-3** La planeación agregada requiere la combinación de decisiones y de estrategias, para encontrar un equilibrio entre desventajas y ventajas de cada decisión o estrategia.

**10-4** vea el caso presentado de la Chewy Candy Company, para ejemplificar lo anterior y plantee las formulaciones matemáticas en el pizarrón.

**10-5** Tarea: Asigne el caso para analisis y solución durante la semana.

## DECIMOSEGUNDA SESION

### CAPITULO XI.- Plan de necesidades de materiales

**11-1** Lea el capítulo de plan de necesidades de materiales

**11-2** Comparta con los alumnos la lectura del caso "Exitos del sistema de planeación de necesidades de materiales (MRP II) de la Cia Máquinas y Herramientas Hanson".

**11-3** a) Explique los dos principios de el plan de necesidades de materiales (MRP )

b) Mencione los ingredientes clave del plan de necesidades de materiales.

Filmina

F 48 y cual es la ecuación matemática que relaciona esto, Ec. 11 - 1, tesis.

**11-4** Mencione el ejemplo resuelto en la tesis, para explicar como funciona el

---

MRP ( plan de necesidades de materiales)

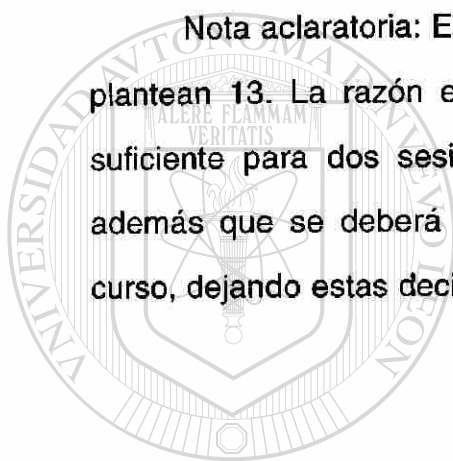
**11-5 TAREA** Asigne una caso para estudio y solución durante la semana

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## DECIMOTERCERA SESION

Esta sesion será usada para permitir la presentación del último reporte de los casos y los comentarios de éstos, puede establecerse una evaluación a criterio del profesor.

Nota aclaratoria: El curso consta de 16 semanas y en ésta guía solo se plantean 13. La razón es que en algunas de los capítulos existe material suficiente para dos sesiones, por ejemplo: sexta sesión y octava sesión, además que se deberá dejar al menos una sesión para la evaluación del curso, dejando estas decisiones a criterio del maestro.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





# FILMINAS O ACETATOS

# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# ADMINISTRACION DE OPERACIONES



**HERRAMIENTA EFICIENTE PARA EL**

# UANL

---

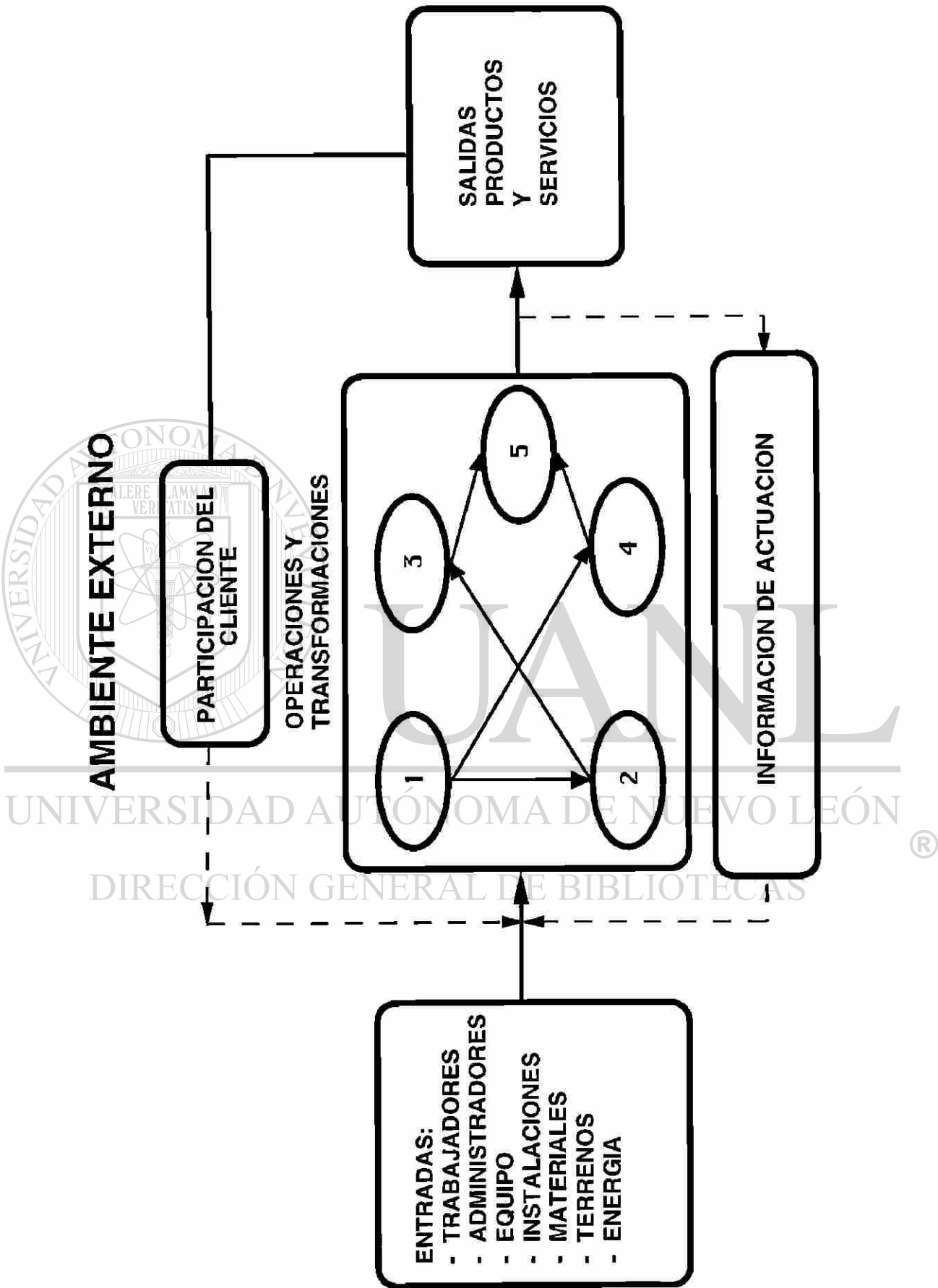
**INCREMENTO DE COMPETIVIDAD EN LAS**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## EMPRESAS



# EXITO EN LAS OPERACIONES



1 ESCOGER TACTICAS ESTRATEGICAS

2 ANALISIS CUIDADOSO DE ALTERNATIVAS

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>

3 DESECCION OBJETOS Y TACTICAS  
3 ESLABONAR DECISIONES DENTRO DE LAS OPERACIONES

## TACTICAS ESTRATEGICAS

AFECTA LA DIRECCION DE LA COMPAÑIA EN EL FUTURO

ADMINISTRACION DE CALIDAD

COMO INVOLUCRAR A TODA LA ORGANIZACION EN EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD

CONTROL DE CALIDAD

COMO ALCANZAREMOS DE LA MEJOR MANERA NUESTROS OBJETIVOS DE CALIDAD

## ANALISIS CUIDADOSO DE ALTERNATIVAS

AFECTA LAS DECISIONES DE DISEÑO Y POR CONSECUENCIA AL SISTEMA DE PRODUCCION

CAPACIDAD

CUAL ES EL TAMAÑO MAXIMO RAZONABLE PARA NUESTRAS INSTALACIONES

LOCALIZACION

DEBEMOS SER LIDERES EN CONSTRUIR NUEVAS LOCALIZACIONES, O SOLO SER SEGUIDORES

DISTRIBUCION DE INSTALACIONES

COMO DEBEMOS DE ARREGLAR FISICAMENTE EL EQUIPO EN LA PLANTA O LOS ESCRITORIOS EN LAS OFICINAS

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## ESLABONAR DECISIONES DENTRO DE LAS OPERACIONES

### INFRAESTRUCTURA DE OPERACIONES

**PRONOSTICOS**

→ COMO DISEÑAR EL MEJOR PRONOSTICO PARA NUESTRAS NECESIDADES

**ADMINISTRACION DE MATERIALES**

→ QUIENES DEBEN SER NUESTROS PROVEEDORES, COMO LOS EVALUAMOS Y LOS APOYAMOS

**INVENTARIOS**

→ CUANTO INVENTARIO NECESITAMOS Y COMO LO CONTROLAMOS

**PLANEACION AGREGADA**

→ CUALES DEBEN DE SER NUESTRAS SALIDAS Y NIVELES DE PERSONAL

**PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCION**

→ DEBEMOS PRODUCIR PARA EXISTENCIAS O PARA ORDENES

**SISTEMAS DE CONTROL DE PRODUCCION**

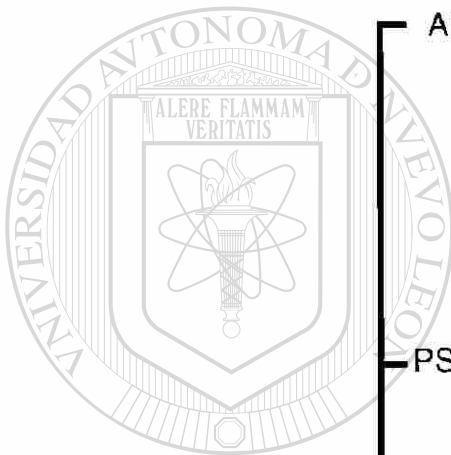
→ CUANDO DEBEMOS DE COLOCAR ORDENES NUEVAS EN PRODUCCION Y EN QUE CANTIDADES

# PRIORIDAD PARA COMPETIVIDAD

CONSISTENCIA EN CALIDAD

CALIDAD VISTA POR EL PRODUCTOR

CONFORMIDAD CON ESPECIFICACIONES DENTRO DE UNA TOLERANCIA DADA



CALIDAD VISTA POR EL CONSUMIDOR

APOYO

BUEN APOYO O COMPENSA PARCIALMENTE DEFICIENCIAS DE CALIDAD

PSICOLOGICO

SERVICIOS

APARIENCIA  
CORTESIA  
SIMPATIA

MANUFACTURA

CONOCIMIENTO  
Y PERSONALIDAD  
DE VENDEDORES

IMAGEN EN  
ANUNCIOS

EN HARDWARE

SERVICIOS

LOCAL  
EQUIPO

MANUFACTURA

APARIENCIA  
ESTILO  
DURABILIDAD  
DISEÑO  
ACABADOS

**LA FIRMA COMPETIDORA DEBE TENER :****ORIENTACION:  
SATISFACCION DEL CLIENTE**

LIDERAZGO EN CREAR Y SUSTENTAR CULTURA DE CALIDAD

COLECTAR Y ANALIZAR INFORMACION QUE MEJORE LA CALIDAD

PROCESO ESTRATEGICO DE PLANEACION Y MODO EFECTIVO DE INTEGRAR LAS NECESIDADES DE CALIDAD

SISTEMA EFECTIVO DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

FUERZA DE TRABAJO USADA AL MAXIMO POTENCIAL PARA MEJORAMIENTO DE CALIDAD

MEDIDA CUANTITATIVA DE RESULTADOS DE CALIDAD Y MEJORA

SISTEMAS EFECTIVOS DE MEDIDA DE SATISFACCION AL CLIENTE Y DE CONOCIMIENTO DE SUS NECESIDADES



**COSTOS DE ADMINISTRACION DE CALIDAD**

**PREVENCION**

- DE DEFECTOS
- DISEÑO DE PROCESOS
- DISEÑO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS
- ENTRENAMIENTO A EMPLEADOS

**CALIDAD  
CRECE**

**AUMENTA  
COSTO**

**VALORACION**

- FIJAR NIVEL DE CALIDAD
- AUDITAR LA CALIDAD
- PROGRAMAS DE CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO

**DECRECE EL  
COSTO**

**FALLAS INTERNAS**

- PERDIDA DE PRODUCCION
- NECESIDADES DE REPROCESO
- POR MANO DE OBRA DEFECTUOSO

**DECRECE EL  
COSTO**

**FALLAS EXTERNAS**

- REPARACIONES POR GARANTIA
- DEMANDA POR DAÑOS O HERIDAS

**DECRECE EL  
COSTO**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



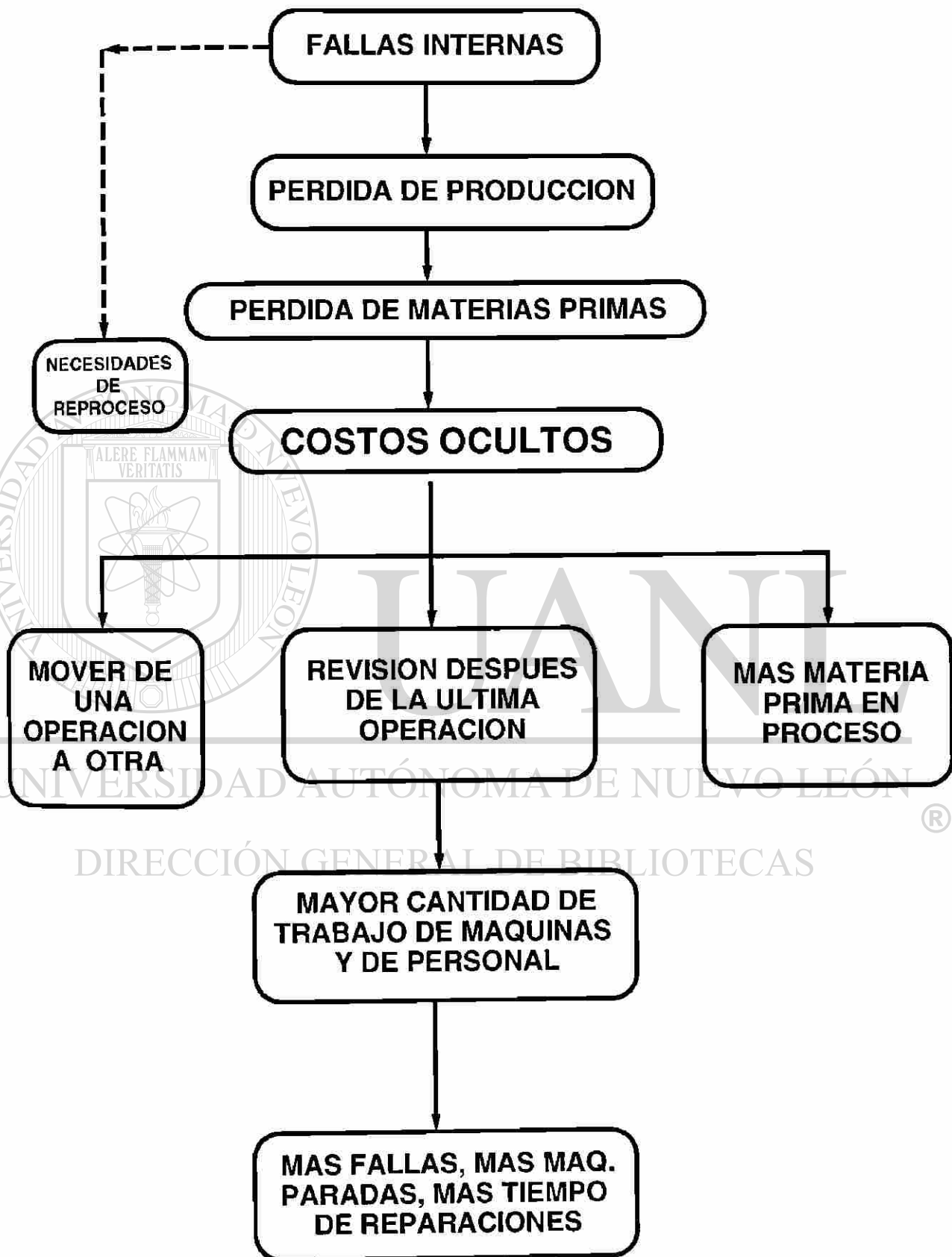
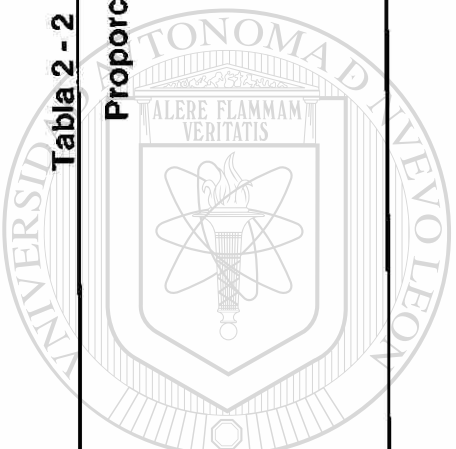


Tabla 2 - 2

Operación	Descripción de defectos	Proporción de defectos
1	cortar la hoja	0.01
2	soldar caña en hoja	0.04
3	calentar y rolar hoja	0.02
4	troquelear hoja	0.06

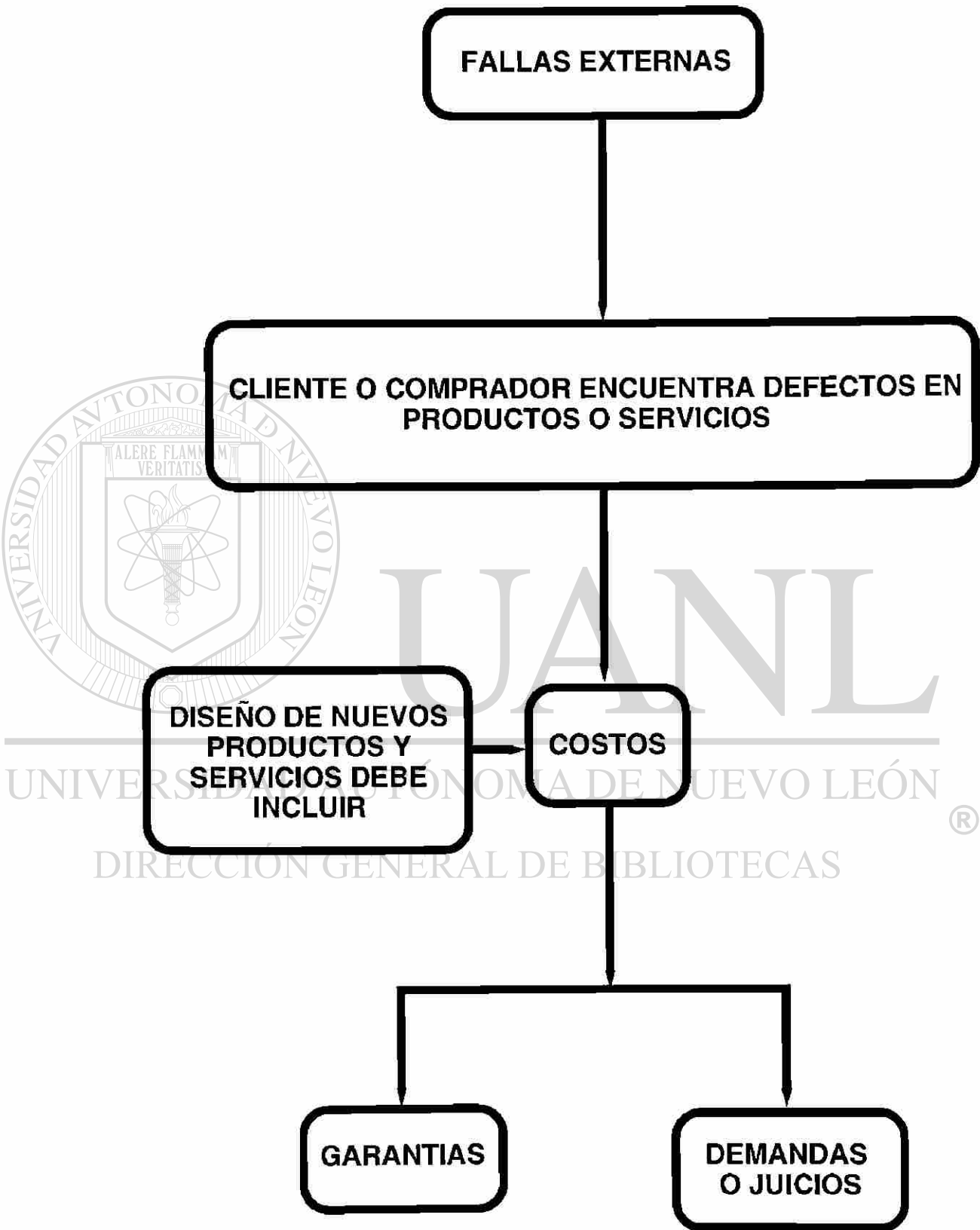
Operación	Prob. de reproceso por lote	Operación en ruta a:	Num. prom. de palas por lote	Num. de palas por día
1	0	-	10	200
2	0	-	10	200
3	0	-	11.1	222
Revisión	0.10	3	11.1	222
4	0	-	10	200



U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

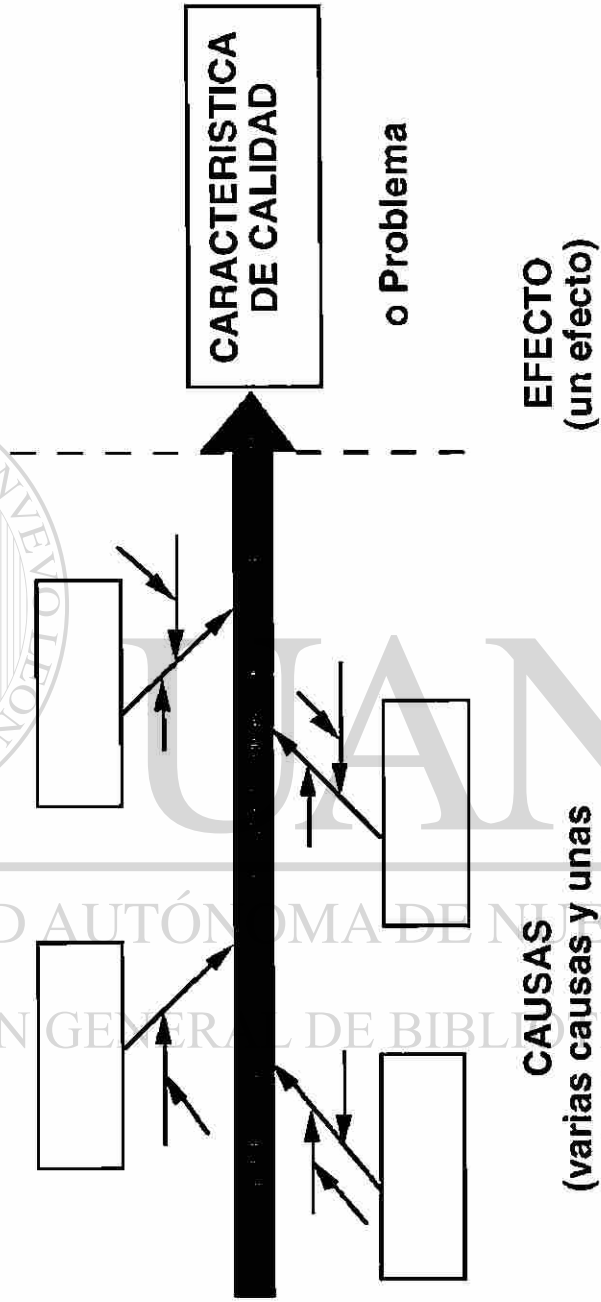


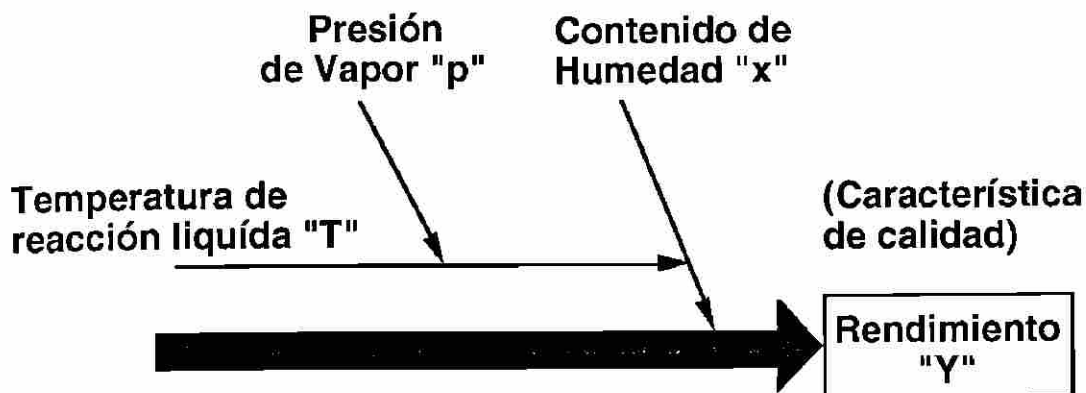




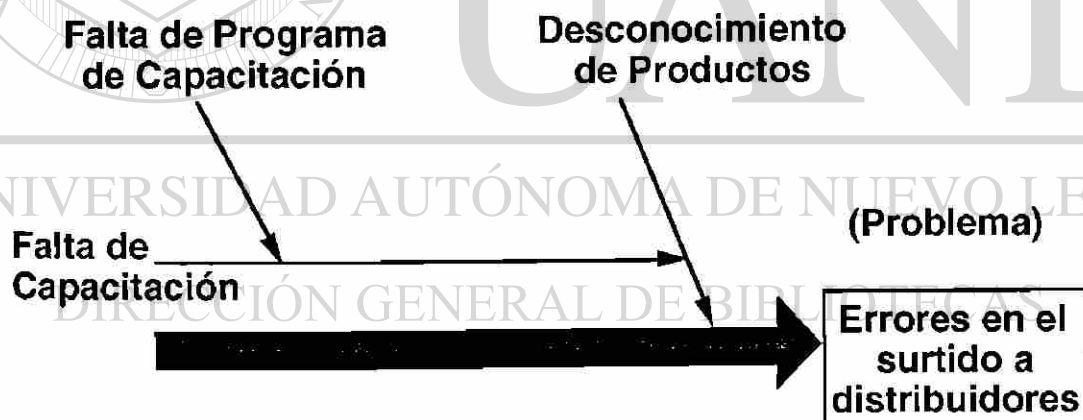
## DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

Divide las causas, relacionadas por medio de flechas, que afectan a determinada característica de Calidad o problema en análisis.

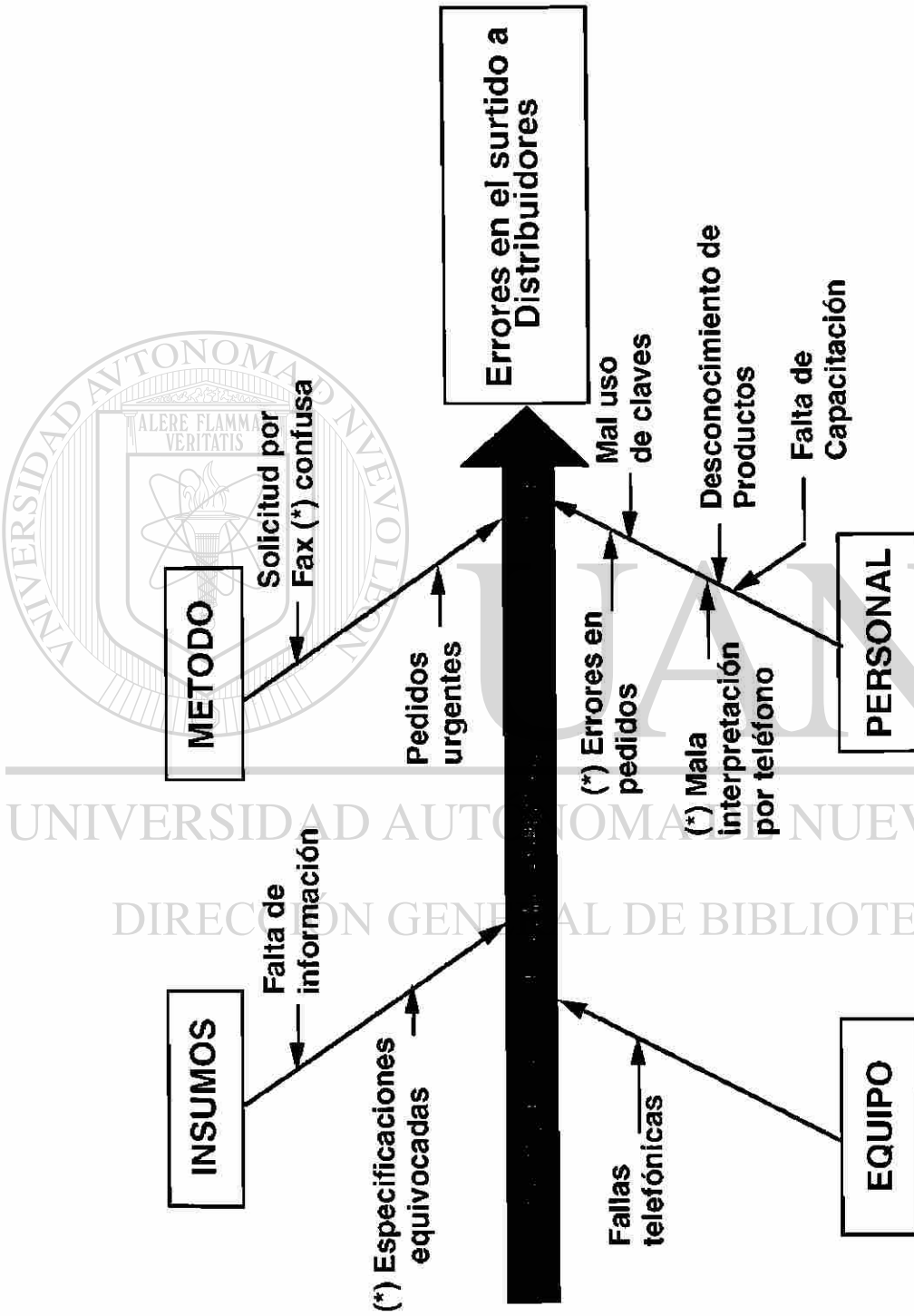




- 1) El rendimiento "Y", es afectado por el contenido de humedad "X".
- 2) El contenido "X", es afectado por la temperatura de la reacción líquida "T".
- 3) La temperatura "T", es afectada por la presión vapor "P".



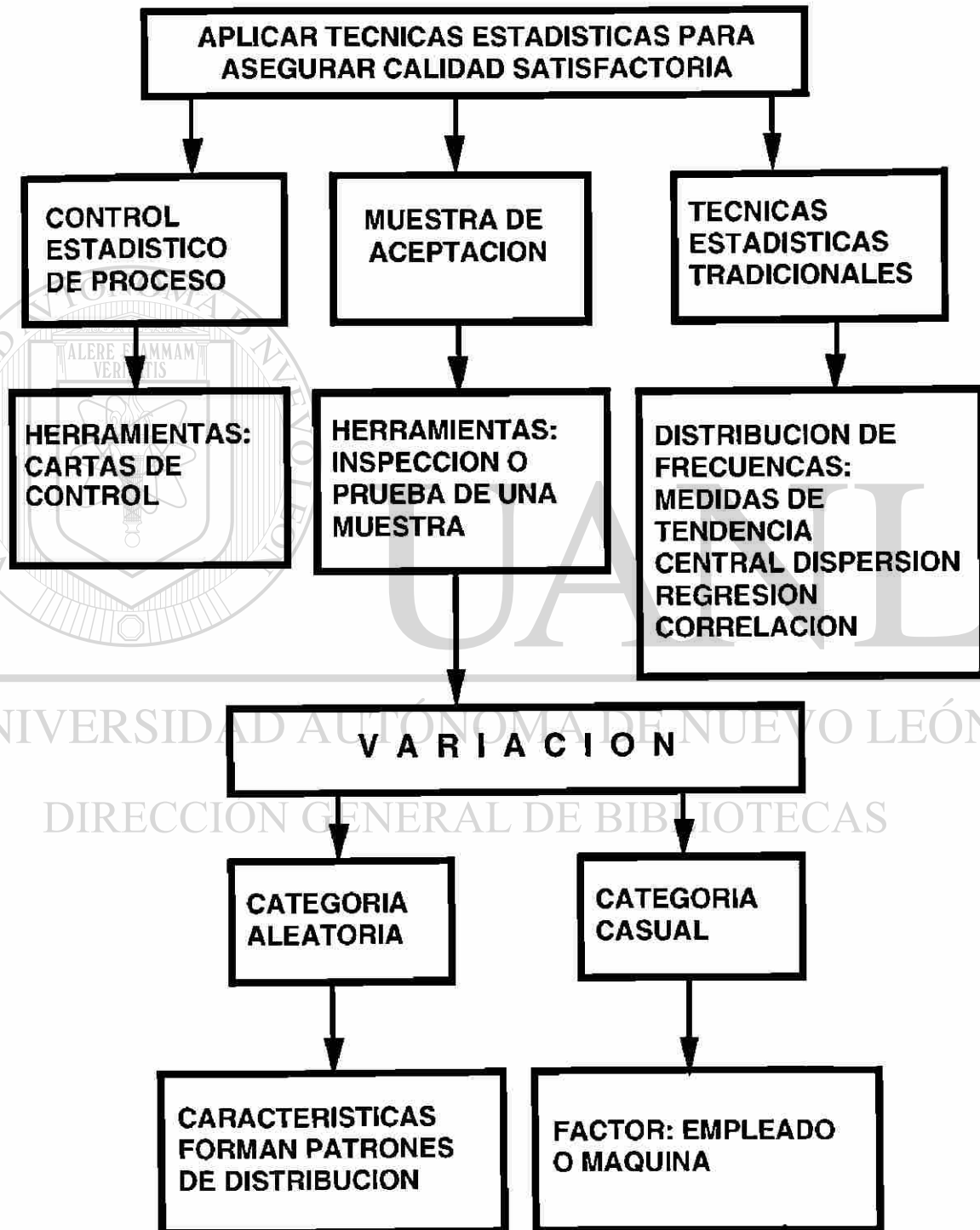
- 1) Los errores en el surtido se ven afectados por el desconocimiento de los productos por el personal.
- 2) El desconocimiento de los productos se debe a la falta de capacitación.
- 3) La falta de capacitación se debe a que no existe un programa de capacitación.

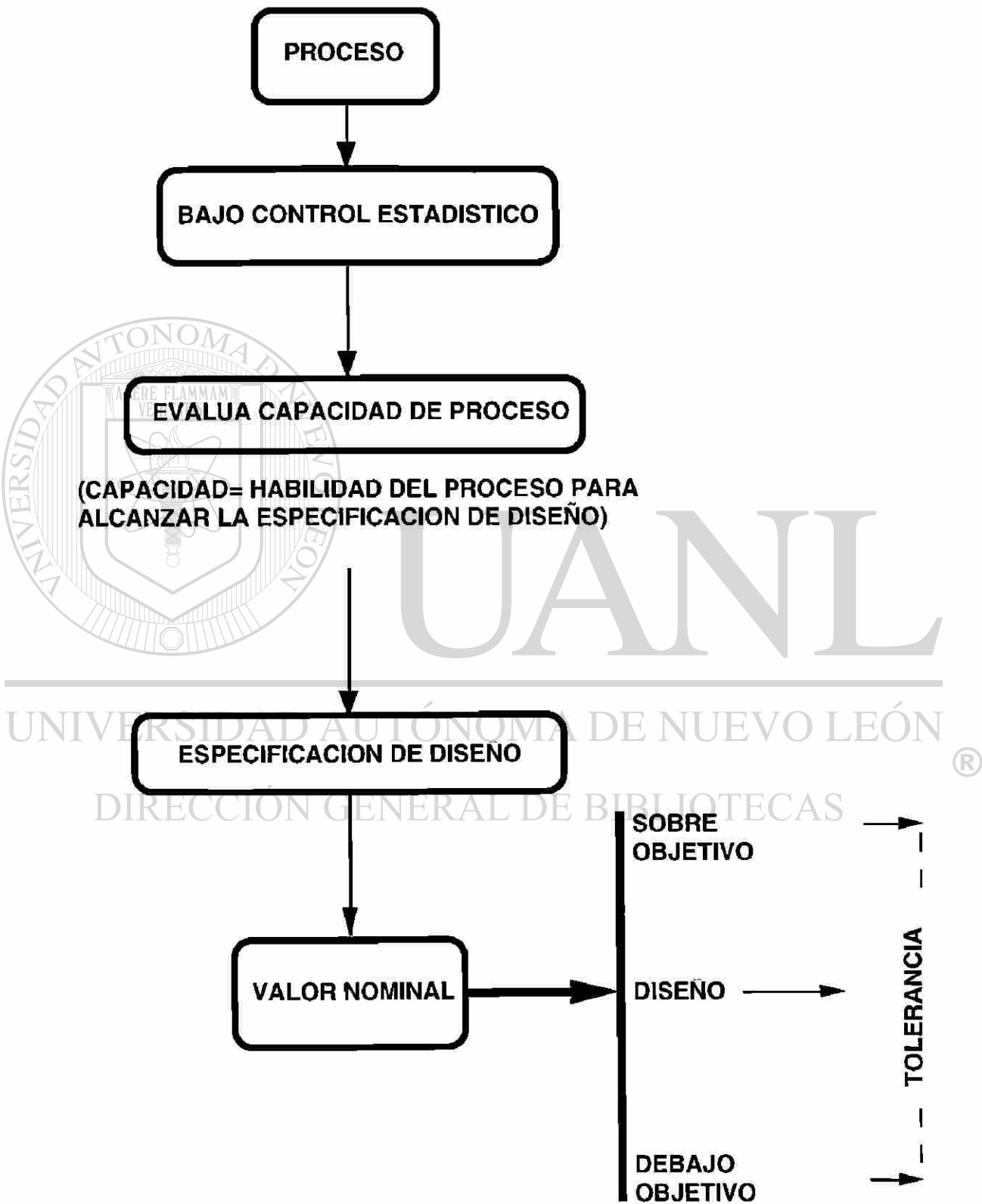


(\*) Causas principales seleccionadas



## CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD

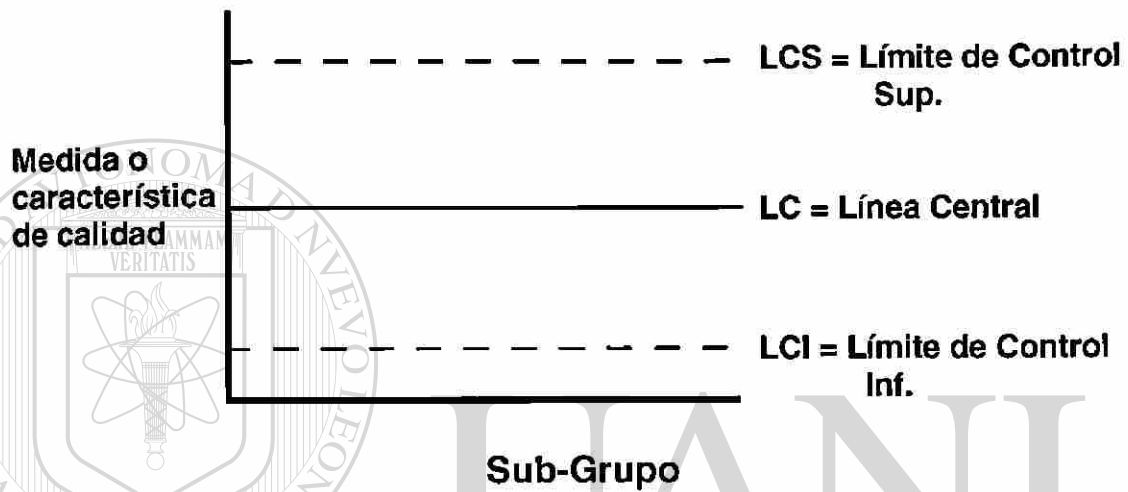




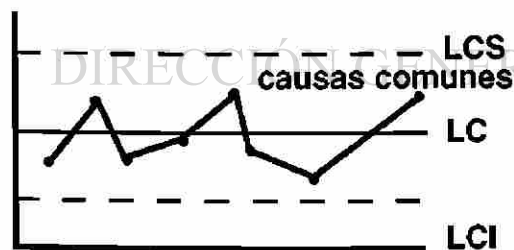
# GRAFICA DE CONTROL

Herramienta estadística que detecta la Variabilidad de un Proceso.

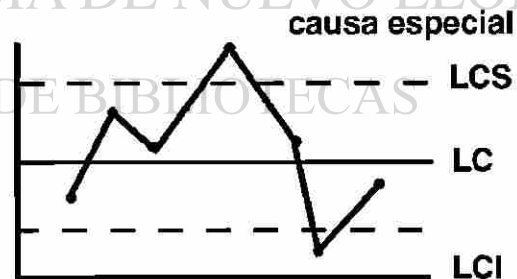
## Modelo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



Proceso Estable

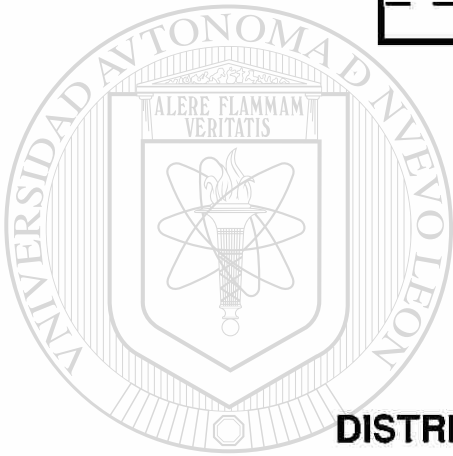
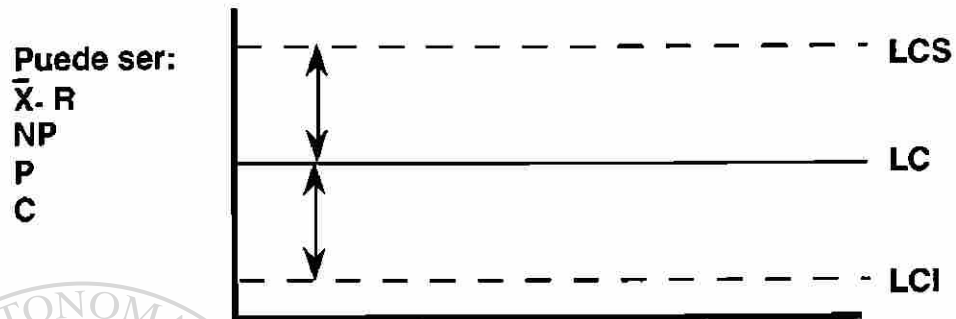


Proceso No. Estable  
algo anormal sucede  
en el proceso.

## TIPOS DE GRAFICAS DE CONTROL

<ul style="list-style-type: none"><li>• Datos continuos: mediciones Gráficas por variables</li></ul>	Longitud, peso, tiempo, dureza, etc.	De promedios y rangos. (gráficas $\bar{X} - R$ )
<ul style="list-style-type: none"><li>• Datos discretos: conteos Gráficas por atributos</li></ul>	Número de defectivos, defectos en un artículo, etc.	De número de defectivos. (gráfica NP)
		De fracción defectiva. (gráfica P)
		De defectos por unidad. (gráfica c)

## REGLA DE "3 SIGMA"



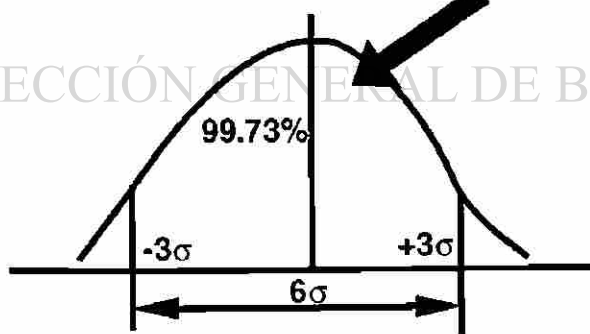
DISTRIBUCION NORMAL

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Variación al azar

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## LIMITES DE CONTROL

### Formulas Generales

GRAFICA	LIMITES DE CONTROL
$\bar{X}$	$\bar{X} + 3 \sigma_x$
R	$\bar{R} + 3 \sigma_R$
np	$n\bar{p} + 3 \sigma_{np}$
P	$\bar{P} + 3 \sigma_P$
C	$\bar{C} + 3 \sigma_c$

Por ejemplo:

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (\bar{x}_i - \bar{x})^2}{k-1}}$$

**K= No. de subgrupos.**

$$\sigma_c = \sqrt{c}$$

## HOJA DE DATOS PARA GRAFICA C -DEFECTOS POR UNIDAD-

SUB-GRUPO No.	NUMERO DE DEFECTOS C	SUB-GRUPO No.	NUMERO DE DEFECTOS C
1	5	16	2
2	3	17	5
3	1	18	2
4	0	19	0
5	4	20	2
6	1	21	5
7	0	22	2
8	5	23	1
9	1	24	2
10	2	25	4
11	6	26	1
12	0	27	2
13	1	28	3
14	2	29	0
15	1	30	2
<b>TOTAL</b>		$\sum C = 05$	

**UNIDAD MUESTRADA  
POR SUBGRUPO**

n=2 Mts. Tela

**NUMERO DE DEFECTOS  
PROMEDIO POR UNIDAD:**

$$\bar{c} = \frac{\sum C}{K} = \frac{65}{30} = 2.17$$

**K= Número de Sub-Grupos.**

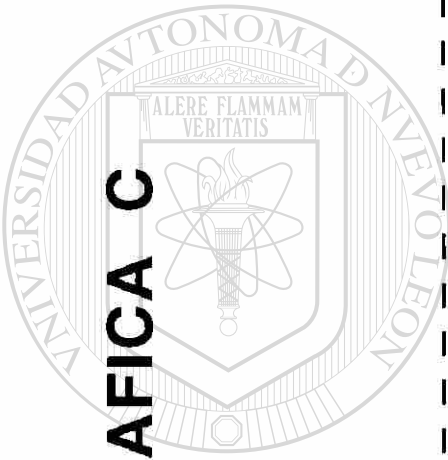
**LIMITES DE CONTROL**

$$L C = \bar{c} = 2.17$$

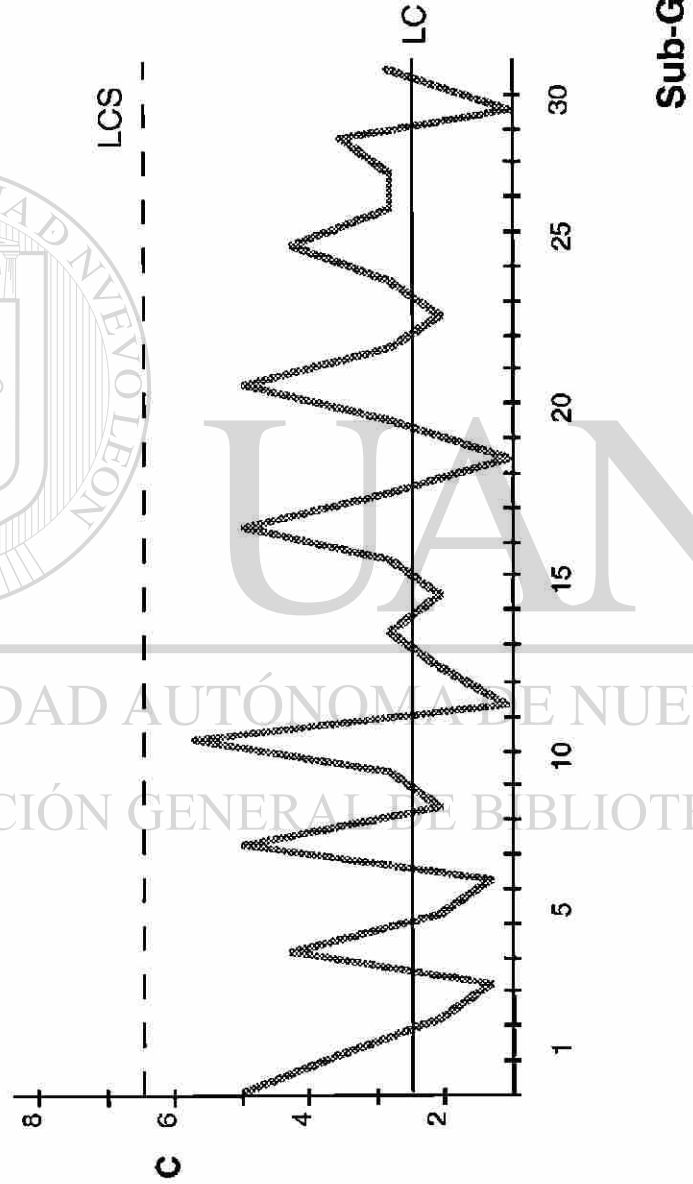
$$L C S = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 6.59$$

$$L C I = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} = -2.25$$

**(No se considera)**



# GRAFICA C



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



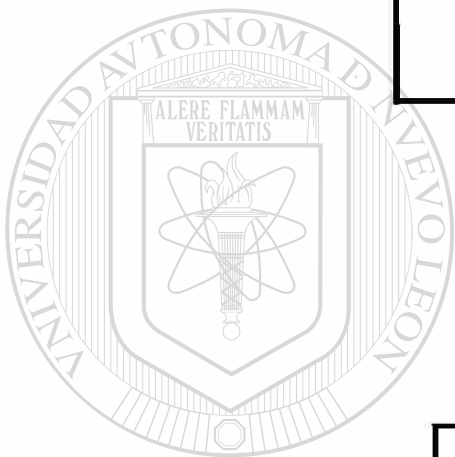


**CAPACIDAD**

**MAYOR NIVEL DE SALIDA  
INSTALACION**

**RAZON PROMEDIO  
DE UTILIZACION**

**RAZON PROMEDIO DE SALIDA  
CAPACIDAD**

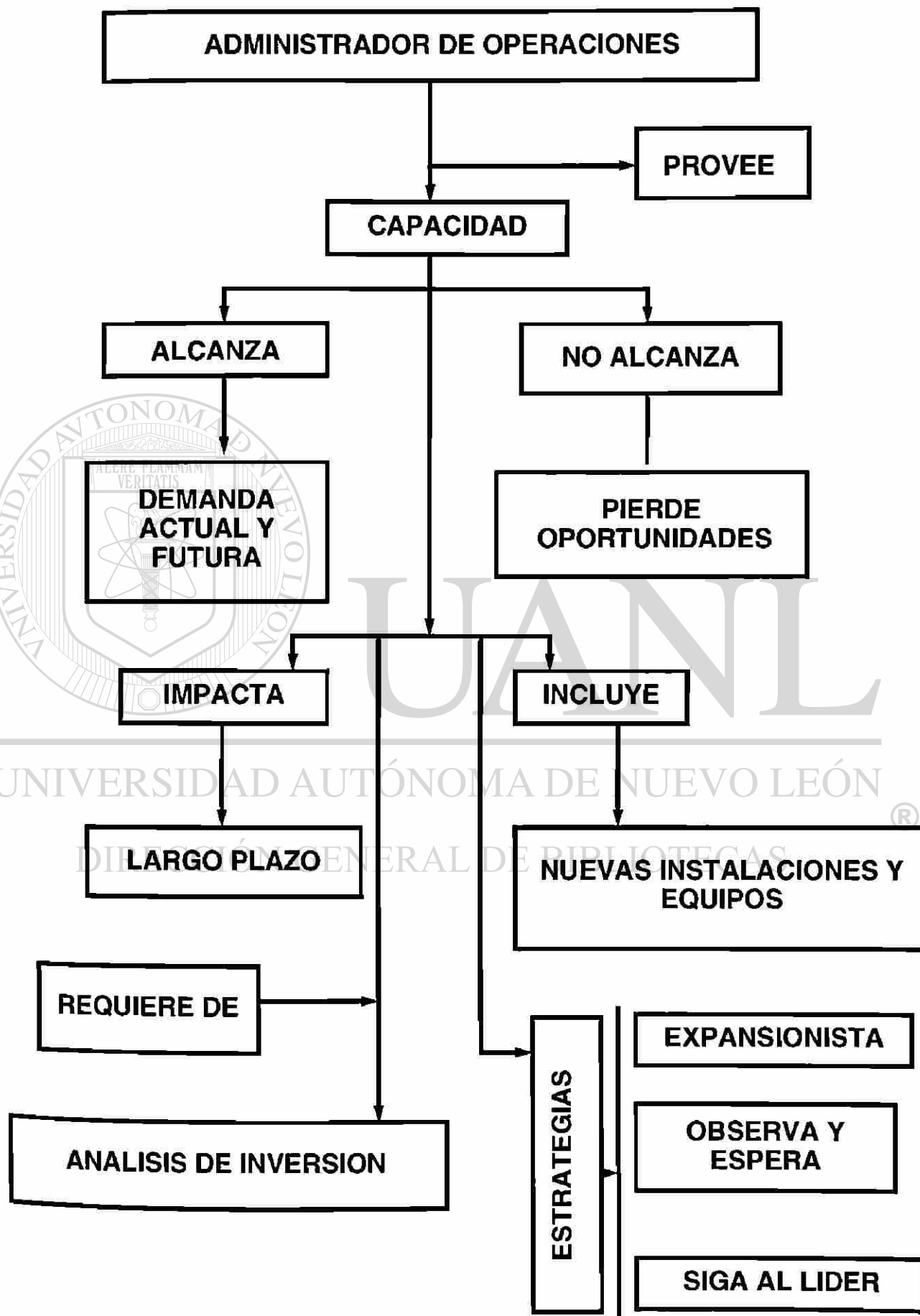


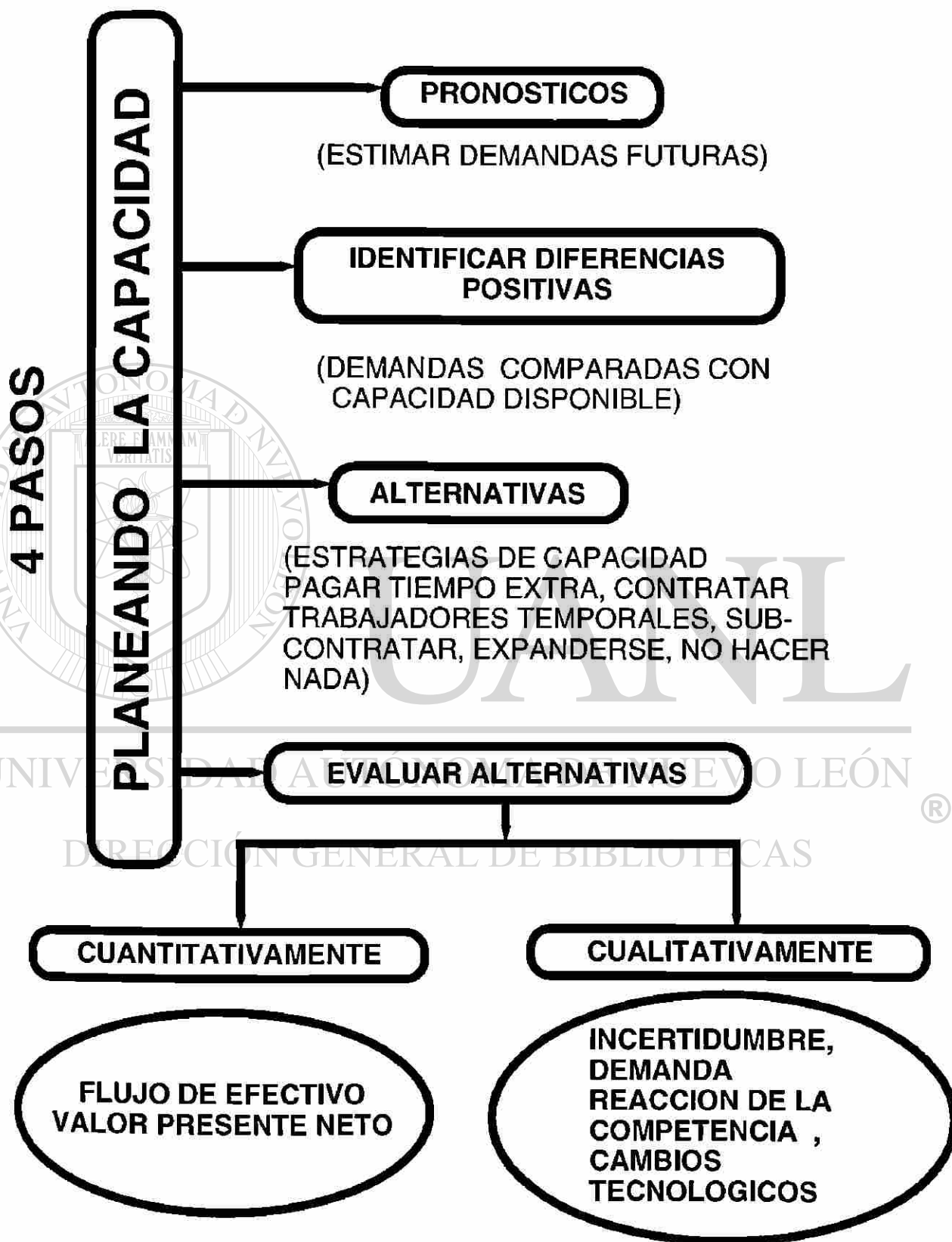
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

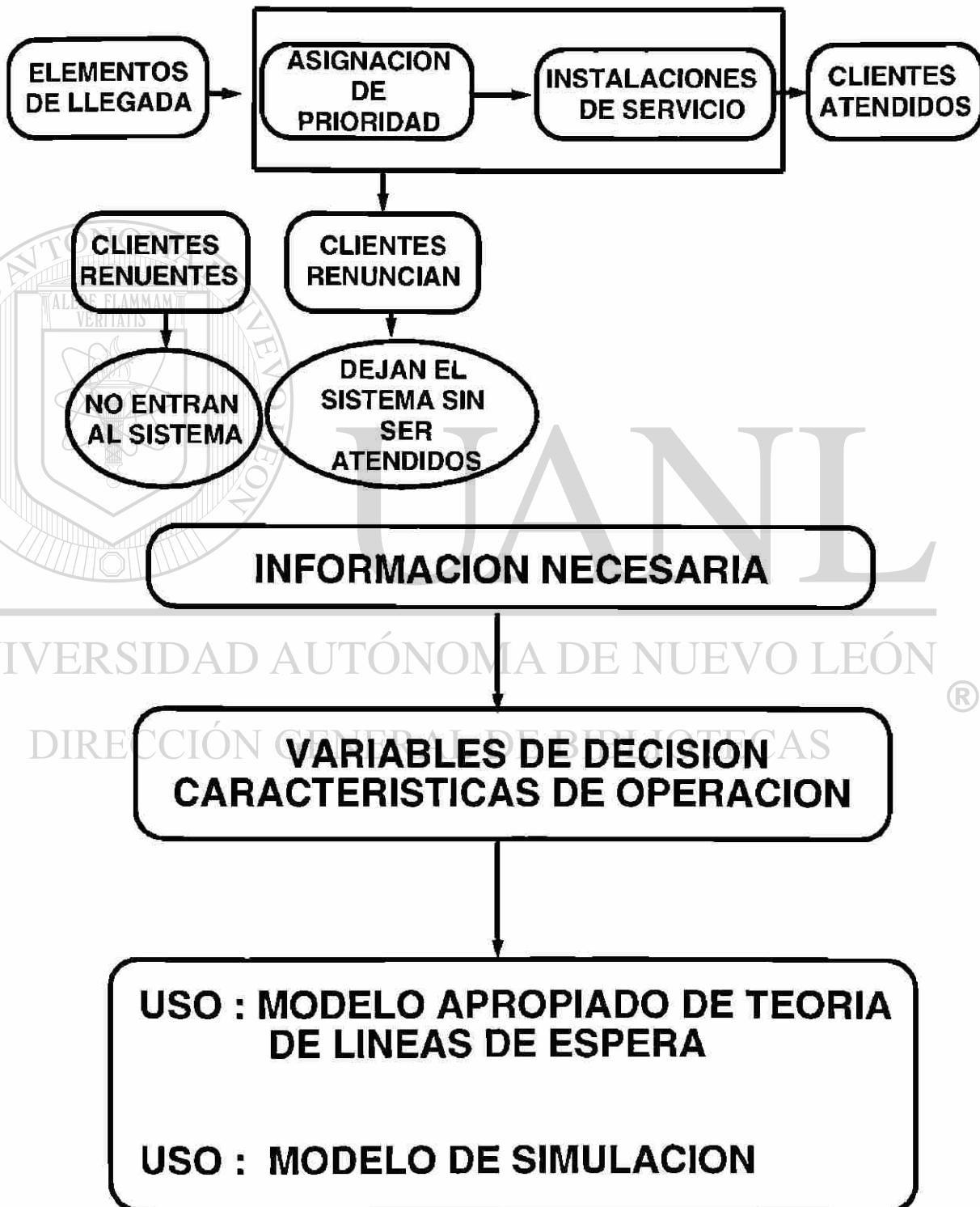
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

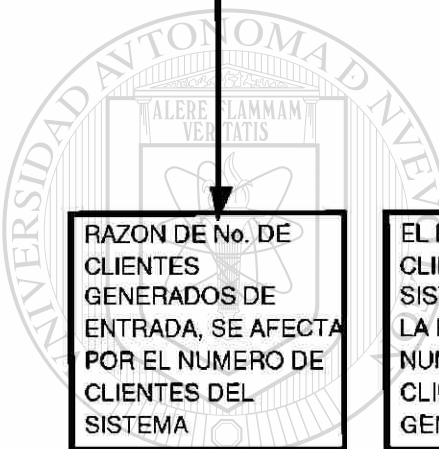
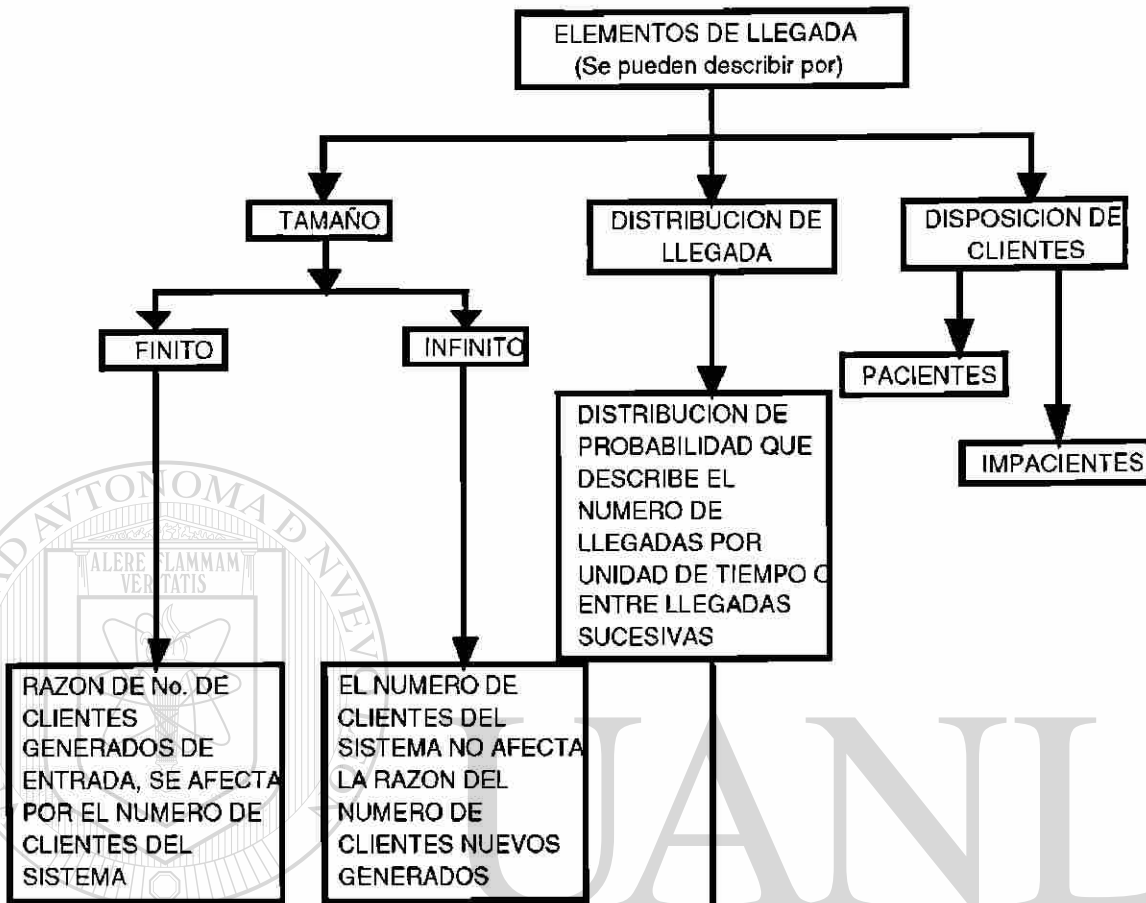






## ELEMENTOS BASICOS DE LINEAS DE ESPERA SISTEMA DE SERVICIO





DISTRIBUCION DE POISSON

$$P(A_T = N) = \frac{(\lambda T)^n}{n!} e^{-\lambda T}$$
 Probabilidad de n llegadas  
 n = 0,1,2,...  
 A<sub>T</sub> = n de clientes llegando entre 0 y T  
 λ = media del número de llegadas de clientes por unidad de tiempo  
 λT = media de la distribución.  
 λT = variación  
 La distribución es discreta

LINEAS DE ESPERA

TAMANO

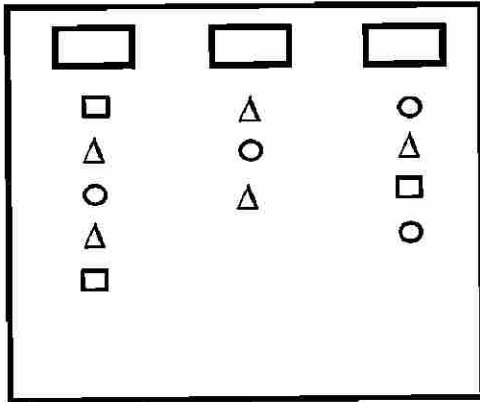
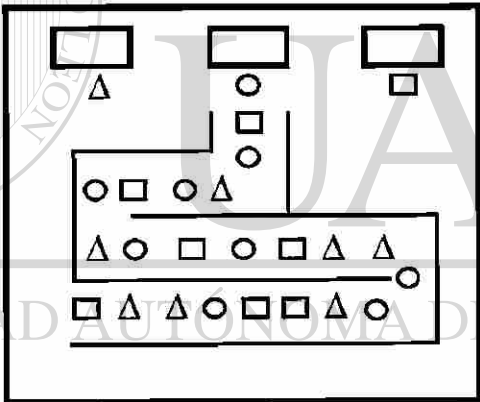
No. DE LINEAS

LIMITADO

ILIMITADO

UNA SOLA

MULTIPLES



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
ALERE FLAMMAM VERITATIS  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

INSTALACIONES DE SERVICIO

DISTRIBUCIONES DE TIEMPO SERVICIO

DESCRIBE LA PROBABILIDAD DE QUE EL TIEMPO DE SERVICIO A CLIENTE EN UNA INSTALACION PARTICULAR NO SEA DE MAS DE T PERIODOS DE TIEMPO

ACOMODOS  
O ARREGLOS

DISTRIBUCION APROPIADA  
EXPONENCIAL :

$$P ( t \leq T ) = 1 - e^{-\mu T}$$

$$\mu =$$

MEDIA DEL NUMERO DE CLIENTES QUE RECIBEN SERVICIO COMPLETO POR UNIDAD DE TIEMPO t

$$\frac{1}{\mu}$$

MEDIA DE LA DISTRIBUCION SERVICIO - TIEMPO

$$\left(\frac{1}{\mu}\right)^2 =$$

VARIANZA DE LA DISTRIBUCION DE SERVICIO TIEMPO

# CARACTERISTICAS DE OPERACION

**LONGITUD DE LAS LINEAS REFLEJA:**  
LINEAS CORTAS = BUEN SERVICIO  
AL CLIENTE O EXCESO DE CAPACIDAD .

LINEAS LARGAS = MAL SERVICIO AL  
CLIENTE O FALTA DE CAPACIDAD

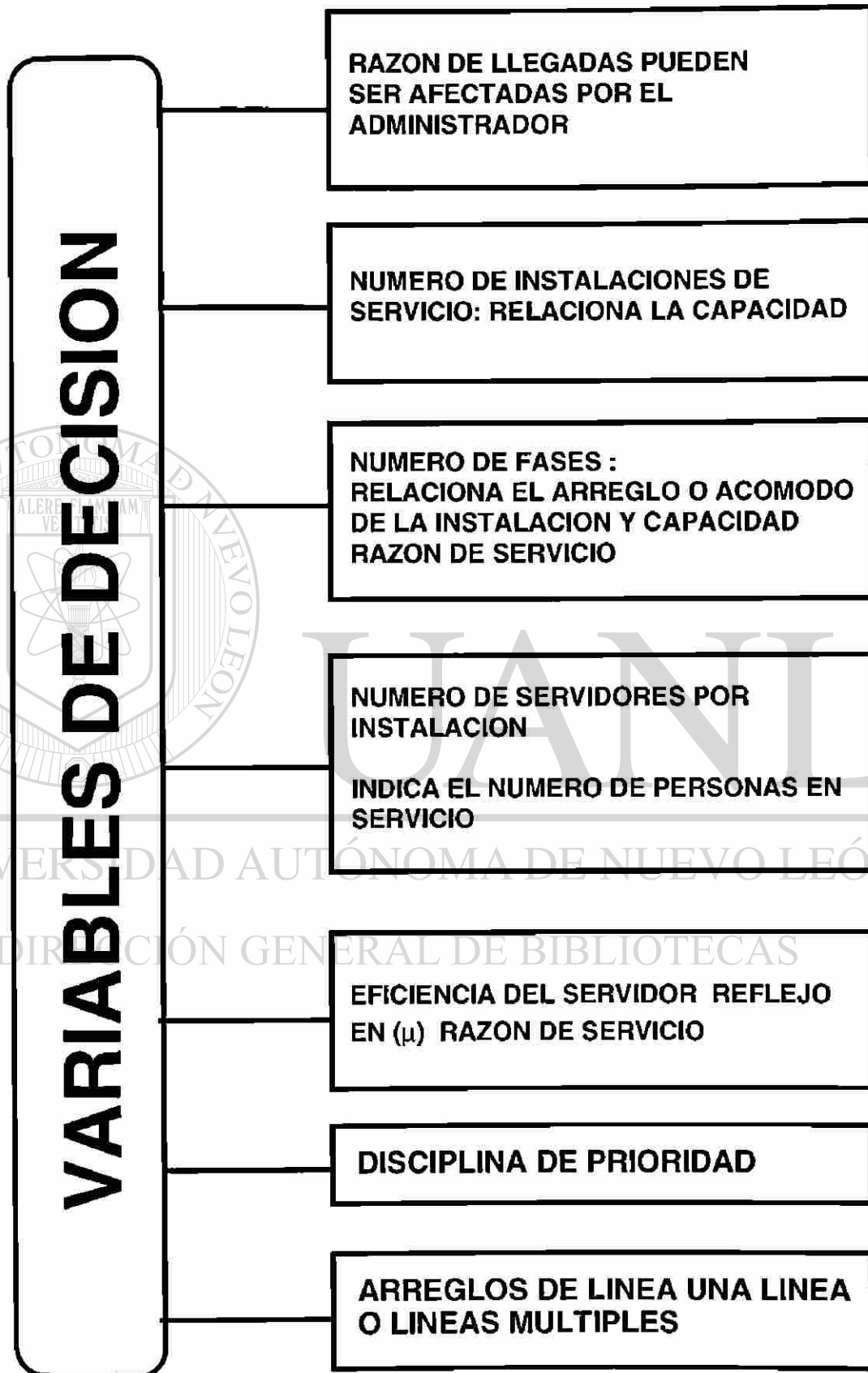
**NUMERO DE CLIENTES EN EL SISTEMA**  
VALORES GRANDES : CONGESTION  
POTENCIAL, DISGUSTO DEL CLIENTE  
NECESIDAD DE AUMENTAR CAPACIDAD

**TIEMPO DE ESPERA EN LINEA :**  
EL CLIENTE PUEDE PERCIBIRLO COMO LARGO  
Y CALIFICA EN POBRE CALIDAD DE SERVICIO  
TIEMPO LARGO : PUEDE INDICAR NECESIDAD  
DE AJUSTAR LA RAZON DE SERVICIO DEL  
SISTEMA

**TIEMPO TOTAL EN EL SISTEMA**  
MUCHO TIEMPO DE CLIENTES, SE PUEDEN  
CAMBIAR PRIORIDADES, O AUMENTAR LA  
PRODUCTIVIDAD O AJUSTAR LA CAPACIDAD

**UTILIZACION DE INSTALACIONES :**  
LA ADMINISTRACION DESEA UNA ALTA  
UTILIZACION, MAXIMO DE TIEMPO OCUPADAS





## MODELO DE UN SOLO SERVIDOR

### SUPOSICION

### CARACTERISTICAS DE OPERACION

LLEGADAS : INFINITA  
 CLIENTES NO RENUENTE  
 NO RENUNCIAN

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

DISTRIBUCION DE LLEGADAS  
 POISSON PROMEDIO DE LLEGADAS  $\lambda$

$$P_n = (1 - \rho) \rho^n$$

DISTRIBUCION DE SERVICIO  
 EXPONENCIAL PROMEDIO DE  
 TIEMPO DE SERVICIO

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

LINEA DE LONGITUD  
 ILIMITADA; UNA LINEA

$$L_q = \rho L$$

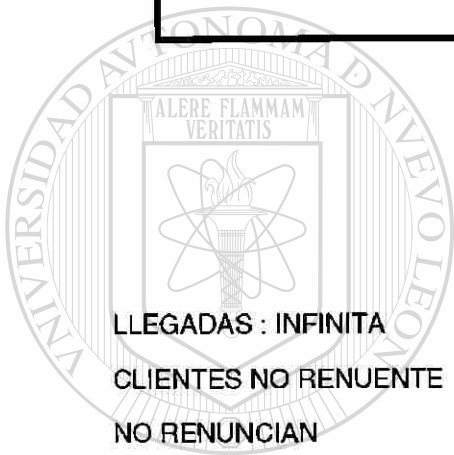
DISCIPLINA DE PRIORIDAD FCFS  
 PRIMERO EN LLEGAR PRIMERO  
 EN SERVIR

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

NUMERO DE SERVIDORES =1

$$W_q = \rho W$$

NUMERO DE FASES =1



# UANL

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

CENTRO GENERAL DE BIBLIOTECAS



## MODELO DE MULTIPLES SERVIDORES

### SUPOSICIONES

### CARACTERISTICAS DE OPERACION

LLEGADAS INFINITAS DE CLIENTES  
NO RENUENTES ( NO RENUNCIAN)

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

DISTRIBUCION DE LLEGADAS  
POISSON  
PROMEDIO DE LLEGADAS UNO

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

DISTRIBUCION DE SERVICIO  
EXPONENCIAL  
PROMEDIO DE TIEMPO DE SERVICIO 1/

$$P_n = \begin{cases} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} P_0 & 0 < n < s \\ \frac{(\lambda/\mu)^n}{s! s^{n-s}} P_0 & n \geq s \end{cases}$$

LINEA UNICA DE LONGITUD  
ILIMITADA

DISCIPLINA DE PRIORIDAD  
FCFS PRIMERO EN LLEGAR  
PRIMERO EN SERVIR

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

NUMERO DE SERVIDORES: S

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

NUMERO DE FASES: UNO

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

$$L = \lambda W$$



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



## MODELO DE RECURSOS FINITOS

### SUPOSICIONES :

LLEGADAS FINITAS = N CLIENTES

DISTRIBUCION DE LLEGADAS :  
EXPONENCIAL

$$P_0 = \left[ \sum_{n=0}^N \frac{N!}{(N-n)!} \left( \frac{\lambda_0}{\mu} \right)^n \right]^{-1}$$

TIEMPO DE LLEGADAS : MEDIA =  $1/\lambda_0$

$$\rho = 1 - P_0$$

DISTRIBUCION DE SERVICIO :  
EXPONENCIAL

$$L_q = N - \frac{\lambda_0 + \mu}{\lambda_0} (1 - P_0)$$

MEDIA DE TIEMPO DE SERVICIO =  $1/\mu$

FILA DE NO MAS DE N-1

$$L = N - \frac{\mu}{\lambda_0} (1 - P_0)$$

UNA SOLA LINEA

DISCIPLINA DE PRIORIDAD FCFS

$$W_q = L_q [(N - L)\lambda_0]^{-1}$$

NUMERO DE SERVIDORES = UNO

$$W = L [(N - L)\lambda_0]^{-1}$$

NUMERO DE FASES = UNO

**LOCALIZACION  
FACTOR IMPORTANTE PARA  
DESARROLLO Y EXITO EN LA  
EMPRESA**

**FACTORES DOMINANTES  
PARA DECISION DE  
LOCALIZACION**

**PROXIMIDAD DE INSTALACIONES  
DE MATRIZ A OTRAS EMPRESAS  
(COSTOS DE TRANSPORTE)**

**PROXIMIDAD A SUMINISTROS  
DE MATERIAS PRIMAS Y DEMAS  
RECURSOS NECESARIOS**

**CLIMA LABORAL FAVORABLE**

**PROXIMIDAD DE MERCADOS**

**NIVEL DE VIDA**

**ACEPTABLE  
INFRAESTRUCTURA EN VIAS DE  
COMUNICACION**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# METODO DE TRANSPORTE

GENERACION DE SOLUCION INICIAL

TABLA INICIAL DE LA COMPAÑIA GRANJA GIGANTE

## ALMACENES

PLANTA	MIAMI	DENVER	LINCOLN	JACKSON	CAPACIDAD
CHICAGO	\$7	\$2	\$4	\$5	100
HOUSTON	3	1	5	2	75
BUFFALO	6	9	7	4	80
DEMANDA	70	90	45	50	225 / 225

## ALMACENES

PLANTA	MIAMI	DENVER	LINCOLN	JACKSON	CAPACIDAD
CHICAGO	70 \$7	30 \$2	\$4	\$5	100
HOUSTON	3	60 1	15 5	2	75
BUFFALO	6	9	30 7	50 4	80
DEMANDA	70	90	45	50	225 / 225

Costo total =  $70(\$7)+30(\$2)+60(\$1)+15(\$5)+30(\$7)+50(\$4)=\$1095$

## METODO VOGEL DE APROXIMACION VAM

### ALMACENES

PLANTA	MIAMI	DENVER	LINCOLN	JACKSON	CAPACIDAD	
CHICAGO	\$7	\$2	\$4	\$5	100	2
HOUSTON	1a. 70 3	1	5	2	75	1
BUFFALO	6	9	7	4	80	2
DEMANDA	70	90	45	50	225	225

1a Iteración      3      1      1      2      2a Iteración

### ALMACENES

PLANTA	MIAMI	DENVER	LINCOLN	JACKSON	CAPACIDAD	
CHICAGO	\$7	\$2	\$4	\$5	100	2
HOUSTON	70 3	1	5	2	75	1
BUFFALO	6	9	7	4	80	3
DEMANDA	70	90	45	50	225	225

4a Iteración      1      1      2      3a Iteración

Costo total = \$855, \$240 menos que la Esquina Noroeste.

ALMACENES

PLANTA	MIAMI	DENVER	LINCOLN	JACKSON	CAPACIDAD
<b>CHICAGO</b>	\$7 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3</span>	85 (-) \$2 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	15+ \$4 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5</span>	\$5 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span>	100
<b>HOUSTON</b>	(-) 70 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3</span>	5 (+) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span>	75
<b>BUFFALO</b>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">6</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">9</span>	30 (-) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">7</span>	50 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4</span>	80
<b>DEMANDA</b>	70	90	45	50	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span>225</span> <span style="border-top: 1px solid black; border-right: 1px solid black; width: 10px; height: 10px; margin-left: 5px;"></span> <span>225</span> </div>

ALMACENES

PLANTA	MIAMI	DENVER	LINCOLN	JACKSON	CAPACIDAD
<b>CHICAGO</b>	(+) \$3 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">\$7</span>	55 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">\$2</span>	45 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">\$4</span>	(+) \$3 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">\$5</span>	100
<b>HOUSTON</b>	40 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3</span>	60 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	(+) \$2 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5</span>	(+) \$1 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span>	75
<b>BUFFALO</b>	30 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">6</span>	(+) \$5 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">9</span>	(+) \$1 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">7</span>	50 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4</span>	80
<b>DEMANDA</b>	70	90	45	50	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span>225</span> <span style="border-top: 1px solid black; border-right: 1px solid black; width: 10px; height: 10px; margin-left: 5px;"></span> <span>225</span> </div>



## ANALISIS FINANCIERO

### VALOR DEL DINERO EN EL TIEMPO

UN PESO DISPONIBLE HOY PUEDE SER INVERTIDO PARA OBTENER UNA GANANCIA DE MODO QUE EN EL FUTURO HAYA DISPONIBLE MAS DE UN PESO

### VALOR FUTURO DE LA INVERSION

VALOR DE UNA INVERSION AL FINAL DEL PERIODO EN EL QUE EL INTERES COMPUESTO (ACUMULA INVERSION E INTERES )

SE TIENE QUE FIJAR UNA TASA DE INTERES Y EL PERIODO DE TIEMPO PARA SU CALCULO, EN LAS MISMAS UNIDADES DE TIEMPO

#### ECUACION DEL VALOR FUTURO

FV VALOR FUTURO AL FINAL DE N PERIODOS

PV CANTIDAD INVERTIDA DE PRINCIPAL AL INICIO DEL PERIODO

n NUMERO DE PERIODOS DE TIEMPO DEFINIDOS PARA EL CALCULO

r RAZON DE INTERES DEL PERIODO

$$FV = PV (1+r)^n$$

#### ECUACION DEL VALOR PRESENTE DE UNA CANTIDAD FUTURA

$$PV = FV / (1+r)^n$$

SI  $PV = FV \left( \frac{1}{(1+r)^n} \right)$

← REPRESENTA EL FACTOR DEL VALOR PRESENTE Y SE ENCUENTRA EN LA TABLA A1

# ANUALIDAD

SERIE DE PAGOS DE CANTIDAD FIJA PARA UN ESPECIFICO NUMERO DE AÑOS

PAGO AL FINAL DEL PERIODO

PV = VALOR PRESENTE DE LA INVERSION

A = VALOR DE LA ANUALIDAD RECIBIDA CADA AÑO

af = FACTOR DE VALOR PRESENTE PARA UNA ANUALIDAD TABLA A2

ECUACION PARA UNA ANUALIDAD :

$$P = A * af$$

TECNICAS DE ANALISIS

METODO DEL VALOR PRESENTE NETO

PRIMERO SE DETERMINA EL FLUJO DE EFECTIVO



EL FLUJO DE EFECTIVO INCLUYE REDITOS, COSTOS, CAMBIOS EN ACTIVOS Y EN DEUDAS

AL DETERMINAR EL FLUJO DE EFECTIVO DE UN PROYECTO SE DEBE TOMAR EN CUENTA :

1 SOLO LA CANTIDAD DE FLUJO DE EFECTIVO QUE CAMBIARA SI EL PROYECTO SE LLEVA A CABO  
 FLUJOS INCREMENTALES = FLUJOS CON PROYECTO - FLUJOS SIN PROYECTO

2 DEBEN OBTENERSE DESPUES DE PAGO DE IMPUESTOS, ANTES DE DESCONTARLOS A VALOR PRESENTE ( ESTO DEBE CONSIDERAR EL ADENDUM DE LA DEPRECIACION EN EL CALCULO POR SER UN GASTO VIRTUAL )

## DEPRECIACION

REPRESENTA UNA CONCESION PARA EL CONSUMO DE CAPITAL

NO ES UN FLUJO DE EFECTIVO PUES NO ES EFECTIVO PAGADO CADA AÑO, PERO AFECTA EN COMO SE

CALCULA EL INGRESO NETO CONTRA EL CUAL SE PAGAN LOS IMPUESTOS .

REPRESENTA UN ESCUDO CONTRA EL IMPUESTO.

SE PUEDE CALCULAR POR EL METODO DE LINEA RECTA

D = DEPRECIACION ANUAL

I = INVERSION INICIAL

S = VALOR DE RESCATE

n = AÑOS DE VIDA

$$D = (I - S) / n$$

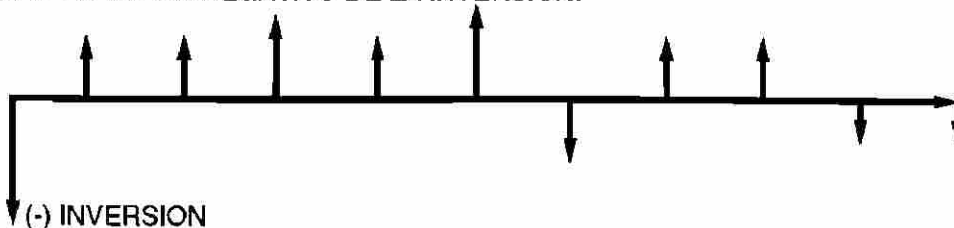
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FLUJOS DE EFECTIVO DESPUES DE IMPUESTOS

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

VALOR PRESENTE NETO (NPV)

EVALUA UNA INVERSION CALCULANDO EL VALOR PRESENTE DE TODOS LOS FLUJOS DE EFECTIVO DESPUES DE IMPUESTOS DE CADA AÑO TRAJIDOS A VALOR PRESENTE Y SE SUMAN AL VALOR NEGATIVO DE LA INVERSION.



SI EL RESULTADO ES NEGATIVO, LA INVERSION NO ES RENTABLE. SI ES POSITIVO SE VERIFICA QUE SEA MAYOR O IGUAL A UNA TASA INTERNA DE RENDIMIENTO MINIMA ACEPTABLE (TREMA)

**DISTRIBUCION DE LAS INSTALACIONES**



LA DISTRIBUCION DEBE DESARROLLARSE PARA

- MAXIMIZAR VENTAS
- MINIMIZAR COSTO DE MANEJO DE MATERIALES

**RAZON DE SALIDA DESEADA EN LINEA**

EQUILIBRA : TIEMPO DEL CICLO

- NUMERO MENOR DE ESTACIONES
- TIEMPO OCIOSO
- EFICIENCIA

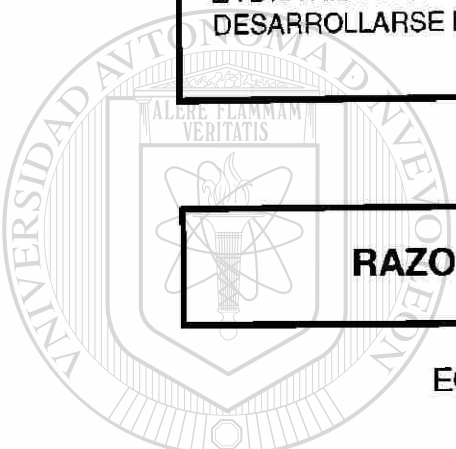
BALANCE DE RETRASO

$C = (1/r)(3600 \text{ seg/hr})$   
 c= tiempo de ciclo  
 r= razon deseada de salida

$TM = t/c$   
 TM=número menor de estaciones posibles  
 Tiempo ocioso=nc-t

$\text{Eficiencia (\%)} = (t / nc)(100)$

Balance de retraso(%) = 100- Eficiencia

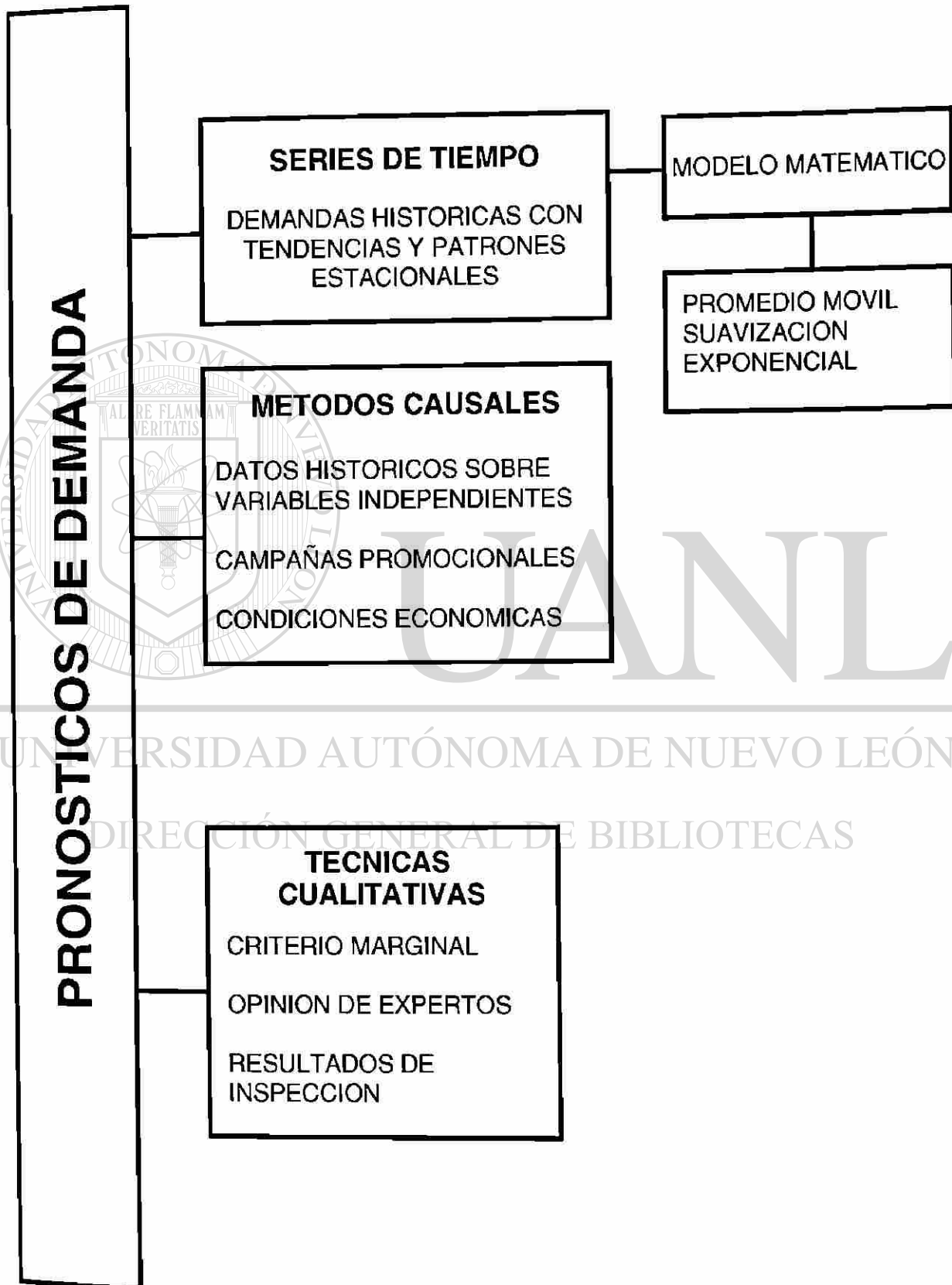


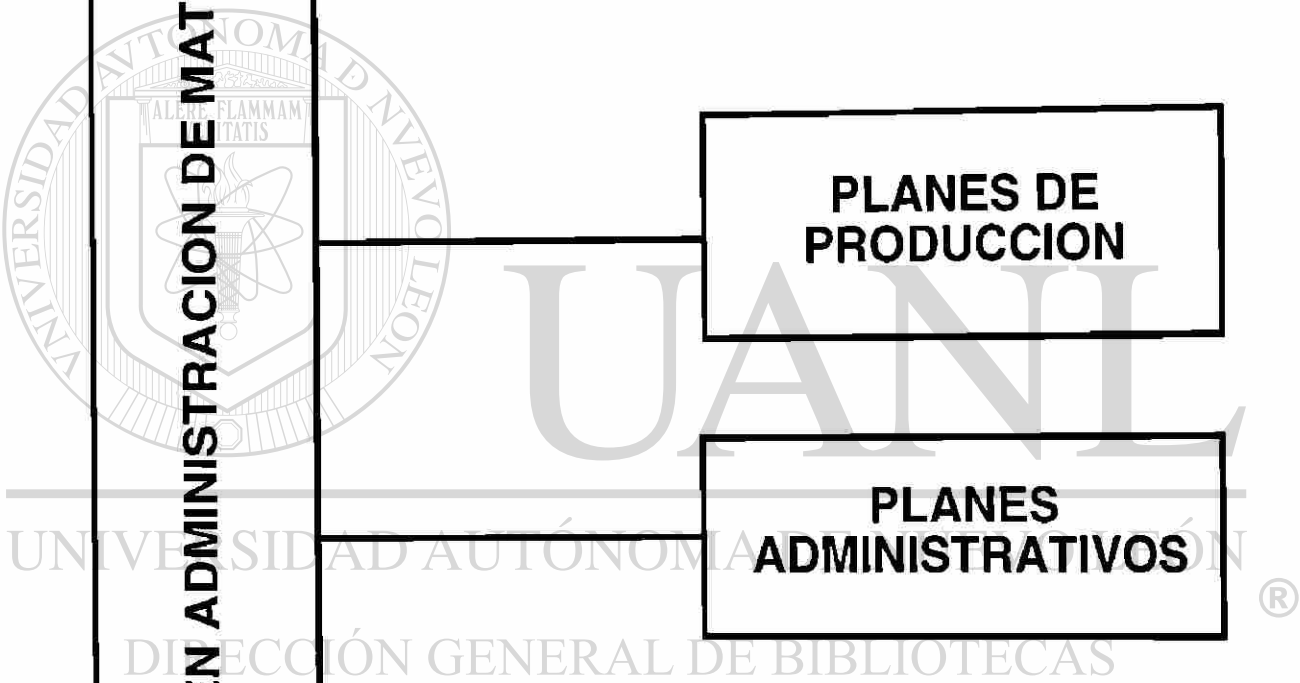
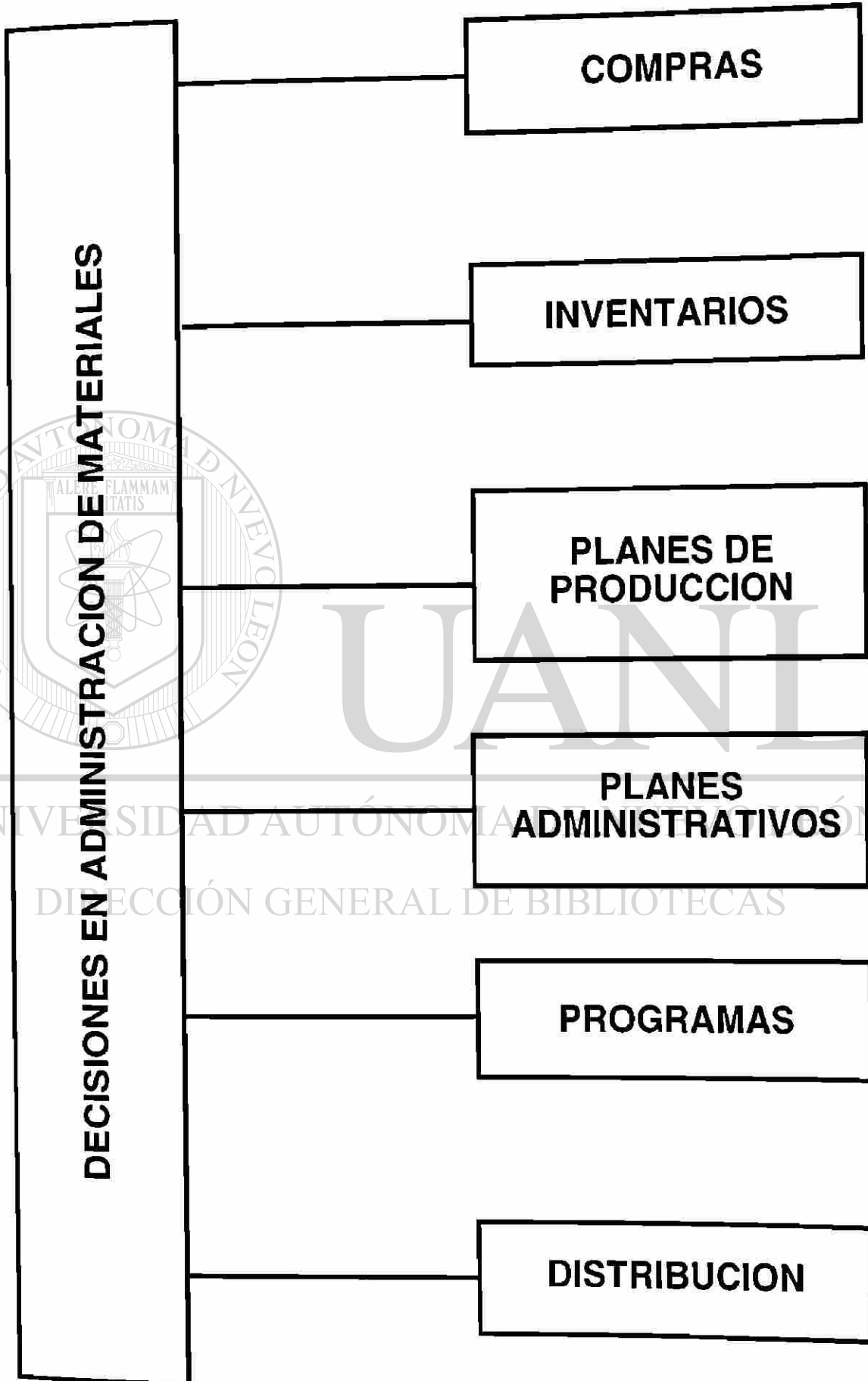
UANL

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS







## TIPOS DE INVENTARIOS

CICLICO

DE SEGURIDAD

ANTICIPACION  
AL CONSUMO

EN TRANSITO

## COSTO DE MANTENER EL INVENTARIO

INTERES

MANEJO Y  
ALMACENAJE

IMPUESTOS

SEGUROS

COSTO DE  
OPORTUNIDAD

MERMAS

**PLANEACION AGREGADA**

ENLAZA LA ESTRATEGIA DE LA COMPAÑIA  
CON EL PLAN DETALLADO DE OPERACIONES

**PLAN DE PRODUCCION**

**PLAN DE PERSONAL DE APOYO**

LIGA LAS METAS  
ESTRATEGICAS CON  
EL PLAN MAESTRO DE  
PRODUCCION

RELACIONA LAS METAS  
ESTRATEGICAS CON  
EL PROGRAMA DETALLADO  
DE LA FUERZA  
DE TRABAJO



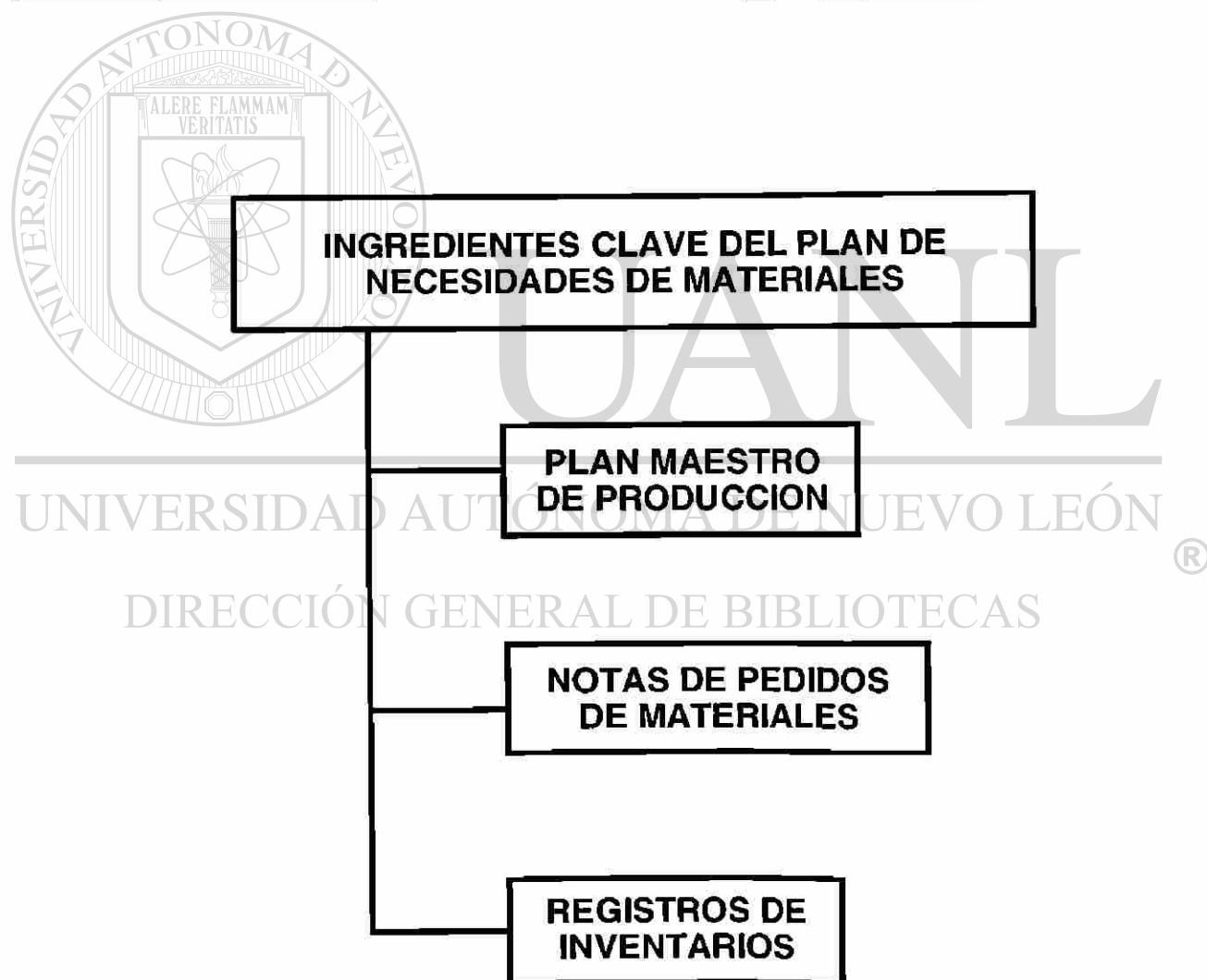
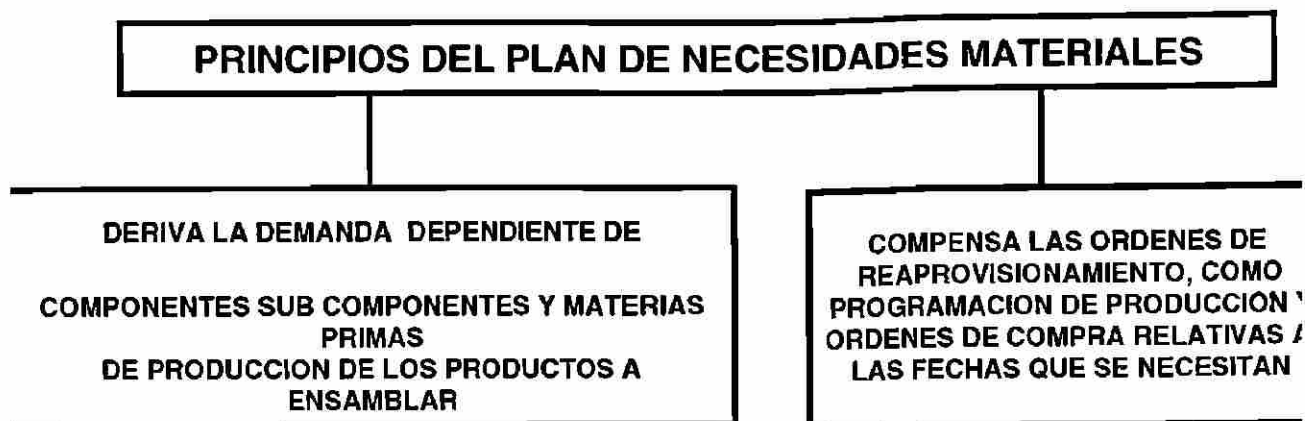
UANL

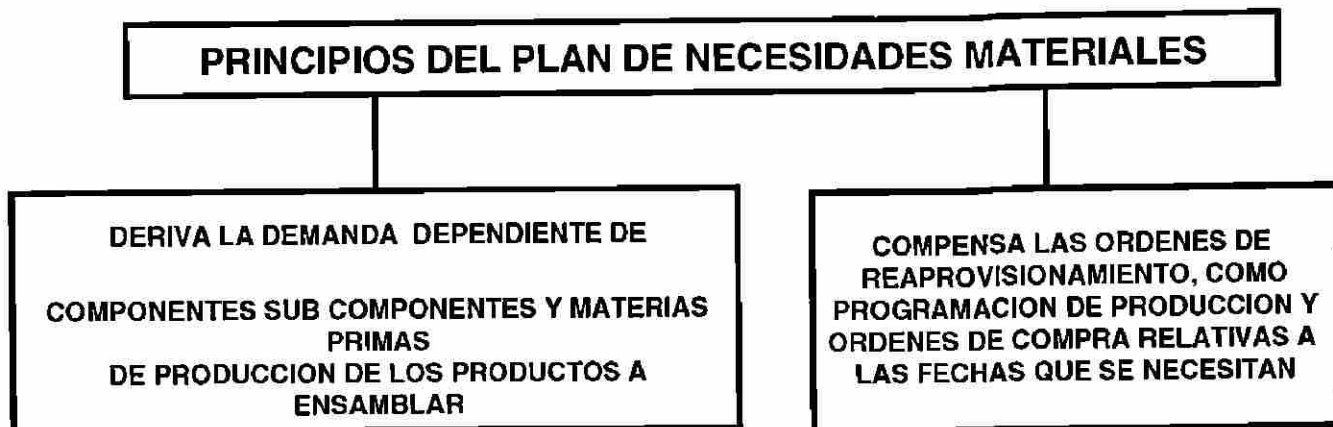
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

GENERAL DE METAS









**INGREDIENTES CLAVE DEL PLAN DE NECESIDADES DE MATERIALES**



## BIBLIOGRAFIA

**Adam Everett E., Jr. y Ronald J. Ebert:** Production and operations Management: Concepts, models and Behavior, Tercera edición Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1986 .

**Krajewsky, L.J., Ritzmann L.P.:** Operation Management: Strategy and analysis., 3a. ed. Addison - Wesley.

**Naylor, T. H. Balintfy J. L., Burdeck D. S. CHUK:** Simulación en computadoras, México D.F. : Editorial Limusa S. A. 1977 .

**Saaty, T. L.** Elements of Queing Theory with applications New York: Mc Graw - Hill 1961.

**Schroeder, Roger C.:** Administración de operaciones: Toma de decisiones en la función de operaciones, Tercera edición, Naucalpan de Juárez, Estado de México; Mc Graw - Hill Interamericana de México, 1992.

**Salomon, Susan L:** Simulation of Waiting Lines. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice -Hall , 1983.

**Wagner, H. M:** Principles of operation Reseach. Segunda edición Englewood Cliffs, N. J.: Prentice - Hall, 1975.

$C_j$ :

Inventario cíclico.

**CALIDAD DEL HARDWARE:**

Interior o exterior del local, condición, apariencia y confiabilidad del equipo.

**CARTA REL:**

Puede ser usada en lugar de una matriz De-Para y relaciona juicios cualitativos de cercanía (dados por los administradores y empleados), utilizando letras en lugar de números

**CFE:**

Suma acumulativa de errores de pronóstico.

**COMPETENCIA DISTINTIVA**

Características fundamentales de cada empresa, que se refieren a la fuerza de trabajo, disponibilidad de instalaciones, facilidad para atraer capital, habilidad para comercializar y distribuir productos.

**COMPETITIVIDAD GLOBAL:**

Características de la compañía en relación con su entorno y en especial frente a las importaciones.

**$CT_t$ :**

Tendencia corriente estimada en el período  $t$ .

**D:**

Demanda actual, en unidades por año.

**$D_t$ :**

Demanda en período  $t$ .

**$\overline{D}_L$ :**

Inventario en tránsito; suma de las ordenes abiertas que han sido colocadas pero no recibidas.

$\overline{D}_r$ :

Promedio de demanda durante el tiempo principal.

**DISEÑO DE ALTO COMPORTAMIENTO:**

Se implementa para mejorar el comportamiento, lograr tolerancias más cerradas y mayor durabilidad del producto.

$E_t$ :

Error de pronóstico.

**EOQ:**

Cantidad de orden económica; Tamaño de lote que minimiza el total anual, de mantener inventario y costo de ordenar.

$f_t$ :

Promedio de factor estacional para el período t.

$F_{t+1}$ :

Pronóstico para período t+1.

$F_{y,t}$ :

Pronóstico para el período t en algún año futuro y.

**FOQ:**

Cantidad de orden fija.

**GT:**

Tecnología de grupo; Técnica de manufactura que agrupa partes o productos con características similares, con el propósito de minimizar los cambios o ajustes en máquinas.

**GR:**

Necesidades totales.

**H:**

Costo de mantener una unidad en inventario, por un año.

**IP:**

Posición del inventario.

**I<sub>t</sub>:**

Inventario a mano.

**L:**

Tiempo principal o tiempo que pasa desde la colocación de una orden hasta que ésta entra en el inventario y está disponible.

**LAYOUT:**

Distribución física de plantas.

**LCL:**

Límite de control inferior, en una carta de control.

**LTPL:**

Tolerancia del lote a la proporción de defectuosos, peor nivel de calidad que el consumidor aceptará o "Riesgo del consumidor".

**L4L:**

Lote por lote.

**MAD:**

Desviación media absoluta de errores de pronóstico.

**MAPE:**

Media absoluta del porcentaje de error.

**MPS:**

Plán maestro de producción.

**MRP:**

Planeación de necesidades materiales.

**MSE:**

Cuadrado del error medio.

**OH:**

Unidades disponibles en inventario.

OWMM:

Distribución de la instalación de modo que un solo trabajador atienda múltiples máquinas.

P:

Intervalo conveniente, en el sistema de revisión periódica.

PLANEACION ESTRATEGICA:

Decisiones que se toman en los altos niveles de la administración, con el propósito de regir el futuro de toda la organización.

POQ:

Cantidad de orden periódica.

PR:

Plán de recibo.

PRODUCTIVIDAD:

Razón del valor de bienes y servicios producidos con respecto al valor de los recursos invertidos.

Q:

Tamaño del lote.

R:

Punto de reorden.

$r^2$ :

Coefficiente de correlación; Mide la cantidad de variación en la variable independiente, que es explicada por la línea de regresión

S:

Costo de ordenar, \$ por lote.

SPC:

Control estadístico de proceso.

**SR:**

Órdenes abiertas; Colocadas pero no recibidas.

**T:**

Inventario objetivo, en el sistema de revisión periódica.

**TBO:**

Tiempo que debe transcurrir entre órdenes.

**TM:**

Menor número de estaciones, en una línea de producción, requeridas para mantenerla en balance perfecto.

**Tt:**

Tendencia promedio, suavizada exponencialmente en el período  $t$ .

**TQC:**

Control total de calidad.

**UCL:**

Límite de control superior, en una carta de control.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





