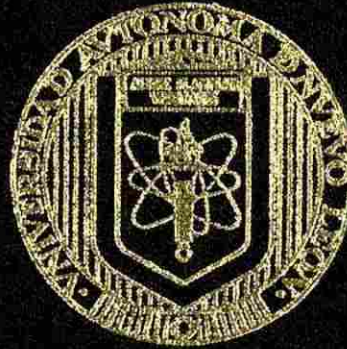


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO PARA LA  
DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LA PLANTA

POR

DEMETRIO GRACIA SALINAS

TESIS

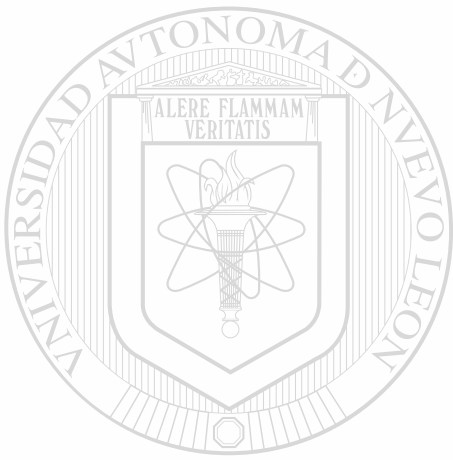
EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACIÓN CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCIÓN  
Y CALIDAD

CD. UNIVERSITARIA

OCTUBRE DE 2001

D.G.S. IMPLEMETACION DE UN METODO PARA LA  
D.G.S. DISTRIBUCION FISICA DE LA PLANTA

TM  
Z5853  
.M2  
FINE  
2001  
673



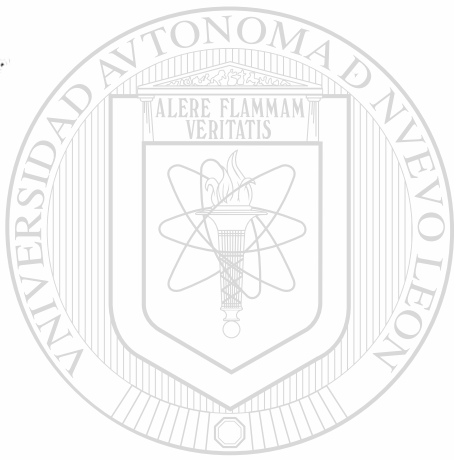
UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

m

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



IMPLEMENTACIÓN DE UN METODO PARA LA  
DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LA PLANTA

POR

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DEMETRIO GRACIA SALINAS

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS  
TESIS

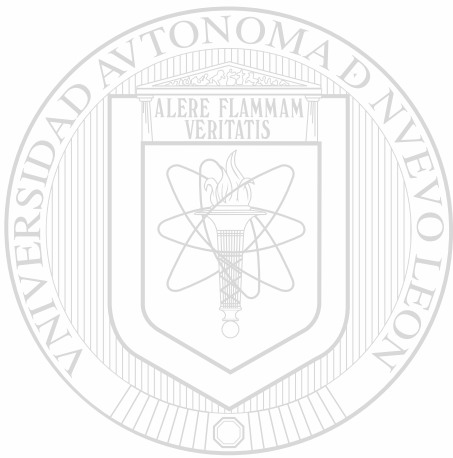
EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACIÓN CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCIÓN  
Y CALIDAD

CD. UNIVERSITARIA

OCTUBRE DE 2001

311074

TH  
Z5853  
• M2  
FIME  
200  
.G73



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

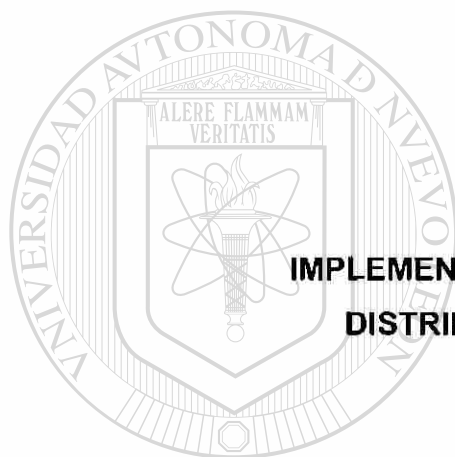
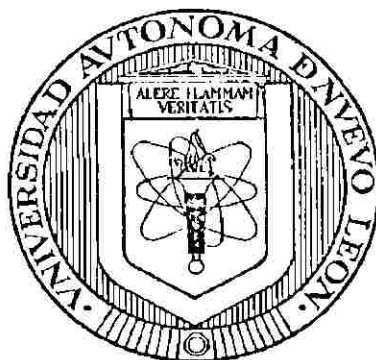
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO**



**IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO PARA LA  
DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LA PLANTA**

**POR**

**DEMETRIO GRACIA SALINAS**

**TESIS**  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

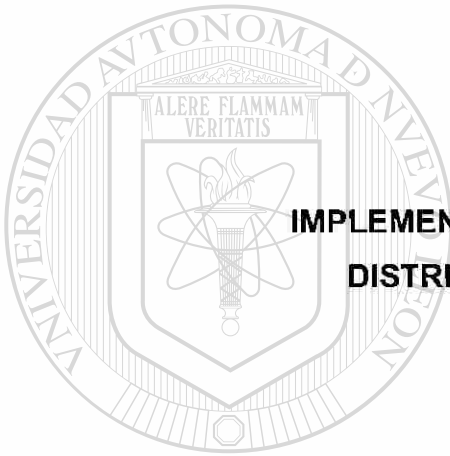
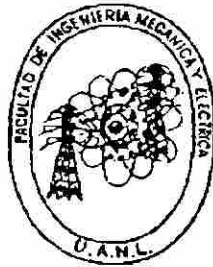
**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y  
CALIDAD**

**CIUDAD UNIVERSITARIA SAN NICOLAS DE LOS GARZA N. L. OCTUBRE 2001**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO**



**IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO PARA LA  
DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LA PLANTA**

**POR**

**DEMETRIO GRACIA SALINAS**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**TESIS**

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

**EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACIÓN CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCIÓN Y**

**CALIDAD**


**CIUDAD UNIVERSITARIA SAN NICOLAS DE LOS GARZA N. L. OCTUBRE 2001**



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis "IMPLEMENTACION DE METODOS PARA LA DISTRIBUCION FISICA DE LA PLANTA" realizada por el Ingeniero Demetrio Gracia Salinas, matrícula 1032226 sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en Producción y Calidad.

El Comité de Tesis



M.C. Felipe de Jesús Díaz Morales  
Asesor



M.C. Roberto Villarreal Garza  
Coasesor



M.C. Liborio A. Manjarrez Santos  
Coasesor



M.C. Roberto Villarreal Garza  
División de Estudios de Postgrado

San Nicolás de los Garza, Nuevo León, a Octubre de 2001

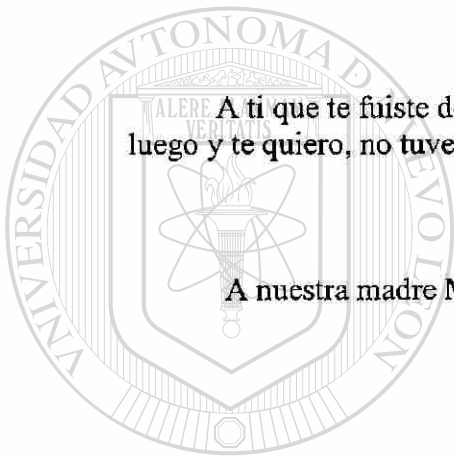
## DEDICATORIAS

Dedico esta tesis a mis hijos Yarim David y Aylin Denise, a mi esposa Claudia ustedes son la recompensa de este esfuerzo.

Agradezco a los directivos de mi empresa en especial a los señores Hugh Lamb y Roger Priest por su apoyo incondicional para la culminación de este proyecto.

A ti que te fuiste de nuestro lado y aunque tuve la oportunidad de decirte hasta luego y te quiero, no tuve la oportunidad de decirte gracias.

A nuestra madre María gracias por siempre interceder.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## PROLOGO

La importancia de la administración de operaciones ha marcado la diferencia entre los líderes y los seguidores.

Administrar con un sentido común no es otra cosa mas que multiplicar lo poco o lo mucho con que se cuenta.

La diferencia estriba siempre en la forma de hacer las cosas. La manera en que producimos, la manera en que motivamos a nuestro personal base de cualquier organización con presencia mundial.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

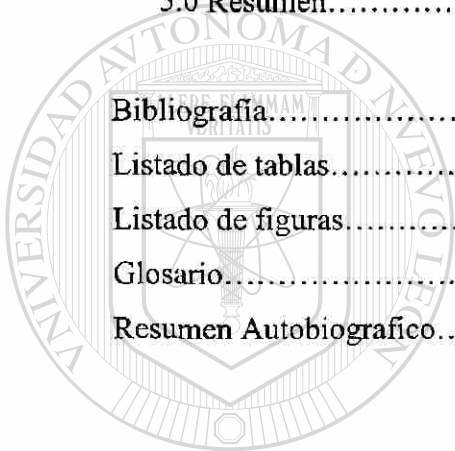


# ÍNDICE GENERAL

---

SÍNTESIS.....	5
<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>9</b>
1.1 Introducción a la Ingeniería Industrial.....	9
1.2 Tipos de Distribución.....	14
1.3 Fundamentos de la Manufactura Moderna.....	18
1.4 Capacidad manufacturera.....	21
1.5 Filosofías de calidad (el riesgo de imitarlas).....	23
<b>2. ELEMENTOS DE LA DISTRIBUCION.....</b>	<b>27</b>
2.1 Líneas de ensamble.....	27
2.1.1 Celdas de trabajo.....	29
2.1.2 Producción en serie.....	32
2.2 Producción y calidad.....	38
2.2.2 Definición.....	39
2.2.3 Importancia del control estadístico del proceso.....	40
2.2.4 Ergonomía Industrial.....	48
2.2.5 Manufactura de Clase Mundial.....	52
2.3 Almacén.....	55
2.3.1 Cantidad económica óptima a ordenar.....	56
2.3.2 Punto de reorden.....	62
2.3.3 Control de Inventario Justo a Tiempo.....	63
2.3.4 Suposiciones básicas del sistema de producción Toyota.....	66
2.3.5 Justo a tiempo y automatización.....	72

<b>3. PROCEDIMIENTO PARA LA DISTRIBUCION.....</b>	<b>77</b>
3.1 Efectuando la distribución.....	77
<b>4. CASO PRACTICO.....</b>	<b>86</b>
4.0 Presentación.....	86
4.1 Planteamiento.....	91
<b>5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>97</b>
5.0 Resumen.....	97
Bibliografía.....	98
Listado de tablas.....	100
Listado de figuras.....	100
Glosario.....	101
Resumen Autobiografico.....	102



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## SÍNTESIS

Esta tesis contiene información valiosa para administradores de operaciones. Su enfoque es el de coordinar todas las actividades relacionadas directamente con la mejora continua de la producción. Ofrece al lector una perspectiva clara y concisa sobre las herramientas actuales que conllevan a un flujo óptimo de producción.

Contiene un caso práctico en el que se demuestra como el uso correcto de cada centímetro en la superficie de trabajo es un componente en el éxito y permanencia de la empresa.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## OBJETIVO Y ALCANCE

La distribución física de los componentes de una empresa (líneas de ensamble, almacenes, departamentos de producción y calidad) determinan el éxito de las operaciones a largo plazo. El objetivo de distribuir los componentes, es lograr la interrelación óptima entre dichos departamentos agilizando el mecanismo laboral. Toda distribución sin embargo debe ajustarse a 4 restricciones básicas las cuales serán descritas a lo largo de este documento.

### Restricciones:

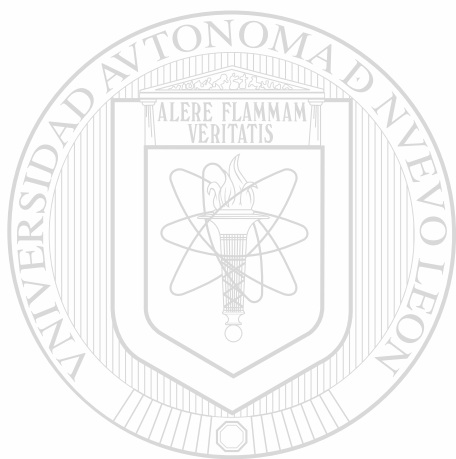
- Diseño y volumen.
- Equipo de proceso y la capacidad.
- Calidad de vida laboral.
- Restricción de instalaciones y medio ambiente.

Esta tesis puede ser usada como base para la distribución de cualquier empresa maquiladora enfocada al ramo de ensamble de componentes. Las industrias maquiladoras de procedencia extranjera imponen la distribución de la planta basándose en la experiencia operacional de la planta matriz, aún cuando existe una simbiosis entre ambas, las necesidades operacionales de una, no son necesariamente las mismas de la otra, esta razón porque cada industria debe elaborar su propia distribución tomando en cuenta los requisitos ya mencionados.

## METODOLOGÍA

La metodología empleada para lograr una distribución óptima es presentada en este trabajo de tesis la cual estará apoyada por diagramas de flujo interdepartamentales que estableceran el mejor tiempo para el flujo de la información y los materiales.

Se utilizaran técnicas simples y eficaces para el estudio de tiempos y movimientos en las líneas de trabajo. Por último se presentara una comparación entre el estado actual y el anterior de una empresa maquiladora.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## REVISION BIBLIOGRAFICA

Uno de los apoyos principales para la elaboración de este trabajo de tesis fue el libro de Barry Render *Administración de la Producción*, en este escrito se presenta a la producción desde diferentes puntos de vista es decir se muestra la producción en pequeña escala así como los logros y claves de éxito de grandes compañías; sin embargo su libro no se aleja mucho del enfoque tradicionalista de producción en donde lo importante es producir, no menciona en realidad claves importantes en las que se incluya el factor humano como base para el desarrollo sostenido .

El libro del sistema Toyota fue también un documento fundamental de apoyo para la elaboración de este trabajo y realmente creo que contiene la información necesaria para establecer programa de mejora continua a un costo mínimo, puesto que si se analizan sus pilares principales con los recursos humanos, el sistema de justo a tiempo y la automatización con un toque humano, es realmente sencillo identificar puntos de mejora y la forma en que el autor transmite el sistema me parece excelente.

---

Otro gran apoyo fue el libro de ISO 9000 liderazgo virtual de Tom Taormina, especialmente la forma en que declara algunos estatutos de la política de calidad tales como:

Aprender de nuestros errores, no castigarlos

Premiar el desempeño, no la actividad

Nuestra ganancia se mide en la satisfacción del cliente.

# CAPITULO 1



## INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan algunas herramientas básicas de la ingeniería industrial y otras disciplinas utilizadas para el flujo óptimo de producción.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

### 1.1 Introducción a la Ingeniería Industrial

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La ingeniería industrial y la administración científica son dos de las disciplinas que han contribuido substancialmente a una mayor productividad. Reúnen diversas ciencias tales como matemáticas, estadística, administración y economía para hacer posible un análisis sistemático y lograr la mejora de los sistemas operativos.

Muchas de las innovaciones en la ingeniería fueron desarrolladas por personas y organizaciones que se muestran en la figura 1.1

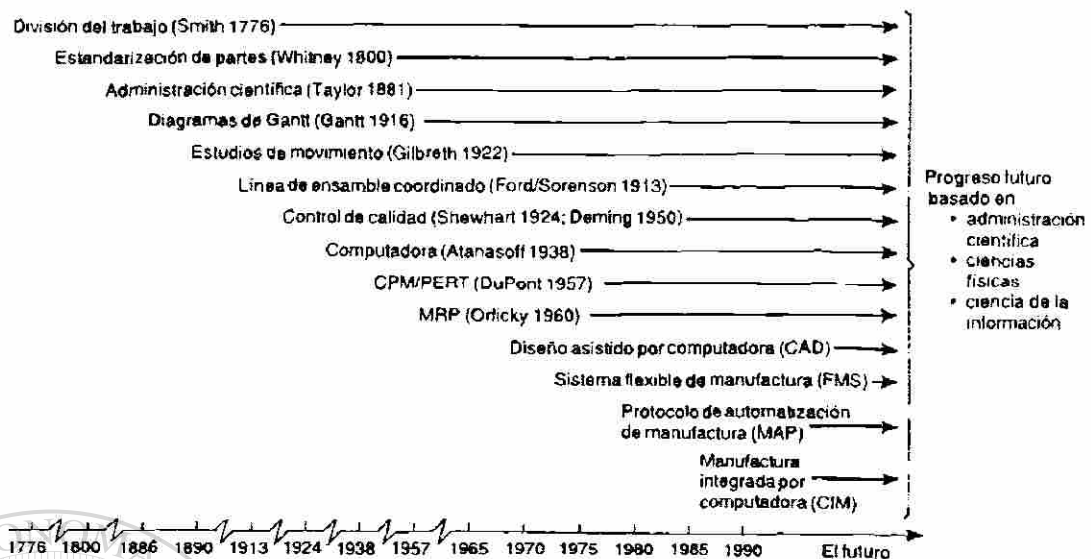


Figura 1.1 Evolución de la ingeniería Industrial

A Eli Whitney (1800) se la ha reconocido como el inventor del sistema de partes intercambiables, que se logró mediante la estandarización y el control de la calidad en la manufactura. A través del contrato que firmó con el gobierno de Estados Unidos para 10,000 fusiles, fue capaz de ofrecer un precio ventajoso debido a las partes intercambiables.

Frederick Taylor (1881), conocido como el padre de la administración científica contribuyó a la selección del personal, planeación y programación; estudio de tiempos y movimientos y el ahora popular campo de los recursos humanos. Una muestra de su aprecio por el individuo y la motivación humana, se hace evidente en su trabajo. Pero su mayor contribución ha sido su creencia en que la administración debe tener mas recursos y agresividad en la mejora de los métodos de trabajo.

Otra de las contribuciones de Taylor y sus colegas; Henry L. Grantt, y Lillian Gilreth se contaron entre los primeros que buscaban sistemáticamente la mejor forma de producir. Otra combinación de Taylor fue la distinción entre administración y trabajo.

En 1760, el francés Perronet hizo estudios minuciosos de tiempos sobre fabricación de pasadores comunes número seis, hasta llegar al estándar de 494 pasadores por hora. Sesenta años más tarde, el economista inglés Charles Bobbage hizo estudios de tiempo sobre pasadores comunes número once, hasta llegar a la conclusión de que una libra (5,546 pasadores) debía fabricarse en 7.6892 horas.

Taylor empezó el estudio de tiempos en 1881, cuando trabajaba para la compañía de Acero Midvale en Filadelfia. Después de doce años desarrolló un sistema basado en la idea de "tarea". En el Taylor proponía que la gerencia debía encargarse de planear el trabajo de cada empleado, al menos con un día de anticipación y también que cada hombre debía de recibir instrucciones por escrito, describiendo su tarea en detalle y que, además llevara anotados los medios que debía usar para llevar a cabo dicha tarea. Para esto, los expertos tendrían que fijar un tiempo estándar después de haber hecho los estudios de tiempo necesarios.

Estos tiempos debían tener como base, las posibilidades de efectuar el trabajo por operario certificado, que después de haber sido instruido, fue capaz de ejecutar el trabajo con continuidad. En lo referente al proceso de toma de tiempos, el señor Taylor era partidario de dividir las asignaciones de trabajo en pequeñas divisiones debía tomarse individualmente y sus valores agrupados determinarían el tiempo permitido para la tarea.

En junio de 1895 Taylor presentó sus descubrimientos y recomendaciones ante una reunión de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (American Society of Mechanical Engineers), en Detroit. Su tesis fue recibida sin entusiasmo, debido a que muchos de los ingenieros que estaban presentes interpretaron sus descubrimientos no como una técnica para analizar el trabajo y mejorar los métodos, sino como un nuevo sistema de trabajo por destajo.

Es fácil comprender por que desagrada tanto a los ingenieros, la idea de los tiempos relacionados al destajo. En primer lugar, los estándares se basan en las estimaciones que hacían los supervisores, que muy rara vez resultaron correctas o consistentes, por lo cual, tanto directivos, como empleados, tenían razón para desconfiar de los destajos que tenían como base, las suposiciones de un capataz.

Las tarifas daban mucho que desear a la gerencia, ya que existía la posibilidad de que el capataz hiciera un cálculo conservador con el fin de proteger el rendimiento de su departamento. Por otra parte, cualquier tarifa establecida, simplemente por el criterio o suposición, inquietaba al trabajador, no solo por las malas experiencias que hubiera podido tener en el pasado, sino por que la tarifa afectaba su salario de un modo vital.

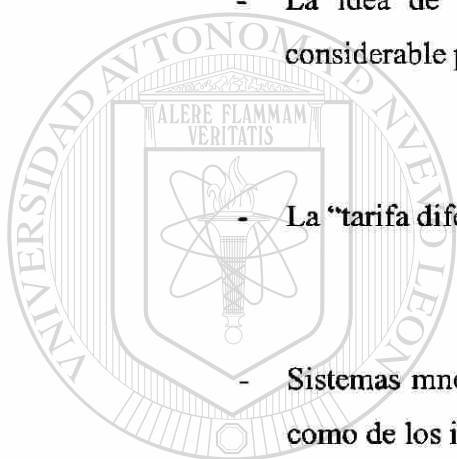
Posteriormente, en junio de 1903, en la reunión de la A. S. M. E. En Saratoga, Taylor presentó su famoso artículo “Administración de Talleres” (“Shop Management”), en el cual dio los elementos base para la administración científica, a saber:

- Estudios de tiempos, con los implementos y métodos para su adecuado desarrollo.

- Supervisión funcional o dividida, con superioridad respecto al antiguo método del supervisor único.

- La estandarización de todas las herramientas e implementos utilizados en las fábricas, así como también de las acciones o movimientos de los obreros para cada clase de trabajo.

- La conveniencia de contar con un grupo o departamento de planeación.
- El uso de las reglas de calculo y útiles similares para ahorrar tiempo.
- Tarjetas de instrucciones para el trabajador.
- La idea de la tarea en la gerencia, acompañada por una bonificación considerable por el cumplimiento exitoso de la tarea.
- La “tarifa diferencial”.
- Sistemas mnemónicos para la clasificación de los productos fabricados, así como de los implementos usados en la fabricación.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## 1.2 Tipos de Distribución.

Una buena distribución de cualquier planta o equipo, presupone el diseño de un plan para colocar el equipo adecuado, de tal manera y en tal lugar que pueda lograrse el máximo de economía durante el proceso de producción.

Aún cuando resulta costoso y difícil introducir cambios en distribuciones ya existentes, el analista de métodos debe entrenarse en revisar siempre con ojo crítico, cada parte a ser distribuida en la planta. Cualquier distribución ineficiente de las plantas tiene por resultado un aumento de los costos. Desgraciadamente, muchos de estos costos son ocultos y consecuentemente, no son fácilmente expuestos. Los gastos de mano de obra indirecta por movimientos largos, rastreo, retrasos y detenciones en el trabajo debido a cuellos de botella, son características de plantas con una anticuada distribución interna.

En general, toda distribución puede representar una, o la combinación de dos tipos básicos de distribución. Estos tipos son: distribución por producto o en línea recta y arreglos de procesos y funciones. En la distribución en línea recta, la maquinaria se coloca de modo que el flujo de una operación a la siguiente, se reduzca al mínimo por cada clase de producto. Este tipo de distribución es muy popular entre los fabricantes de producción en masa, ya que de esta manera los costos de manejo de materiales se reducen mas, que cuando se practica la agrupación de maquinaria por proceso.

Existen ciertas desventajas determinadas en la distribución de agrupación por productos que deben tenerse en cuenta antes de intentar cualquier cambio de distribución. Puede proveerse cierto descontento de los empleados al juntar, en una área

reducida gran variedad de ocupaciones. Esto es especialmente cierto, cuando las diferentes oportunidades llevan consigo una considerable diferencia de las tarifas.

También se complica la posibilidad de encontrar buenos supervisores, debido a la variedad de trabajos y maquinaria que tiene que supervisarse. Además, esta clase de distribución necesita casi siempre mayor inversión, por requerir líneas de servicio duplicadas tales como: conexiones eléctricas, instalaciones de aire, agua, gas y aceite. Otra desventaja de la agrupación por productos, es que puede dar la impresión, al visitante casual, de un verdadero caos. En tales condiciones, siempre resulta difícil el obtener un buen orden y limpieza.

En general las ventajas, de la agrupación por productos pueden superar a las desventajas si las exigencias de producción son considerables. El proceso o la distribución funcional consiste, en la agrupación de máquinas semejantes.

Todos los tornos revólver estarán agrupados en una sección, departamento o edificio. Las fresadoras, taladros y prensas de corte, también estarán agrupadas por sus secciones correspondientes.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Este tipo de distribución da una apariencia general de orden y limpieza y, tiende a incrementar el bienestar del grupo. Estando rodeado de trabajadores que operan máquinas semejantes, puede fácilmente aprender de ellos; disminuye la dificultad de encontrar buenos supervisores, por que las exigencias de trabajo son mucho menores en esta clase de agrupación.



El hecho de que el supervisor solo tenga que conocer una clase de maquinaria, hace que su entrenamiento no tenga que ser tan extensivo, como el de un supervisor de talleres con agrupación por productos.

La desventaja natural de la agrupación por proceso es la casi segunda necesidad de movimientos largos, idas y vueltas en trabajos que requieren una serie de operaciones en diversas máquinas, por ejemplo, si las hojas de operación de un trabajo especificara una secuencia de: taladro, torno, fresa, rima, y rectificadora, el movimiento del material de una sección a la otra, puede resultar muy costoso. Otra desventaja de las agrupaciones de proceso, es el gran volumen de paralelo requerido para dar ordenes y controlar la producción entre diversas secciones.

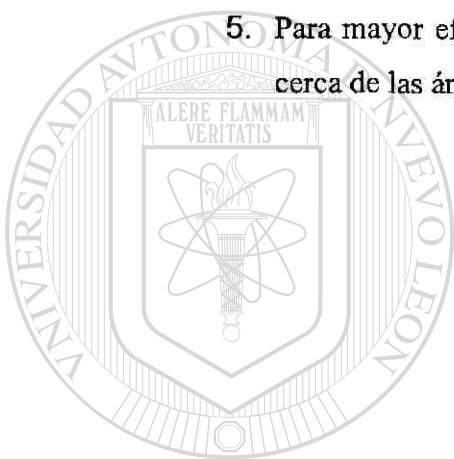
En general, si la cantidad de producción de productos similares es limitada y la planta es “de trabajos” u ordenes especiales, el tipo de distribución por proceso será la más satisfactoria.

---

No existen dos plantas que tengan idéntica distribución aun que sus operaciones sean de la misma naturaleza. Cualquiera que sea el tipo de agrupación el analista debe de tener en cuenta los siguientes principios, cuando trata de mejorar una distribución.

1. En la producción masiva en línea recta el material puesto a un lado debe estar en posición para la siguiente operación.

2. En la operación diversificada – la distribución debe permitir movimientos y entregas cortas, y el material debe de estar colocado en forma conveniente para al operador.
3. En operaciones de máquinas múltiples el equipo debe de estar agrupado al rededor del operario.
4. Para un trabajo en grupos eficientes tienen que agregarse las áreas de almacenamiento, de modo que se eviten las búsquedas y la doble manipulación.
5. Para mayor eficiencia del obrero – los centros de servicio deben colocarse cerca de las áreas de producción.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### 1.3 Fundamentos de manufactura moderna

El objetivo fundamental de las empresas en general no solo las manufactureras es la permanencia en el mercado conquistando la atención del cliente ofreciendo ya no solo productos de calidad si no que también debe ofrecer calidad en sus servicios, muchas de estas empresas logran su ascenso y permanencia promoviendo el compromiso con la calidad, involucrando a su personal y comprometiéndolo con la misma.

La mentalidad de ganar – ganar es base elemental en el desarrollo de la nueva sociedad mexicana, el abandono de viejas practicas como el compadrazgo, la preferencia y otras entre muchas son causa del fracaso de empresas con proyectos viables. Por conclusión las empresas modernas buscan su permanencia y preferencia apoyados por sus recursos humanos.

La manufactura moderna queda definida en dos aspectos principales, tecnológicos y económicos. Tecnológicamente la manufactura es la aplicación de los procesos para alterar la geometría, las propiedades y la apariencia dada a la materia prima para elaborar partes o productos. La manufactura incluye también el ensamble de múltiples partes para hacer productos.

El proceso de manufactura involucra maquinaria, herramientas y mano de obra para transformar la materia en producto. Ver ejemplo en la figura 1.2. La manufactura siempre sigue una secuencia de operaciones (procesos), cada operación acerca el material a su estado final deseado.

Económicamente la manufactura es la transformación de los materiales al agregarse su valor económico en cada operación del proceso. El objetivo principal de la manufactura es agregar un valor económico. Por ejemplo cuando el hierro se convierte en acero se le agrega valor.

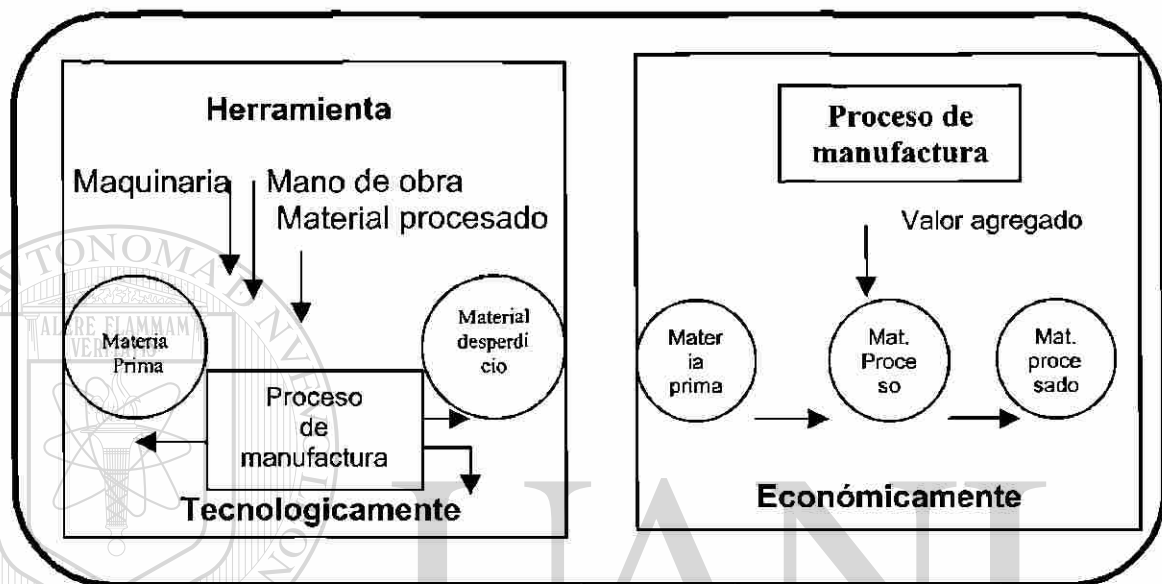


Figura 1.2 Representación de la simbología de la manufactura

La industria consta de empresas y organizaciones que producen bienes y servicios.

Estas industrias pueden clasificarse como primarias, secundarias y terciarias.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Industria Primaria:** son aquellas que cultivan y explotan los recursos naturales como agricultura y la minería.

**Industria Secundaria:** obtienen los productos de las industrias primarias y las transforman en bienes consumibles y/o de capital. La manufactura es la actividad principal de esta categoría, también se incluye la construcción.

**Industria terciaria:** constituye el sector económico.

La tabla 1 muestra las tres categorías industriales.

<b>Primarias</b>	<b>Secundarias</b>	<b>Terciarias</b>
Agricultura	Automotriz	Bancos
Forestal	Bebidas	Comunicaciones
Pesca	Materiales para construcción.	Entretenimiento
Minería	Químicas	Servicios Financieros
Petrolera	Metales Básicos	Gobierno
	Maquinaria pesada	Transporte
	Textiles	Turismo
	Publicidad	Vienes Raíces, Seguros.

## 1.4 Capacidad Manufacturera.

Una planta manufacturera consiste en una serie de procesos y sistemas diseñados para transformar ciertos materiales en productos con valor. Existe un bloque de tres componentes básicos: material, sistemas y procesos; estos tres componentes constituyen el objetivo de la manufactura moderna y existe entre ellos una fuerte interdependencia.

Una compañía manufacturera no puede hacer todo, solo puede hacer ciertas cosas y debe hacerla bien para poder permanecer en el mercado.

La capacidad de manufactura se refiere a las limitantes técnicas y físicas de una firma manufacturera. Podemos identificar varias dimensiones de la capacidad (A) capacidad de procesamiento tecnológico, (B) tamaño físico y peso del producto, (C) capacidad de producción. Estos términos se definen a continuación.

### A) Capacidad de proceso tecnológico:

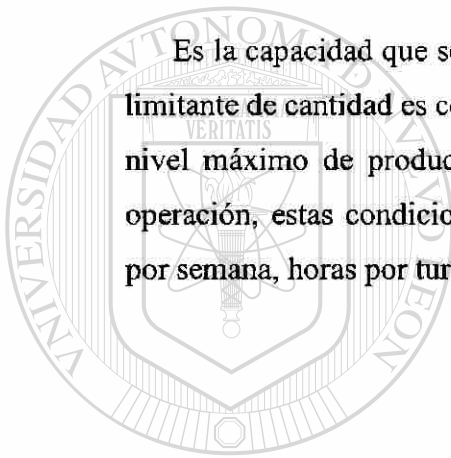
Ciertas plantas desarrollan operaciones de maquinado, fresado o torno, mientras que otras están preparadas o equipadas para soldadura, ensamble y formado. La capacidad tecnológica no solo incluye la experiencia del personal, la especialización del mismo en un área particular. Las compañías están limitadas por sus procesos y deben concentrarse en el diseño y manufactura de productos para los cuales su tecnología y su capacidad de proceso les provee una ventaja competitiva.

**B) Tamaño físico y peso del producto:**

Una planta con ciertos procesos tiene productos que sencillamente no pueden ser acomodados en la planta o que para moverlos es necesario el uso de grandes grúas y otros equipos. Tal es caso de las empresas ensambladoras de tracto camiones deben descomponer sus productos en subensambles que faciliten el ahorro en espacio, inventario y tiempo de entrega a los consumidores.

**C) Capacidad de producción:**

Es la capacidad que se puede o debe producir en una semana, un mes o un año. Esta limitante de cantidad es comúnmente llamada capacidad de planta. Esta definida como el nivel máximo de producción que una planta puede lograr en ciertas condiciones de operación, estas condiciones de operación se refieren al números de turnos de trabajo por semana, horas por turno y otros.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 1.5 Filosofías de Calidad (El riesgo de imitarlas)

Existe un país que merece nuestro reconocimiento por haberse convertido en una gran potencia industrial y hasta financiera comenzando de la nada o mejor dicho, de menos que nada, pues iniciaron reconstruyendo un país devastado por la guerra. A partir de ahí, fueron pacientes y casi silenciosamente generando una riqueza y capacidad productiva de tal magnitud y eficiencia que pueden darse el lujo de enviar sus productos locales incluso a un menor costo y con la misma o mejor calidad.

Los empresarios comenzaron a preocuparse y sorprenderse de ello. Pues tenía que haber algún truco, algún secreto, ya que era prácticamente imposible para ellos (los empresarios locales) producir y salir al mercado con los precios que tenían los productos importados y a reserva de todos los argumentos y litigios legales que se han suscitados para resolver esta situación, que obviamente perjudica a las plantas productivas, el nivel de empleo, etc., del país occidental, la verdad es que los productos están ahí, compiten con calidad, precio y servicio de primer nivel.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Los empresarios incluso enviaron al otro lado del mundo a sus mejores hombres para investigar la razón de su éxito, dieron con que ellos empleaban una serie de técnicas y vivían bajo una filosofía que respondía a todas las preguntas de cómo lo hacían. Esto hizo concluir a los empresarios occidentales que si imitaban los suficiente a estos coloso industriales tendrían éxito. Y desde hace tiempo, dio inicio una carrera para imitar aquellas filosofías (orientales) que han logrado impresionar al mundo por su efectividad y rentabilidad.



Se han escrito miles de libros, se gastan al año millones de dólares en cursos para aprender “los secretos del éxito oriental”. El empleo e implementación de estas técnicas y filosofías de trabajo, han sido el gran fundamento en el que se basan tanto las nuevas empresas, como las ya establecidas, ahora, quien no tenga herramientas se considera fuera de lugar, anticuado y obsoleto.

Han pasado los años y en un balance desde el punto de vista exclusivamente productivo, estas técnicas han surtido efecto, cientos de empresas se han beneficiado de su implementación, la rentabilidad se ha hecho evidente y a la sombra de las mejoras tecnológicas y la globalización, todo esto pareciera indicarnos un éxito total.

Hoy en día, este país oriental, es una gran potencia, es del tamaño de Chihuahua y Aguas Calientes Juntos, en ese espacio de territorio habitan 124 millones de personas, poseen los 10 bancos mas grandes y el mas alto índice educativo en el mundo y su producto nacional es igual a lo que producen Francia, Inglaterra y Alemania juntos.

---

Pero , ¿qué esta ocurriendo con aquel país en el que se iniciaron dichas técnicas y filosofías de trabajo y producción? Pareciera que no les puede ir mejor, sin embargo, algo que llama la atención es que cuenta con el mas alto índice de suicidios del planeta. ¿Que pasa? , ¿Porqué?... Todos deberían de estar contentos si su nivel de vida y su ingreso per capita es superior al de muchos países, como es que hay tanta gente que quiere matarse y lo hace.

Las personas como los trabajadores o empleados han respondido bien en la asimilación de esto, los procesos están aprobados, las personas los conocen, los

manejan, los implementan y desarrollan, si se ha ajustado a funcionar “en armonía con las maquinas”, ¿Cuál puede ser el problema?

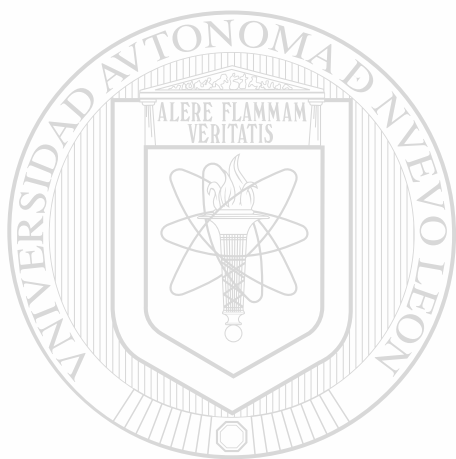
El problema – considero – consiste básicamente en el olvido de la persona como ser humano, las personas tienen sensaciones, emociones y sentimientos, tienen sueños, inspiraciones, motivaciones, miedos y resentimientos, ¡son personas!

Se ha tenido mucho éxito en convertir a las personas en excelentes pieza del proceso, se les indujo a buscar la calidad, la productividad, disminuir costos, desperdicios, etc. Se les infundió lenta pero eficazmente el objetivo de producir con eficiencia como su mejor y mas alta meta en la vida, ofreciendo indirecta o hasta incoscientemente que ello seria gratificante y estimulante, que los realzaría plenamente, que era todo, lo mejor de lo mejor, pensar así, actuar así, trabajar y producir así, incluso vivir así para ello, se logro que las personas quisieran vivir para trabajar.

---

Funcionó bien durante algún tiempo, pero la naturaleza del hombre se está revelando, el hombre es mucho más que una maquina de trabajo o una pieza del proceso, aunque se le quiera decir y hasta convencer de que es lo mejor para él ser productivo y tener esto como meta en la vida, el hombre necesita libertad para pensar, soñar ser y vivir, pero no vivir para trabajar, sino trabajar para vivir y esta es una pequeña pero gran diferencia, el trabajo y la productividad no pueden ser un fin en si mismos, deben ser solo un medio, para construir, para crear, disfrutar, incluso errar y aprender, para crecer con libertad.

La vida no solo es trabajo y si por convencimiento propio o ajeno nos hacemos a la idea de que el trabajo me dará la felicidad plena y completa, estoy limitando mis capacidades y corro el riesgo de que por imitar filosofías de calidad, pierda mi esencia libre y soñadora, creativa y emotiva, pero en especial puedo perderme a mi mismo, puedo hacer que pierdan mis trabajadores y empleados. La vida es balance y equilibrio, es armonía, si logramos no descuidar el lado humano de la empresa podemos tener éxito empleando las mejores técnicas y filosofías de calidad con el grandioso potencial humano y sensible del hombre. ¡No nos olvidemos de nosotros mismos!



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## CAPITULO 2

### ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN

#### 2.1 Líneas de ensamble

Las líneas de ensamble, el elemento principal en toda empresa manufacturera deben distribuirse de tal forma que faciliten el flujo de los materiales a través del proceso de transformación. Al construir una línea de ensamble se deben considerar factores ergonómicos, tales como la iluminación, el diseño de mesas, herramientas, etc. Todo con el mismo objetivo producir mas, mejor con menos recursos y accidentes. Las líneas deben agruparse por modelo o programa y una vigilancia periódica es recomendada para mantener en optimas condiciones su funcionamiento. Por lo general asociamos el termino líneas de producción en serie o una producción masiva de productos los cuales entran al sistema en forma de materia prima y se convierten por medio de un proceso establecido en productos terminados con un valor agregado.

Para construir una línea de ensamble sigamos los siguientes pasos.

- a) Analicemos lo que vamos a construir, ejemplo: Cables, ensamble de componentes, soldadura, etc.
- b) Identifiquemos los aspectos críticos de nuestro proceso, (analizar detalladamente mediante un diagrama de flujo el método a seguir para el ensamble).
- c) Revisión de tiempos, movimientos, diseño de herramientas y demás factores ergonómicos involucrados en la relación operador – trabajo.
- d) Implementación Piloto, en este paso se debe involucrar a todo el personal, es imperativo recopilar toda la información posible que identifique las fallas, como demoras, cuellos de botella, abastecimiento flujo y pruebas.
- e) Verificación, revisión y mejora continua de todos los aspectos mencionados anteriormente. Es valido seguir los pasos de empresas triunfadoras en el diseño de sus procesos recordando que no es necesario reinventar la rueda solo mejorarla.

Las líneas de ensamble rectas presentan problemas para el flujo y abastecimiento del material, usemos arcos o líneas en forma de “u” permitiendo la movilidad del personal y del material. Ver figura 2.1

Para minimizar el tiempo muerto o inoperacional causado por fallas en el equipo, se puede capacitar al personal para que repare fallas menores en su equipo finalmente son ellos los mas relacionados con el proceso.

Figura 2.1 Líneas de ensamble en forma de “U”

### 2.1.1 Celdas de Trabajo

Un caso especial de distribución orientada al proceso es la celda de trabajo. Una celda de trabajo emplea máquinas que ordinariamente estarían dispersas en varios departamentos de proceso y las acomoda en un pequeño grupo de tal forma que las ventajas de los sistemas orientados al producto pueden ser logradas para soportar un lote en particular o una familia de lotes.

La celda de trabajo se construye alrededor del producto. Las ventajas de las celdas de trabajo son:

1. Inventario reducido de trabajo en proceso, porque la celda de trabajo se establece para ofrecer un flujo balanceado entre máquina y máquina.
2. Se requiere menor espacio de piso, por que al acomodar el inventario de trabajo en proceso, se necesita menos espacio entre las máquinas distribuidoras en el área.
3. Inventarios reducidos de materias primas y de bienes terminados, porque el menor trabajo en el proceso permite un movimiento más rápido de materiales a través de la celda de trabajo.
4. Costo reducido de la mano de obra directa debido a un mejor flujo de materiales y una programación mejorada. El tiempo para moverse desde una pieza a la otra y desde un lote dentro de la familia a otro se reduce sustancialmente.
5. Gran sentimiento de participación del empleado en la organización y en el producto, por que los empleados aceptan mayor responsabilidad para la calidad,

porque los problemas de calidad ya se han identificado con la celda de trabajo y el empleado.

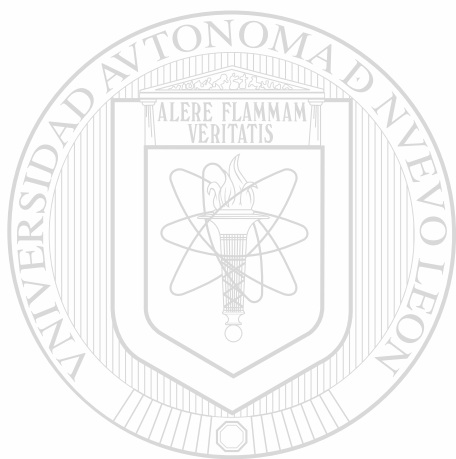
6. Mayor utilización del equipo y de la maquinaria debido a la mejor programación y el flujo de materiales mas acelerado.
7. Inversión reducida en maquinaria y equipo debido a que una buena utilización de las instalaciones reduce el numero de máquinas y la cantidad de equipo y herramientas.

<b>Celda de trabajo</b>	<b>Centro de trabajo enfocado</b>	<b>Fabrica enfocada</b>
<p>Una celda de trabajo es un arreglo temporal de máquinas y personal orientados al producto en lo que generalmente es una instalación orientada al proceso.</p>	<p>Un centro de trabajo enfocados es un arreglo permanente de máquinas y personal orientados al producto en lo que normalmente es una instalación orientada al proceso.</p>	<p>Una fábrica enfocada es una instalación permanente, donde se producen bienes o componentes en una instalación orientada al producto. Muchas de la fábricas enfocadas, que actualmente se construyen en Estados Unidos, fueron</p>
<p>Ejemplo: un taller con maquinaria y personal reacomodado para producir 30 paneles de control únicos.</p>	<p>Ejemplo: manufactura de ménsulas para tubería en un astillero.</p>	<p>originalmente parte de una instalación enfocada al proceso.</p> <p>Ejemplo: una planta para producir mecanismos de ventanas para automóviles.</p>

Tabla 2 Ejemplos de celda de trabajo

Los requerimientos para la producción celular incluyen:

1. Códigos de tecnología de grupo o su equivalente;
2. Un alto nivel de entrenamiento y flexibilidad de parte de los empleados;
3. Ya sea soporte de asesoría o bien, empleados flexibles, con imaginación para establecer, desde el inicio las celdas de trabajo.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



### 2.1.2 Producción en Serie

Nuestra idea de fabricación en serie es la relacionada con altos volúmenes, producción uniforme, costos unitarios bajos y con pocas sorpresas. La fabricación de cemento puede ser el ejemplo mas puro de ello. Se vacía la piedra caliza y la arcilla. Se calienta en el horno a  $1482^{\circ}\text{C}$  se muele con yeso y sale el cemento Pórtland. Continúa así veinticuatro horas al día, siete días a la semana con producción uniforme. Y continúa así tal vez durante seis meses, hasta que la formula cambie o se para la producción para enladrillar de nueva cuenta al horno.

Nosotros pensamos que muchas otras industrias se dedican a la producción masiva aun cuando se quedan cortas en cuanto al concepto. Una refinería o una línea de montaje puede tener altos volúmenes y producir costos unitarios bajos y pocas sorpresas, pero la producción generalmente no es uniforme. Las formulaciones de la refinería cambian constantemente y otras líneas de montaje producen una variedad de modelos en diversas cantidades. (Tal parece que ninguna otra industria manufacturera tiene una producción tan estable durante tanto tiempo como la fabricación de cemento. A menos que usted desee contar la generación de energía eléctrica, comenzando con la continua extracción de carbón, que se traslada en camiones hasta los hornos, cuyo vapor hace girar las turbinas en una planta de 500 megavatios, todo situado en un yacimiento de carbón).

¿Qué hay de los fabricantes de anillos para pistones, herramientas, cajones para archivos, bombas, tornillos, alambre y cable, plumas para escribir, ropa y baldosa? Estos y decenas de miles de otros productos industriales y de consumo a menudo se fabrican en lo que algunos denominan producción en serie. Los volúmenes pueden ser grandes por lote y masivos por año. No obstante las producciones están cambiando

constantemente en cuanto a cantidad y tipo, los costos unitarios son altos y es motivo de sorpresa cuando los programas y otros planes detienen la producción por un tiempo tan largo como un par de días. Esta es la clase de producción en serie (dudoso de llamarlo de esta manera) que conduce a ser comido vivo por los competidores más aptos. Firmas que operan de esta manera necesitan convertirse en productores eficaces

¿Por qué producción en serie? La producción en serie no está muerta, de hecho, está disfrutando de un rejuvenecimiento. Una de las razones es que las formas inferiores a las de producción de alto volumen son ineficaces. Otra es que hemos aprendido a aplicar el método de la producción en serie con todas sus ventajas, desde las etapas tempranas de la producción dejando la producción a la medida hasta la última etapa.

Fallas en el diseño de las líneas de producción. “Delgada y simple” es la pieza central de la manufactura de clase mundial. Encontramos un sinnúmero de ejemplos de ello en casi toda la industria, salvo una excepción evidente: el llenado y el empaquetado. Si bien otras industrias se estaban deshaciendo de transportadores o los estaban reduciendo y tratando de cerrar las brechas existentes entre los procesos, los cerveceros, embotelladores, enlatadores y empaquetadores no lo estaban haciendo así. Como medida de protección en contra del funcionamiento errático del equipo de llenado y de empaquetado, ellos hicieron lo que habían hecho siempre: insertaron largos y amplios transportadores entre las estaciones de trabajo y las llenaron con existencias de amortiguadores. Añadieron acumuladores aquí y allá para tener más existencias. En otras palabras, las fallas y las tolerancias para las mismas están diseñadas adentro.

La razón fundamental va más o menos así: El aumento de la velocidad en la línea, el equipo complejo de empaçado y los envases más ligeros en peso que nunca, así como los materiales de empaçado, casi seguro provocan obstrucciones (generalmente varias) en un mismo día. Así pues, con el objeto de evitar interrupciones completas en las líneas, se opta por poner más transportadores para desalojar la carga. Los problemas menores causados por un utensilio o dosificador atorado no necesitan detener toda la línea. Más bien, los operadores se apresuran a resolver rápidamente el problema, mientras el resto del equipo continúa funcionando. No obstante, algunos problemas mayores sí logran detener la línea completa. A pesar de los transportadores llenos de carga, varios problemas, menores y mayores, surgen en repetidas ocasiones durante el día, provocando que las líneas en estos negocios se detengan, 30, 40 o incluso 50 por ciento del tiempo. Por lo general, la solución que proponen los directivos en las oficinas centrales corporativas, es: Hacer que las líneas funcionen aún más rápido, lo cual sólo aumenta el número de obstrucciones.

Líneas demasiado largas, anchas y rápidas. Tomemos por ejemplo la planta de alimentos preparados y congelados de Swanson en Salisbury, Maryland, por el año de 1985. Las líneas manejadas por transportadores para el llenado y el empaçado medían desde 183 hasta 259 metros de largo. La velocidad de las líneas, aproximadamente 270 platillos por minuto, eran motivo de orgullo para los diseñadores y directivos de la empresa. No obstante, debido al movimiento tan rápido de las bandejas de aluminio ligero, las cuales tiene que pasar por varias estaciones de llenado, a través de las largas secciones del transportador que no siempre están derechas o niveladas y al funcionamiento temperamental del equipo de empaçado, cualquier falla en la alineación, por pequeña que esta sea, detendría la línea.

La eliminación del transportador. Desearía tener algunos buenos ejemplos de líneas de producción bien diseñadas en el sector de llenado y empaçado, pero no los tengo. No obstante, existen bastantes ejemplos en otras industrias. Uno de tantos es Plamex, planta maquiladora en Tijuana, México, que produce auriculares de marca Plantonics por millares al día. Sus auriculares son usados como receptores telefónicos a manos libres por compañías de telemercadeo, como audífonos para los pilotos y controladores de tráfico aéreo, así como cientos de propósitos diferentes.

A principios de 1994, los ensambladores se apiñaban alrededor de las largas líneas de transportadores eléctricos, Alejandro Bustamante, el nuevo gerente de la planta, previo la eliminación de los transportadores, reemplazándolos con módulos de bancas de montaje de 9 por 1.50 metros, de los cuales los primeros se dedican a producir componente y los últimos realizan pruebas y el empaçado de las unidades terminadas. Las docenas de módulos en la planta emplean simples tapas corredizas hechas de madera. Un asociado termina una etapa de montaje y coloca el componente en la tapa cercana, que lo entrega al siguiente ensamblador, generalmente al otro lado de la banca.

---

Después de que los extensos transportadores fueron eliminados, quedó un solo módulo automatizado y su funcionamiento era comparable, de manera directa, con el módulo manual contiguo. Los dos producían exactamente los mismos componentes para los auriculares. El módulo automatizado requirió ocho operadores; el manual requirió de seis y producía más componentes al día.

El diseño de los módulos que contempla a los ensambladores sentados en ambos lados de las anchas bancas de montaje mantiene a los compañeros de equipo de Plamex en contacto estrecho. La separación de cada línea en varios módulos tiene dos propósitos benéficos; mantiene equipos pequeños y permite que cada módulo tenga cierta

independencia, para que el problema de un módulo no afecte de manera inmediata al otro. Solo una deficiencia: Las líneas están derechas, en lugar de doblarse alrededor de ellas mismas formando un arco en “U”.

Arcos. Ahora conocemos bien la razón fundamental para las líneas de montaje en forma de U o serpentinadas y para las celdas. Por lo menos en un aspecto general. Pero existen sutilezas relacionadas con factores tales como la flexibilidad, la operación humana, el tiempo de ciclo y el enfoque.

Una de ellas es el radio de los arcos. Cuando los arcos están demasiado cerrados, no hay suficiente espacio para incluir más estaciones, ya sea dentro de la línea o como ramificaciones del subensamblado que alimentan la línea directamente, de acuerdo con los cambios en los procesos. El otro extremo es una línea recta sin curvas de ninguna clase. La añadidura de estaciones solo se puede llevar a cabo al quitar las ramificaciones de la línea y el solo hecho de quitar una estación provoca la creación de una brecha, para lo cual la peor solución es un transportador.

La fábrica de Briggs & Stratton en Milwaukee, que produce motores pequeños de gasolina, tiene magníficos ejemplos de células, mecanizado. El espacio considerable que ocupan las máquinas cortadoras de metal, pone distancia de por medio entre una máquina y otra dentro de una celda. El uso de transportadores cortos en estas celdas salva la distancias. ¿No se observa ningún transportador atestado de inventario? Briggs sigue los dictados del sistema de producción de Toyota: Colocar cantidades estándar de trabajo en proceso para cada proceso y mantener el control de las mismas. El estándar se observa en las celdas consiste de solo una o dos piezas entre las máquinas. Los operadores y los supervisores conocen los límites de la fila de espera y se encargan de

que se pongan en práctica (Principio 6, reducir la distancia de flujo, el tiempo de flujo, etc.).

Si se desea mantener los límites de la fila de espera sin la aplicación del concepto estándar dentro de las células, o negativas de espacio, es necesario hacer uso de un “vigilante kanban”, como el de Martín Marieta en Denver.

La aplicación de lo anterior no es tan difícil en la manufactura con base en el uso intensivo de las máquinas. El funcionamiento de las máquinas no se trastorna por la reducción de velocidad a causa de un problema. El procesamiento de trabajo intensivo es diferente. Frente a las interrupciones, la tendencia de la gente es continuar con el proceso de montaje, llenando cualquier transportador a la mano o superficie lisa disponible. La disciplina de kanban, limitación formal de espacio, ayuda a la gente a atacar los límites de la fila de espera, detenerse y acudir al lugar donde existe el problema para participar en su solución.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 2.2 Producción y Calidad

Mucho se ha hablado sobre producción y calidad pero para entender que es lo que sucede en la actualidad es necesario evaluar ambos términos por separado.

Primero llamamos producción a la manufactura en nuestro caso la transformación de materias primas básicas en productos con valor agregado. Se dice que se tiene una buena producción cuando los niveles cuantitativos han sido cumplidos. ¿Pero con que calidad se logro este objetivo y cual fue el costo de del mismo?

Antes de decidir que tuvimos una buena producción es necesario establecer si tuvimos una buena productividad o lo que es lo mismo ver si producimos eficientemente.

Segundo, en este nuevo ambiente donde predomina la ley del mas competitivo y no necesariamente la ley del mas fuerte, el lograr el equilibrio entre producción y calidad debe ser el objetivo principal a seguir, ya no basta con producir un producto de calidad hoy nuestros clientes demandan además servicio, atención, flexibilidad y disponibilidad, cualquier empresa carente de estos aspectos no tiene asegurada una posición en el mercado en el que se desenvuelven. La calidad no es simplemente cumplir nuestro compromiso con el cliente, hacer calidad o tener calidad significa conquistar la atención y la permanencia del comprador en todos los niveles económicos.

### 2.2.2 Definición

Segun el ISO 8402 el significado de calidad **“Es la totalidad de opciones y características de un producto o servicio que inciden en su capacidad de satisfacer necesidades establecidas o implícitas”**. En algunas compañías, incluso la calidad tiene un enfoque financiero en los informes de costo de la calidad. La retención del calculo del costo de la calidad (más allá de su tiempo) es el desperdicio sin valor agregado. Los primeros usos en TI, IBM, Xerox, Motorola y otras empresas, significaron un acontecimiento importante en la progresión total de calidad. Los ejecutivos orientados hacia el dinero necesitaban advertir que las perdidas de calidad eran tan grandes, del 10 al 20 por ciento de los ingresos, que tuvieron que hacer del mejoramiento de la calidad una iniciativa estratégica clave. Y así lo hicieron. Todos los demás también. Pocos gerentes hoy día aun sostienen la opinión de que la calidad cuesta demasiado dinero.

La comunidad de la calidad ha hecho un trabajo maravilloso al lograr que la gente crea en el control estadístico de los procesos y que el muestreo de un lote es, en comparación, una manera deficiente de obtener calidad. En estos días, los diarios de calidad a la vanguardia rara vez mencionan el muestreo del lote y los capítulos de los libros de texto sobre las metodologías de calidad algunas veces reducen el tema del muestreo del lote a un párrafo o dos solamente.

(Así mismo, la clasificación económica según el tamaño del lote ha perdido estima en la comunidad de administración de inventarios). Una suerte similar deberán correr los costos de calidad. Sin embargo, un artículo reciente publicado en **On Q**, el diario de registros para la Sociedad Estadounidense para el Control de Calidad, presentó una lista de diez referencias sobre el cálculo del costo de calidad. Sepultemos los costos de



calidad, que al fin y al cabo los japoneses nunca hicieron uso de ellos, ya que el éxito de las empresas administradas con base en la calidad son la mejor prueba.

### 2.2.3 Importancia del control Estadístico del Proceso

El control estadístico del proceso es una técnica ampliamente utilizada para asegurar que los procesos están cumpliendo los estándares. Todos los procesos se encuentran sujetos a un cierto grado de variabilidad.

En la década de 1920, el Dr. Walter Shewhart de los Laboratorios Bell, mientras estudiaba los datos del proceso, hizo la distinción entre las causas de variación son las causas comunes y especiales. En la actualidad, mucha gente se refiere a estas variaciones como causas naturales y asignables. Desarrolló una herramienta sencilla pero poderosa para separar las dos el diagrama de control.

El objetivo del control estadístico del proceso es el tomar decisiones económicas adecuadas acerca de acciones que afectan el proceso. Se dice que un proceso está operando bajo control estadístico cuando la única fuente de variación son las causas comunes (naturales). El proceso se deberá someter a control estadístico para detectar y eliminar las causas de variación especiales (asignables).

Entonces su desempeño será predecible, y su capacidad para satisfacer las expectativas del cliente puede cumplirse. La habilidad de un proceso para operar dentro de control estadístico se determina por la variación total que proviene de causas naturales – esto es, la variación mínima, que puede lograrse después de que todas las causas asignables se han eliminado.

El objetivo de un sistema de control de proceso, entonces, es el de ofrecer una señal estadística cuando se presentan causas de variaciones asignables. Tal señal puede acelerar la acción apropiada para eliminar las causas asignables.

### **Variabilidad en el proceso de producción.**

En la figura 2.2a se muestran los pasos para determinar la variación del proceso. Primero se toma una serie de pequeñas muestras y se les coloca en una escala proporcional (el eje horizontal).

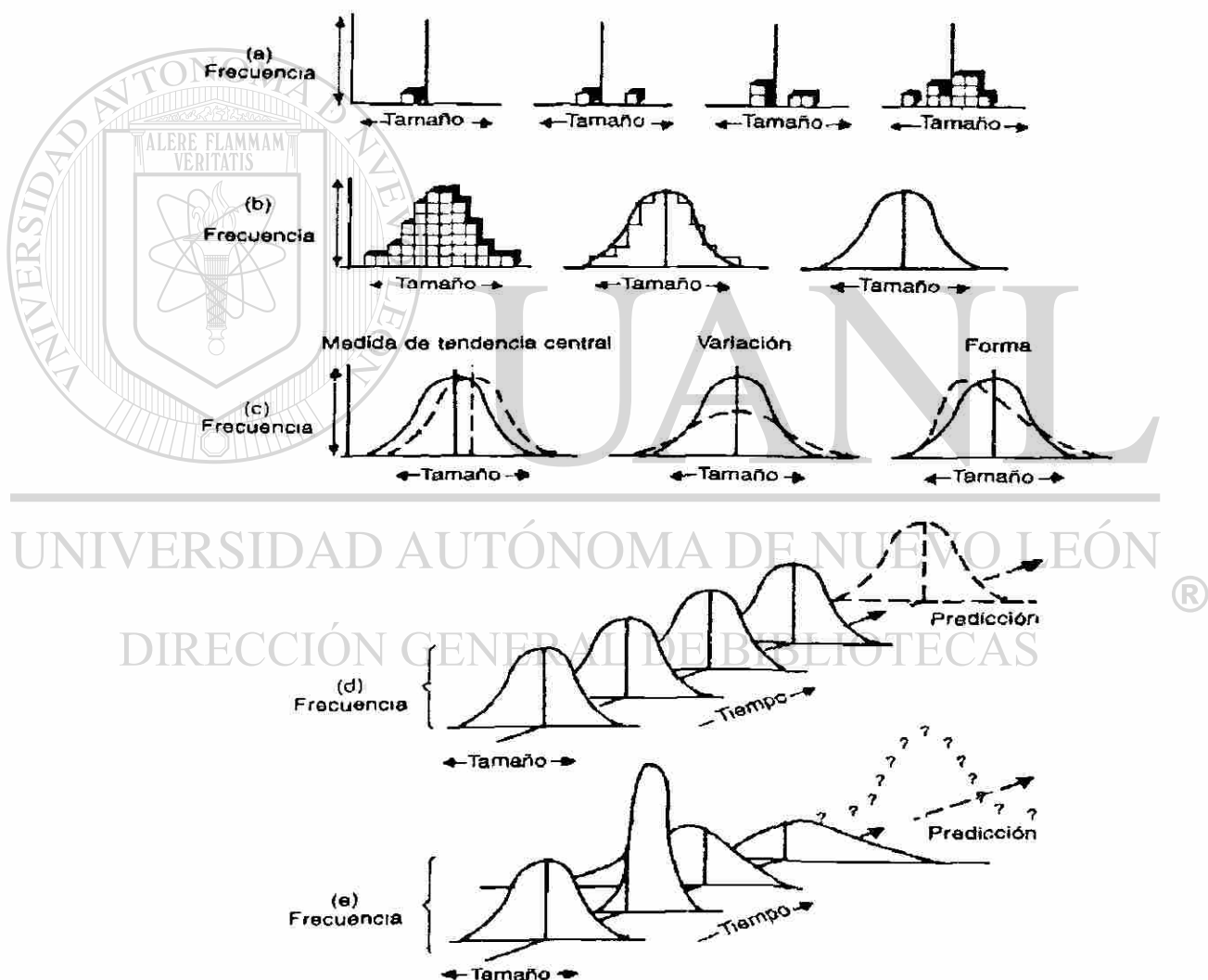
Después, en el eje vertical, se indica el número de veces que ocurrieron (su frecuencia). Eventualmente, después de un número de muestras, se tienen las distribuciones mostradas en la figura 2.2b.

Las distribuciones, por supuesto, difieren (véase la figura 2.2c) dependiendo de lo que revelaron las muestras. Si sólo se encuentran las causas de variaciones naturales en el proceso, entonces las distribuciones serán similares a la que aparece en la figura 2.2d. Si aparecen causas de variaciones asignables (esto es, causas que no se esperan como parte del proceso), entonces las muestras producirán distribuciones inesperadas, tales como las mostradas en la figura 2.2e.

El trabajo del administrador de operaciones es, desde luego, eliminar las variaciones asignadas y mantener los procesos bajo control. Ahora se verá cómo construir diagramas de control que ayuden al administrador de operaciones en su tarea de realizarlo.

**Variaciones naturales y asignables.** (a) Las muestras varían de una a la otra; (b) pero forman un patrón que, si es estable, es llamado distribución; (c) las distribuciones pueden diferir en la medida de la tendencia central, variación, forma, o cualquier combinación de éstas. (d) Si sólo se presentan causas de variación natural, la salida del proceso forma una distribución que es estable a través del tiempo y es predecible; (e) si se presentan causas de variación asignables, la salida del proceso no es estable a través del tiempo y no es predecible.

Figura 2.(1,2,3) Variaciones Naturales



### **Construcción de diagramas de control.**

Cuando se construyen diagramas de control, se utilizan promedios de muestras pequeñas (a menudo de cinco artículos o partes), en oposición a los datos de partes individuales. Las piezas individuales tienden a ser demasiado erráticas para lograr que las tendencias se hagan rápidamente visibles. El propósito de los diagramas de control es el de ayudar a distinguir entre las variaciones naturales y las variaciones debidas a causas asignables.

**Variaciones naturales.** Las variaciones naturales afectan casi a cualquier proceso de producción y deben esperarse. Las variaciones naturales son las diversas fuentes de variación dentro de un proceso que está bajo control estadístico. Se comportan con un sistema constante de causas de oportunidades. Aunque todos los valores medidos en forma individual son diferentes, agrupados forman un patrón que puede ser descrito como una distribución. Cuando estas distribuciones son normales, se caracterizan por dos parámetros. Éstos son:

- ❖ Media, (la medida de tendencia central, en este caso, el valor promedio).
- ❖ Desviación estándar, (variación, dispersión de los datos en una muestra).

### **DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

Mientras la distribución permanezca dentro de los límites que se han especificado (precisión de salida), se dice que el proceso se encuentra “bajo control” y que las pequeñas variaciones son toleradas.

**Variaciones asignables.** La variación asignable en un proceso puede ser rastreada a una razón específica. Los factores tales como el desgaste de la maquinaria, el equipo

desajustado, fatiga o falta de entrenamiento de los trabajadores, o nuevos lotes de materia prima son fuentes potenciales de variaciones asignables.

### Gráficas de control para variables

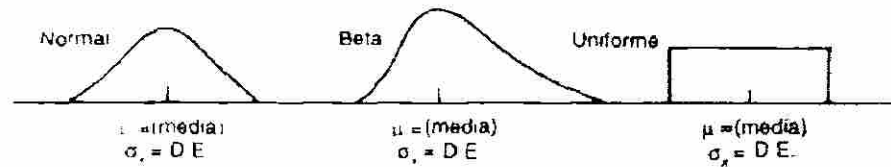
Las gráficas de control para la media,  $\bar{x}$  y el rango  $R$ , se utilizan para monitorear los procesos que se miden en unidades continuas. La gráfica  $\bar{x}$  ( $\bar{x}$ -barra) nos dice si existen cambios en la tendencia central de un proceso. Esto puede ser debido a factores tales como el desgaste de la herramienta, un incremento gradual en la temperatura, un método diferente utilizado en el segundo turno, o materiales nuevos y más fuertes.

Los valores de la gráfica- $R$  indican que se ha presentado una ganancia o pérdida en la uniformidad. Tal cambio puede deberse al desgaste en rodamientos, una parte floja en la herramienta, un flujo errático de los lubricantes en una máquina.

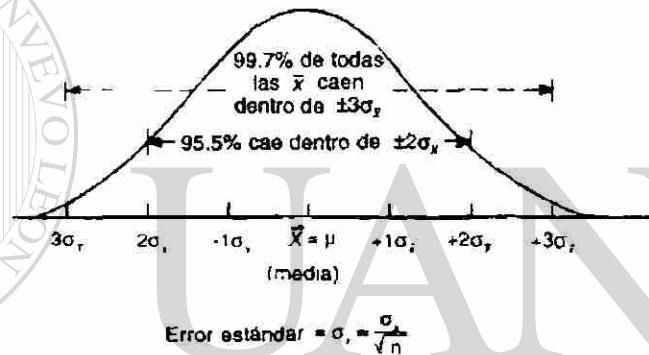
**Teorema del límite central.** El fundamento teórico para las gráficas  $\bar{x}$  es el teorema del límite central. En términos generales, este teorema establece que a pesar de la distribución de todas las partes o servicios, la distribución de las  $\bar{x}$  (cada una de las cuales es la medida de una muestra elegida de una población) tenderá a seguir una curva normal mientras que el tamaño de las muestras crezcan. Afortunadamente, aunque  $n$  sea bastante pequeña (digamos 4 o 5), las distribuciones de los promedios aún seguirán, aproximadamente, la forma de una curva normal. El teorema también establece que: (1) la media de la distribución de las  $\bar{x}$ 's (llamada  $\mu$ ) será igual a la medida de la población total (llamada  $\sigma$ ); y (2) la desviación estándar de la distribución de la muestra,  $\sigma_{\bar{x}}$  será la distribución estándar de la población,  $\sigma$  dividida entre la raíz cuadrada del tamaño de la muestra,  $n$ .

La figura 2.4 muestra tres posibles distribuciones de población, cada una con su propia mediana, y desviación estándar. Si una serie de muestras aleatorias ( $x_1, x_2, x_3, x_4$ , y así sucesivamente), cada una de tamaño  $n$ , se saca de cualquiera de estas, la distribución resultante de las  $\bar{x}$ 's aparecerá como en la gráfica de debajo de esa figura.

Algunas distribuciones de población



Distribución de medias de distribuciones de muestras (siempre normales)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Figura 2.4 Tipos de Distribución

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Debido a que ésta es una distribución normal, se puede establecer que:

1. El 99.7% del tiempo, los promedios de las muestras caerían dentro del  $+3\sigma_x$  si el proceso tiene solamente variables aleatorias; y
2. El 95.5% del tiempo, los promedios de las muestras caerán dentro del  $+2\sigma_x$  si el proceso tiene solamente variables aleatorias.

### Muestreo de aceptación (Población y Distribución de las muestras).

El muestreo de aceptación involucra tomar muestras aleatorias de “lotes” o tandas de productos terminados para que el inspector los mida contra estándares predeterminados. El muestreo aleatorio, como se mencionó anteriormente en este capítulo, es más económico que la inspección al 100%. La calidad de la muestra sirve para evaluar la calidad de todos los artículos del lote. Aunque se pueden inspeccionar por muestreo de aceptación los atributos o variables, la inspección por atributos es comúnmente utilizada según se ilustra en esta sección.

El muestreo por aceptación se puede aplicar cuando se reciben las materias primas en la planta de un proceso productivo, o en la inspección final, pero generalmente se utiliza para controlar los lotes de entrada de los productos comprados. Un lote de partes, cuyo rechazo está basado en un nivel inaceptable de defectos encontrados en la muestra, puede (1) devolverse al proveedor, o (2) inspeccionarse al 100% para eliminar todos los defectos; normalmente el costo de esta revisión se carga al proveedor. Sin embargo, el muestreo de aceptación no es un sustituto de los controles adecuados en el proceso. De hecho, el sistema normal es el de hacer controles estadísticos de calidad a nivel de proveedor, de tal forma que el muestreo de aceptación pueda ser eliminado.

La curva de características de operación, describe qué tan bien un plan de aceptación, discrimina entre los lotes buenos y malos. Una curva pertenece a un plan específico, esto es una combinación de  $n$  (tamaño de la muestra) y  $c$  (nivel de aceptación). Esto es con el fin de mostrar la probabilidad de que el plan acepte lotes de varios niveles de calidad.

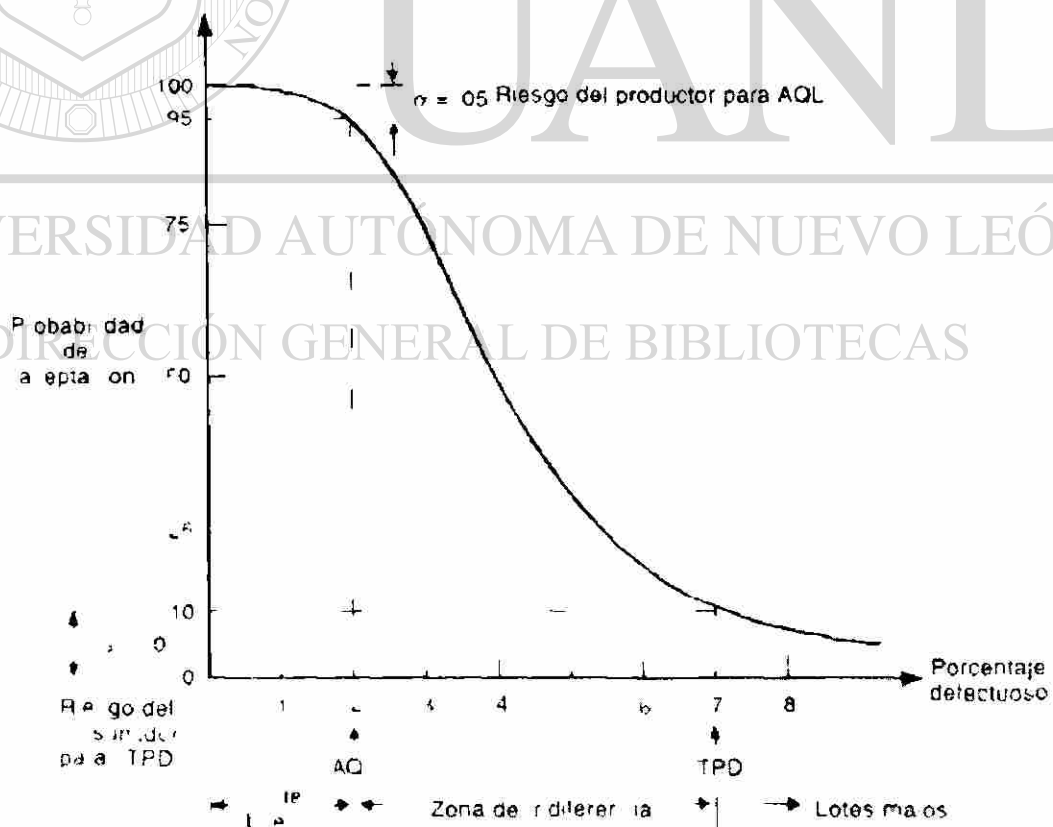
El muestreo de aceptación, generalmente están involucrados dos partes: el productor y el consumidor del producto. Al especificar un plan de muestreo, cada parte debe evitar los costosos errores al aceptar o rechazar un lote. El productor desea evitar el error de rechazar un lote bueno (riesgo del producto).

Esto se debe a que generalmente, el fabricante tiene la responsabilidad de reemplazar todas las piezas defectuosas en el lote rechazado o pagar para que un nuevo lote sea embarcado al cliente.

Por otro lado, el cliente o consumidor desea evitar el error de aceptar un lote defectuoso, porque los defectos encontrados en un lote que había sido aceptado son generalmente responsabilidad del cliente (riesgo del consumidor). La curva muestra las características de un plan de muestreo en particular, incluyendo los riesgos de tomar una decisión equivocada.

La figura 2.5 puede ser utilizada para ilustrar un plan de muestreo en forma más detallada. Se ilustran cuatro conceptos en esta figura.

Figura 2.5 ( Plan de muestreo )





## 2.2.4 Ergonomía Industrial

Se podrá recordar de la discusión sobre la administración científica en el capítulo 1, que en los finales de la década de 1880, Frederick W. Taylor empezó la era de la administración científica. El y sus contemporáneos empezaron a examinar la selección del personal, los métodos de trabajo, los estándares de trabajo y la motivación. Examinaron el papel de la administración y de los empleados en el trabajo, y se interesaron en:

1. Emparejar a los empleados con las tareas (diferencias individuales).
2. Métodos de trabajo (mejorar el desempeño de la tarea).
3. Estándares de trabajo (de tal forma que el empleado y el empresario sabrían lo que se debe hacer y lo que constituye un día de trabajo justo).

Con fundamentos ofrecidos por Taylor y sus contemporáneos, se ha creado un cuerpo de conocimiento acerca de las capacidades y aptitudes de la gente. Este conocimiento es necesario por que el humano es un ser con ojos y manos que posee capacidades extraordinarias y algunas limitaciones. Debido a que los administradores deben diseñar trabajos que puedan ser hechos, ahora se describirán brevemente algunos puntos relacionados con las capacidades y limitaciones de la gente.

El administrador de operaciones esta interesado en concluir una buena interfase entre el humano y la maquina. Los estudios de esta interfase se conocen como ergonomía. Ergonomía significa “el estudio del trabajo”.

(Ergo viene de la palabra griega para trabajo). En Estados Unidos el termino factores humanos a menudo se sustituye por la palabra ergonomía.

Los adultos varones y mujeres, entran en configuraciones limitadas. Por lo tanto, el diseño del lugar de trabajo depende de los datos biomecánicos y antropométricos. Estos datos ofrecen la información básica de fuerza y medida necesarias para diseñar herramientas y el lugar de trabajo, ambos elementos pueden hacer los trabajos fáciles o difíciles.

Ahora se revisará brevemente un problema que resulta de un pobre diseño ergonómico. El teclado actual de la maquina de escribir fue arreglado a propósito para hacer lenta la escritura de los mecanógrafos.

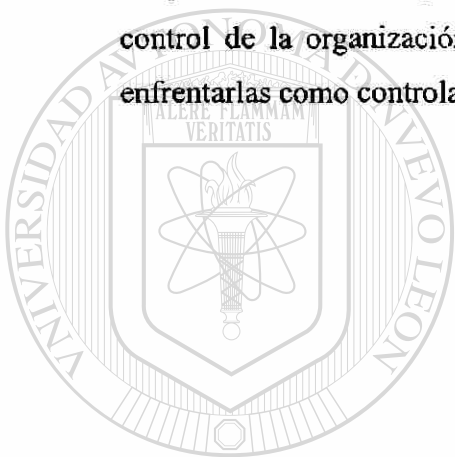
El arreglo mecánico de las palancas de las primeras maquinas de escribirse podían atascar cuando un mecanógrafo sobresaliente trabajara. Así que la respuesta será colocar las teclas en un arreglo difícil. El resultado es el teclado QWERTY familiar. Sin embargo, aun con un teclado difícil, el operador realizaba una variedad de actividades desde el regreso manual del carro hasta cambiar y alinear el papel.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Las manos y muñecas del operador se ejercitaban. Pero con la llegada del procesador de palabras, la oportunidad para los mecanógrafos de ejercitar manos y muñecas fue severamente restringida.

El resultado es un gran aumento de casos en el síndrome de túnel del hueso carpiano, una condición dolorosa del nervio por el uso repetitivo y anormal de la muñeca. Según se muestra en la figura 2.6, se han hecho esfuerzos para enfrentar el problema. La forma en que los administradores de operaciones diseñan el lugar de trabajo puede marcar la diferencia.

El ambiente de trabajo. El ambiente físico en el que trabaja el empleado afecta su desempeño, seguridad y calidad de su vida laboral. La iluminación, ruido y/o vibración, temperatura, humedad y calidad del aire son factores del ambiente de trabajo bajo el control de la organización y el administrador de operaciones. El administrador debe enfrentarlas como controlables.



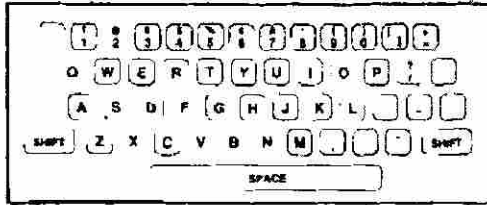
# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



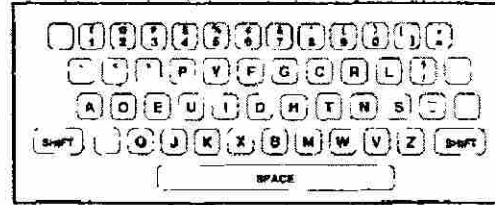
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Diseño del trabajo y del teclado**



**Teclado QWERTY**

El familiar teclado QWERTY se hizo difícil a propósito, para detener al mecanógrafo en el uso de la máquina de escribir. Ahora la "máquina de escribir" es un procesador de palabras electrónico que permite poco cambio de ritmo, se ha resuelto el problema.

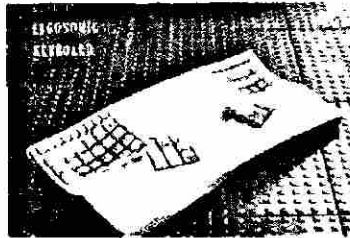


**Teclado DVORAK**

El teclado DVORAK por lo menos tiene las teclas en el lugar adecuado, pero probablemente llevará otras innovaciones ergonómicas tales como las mostradas abajo para que se reduzca significativamente el síndrome de túnel del hueso carpiano.



El nuevo teclado ajustable de Apple Computers está dividido en dos secciones con bisagra que pueden ser personalizadas. (Apple Computers, Cupertino, California)



La mayoría de la distribución de letras QWERTY se ha mantenido, pero las pruebas indican que el teclado es menos demandante físicamente y más cómodo para usar que el tradicional teclado de computadora. El teclado es un ajuste más adecuado a la forma natural de la mano. (Kinesis Corp., Bellevue, WA)



El teclado "DataHand" permite que cada mano descansa en su propio soporte con palma acojinada con forma ergonómica. Hay cinco teclas alrededor de cada yema de dedo. (Industrial Innovations, Inc., Scottsdale, Arizona)

Figura 2.6 Diseños ergonómicos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

La iluminación es necesaria, pero el nivel apropiado depende del trabajo que se lleva a cabo. Sin embargo, otros factores de iluminación son importantes. Estos factores incluyen la habilidad de reflejo, el contraste de la superficie de trabajo con lo que rodea, el brillo y las sombras.

El ruido de algún tipo se encuentra presente en el área de trabajo, y muchos empleados parecen ajustarse bien. Sin embargo, los altos niveles de sonido dañaran el

oído. Se ha descubierto que los periodos largos de exposición arriba de 90 dB dañan permanentemente el oído. La Occupational Safety and Health Administration (OSHA) requiere de protección de los oídos arriba de este nivel, si la exposición iguala o excede de ocho horas. Aun a bajos niveles, el ruido y la vibración pueden distraer. Por lo tanto la mayoría de los administradores hacen un esfuerzo sustancial para reducir el ruido y la vibración. Los parámetros de temperatura y humedad han sido bien establecidos. Los administradores con actividades que operan fuera de la zona de comodidad establecida deben esperar algún efecto adverso en el desempeño.

Control (ajuste y alimentación de la maquina). Cualquier respuesta del operador a la maquina, sea por medio de herramientas manuales, pedales, palancas o botones, necesita ser evaluada. ¿Tiene el operador la fuerza, reflejos, percepción y capacidad mental para ofrecer el control necesario? En forma similar, la retroalimentación a los operadores se da por la vista, sonido y tacto. La forma en que se retroalimentara a los operadores no debe ser dejada a la suerte. Un gran cuerpo de investigación con respecto a las pantallas apropiadas que se utilizan bajo varias condiciones se encuentra disponible para el administrador de operaciones.

## 2.2.5 Manufactura de clase mundial

Para poder competir a nivel mundial, en estos tiempos, las compañías manufactureras requieren de políticas, prácticas y sistemas que eliminen el desperdicio, los altos costos de producción, el inventario, tiempos muertos, entre otros, con el fin último de que el cliente perciba el valor. Este valor es percibido por los clientes como una combinación de costo, calidad, disponibilidad del producto, servicio, confiabilidad, tiempo de entrega, por mencionar algunos ejemplos. El ser de clase mundial, significa que la compañía puede competir con éxito y lograr utilidades en un ambiente transnacional, en este momento y seguir haciéndolo en el futuro. Algunos ejemplos de este tipo de compañías son, entre otras: Toyota, Sony, Hewlett Packard, IBM, Ford, CEMEX.

Algunas de las características que tienen las compañías catalogadas como de Clase Mundial son:

- Contar con personal dedicado al mejoramiento continuo, que entre sus funciones esta el ser entrenadores, facilitadores, maestros, motivadores. Un ejemplo puede ser que los gerentes abandonen su función de sabelotodo y pasen a ser parte del equipo, todos buscando el mismo objetivo: la satisfacción de el cliente.
- Utilizan “Benchmarking” para conocer su posición con respecto al mejor competidor del ramo, para evaluar y conocer las mejores políticas y prácticas de la industria a nivel mundial, algunos ejemplos son:
  - Inventario en proceso.
  - Tiempo de ciclo (lead time).
  - Rotación de inventarios.

- Rechazos del cliente.
- Rechazos internos.
- Entregas a tiempo.
- Costos de calidad.
- Tiempo de preparación de máquinas.
- Involucran a los empleados de todos los niveles de la organización en programas de entrenamiento y capacitación para proveerlos de conocimientos y habilidades necesarias para mejorar, entender e implementar por si mismos los cambios y las tecnologías que acompañan a la filosofía del mejoramiento continuo.
  - Valoran y estimulan el desarrollo de la compañía, con el eslogan “La gente es el activo mas importante de la compañía”.
  - Utilizan técnicas de acciones preventivas y no de acciones correctivas.
  - Son compañías que conocen las necesidades y expectativas actuales y futuras de los clientes. La voz del cliente es escuchada, atendida y comunicada a toda la organización, tanto en un producto existente como en una innovación.
- El departamento de aseguramiento de calidad delega las responsabilidades a los demás departamentos, ya que su función es la de dar soporte y coordinar un mejoramiento continuo en toda la organización.
- Están constantemente innovando y experimentando nuevas formas de productos y procesos siempre buscando tener y/o mantener el liderazgo.
- Establecen sociedades de ganar-ganar con proveedores, que aparte de tener calidad certificada, se basan en la calidad del producto, le dan suma importancia a otras cualidades como: entregas a tiempo, disposición de entregar las

cantidades requeridas y en la presentación requerida. Los proveedores son una de las claves para alcanzar el éxito de una compañía.

- Enfatizan la estandarización y simplificación de sus operaciones, con el objetivo de reducir el tiempo de ciclo, el inventario en proceso y encontrar los problemas para su rápida solución.
- Reconocen que solo se debe producir lo que satisfaga la demanda, sin importar si algunas máquinas están sin funcionar. Producir con el único fin de tener las máquinas funcionando, produce inventarios en proceso, defectos de calidad, tiempos de entrega largos, líneas sin balance y almacenes gigantescos.
- La filosofía denominada cambio de dado en menos de 10 minutos para lograr producir una variedad de artículos en lotes pequeños, conforme la demanda requerida por los clientes.

En conclusión, para que una compañía sea catalogada como de Clase Mundial, debe de tener el involucramiento de todos y cada uno de sus empleados en cuestiones que aporten beneficios a la empresa y el mejoramiento continuo de la calidad en general y las operaciones de producción en el trabajo que agregan valor al producto, es el que se realiza en el piso de producción.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## 2.3 Almacén

Elemento clave en toda corporación de el depende el cumplimiento de las metas establecidas por el departamento de producción. El tener un almacén organizado y electrónicamente controlado es imperativo para mantener un flujo constante de producción.

Hay que tener en cuenta las nuevas herramientas como el MRP (Planeación de los Requerimientos de Material), el uso de inventarios justo a tiempo y otras mas. Todas ellas basadas en la capacidad y velocidad de procesamiento del computador. Las cuales nos llevan a desarrollar un control competitivo en nuestros almacenes sin importar la cantidad ni la variedad de productos que estos contengan. A lo largo de este capítulo se presentan algunas técnicas conocidas para saber cuanto y cuando hay que ordenar. Cabe mencionar que todos estos cálculos siempre están sujetos al variante ritmo de la demanda.

### 2.3.1 Cantidad económica óptima a ordenar

El tamaño de lote económico (EOQ) es una de las técnicas de control de inventario más antiguas y conocidas. La investigación de su utilización se remonta a una publicación de 1915 por Ford W. Harris. EOQ todavía es utilizado por un gran número de organizaciones en la actualidad. Esta técnica es relativamente fácil de utilizar, pero hace una gran cantidad de suposiciones. Las más importantes son:

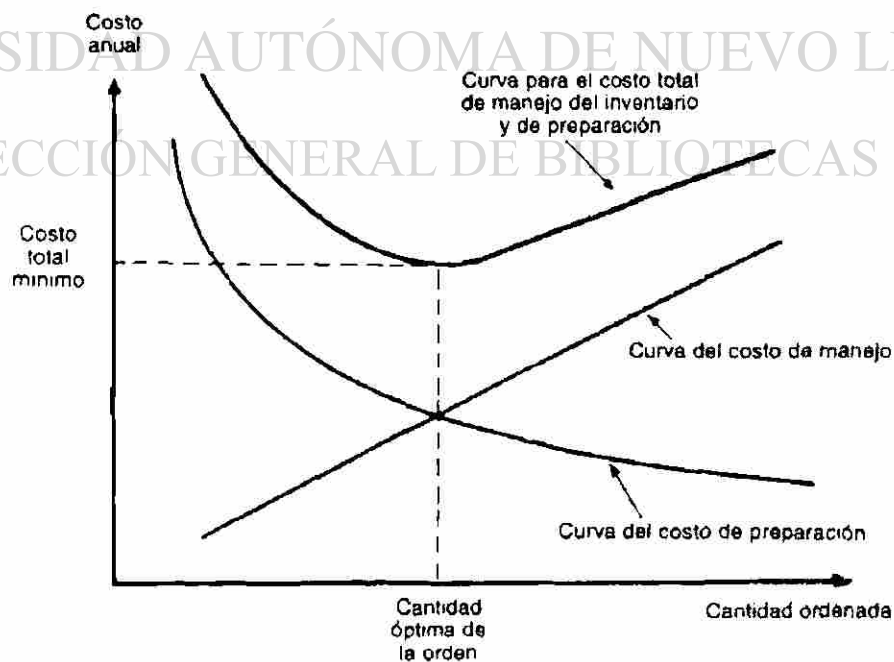
1. La demanda es conocida y constante.
2. El tiempo de entrega, esto es, el tiempo entre la colocación de la orden y la recepción del pedido, se conoce y es constante.
3. La recepción del inventario es instantánea. En otras palabras, el inventario de una orden llega en un lote, en un mismo momento.
4. Los descuentos por cantidad no son posibles.
5. Los únicos costos variables son el costo de preparación o de colocación de una orden (costos de preparación) y el costo del manejo o almacenamiento del inventario a través del tiempo (costo de manejo).
6. Las faltas de inventario (faltantes) se pueden evitar en forma compleja, si los pedidos se colocan en el momento adecuado.

Con estas suposiciones, la gráfica de la utilización del inventario a través del tiempo tiene la forma de dientes de serrucho. En esta, la letra  $Q$  representa la cantidad que se está ordenando. Si la cantidad es de 500 vestidos, todos llegan en el mismo momento (cuando se recibe una orden). Por lo tanto, el nivel del inventario salta de 0 a 500 vestidos. En general, un nivel de inventario crece de 0 a  $Q$  unidades cuando llega la orden.

Si la demanda es constante en un rango de tiempo, el inventario cae en una tasa uniforme a través del tiempo. Cuando un nivel de inventario llega a 0, se coloca una nueva orden y se recibe, y el nivel del inventario vuelve a saltar a unidades  $Q$ . Este proceso continua en forma indefinida a través del tiempo.

Costos del inventario. El objetivo de la mayoría de los modelos de inventario es minimizar los costos totales. Con las suposiciones recién dadas, los costos significativos son el costo de preparación (orden) y el costo de manejo (almacenaje). Todos los demás costos, tales como el costo del inventario por sí mismo, son constantes. Por lo tanto, si se reduce a suma de los costos de preparación y de manejo, se estarán minimizando también los costos totales. El tamaño óptimo de la orden  $Q^*$ , sería la cantidad que minimiza los costos totales. Cuando se incrementa la cantidad ordenada, se disminuye el número total de órdenes colocadas anualmente. Por lo tanto, a medida que se incrementa la cantidad ordenada, el costo de manejo se eleva debido a que se deben mantener mayores inventarios en promedio.

Figura 2.7 Control de inventarios



Se debe observar que en la figura 2.7 la cantidad óptima de la orden ocurrió en el punto donde se interseccionaron la curva del costo de ordenar y la curva del costo de almacenar el inventario. Esto no se debió a la suerte. Con el modelo  $E=Q$  la cantidad óptima en la orden ocurre en el punto donde el costo total de preparación es igual al costo total de manejo. Se utiliza este hecho para desarrollar las ecuaciones que resuelven directamente a  $Q^*$ . Los pasos necesarios son:

1. Desarrollar una expresión para el costo de preparación (orden).
2. Desarrollar una expresión para el costo de manejo (almacenamiento).
3. Igualar el costo de preparación y el costo de manejo.
4. Resolver la ecuación para la cantidad óptima a ordenar.

Utilizando las siguientes variables se pueden determinar los costos de preparación y manejo para resolver  $Q^*$ :

$Q$  = Número de piezas por orden.

$Q^*$  = Número óptimo de piezas por orden (EOQ).

$D$  = Demanda anual en unidades para el producto del inventario.

$S$  = Costo de preparación y el costo de manejo.

$H$  = Costo de manejo del inventario por unidad por año.

1. Costo anual de preparación =

(Número de órdenes colocadas /año) (Costo de preparación / orden).

$$= \left( \frac{\text{Demanda anual}}{\text{Número de unidades en cada orden}} \right) (\text{Costo de preparación / Orden})$$

$$= \left[ \frac{D}{Q} \right] (S)$$

$$= \frac{D}{Q} S$$

2. Costo anual de manejo=

(Nivel promedio de inventario) (Costo de manejo /unidad /año)

$$= \left( \frac{\text{Cantidad ordenada}}{2} \right) (\text{Costo de manejo /unidad/año})$$

$$= \left[ \frac{Q}{2} \right] (H)$$

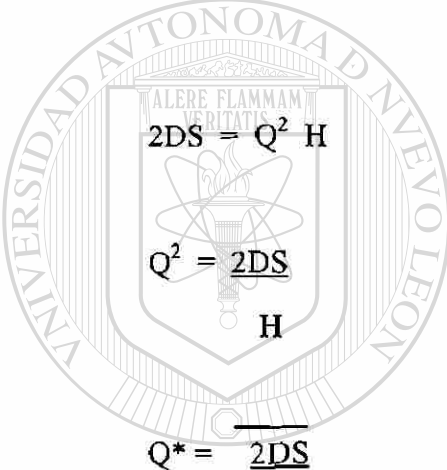
$$= \frac{Q}{2} H$$

2

3. La cantidad óptima de la orden se encuentra cuando el costo anual de preparación es igual al costo anual de manejo, es decir:

$$\frac{D}{Q} S = Q H$$

4. Para resolver  $Q^*$ , sencillamente se multiplican los términos, del denominador por el numerador del miembro contrario y se despeja  $Q$  a la izquierda del signo de igual.



$$2DS = Q^2 H$$

$$Q^2 = \frac{2DS}{H}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Ahora que se han derivado las ecuaciones para la cantidad óptima de la orden  $Q^*$ ; es posible resolver los problemas de inventario en forma directa. ®

Sharp, Inc., una empresa que comercializa las agujas hipodérmicas indoloras en los hospitales, desea reducir sus costos de inventario mediante la determinación del número de agujas hipodérmicas que debe obtener en cada orden. La demanda anual es de 1000 unidades; el costo de preparación o de ordenar es de 10 dólares por orden; y el costo de manejo por unidad por año es de 50 centavos de dólar. Utilizando estos datos, se puede calcular el número óptimo de unidades por orden:

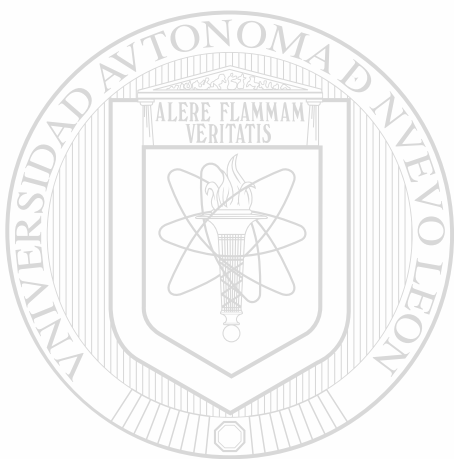
$$1. Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad 2. Q^* = \sqrt{\frac{40\,000}{0.50}}$$

$$2. Q^* = \sqrt{\frac{2(1000)(10)}{0.50}} \quad 2. Q^* = 200 \text{ unidades}$$

También se puede determinar el número esperado de órdenes colocadas durante el año (V) y el tiempo transcurrido entre las órdenes (T) de la siguiente manera:

$$\text{Número esperado de órdenes} = N = \frac{\text{Demanda}}{\text{Cantidad ordenada}} = \frac{D}{Q^*}$$

$$\text{Tiempo esperado entre las órdenes} = T = \frac{\text{Número de días laborales / año}}{N}$$



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



### 2.3.2 Puntos de reorden

Ahora que ha decidido cuanto ordenar, se debe observar la segunda pregunta del inventario, cuando ordenar. Los modelos sencillos de inventario suponen que la recepción de una orden instantánea. En otras palabras, suponen que una empresa tendrá que esperar hasta que su nivel de inventario sea de cero antes de colocar una orden, y que recibirá los artículos inmediatamente. Sin embargo, el tiempo entre la colocación y la recepción de una orden, llamado tiempo de entrega, puede ir desde una cuantas horas hasta varios meses. Por lo tanto, la decisión de cuando ordenar esta expresada en términos de un punto de reorden, que es el nivel de inventario en el cual se debe colocar una orden.

El punto de reorden (ROP) (por sus siglas en ingles, Reorder Point) se da como:

$$\text{ROP} = (\text{Demanda diaria})(\text{Tiempo de entrega para una orden nueva, en días}) = d \times L$$

Esta ecuación para ROP supone que la demanda es uniforme y constante. Cuando este no sea el caso, se debe añadir el inventario extra, llamado frecuentemente inventario de seguridad.



### 2.3.3 Control de inventario Justo a Tiempo

Kanban Justo a tiempo en Toyota (Una manera diferente de pensar y producir).

Ganancias Comerciales y Ganancias de Manufactura.

En 1976 y 1977, poco después de la crisis petrolera cuando la compañía Toyota Motors registro ganancias de 716.7 millones fue fuertemente criticada por sus grandes logros financieros e incluso ligada a algun tipo de fraude o evasión fiscal.

Para cada compañía exitosa hacer dinero es una precondition o una meta. En las empresas comerciales el precio de venta esta determinado al agregar un valor marginal sobre el precio de compra. Cabe mencionar que algunas empresas son severamente criticadas por tener fuertes ganancias inclusive se les llega a relacionar con actividades ilícitas, el ejemplo de la actualidad Microsoft, acusada de practicas monopolicas y a punto de ser dividida.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Es importante no confundir el valor con el precio. Cuando un consumidor compra un producto lo hace por que este producto tiene un valor para el. Si el costo de producir es alto usted incrementaria el precio de su producto verdad?. No lo haga!, debido a que si usted incrementa el precio pero el valor de su articulo es el mismo para su cliente pronto lo perdera. Lo que hay que hacer es cambiar el método en que fabricamos, hacer que nuestro producto y servicio conquisten las necesidades totales del cliente, convertirlo dia a dia en una fuente atractiva que hara nuestra compañía diferente y competitiva

### **Cambiando los metodos de produccion se puede reducir el costo.**

En Toyota no se apegan al principio del costo, dado que este principio miente al decir “No importa como fabriquemos el costo sigue igual”. Si todo esto fuera cierto entonces todas las industrias sin importar los métodos deberían apegarse a este principio. Sin embargo cambiando la manera de producir o fabricar un producto, una compañía puede eliminar el costo de personal el cual no produce un valor al producto de manera que cambiando la forma en que producimos el costo puede ser substancialmente reducido.

### **Técnicas de Producción y Técnicas de Manufactura**

Toyota tiene ensambladoras en todas partes del mundo, existen un sin número de procesos requeridos para ensamblar el mismo auto en diferentes lugares. ¿Cómo se crea esta diferencia? En gran parte por la instalación de producción pero en su totalidad esta diferencia es creada por la manera en que se produce por muchos años hemos pensado en mejorar nuestros métodos para fabricar. Esto es lo que hoy en día se conoce como el sistema de producción Toyota. Dos técnicas utilizadas en la manufactura son técnicas de producción y técnicas de manufactura:

**Técnicas de producción:** Técnicas usadas para producir bienes.

En contraste:

**Técnicas de manufactura.** Significa utilizar de manera experta el equipo, personal, materiales y los componentes para producir bienes. Si consideramos que la técnica de producción es adecuada de acuerdo a los estándares entonces la técnica de manufactura debe considerarse como una técnica directiva que utiliza y sintetiza varios métodos. Lo que conocemos como sistema de producción Toyota esta regido por esta técnica.

Es importante claro esta considerar la técnica de producción para lograr reducir costos y otras mejoras, pero siempre mantener en mente que el mundo actual la diferencia en las técnicas de producción en cualquier industria es insignificante. La técnica de manufactura, la forma en que se hacen las cosas es lo que marca la diferencia entre las empresas.

Cuando decimos “No puedo” realmente colocamos barreras y limitantes que impiden nuestro crecimiento en pocas palabras aceptamos ignorancia.

A menudo conocemos un supervisor, que ha trabajado en la empresa por mas de 20 años, cuando el equipo falla o las maquinas no funcionan son ellos los únicos capaces de resolver cualquier problema. Pero en toda esta experiencia encontramos inseguridad en la manera que fluye el trabajo, por ejemplo “esta línea puede producir solo 15,000 unidades”, este ha sido mi mayor logro. ¿Esta usted diciendo que debo producir 17,000 unidades? No, “No puedo” hacerlo, ordene 2000 unidades de otra fuente.

Esta es una ocurrencia común. La gente tiene excelentes técnicas de producción, pero carecen de técnicas de manufactura que permitan un flujo uniforme del trabajo utilizando efectivamente su personal y su equipo. Mucha gente dirá no tengo la capacidad, otras no tengo suficiente personal para hacerlo. Cambiando la manera en que producimos nos daremos cuenta de lo que somos capaces de hacer, lo que dijimos que no podíamos hacer incluso algunos de los procesos podrían eliminarse.

Una hora-hombre es algo en que lo que podemos confiar mas nunca llegemos a la conclusión de que no se tiene el personal suficiente para desempeñar una tarea. La mano de obra es algo que no puede medirse y que puede extenderse indefinidamente cuando alguien así lo cree.

### 2.3.4 Suposiciones básicas del sistema de producción Toyota

Mucha gente puede asociar el sistema de producción Toyota con el sistema Kanban. Esto no es enteramente incorrecto pero tampoco preciso.

El sistema Kanban es uno de los métodos de control utilizados dentro del sistema de producción Toyota (la forma en que hacemos las cosas). El sistema Toyota es único e imparalelo. El pensamiento que lo respalda y el método de implementación ha sido perfeccionado a través de los años por métodos de prueba y error. En resumen, es un sistema de producción basado en la filosofía de la eliminación total del desperdicio, que busca la perfección racional en como hacemos las cosas. La Figura 2.9. Representa como está compuesto el sistema Toyota.

Una condición ideal para la manufactura es aquella en la que no existen desperdicios en el equipo y en el personal y de esta manera producir un valor agregado, lo más preocupante es que tanto nos logramos acercar a esta condición. Para hacer que el trabajo fluya lo mas cerca de este ideal es que ya sea en una operación, en el maquinado o en el equipo, el material este en la cantidad y en el tiempo correcto para ser trabajado a esto llamamos justo a tiempo.

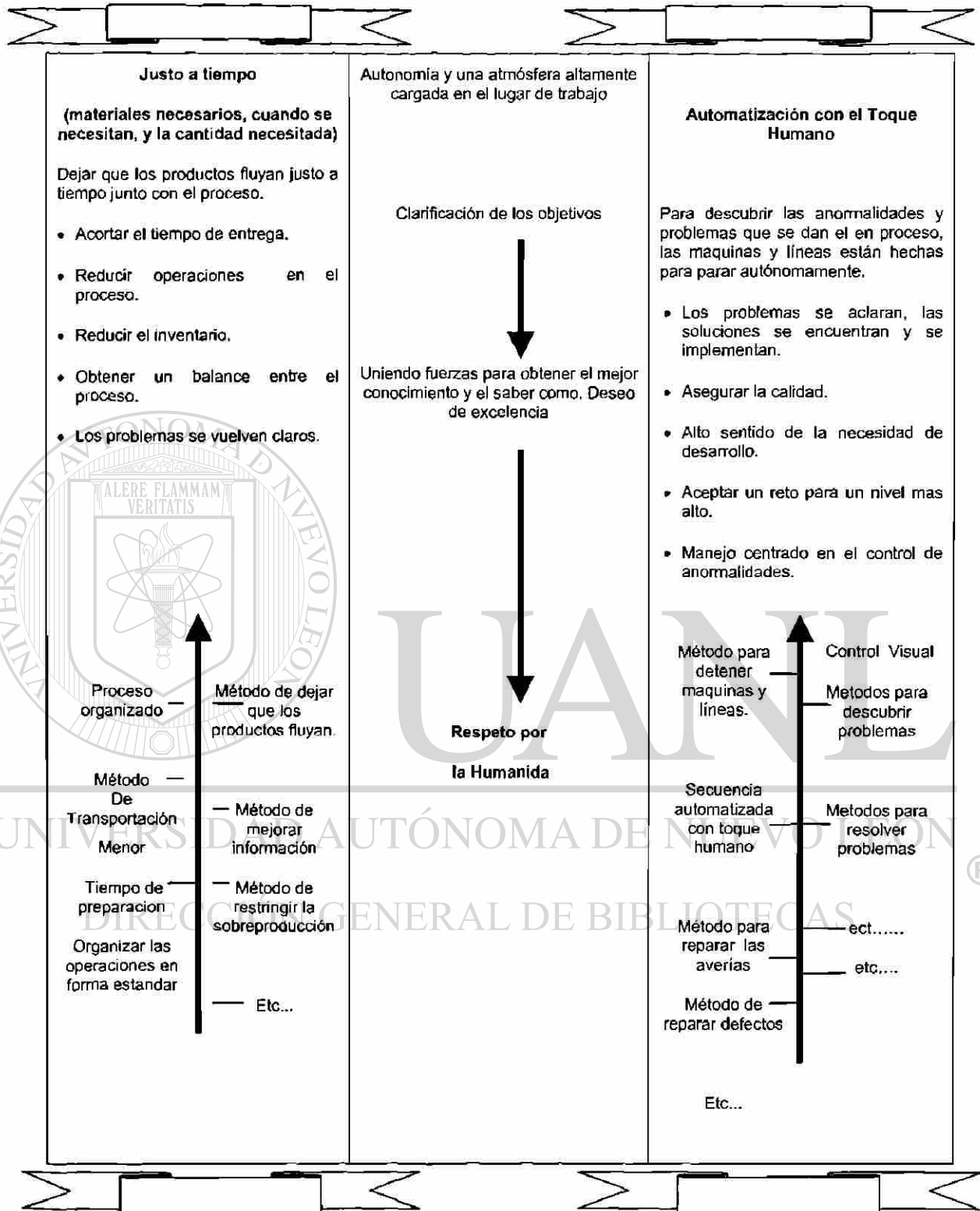


Figura 2.9 Pilares del sistema toyota

### **Carga uniforme de producción (Es mejor producir en una manera balanceada)**

No existen formulas específicas que puedan aplicar a la forma de producir un artículo, por ejemplo: un producto puede fabricarse en una empresa usando un trabajador y ese mismo artículo pero en otra empresa puede requerir de dos o más especialistas en aquellas en donde el método de producción no importa. En este caso la compañía usa dos o más trabajadores experimenta costos de operación más altos lo cual afecta directamente su rendimiento económico. La ingeniería industrial juega un papel muy importante en el rol gerencial de una compañía. Las compañías que no tienen una buena relación con la ingeniería industrial carecen de una buena cimentación.

En Toyota se dice que la ingeniería industrial genera el dinero, se mantiene como un principio fundamental para el manejo de las actividades laborales.

Son tres los criterios adoptados en el sistema Toyota que permiten unir las divisiones relacionadas con la producción.

1. El plan de producción debe cargarse uniformemente. Si pensamos solo en términos del proceso final de ensamble, podría parecer que es más eficiente permitir el flujo de productos del mismo tipo al mismo tiempo. Sin embargo esto crearía un número sin precedente de desperdicio en los procesos precedentes.
2. Hacer el tamaño del lote tan pequeño como sea posible. El estampado metálico es producido en lotes y el tamaño de este debe ser tan pequeño como sea posible. Esto es para evitar un gran inventario e incrementar el número de procesos requeridos para transportarlo. Una mezcla de asignación de prioridades a menudo arroja como resultado cortos de material, lo que da una impresión de que el proceso de estampado metálico es inadecuado. Como resultado los gerentes

insistirán en la instalación de líneas adicionales que cubran los faltantes. Sin embargo para garantizar que la producción de los lotes no de como resultado cortos de material se debe mejorar el tiempo necesario para cambiar de modelo en una maquina (cambio de dado).

3. Producir únicamente lo que se necesita, cuando se necesita y en la cantidad que se necesita. Esto es para verificar que no existirán desperdicios producto de una sobreproducción, y para poner en claro que el proceso está excedido en capacidad.

### **Trabajar y Mover**

Involucrarse en una tarea significa trabajar en ella. Alguien ha dicho que trabajar es hacer a la gente que te rodea (hata) feliz (raku). En Toyota el término trabajo se define en una forma precisa, esto quiere decir que se logran avances en el proceso y se amplía el valor agregado.

Por lo tanto, el término “trabajo” es usado únicamente cuando cierta acción produce una mejora en el proceso o mejora el valor agregado del producto: no se denomina trabajo al mover un artículo de lugar, o a colocarlo sobre otro esto en Toyota es visto meramente como movimientos, esto no quiere decir que los japoneses son especialistas en sus hábitos de trabajo, pero si se sienten incómodos cuando no tienen mucho que hacer en sus lugares de trabajo, después de todo reciben un salario por su trabajo.

En el trabajo existen dos tipos de movimiento uno es el movimiento necesario para la elaboración de los productos y el otro es el que a fin de cuentas se denomina como pérdidas en movimiento.

Las compañías están equipadas con bandas y transportadores para unir los procesos de ensamble a menudo se observa en las empresas a trabajadores que colocan partes y

materiales frente a estos trabajadores, pero si solo existe una banda o un transportador que puede moverse fácilmente pero la colocación de este material estorba y obstruye el flujo de personas a lo largo de la banda esto debe considerarse como una fuente de desperdicio en movimiento.

Recoger algo o reemplazar algo simplemente significa cambiarlo de lugar entonces ¿Qué es importante y que no lo es? Cuando tenemos una idea general del proceso esto es entendemos y analizamos con claridad el proceso nos damos cuenta que solo la mitad de lo que realizamos es verdadero trabajo. El mover a nuestra gente, nuestros procesos y nuestro equipo es un desperdicio que debe eliminarse. Reducir las horas-hombre para disminuir el desperdicio y aumentar la cantidad real de trabajo no quiere decir que el círculo de la figura 2.10 tenga que agrandarse y por el contrario no significa que los trabajadores deban trabajar mas duro.

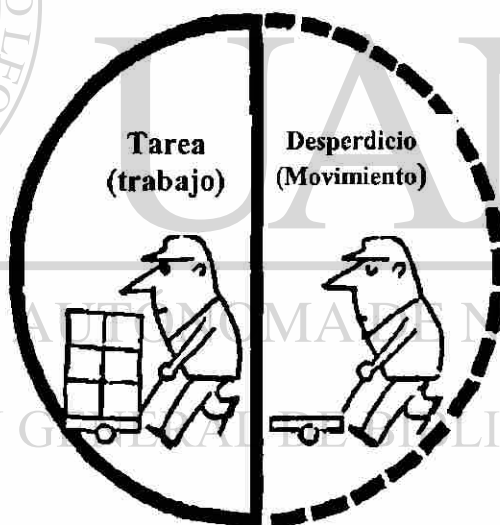


Figura 2.10 Trabajar y Mover



## Mejorando la cantidad de trabajo

Generalmente la gente asocia el término reducción de horas-hombre haciendo que el personal labore mas intensamente. Un ejemplo es hacer que los trabajadores laboren fuertemente cuando la carga de trabajo se ha incrementado pero sin mejora alguna a la forma de trabajar por ejemplo, un lugar que produce 10 piezas por hora y de pronto se dice "a partir de hoy el estandar deberá ser de 15 piezas " esto por supuesto sin mejorar el equipo y el proceso si lo ilustramos quedaría de la siguiente manera (ver figura 2.11)

En contraste, la racionalización de la reproducción de horas-hombre cambiando el movimiento en trabajo a través de la mejora en los procesos. Un acto de omisión ocurre cuando alguien no hace lo que se supone debe hacer, por ejemplo, un solo soporte que debe ser asegurado con cinco tornillos pero el trabajador le resulta indiferente hacerlo de esta manera y no los ajusta lo suficiente, esto debe ser considerado como un acto de omisión.

El programa Toyota para la reducción de horas-hombre esta enfocado u orientado a la reducción total del desperdico en movimientos y transformarlos en trabajo. Todos tenemos una noción sobre lo que es nuestro trabajo, la eliminación de todos estos movimientos, de todas esas acciones que no producen ganancias, y que impiden la canalización del esfuerzo humano a la creación del trabajo deben ser totalmente

erradicadas.

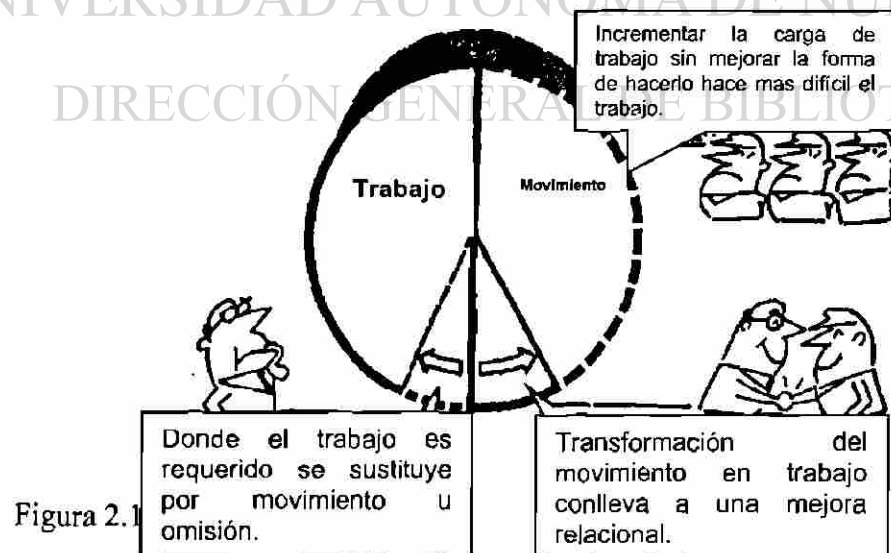


Figura 2.1

### 2.3.5 Justo a tiempo y automatización

Hemos discutido las bases del sistemas Toyota, la carga uniforme del sistema de producción ahora discutiremos la del termino justo a tiempo. Justo a tiempo significa proveer a cada proceso con el material que necesita en el momento en que lo necesita y en la cantidad exacta en que lo necesita.

Este pensamiento no es único del sistema Toyota. Siempre que exista un plan de producción cualquier compañía buscara apegarse a esta filosofía. La idea eliminar el exceso de trabajo, el desperdicio la imparidad del proceso.

Inmediatamente después de la segunda guerra mundial, la compañía Toyota tenia un plan listo para la primer parte del mes pero el material para terminar el trabajo no llegaba sino hasta la mitad del mismo, esta situación resultaba exasperante debido a que la compañía tenia que ajustar a ultimo momento los planes de producción para poder cumplir con la Cuota del mes de producción. En aquel tiempo el Sr. Taiichi Ohno comenzó a estudiar el estilo de los supermercados. Su pensamiento era que de alguna forma la estructura del supermercado podría ser adaptada a un plan de producción.

En un supermercado, cada cliente elige el tipo y cantidad de comida que necesita del anaquel, lo coloca en su carro de despensa y paga por cada cosa en la caja registradora. Después toma su compra a casa. Al momento de hacer la compra piensa en el numero de integrantes en su familia, el espacio disponible para la despensa y el tiempo que durara la misma. El Sr. Ohno descubrió entonces que este tipo de estructura podría ser adaptada y utilizada en el sistema de producción.

El termino Justo a tiempo fue inventado por el Sr. Kiichiro Toyoda el primer presidente de Toyota, pero fue el Sr. Ohno quien aceptó el reto. Anteriormente en cualquier compañía una vez que un proceso se terminaba los productos eran enviados a la siguiente estación de trabajo e inclusive a procesos subsecuentes por medio de pequeños almacenes. Había toda clase de cosas, pero de una o de otra forma era responsabilidad de manufactura llevar la partes y/o los productos para llevarlos al siguiente proceso. El pensamiento del Sr. Ohno era que la responsabilidad de transportar el material debería ser del proceso subsecuente en cuanto al precedente simplemente dejarlo ahí hasta que el subsecuente cuando lo necesitara fuera y lo recogiera solo hasta el momento en que lo necesitara.

Como el proceso subsecuente viene del proceso precedente para recibir el material, el precedente tiene que reemplazar todo lo que haya transportado. Adoptando este método, las áreas intermedias de almacenamiento se vuelven innecesarias tales como el proceso precedente de manufactura que era necesario para almacenar artículos. Una vez que el almacenamiento esta lleno la producción se detiene. Este sistema tiene un sin numero de ventajas . Asumiendo que existen muchos empleados, maquinas y equipo podemos decir que se tiene un exceso de capacidades, algunos gerentes podrán sentir que es un desperdicio mantenerlos en espera y continuaran con la producción. La siguiente cosa es que no se tiene suficiente espacio para mantener lo producido y es esta una recomendación del justo a tiempo, dejemos las cosas en donde las producimos, y solo reemplazemos lo que se ha transportado. De esta manera los operarios saben cuanto tienen que producir para recuperar lo que se ha tomado. Ahora revisemos esto cuando se tiene demasiado material almacenado y los trabajadores permanecen en espera listos para re-iniciar labores ambos el supervisor y el operador sabe que este proceso no requiere tanta gente. De esta forma también el personal puede reubicarse en áreas en donde se requiera. Dando origen a este sistema de transporte el cual va en reversa Justo a tiempo se convierte en una herramienta viable y practica.

Los automóviles están contruidos de miles de partes. Los procesos requeridos para fabricar un carro son increíblemente grandes, para poder unir todos estos diferentes procesos y atarlos todos con un sistema de justo a tiempo convierte el sistema de producción en una pesadilla. Para poder alcanzar esta meta en términos reales de producción los planes deben cambiarse frecuentemente. Los factores que ocasionan cambios en el plan de producción son muy variados y algunos pueden afectar al sistema precedente de tal forma que afectaran al siguiente proceso encontrando cortos de material y otros que los obligaran a detenerse e inclusive a cambiar los planes de producción.

Si el gerente no toma en cuenta las condiciones actuales, podría causar consecuencias indeseables a cada proceso. Algunos ejemplos de estas omisiones son:

- 1) Producir partes restando importancia a las necesidades del proceso subseguente
- 2) Creando serios cortos de material y un almacenamiento de partes no requeridas.

Para dar nuevas instrucciones y hacer nuevos ajustes podría tomar muchas horas-hombre y aun cuando las tareas sean manejadas adecuadamente existen otros factores tales como la consistencia, el seguimiento y la aceptación del plan todos ellos pueden ser traducidos substancialmente en horas-hombre.

### **Automatización con un toque humano**

El segundo de los pilares del sistema Toyota es la automatización con un toque humano. Existen muchas maquinas que operan únicamente con el movimiento de un interruptor, de alto desempeño y rendimiento, pero que pasa cuando por ejemplo, una partícula extraña se introduce en el die de cementado o de moldeo o cuando la rebaba

producida por una maquina de torno o una cnc se atasca. La respuesta es simple en cuestión de segundos tenemos 10,100, o mil partes defectuosas dependiendo de la rapidez del equipo. ¿Que hacemos?. ¿Asignamos un observador a cada estación automatizada? Si la automatización es precisamente eso entonces no podemos esperar realmente eficiencia en esta clase de automatización. En Toyota se prohíbe estrictamente este tipo de automatización. En Toyota insisten en que la automatización sea acompañada por el toque humano. Sin este toque humano no se puede perder realmente el contenido intrínseco de la palabra automatizar. Cualquier maquina puede ser automatizada y lo mismo pueden hacer otros fabricantes pero en Toyota agregamos un toque humano. En resumen esta automatización con un toque humano tiene un dispositivo de paro automático cuando algo no esta funcionando correctamente, cuando el proceso esta fuera de control y no se cuenta con este dispositivo de detención ante los defectos pueden tomarse graves. Si un defecto es creado en grandes cantidades se dificulta su control, todo lo que hay que hacer es instalar un dispositivo con el cual se prevenga la producción en masiva de artículos defectuosos.

### **Como detenerse automáticamente**

Mientras nadie hoy en día acepte el reto Toyota se coloca como una empresa de clase mundial fabricante de automóviles, la situación fue diferente en 1937 cuando Toyota fue fundada. Tenia que avanzar en una encarnizada competencia entre los mercados europeos y americanos, para captar la atención y tomar ventaja sobre los competidores fue necesario automatizar el equipo y las instalaciones. Desde 1955 hasta 1965, la compañía dio un gran paso rumbo hacia la automatización.

Sin embargo con la automatización, la mano de obra no parecía reducirse, en algunos casos extremos había líneas de maquinas completamente automatizadas pero un inspector tenia que ser colocado frente a cada maquina y en efecto realmente estas maquinas no eran mucho muy diferentes de las operadas por operarios.

Por otra parte esto no quería decir que las maquinas manualmente-operadas fueran deseadas. En esa etapa simplemente no se tenia una percepción adecuada de lo que la automatización realmente significaba. El primer paso hacia la automatización no es como la maquina debe fabricar una pieza sino como debe detenerse al momento de encontrar una anomalía automáticamente.

Lo que se necesitaba no era una maquina automática, lo que se requería era una con sentido humano capaz de detectar anomalías. En Toyota se esforzaron por hacer las maquinas antiguas y nuevas lo mas similar posible, teniendo un sentido humano de detección de defectos. Algunos ejemplos pueden encontrarse en el sistema de hacer las maquinas para que se detengan en un punto predeterminado, en trabajo al 100% y con sistema a prueba de error además de otros sistemas de seguridad.

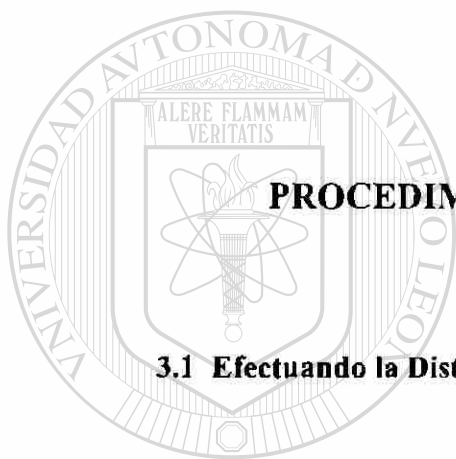
Esta automatización con un toque humano se extendía a los lugares donde la gente trabajaba , la gente y las maquinas deben detenerse cuando oportunamente cuando una anomalía es detectada.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La automatización con un toque humano quiere decir que la maquina puede detenerse utilizando un juicio propio. La automatización sin un toque humano solo es la habilidad de moverse.

## CAPITULO 3



### PROCEDIMIENTO PARA LA DISTRIBUCIÓN

#### 3.1 Efectuando la Distribución

UANL

---

En este capítulo se mostrara al lector una técnica sencilla a seguir al momento de elaborar una distribución. Recordando siempre que al distribuir no solo se mueven los departamentos, también los beneficios, los problemas y las aportaciones de cada uno de ellos, siempre con el propósito de lograr el mejor flujo de producción.

Antes de diseñar una nueva distribución o corregir una antigua, el analista debe recoger todos los datos que directa o indirectamente afectan la distribución en otros, habrá que incluir lo siguiente:

1. Volumen de ventas presente y el que se calcula para el futuro, para cada producto, línea o clase.
2. Cantidad de mano de obra de cada operación, de cada producto.
3. Inventario completo de la maquina y del equipo para el manejo de materiales que existen actualmente.
4. Estado de las máquinas existentes desde el punto de vista de su condición y del valor en libro.
5. Posibles cambios de diseño del producto.

6. Planos de la planta existente indicando la colocación de todas las instalaciones de servicio, ventanas, puertas, columnas y áreas reforzadas.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Una vez que tengan todos estos datos, el analista debe constituir un diagrama del proceso, que por si mismo de una idea general del modo como se hará la distribución en la elaboración del diagrama del proceso de flujo, deben considerarse las sugerencias de operadores, inspectores, manipuladores de material, y supervisores de línea.

Estos hombres están más cerca, que ningún otro, de la producción y podrán proporcionar, con frecuencia, sugerencias sumamente valiosas, además, si se les toma en



cuenta desde un principio, serán mas entusiastas, cuando se introduzca realmente, la nueva distribución.

Al hacer la distribución propuesta deben prepararse plantillas de todas las máquinas existen varios caminos para construir plantillas que generalmente, se construyen a una escala de un  $\frac{1}{4}$  de pulgada igual a 1 pie, al no ser que el tamaño del proyecto sea demasiado grande, en cuyo caso, podría usarse una escala de  $\frac{1}{8}$  de pulgada igual a 1 pie, si se tiene la distribución actual, pueden hacerse copias fotostáticas del mismo y recortar todas la maquinas y usarlas como plantillas.

En caso de que no exista una distribución actual, pueden comprarse plantillas de dos dimensiones ya impresas. Desde luego que el mismo analista pueda dibujar su propia plantilla en un trozo de cartón resistente es muy apropiado, especialmente si las mismas plantillas deben usarse varias veces.

La sociedad americana de ingenieros mecánicos ha recomendado la adaptación de estándares americanos respecto a la plantilla y los modelos que se usan para la distribución de plantas y equipo. A continuación se presentan algunas de estas.

#### Plantillas

- 1) Escala.- Toda plantilla debe dibujarse a una escala de  $\frac{1}{4}$  " igual a 12 " o  $\frac{1}{8}$  de pulgada, igual a un pie, medida americana. Todas las dimensiones deben estar en pies y pulgadas.
- 2) Contorno general.- El bosquejo del equipo, con una línea gruesa, indicará el contorno de como quedaría descrito en el piso, si, una línea trazada con una plomada

a una altura de 7 pies, sobre el piso fuera siguiendo al rededor de la periferia del equipo tocando todos los puntos extremos, hasta efectuar una vuelta completa, con excepción de ruedas, agarraderas, etc., que deben indicarse como un detalle.

<u>Gruesa</u>	Contorno fijo de la máquina herramienta o equipo desde el nivel del piso desde 7" – 0" de elevación sobre el mismo.
<u>Delgada</u>	Detalles de partes y sub-estructuras.
----- Guiones Gruesos	Espacios libres para partes movibles de la máquina herramientas o equipos.
- · - · - · - · - · - Punto y Guión Medianos	Elemento sobre la cabeza o debajo del piso – cimientos, pozos, espacios libres para servicios y otros elementos importantes para la plantilla.
<u>Línea Delgada de Centros</u>	Línea de Centros.

3) Detalle.- Usando una línea más delgada que la empleada para el contorno de la máquina, deben indicarse las líneas de centros, puntos de carga, puntos de control y puntos de operación, principalmente de máquinas herramientas y equipo mecánico. Deben dibujarse, con suficiente detalle, los dispositivos vistos de la planta, dentro del contorno de la plantilla, para hacerlo claramente visible y poder localizar fácilmente los puntos más importantes.

4) Espacios Libres.- Todas líneas de espacios libres incluyendo las partes movibles, punto de accesos para servicios para servicio y espacios libres necesarios para alimentar a la máquina o para operar, deben dibujarse con guiones separados. No se


deben incluir en la plantilla, espacios reservados para el almacenamiento de material y otros objetos que no se requieran específicamente para la instalación, servicio u operación de equipo.

5) Interferencias.- Las partes o las estructuras que sobrepasan los 7 pies de altura, o los cimientos o subestructuras bajo el nivel del piso deben de ser indicados. Estos detalles son importantes para la industrialización y la operación de la máquina, si no podrán servir de obstrucciones. Generalmente, se requiere que se anote bien en los planos finales, estos detalles deben indicarse en líneas de guiones muy delgadas, de manera que puedan diferenciarse de las líneas de espacios libres.

6) Especificaciones.- En las plantillas de equipo que tengan alturas variables, debe indicarse el punto de altura máximo con un símbolo convencional. Deben también especificarse en o adjunto a la plantilla los, espacios libres de la maquina cuando se traslada sin incluir los espacios libres de alimentación y de operación. Asimismo, deben especificarse el peso y los caballos de fuerza.

7) Identificación.- Debe dejarse espacio en la plantilla para especificar el nombre, estilo o modelo, tamaño y el número de identificación del usuario.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

8) Misceláneos.- También deben incluirse entre las especificaciones, los controles, los medios de servicio, contactos eléctricos, puntos de salida de los tubos condit, posición del operario, o cualquier otro detalle de importancia. La posición del operador debe indicarse con la flecha gruesa (  ).

9) Impresión.- Las plantillas deben ser impresas en blanco, así como en papel de colores, index bristol o su equivalente, de nos menos de 110 libras de peso. Las

diversas clases de equipo deben imprimirse con tinta negra, en papel de diversos colores, para permitir facilidad de percepción. Los colores para plantillas de color son:

CLASE	CLOR
Maquinas herramientas, equipo mecánico y otros dispositivos semejantes	Salmón
Equipo de oficina; mobiliario tal como: bancos, casilleros, escritorios, vestidores, instalaciones para el servicio: baños, excusados, etc.	Verde
Equipos para el manejo de material.	Amarillo
Espacio ocupado por los auxiliares de manejo de materiales, o almacenamiento temporal (tales como: rollos, recipientes, charolas, etc.)	Rojo

Parte II. Modelos

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

10) Escala.- Todos los modelos deben hacerse a una escala de 1/4" igual a 12", ó 1/8" igual a un pie, medida americana.

11) Detalle.- La cantidad de detalle que debe dibujarse respecto a cada modelo, debe registrarse por su valor unitario. Deben dibujarse con claridad los detalles necesarios tales como: la forma, contornos y toda clase de detalles especiales y distintivos del equipo real. No deben dibujarse las partes móviles, a no ser que no exista otro modo

de identificarlas. Indíquese con claridad todos los puntos de control, así como las áreas peligrosas. Todas las partes móviles normales deben mostrarse en un punto medio o posiciones neutras. De ninguna manera debe distorsionarse el modelo, respecto a la apariencia real del equipo que representa.

- 12) Acabados.- Todo modelo preparada para su distribución comercial, debe terminarse con materiales y en colores que dupliquen, hasta donde sea posible y práctico, el acabado más común del objeto representado. En caso de que haya varios acabados que se utilicen normalmente, los modelos pueden hacerse de un modo semejante. En caso de máquinas-herramientas, es preferible seguir estándares de fabricante, hasta donde se considere práctico, o seguir las instrucciones de la Asociación de Fabricantes de Máquinas Herramientas. En el caso de equipo que tenga superficies maquinadas, éstas pueden indicarse con pintura de aluminio. Los puntos de control pueden indicarse aplicando pintura amarilla clara, como se recomienda para pinturas de equipo a doble tono, que permite mejor visibilidad y seguridad. Debe seguirse una práctica particular en el caso de las plantillas de equipo hechas o usadas exclusivamente para una compañía o cliente.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

- 13) Tolerancias y Espacios Libres.- No deben exagerarse las dimensiones del modelo, son pretexto de tener en cuenta los espacios libres. Con cada modelo tridimensional debe entregarse una plantilla de dos dimensiones que muestre todos los espacios libres requeridos- en condiciones extremas de operación y de servicio-por la máquina propiamente dicha. La plantilla no debe mostrar, los requerimientos del operador, materiales, y auxiliares no fijos de la máquina y otras condiciones, que no son indispensables en la máquina o en el equipo básico.

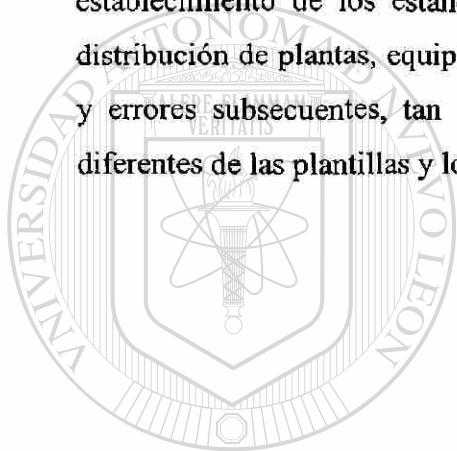
Debe imprimirse en la plantilla toda la información requerida por el ingeniero de planeación y tiene que incluir, al menos, la información siguiente: nombre o descripción, número del modelo, tipo, tamaño, número de identificación del dueño, dimensiones máximas de espacios libres (ancho, alto, profundidad), líneas de centros y peso. Cuando la plantilla es demasiado pequeña para contener toda esta información, sólo debe darse el nombre y el número del modelo. Cuando sea posible, dense detalles de alturas adicionales y detalles bajo el nivel del piso.

- 14) **Materiales y Construcción:** Los modelos deben hacerse de materiales tales que, permitan una manipulación normal sin que se distorsionen o se maltrate el acabado. No debe quebrarse si achatarse, en caso de estar en contacto con otros modelos o materiales en general. Debe resistir el achatamiento, aún si se le dejara caer de una altura de 2 pies, contra cualquier superficie sólida. Los modelos deben tener suficiente peso y estabilidad, para permanecer en posición, cuando se les coloque normalmente o se les sujete a un poco de vibración con movimiento. Debe diseñarse la base del modelo de manera que pueda permanecer en la posición por sí mismo, o sujetarse a un poco vibración o movimiento. Debe diseñarse la base del modelo de manera que pueda permanecer en la posición por sí mismo, o sujetarse con alfileres, para conservarlo en su lugar., estos deben de ser opcionales, respecto al usuario. Cuando tenga que usarse alfileres, la plantilla debe estar agujerada para permitir que el modelo se coloque con exactitud, respecto a la misma, y que el ensamble total pueda conservarse en posición sobre el cartón, por medio de los alfileres, adaptados a la base del modelo.

- 15) **Identificación.-** Los modelos deben llevar el nombre o la marca de fábrica del equipo que representan. Debe incluirse también, el número del modelo y descripción del tamaño. Pueden usarse abreviaciones o iniciales, cuando se juzgue práctico. Los

letreros deben colocarse en el sitio más conveniente, mas bien que, en el sitio o posición en que el equipo real los tiene.

Generalidades.- Deben diseñarse los modelos, de manera que puedan usarse con plantillas estándar, construidas para representar a idénticas clases de equipo. El establecimiento de los estándares anteriores, debe ser muy útil a los ingenieros en distribución de plantas, equipos y métodos, ya que elimina toda clase de malentendidos y errores subsecuentes, tan comunes en el pasado, a causa del empleo de técnicas diferentes de las plantillas y los modelos para distribución de plantas y equipo.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## CAPITULO 4

### CASO PRACTICO

#### 4.0 Presentación

Un ejemplo sencillo y realista se presentara a continuacion, este caso de optimizacion ha sido tratado con un enfoque de 6 sigmas, y ademas se ha aplicado algo del sistema de produccion Toyota.

#### 4.1 Planteamiento

Caso de estudio para la empresa maquiladora Kearfott Precisiones Generales de México, S.A. de C.V. en H. Matamoros Tamaulipas, con el fin de mostrar la efectividad de una buena distribución. La empresa Kearfott Precisiones Generales de México, S.A. de C.V. esta dedicada a la elaboración de cabe y arneses así como a la fabricación de giroscopios láser ensamblados en sistemas de navegación. Con una experiencia operacional de mas de 80 años respaldada por firmas como Boeing, McDonald Douglas, Lockheed, Martin Marieta, entre otros grandes contratistas de defensa, Keafortt ha mantenido una postura competitiva a lo largo de su existencia.



Recientemente la planta I ubicada en Av. Álvaro Obregón y Margaritas No. 14 en la Ciudad de Matamoros Tamaulipas fue obligada bajo presiones y conflictos vecinales a reubicarse, el reto fue acomodar 4 pisos de maquinaria, inmobiliario, oficinas, almacenes, maquinas de pintura y soldadura así como un total de 300 instrumentos electrónicos de medición. A un nuevo punto de trabajo en un parque industrial en la misma ciudad.

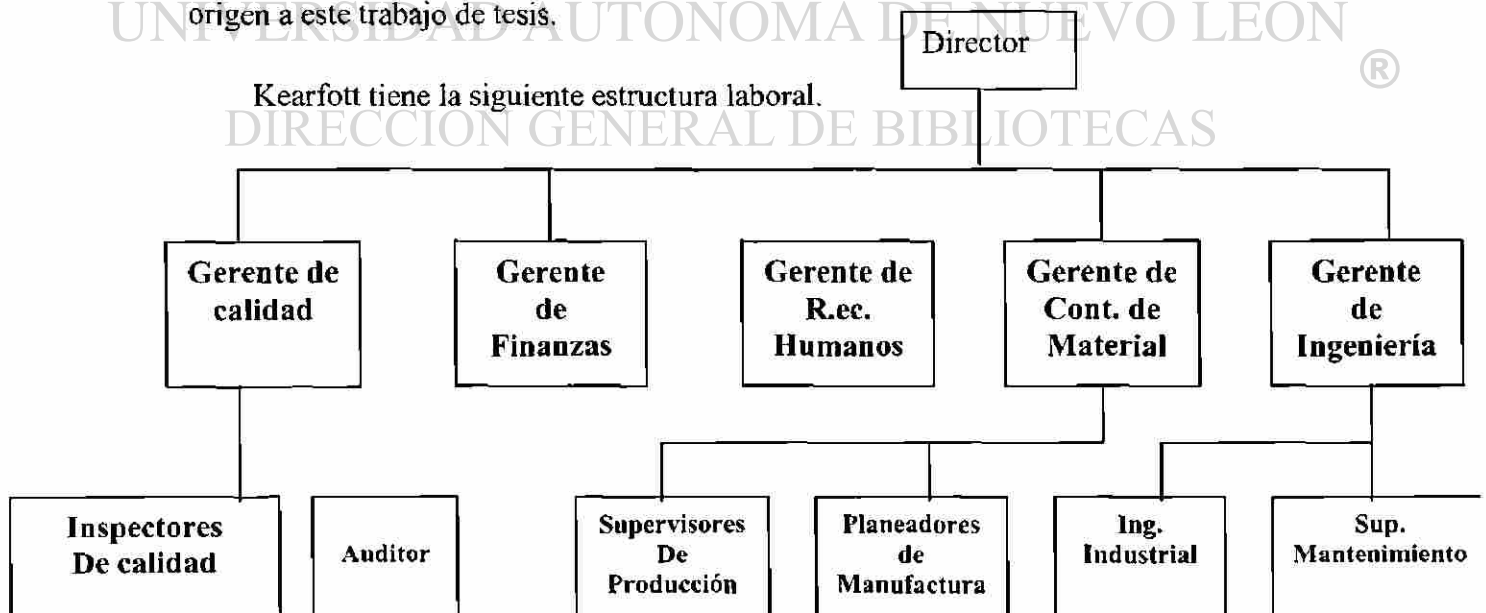
Efectuando una Evaluación

Antes de mover todos los elementos tuvieron que resolverse algunas interrogantes tales como:

- Cantidad de espacio necesaria para acomodar toda la empresa.
- Condiciones sísmicas de un lugar debido a la sensibilidad del producto.
- Localización estratégica de los departamentos.
- Medio Ambiente.

Una vez que se resolvieron las interrogantes a), b), d), toco el turno al departamento de ingeniería industrial responder a la interrogante C que es la que da origen a este trabajo de tesis.

Kearfott tiene la siguiente estructura laboral.



## Efectuando la Distribución

### Paso 1

Lo primero que se hizo fue establecer metas reales, concisas y sencillas.

1. Lograr Maximizar el espacio disponible sin interferir o dañar el actual ritmo de producción.
2. Coordinar de una manera efectiva el flujo de la información fomentando el trabajo en equipo siempre con la mentalidad de “Ganar-Ganar”.

Una vez definido nuestro objetivo iniciamos la distribución analizando individualmente la mecánica de cada departamento para lograr establecer la mejor coordinación entre los mismos.

---

Al realizar la evaluación nos enfocamos en los departamentos ligados directamente con el corazón de nuestra empresa “Producción” reviso el flujo de ordenes, el control de materiales, los excesos y los faltantes colocando todas las piezas del rompecabezas en pequeños diagramas de causa y efecto como el que se presenta a continuación.

## Almacén



Una vez analizadas y establecida las responsabilidades de cada departamento pasamos a lo siguiente.

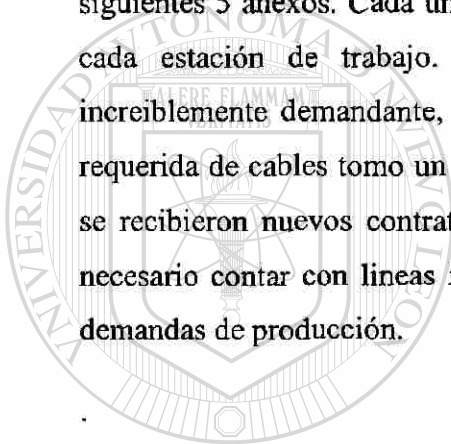
### Paso 2

El departamento de Ingeniería inicio el dibujo de los planos elaborados de acuerdo a la información recabada en cada departamento colocando los departamentos de manera que el flujo de la información fuera lo mas ágil posible. Debido a la mezcla de productos fue necesaria la creación de 2 almacenes para poder mantener el flujo de producción. Antes de profundizar la distribución fue necesario la reestructuración del almacén debido a las modificaciones arancelarias y al gasto excesivo para el confinamiento de materiales peligrosos.

Fue necesario el análisis completo de las necesidades reales de cada producto, mediante el uso de las formulas de cantidad económica optima a ordenar (EOQ) citadas en el capítulo 2.1, las del punto de reorden y la evaluación de proveedores nacionales

para poder presentar al gerencia el problema de exceso de inventario, y la repercusión que este tenía en las utilidades de la empresa. En la actualidad la autoridad para realizar compras de material en base a la mejor oferta es tomada en México en la planta americana.

Una vez resuelto el problema de almacén continuamos con la elaboración de los planos, colocando bajo estudio nuestra area de cables, la cual mediante este trabajo de tesis ha sido revisada con un enfoque de 6 sigma y es presentada para estudio en los siguientes 5 anexos. Cada uno de estos anexos muestra a detalle el trabajo realizado en cada estación de trabajo. El mercado de cables es dinámico y en ocasiones increíblemente demandante, la organización de líneas capaces de proveer la cantidad requerida de cables tomo un giro impresionante para la empresa bajo estudio, dado que se recibieron nuevos contratos pero con la actual recesion y competencia externa es necesario contar con líneas flexibles de producción capaces de satisfacer las variantes demandas de producción.



# UANL

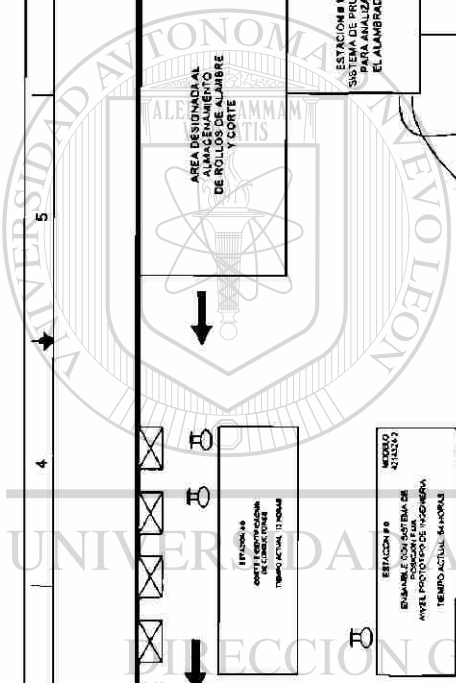
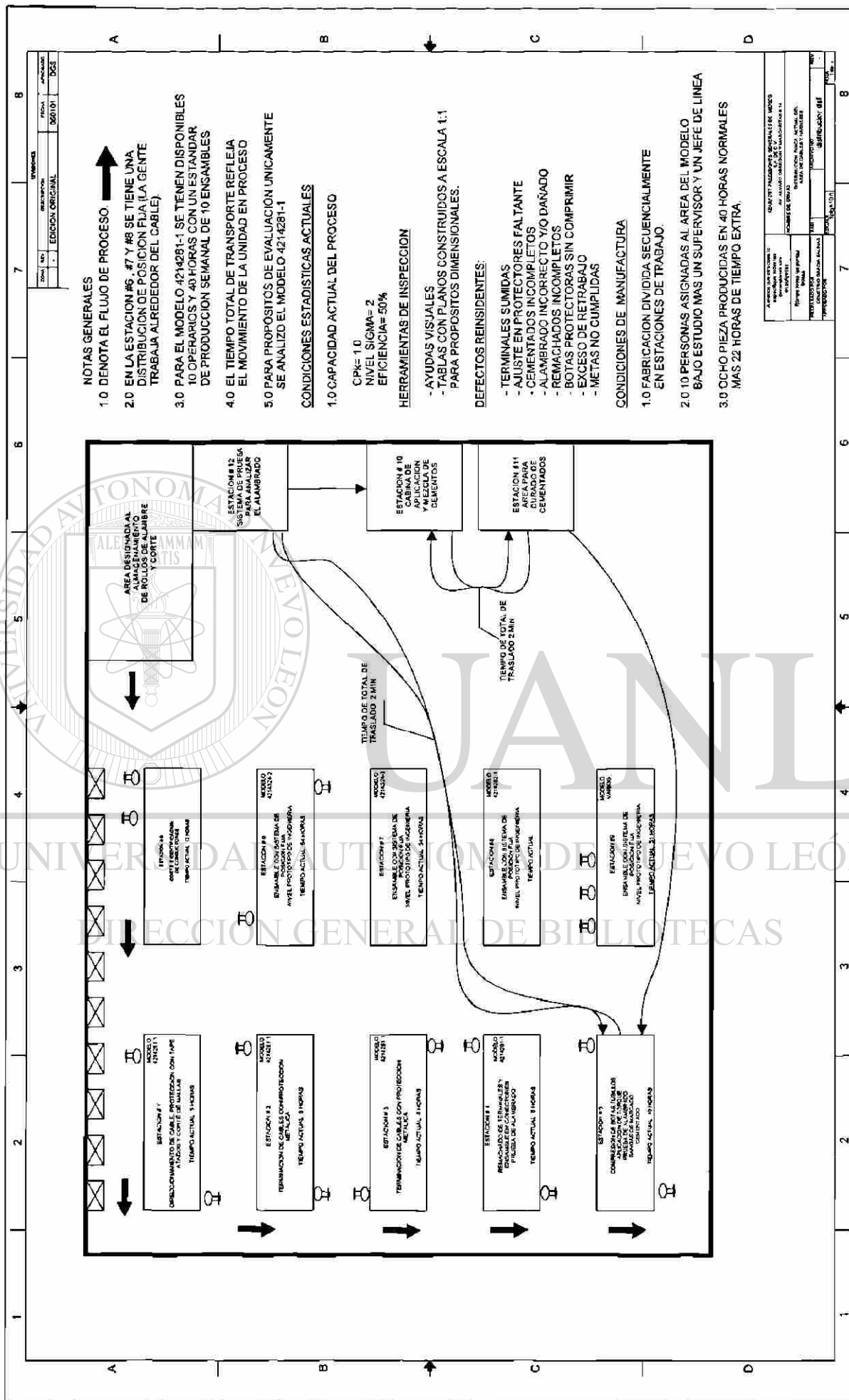
---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES











# CAPITULO 5

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Resumen

Despues de establecer un programa de asignaciones y una revision semanal de cada una de ellas en una teleconferencia con el cliente los problemas realmente graves fueron resueltos, los niveles de desempeño fueron relativamente mejorados, sin embargo la empresa bajo estudio cuenta aun con un patriarcado gerencial, que no se decide a romper la tradicion.

Nuestro cliente principal, proporciono apoyo tecnico y pedagogico para aumentar nuestro nivel de sigma, lo cual tambien mediante el uso de programas de control de calidad presentaron una mejora significativa, algunos de estos programas fueron sencillamente elaborados en Excel pero algunos otros en sistemas electronicos de procesamiento conocidos como genesis. Una recomendacion vital para esta empresa seria la re-evaluacion de supervisores de produccion, debido a que dada la edad de la empresa muchos de estos eran sencillamente operadores, extraidos de las lineas de ensamble, condicionados a un estandar de trabajo limitado y siempre en un beneficio propio, tal y como se indico en el parrafo 2.3.3 de la pagina 63, no tienen el concepto de que la mano de obra es algo que sencillamente no puede ser medido ni limitado por el contrario cuando existe la conviccion puede extenderse a niveles inimaginables, siempre y cuando se mejoren las tecnicas de manufactura.

## Bibliografía

Autor

Barry Render / Jay Heyzer

**Dirección de la producción**

Cuarta edición

Prentice hall 1998

Autor

Barry Render / Jay Heyzer

**Principios de administración**

**de operaciones**

Primera edición

Prentice hall 1996

Autor

David J. Lu

**Kanban justo a tiempo en toyota**

Edición revisada

Asociacion Gerencial Japonesa 1998

Autor

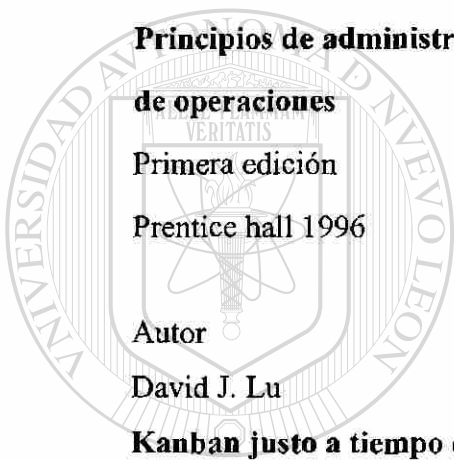
David J. Sumanth

**Administración para la productividad**

**total**

Primera edición

CECSA 1999



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Autor

Keki R. Bhote

**Calidad de clase mundial diseño de experimentos**

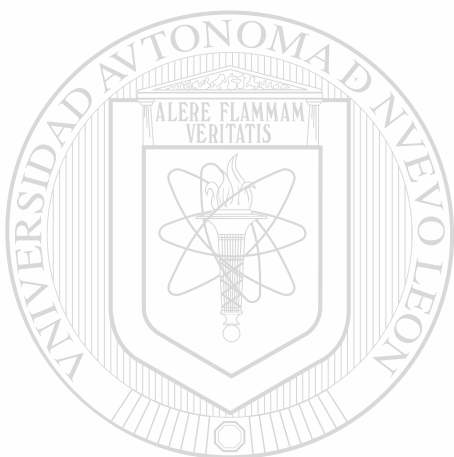
Asociación Gerencial Americana

Autor

Tom Taormina

**ISO 9000 Liderazgo Virtual**

Prentice Hall 1997



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

<b>Listado de figuras</b>	<b>Página</b>
Figura 1.1 Evolución de la ingeniería industrial .....	10
Figura 1.2 Representación simbólica de la manufactura .....	19
Figura 2.1 Líneas de ensamble en forma de “U” .....	28
Figura 2.(1.2.3) Variaciones Naturales.....	42
Figura 2.4 Tipos de Distribución .....	45
Figura 2.5 Plan de muestreo .....	47
Figura 2.6 Diseños ergonómicos.....	50
Figura 2.7 Control de inventarios .....	57
Figura 2.9 Pilares del sistema Toyota .....	67
Figura 2.10 Trabajar y mover.....	70
Figura 2.11 Trabajo y Movimiento.....	71

### **Listado de Tablas**

Tabla 1 Categorías Industriales .....	20
Tabla 2 Ejemplos de celdas de trabajo .....	30

### **Listado de Anexos**

---

Anexo 1 .....	91
Anexo 2 .....	92
Anexo 3 .....	93
Anexo 4 .....	94
Anexo 5 .....	95

**GLOSARIO DE TERMINOS**

EOQ: economic order quantity / cantidad economica optima a ordenar

ROP: reorder point / punto de reorden

ASME: american society of mechanical engineer

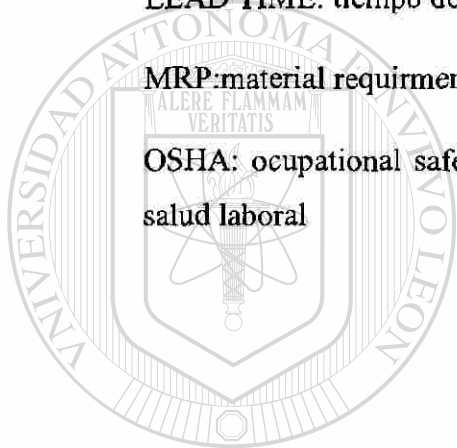
SHOP MANAGEMENT: manejo de taller

BENCHMARKING: marcas que definen el avance del punto "A" al "B"

LEAD TIME: tiempo de ciclo

MRP: material requirments planishment

OSHA: occupational safety and health administration / administracion de seguridad y salud laboral



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## RESUMEN AUTOBIOGRAFICO

Demetrio Gracia Salinas nació el 8 de enero de 1972 sus padres fueron el Señor Demetrio Gracia Pérez su madre Eva Salinas de Gracia.

Curso su educación primaria en la escuela Melchor Ocampo en la ciudad de H. Matamoros Tamaulipas de 1978 a 1984, continuo con su educación secundaria en la Técnica # 4 General Lázaro Cárdenas del Río de 1984 a 1987, Ingreso al centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios #135 en el año de 1987 - 1990. Realizo estudios de Ingeniería Industrial y de Sistemas en el Instituto de computación del Noreste de 1990 a 1994.

Recibió entrenamiento en la Escuela de Tecnología de Soldadura del comando de misiles en la Base Militar de Redstone en Huntsville Alabama en el año de 1995 obteniendo un certificado de instructor/examinador categoría "C" de acuerdo al mil-std-2000. Obtuvo el diplomado en programación de analizadores para cables y arneses Dit-mco 2115 en la ciudad de Kansas City Mo. en el año de 1997. Realizo estudios de maestría en la facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León de 1998 al 2000

Actualmente labora en la empresa Kearfott Presiciones Generales de México S.A. DE C. V. en el área de ingeniería, desempeñándose primero como ingeniero de Manufactura, posteriormente gerente de equipo de prueba y supervisor de ingeniería.

