

6



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"

APLICACION DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE UNA MANUFACTURERA DE MUEBLES

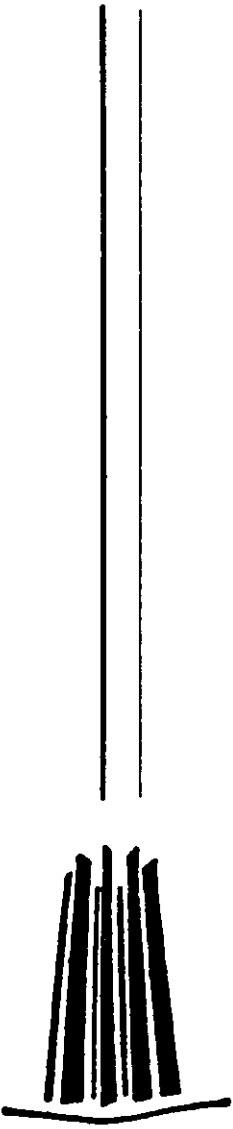
T E S I S  
QUE PRESENTA:  
JUAN PABLO BARREIRO FERNANDEZ  
PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICO  
AREA INDUSTRIAL

284818

DIRECTOR DE TESIS: CASSIODORO DOMINGUEZ CRISANTO

MEXICO, D. F.

2000





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## CONTENIDO

↳ INTRODUCCIÓN.....	6
↳ CAPITULO 1 "FACTIBILIDAD DEL PROYECTO"	
1.1 FACTIBILIDA DEL PROYECTO .....	9
1.2 OBJETIVO SOCIAL Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	11
↳ CAPITULO 2 "GENERALIDADES DE LA EMPRESA"	
2.1 OBJETIVO ECONOMICO.....	13
2.2 UBICACIÓN .....	14
2.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL ACTUAL.....	16
↳ CAPITULO 3 "ANALISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCION"	
3.1 SISTEMA DE PRODUCCION .....	20
3.1.1 SISTEMA DE FABRICACION .....	20
3.1.2 SISTEMA DE FABRICACIÓN INTERMITENTE.....	21
3.2. PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN.....	22
3.3. AREA DE CONTROL .....	23
3.4. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.....	24
3.5. SISTEMA DE PRODUCCION ACTUAL.....	26
3.5.1 DISEÑO .....	28
3.5.2 CEPILLADO Y DESTROZADO.....	30
3.5.3 ESPIGA Y ESCOPLE .....	31
3.5.4 ARMADO Y ENSAMBLE.....	32
3.5.5 ACABADO.....	35

<b>3.6. DIAGRAMA DE OPERACIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>3.6.1 DIAGRAMA DEL PROCESO DE LAS OPERACIONES PARA UN ROPERO DE AGLOMERADO.....</b>	<b>40</b>
<b>3.7 DÍAGRAMA DE CURSO DE PROCESO.....</b>	<b>45</b>
<b>3.8 CONDICIONES DE TRABAJO.....</b>	<b>47</b>
<b>3.8.1 OBSERVACIONES GENERALES.....</b>	<b>47</b>
<b>3.8.2 LIMPIEZA DE LOS LOCALES.....</b>	<b>47</b>
<b>3.8.3 ILUMINACIÓN.....</b>	<b>48</b>
<b>3.8.4 VENTILACIÓN, CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN.....</b>	<b>50</b>
<b>3.8.5 RUIDO.....</b>	<b>51</b>
<b>3.8.6 LUGAR Y TRABAJO.....</b>	<b>52</b>
<b>3.8.7 ORDEN Y CONSERVACIÓN.....</b>	<b>52</b>
<b>3.8.8 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES E INCENDIOS.....</b>	<b>53</b>
<b>3.9 SISTEMA DE REMUNERACIÓN E INCENTIVOS.....</b>	<b>55</b>
<b>3.10 SISTEMA DE REMUNERACIÓN E INCENTIVOS DE LA PRESENTE PLANTA.....</b>	<b>58</b>
<b>3.11 ANALISIS DE PRODUCTIVIDAD.....</b>	<b>61</b>
 <b>↳ CAPITULO 4 "ESTUDIO DE METODOS"</b>	
<b>4.1 ESTUDIO DE METODOS.....</b>	<b>73</b>
<b>4.1.1 PROCEDIMIENTO BASICO DEL ESTUDIO DE METODOS.....</b>	<b>74</b>
<b>4.2 ANALISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA.....</b>	<b>75</b>
<b>4.2.1 TIPOS DE DISTRIBUCION DE LA PLANTA.....</b>	<b>76</b>
<b>4.2.2 ANALISIS DE LA PLANTA ACTUAL.....</b>	<b>78</b>
<b>4.3 PLANEACION SISTEMATICA SIMPLIFICADA DE UNA DISTRIBUCION DE PLANTA.....</b>	<b>83</b>

4.3.1 DISEÑO DE LA NUEVA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA.....92

↪ CAPITULO 5 "MEDICION DEL TRABAJO"

5.1 MEDICION DEL TRABAJO.....95  
5.2 ESTUDIO DE TIEMPOS.....95  
5.3 FIJACION DE NORMAS DE PRODUCCION.....98  
5.3.1 CALCULO DE TABULADORES.....99

↪ CAPITULO "ANALISIS COSTO BENEFICIO"

6.1 EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSION.....103  
6.1.2 CONCEPTO DEL VALOR DEL DINERO A TRAVES DEL TIEMPO .....103  
6.2 ELEMENTOS A CONSIDERAR EN LA EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION.....104  
6.3. DEPRECIACION.....105  
6.4 EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....106

↪ CONCLUSIONES GENERALES.....112

↪ APENDICE A.....115

↪ APENDICE B.....116

↪ APENDICE C.....117

↪ APENDICE D.....118

↪ BIBLIOGRAFIA.....119

## INTRODUCCION

Desde la revolución industrial hasta el presente, las principales influencias sobre el diseño del proceso y del trabajo han sido el mejoramiento de la productividad y la optimización económica, conceptos que se han asociado con la especialización. Se establecieron las ventajas de la división de tareas como principio de guía y en el transcurso del tiempo los directores han aplicado tal principio en forma progresiva. El resultando se resume en las grandes líneas de ensamble de automóviles, aunque el principio general de la división de tareas se ha aplicado a toda la industria y se aplica también a los trabajos de oficina y otros sistemas productivos.

En el siglo XVIII, se afirmó que había tres ventajas importantes en la división de tareas; el desarrollo de una habilidad o destreza al efectuar repetitivamente una sola tarea, el ahorro de tiempo que se pierde normalmente al cambiar de una actividad a la siguiente y la invención de maquinas o herramientas que habrían de producirse a medida que los hombres se especializaron en tares de alcance limitado. A estas tres ventajas se agrego una cuarta: el principio de limitar las habilidades como base para el pago de salarios. Se observo que el salario a pagar era proporcional a la tarea que requería mayor habilidad o más especialización, se señalo que con la división de tareas podían homogeneizarse fácilmente las habilidades dentro de los diferentes trabajos y que, entonces, de cada trabajo podía obtenerse la cantidad precisa de habilidad que se necesitaba. Con esto se lograría un óptimo costo de la mano de obra.

Observando los acontecimientos del momento, se señalo que la tecnología específicamente empleada determina el grado al que puede ser conveniente la división de tareas, y que la magnitud del mercado determina el nivel máximo de tal conveniencia. De hecho, la tecnología actual a favorecido la especialización; la magnitud del mercado para muchos trabajos y servicios es enorme, a menudo de alcance internacional. Resumiendo, desde los tiempos de Adam Smith hasta el presente el criterio dominante a sido la optimización y como consecuencia la economía y la productividad.

Los efectos económicos de la división de tareas no tenían reglas para establecer limites se supuso que era mejor tener los trabajos divididos al máximo, porque con ellos se aumentaría la productividad, la motivación de los trabajadores, especialmente cuando se aplica los planes de pago de incentivos.

Actualmente existe un criterio sociotécnico para el diseño de procesos y trabajos, el cual reconoce que hay restricciones impuestas por la tecnología que limitan los diseños posibles de los procesos y trabajos; así como por la satisfacción del trabajo y las necesidades del sistema social.

## **CAPITULO 1**

### *FACTIBILIDAD, OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO*



## 1.1 FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

La factibilidad para mejorar los sistemas de producción de la planta de muebles en estudio se ha contemplado desde dos puntos de vista, el económico y el técnico.

Desde el punto de vista económico, el mejorar los sistemas productivos traería consigo un costo de producción óptimo, este es, un mejor aprovechamiento de los recursos de la empresa como son: la materia prima, la mano de obra, la maquinaria, el equipo, las instalaciones en general, etc. Traería además una disminución de los desperdicios y por ende, un aumento de la productividad. Ahora, al conseguir un aumento de la productividad, se obtiene la posibilidad de aumentar la producción con la misma cantidad de insumos que actualmente se utilizan. Afortunadamente, el mercado de los muebles de madera, hechos en serie, abarca todos los estratos sociales alto, medio y bajo principalmente, componentes del grueso de la población lo cual significa que un aumento en la producción resultaría en utilidades para la empresa, ya que realmente el mercado es muy amplio y no se encuentra satisfecho al 100% en la actualidad, lo que haría rentable el presente proyecto.

Desde el punto de vista técnico, la fábrica de muebles en cuestión presenta el esquema tradicional de un proceso de transformación: la entrada de materiales, mano de obra, máquinas, instalaciones, energía, información y tecnología; diseño de sistemas y planeación y control de las operaciones; y salida de productos. De la mayor armonía que exista entre estas tres etapas, dependerá la mayor productividad de la planta, siendo la etapa intermedia, la parte medular para que esto suceda.

El proceso de fabricación mismo no sólo comprende la aplicación de la tecnología, sino la dirección hábil de todas las variables que se pueden controlar. La dirección de las operaciones es eficaz en lo relativo al diseño y afinación del sistema, así como lo relativo a la planeación y al control de las operaciones. En el diseño mismo del sistema, la dirección de las operaciones debe ocuparse de las decisiones básicas relativas a: la ubicación de la planta, la forma o diseño del producto y la manera que ese diseño limite o facilite el proceso productivo, los pronósticos de demanda y las capacidades del sistema; los procesos y operaciones y el aporte de mano de obra y equipo a los mismos, así como el flujo general del trabajo y la disposición de los puntos importantes del mismo.

Por considerar que el proyecto cuenta con el respaldo económico y técnico necesario, se considera que es factible el realizar un estudio para mejorar los sistemas de producción de esta fábrica de muebles de madera.

## 1.2 OBJETIVO SOCIAL Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Desde los tiempos en que el hombre fabricó los primeros instrumentos de piedra ha dejado una profunda huella en su intento de una vida que proporcione mayores satisfacciones y mayor bienestar, desgraciadamente, a través de los siglos solos una pequeña parte de la población se ha visto beneficiada por los avances de la ciencia y la tecnología muchos millones de seres humanos no aspiran siquiera una alimentación adecuada, y mucho menos a la comodidades de un hogar. Lo ideal seria que todos los habitantes del planeta tuvieran lo esencial: alimentación adecuada, vestido y un lugar decoroso para vivir para que esto sucediere, se tendrían que buscar formas de producción, que permitieran la distribución de los productos en forma masiva a precios accesibles para todos.

En esa larga lista de productos a los que la mayoría no tiene acceso, se encuentran los muebles esos instrumentos que proporcionan mayor comodidad y relajamiento al ser humano. Muebles, se han hecho de piedra de metal, de madera, de productos sintéticos; se han diseñado de muchas formas y han servido para diversas funciones; han sido utilizado en la más humilde choza y en la más fastuosa de las mansiones. Pero sin embargo mucho gente puede aspirar a poseer una cama y una mesa, o unas sillas, a un costo inaccesible; mientras que, con la utilización de materiales económicos y con un proceso que permite optimizar costos, se podrá facilitar a toda esa gente la adquisición del tipo de mueble que se elabora en esta planta. Se hace a base de madera de pino y láminas de aglomerado (aserrín comprimido). Su mercado esta enfocado para las clases media y baja como se mencionó anteriormente por lo que se considera que el beneficio social al obtener un producto de buena calidad necesario en los hogares y un precio accesible, es bueno.

## CAPITULO 2

*¿QUÉ ES MUEBLES ARANJUEZ?*

## 2.1 OBJETIVO ECONOMICO

El presente estudio se realiza en una empresa privada cuyo objetivo económico primordial es la obtención de utilidades, de tal manera que éstas permitan rentabilidad, liquidez y solvencia.

Para que una empresa funcione adecuadamente debe ser capaz de ir generando sus propios recursos a través de la venta de sus productos; incrementando su capital social y cuando estos no fueran suficientes podrá obtenerlos a través de instituciones de crédito por medio de prestamos para el financiamiento de sus operaciones.

El objetivo económico de esta empresa en particular al realizar el presente estudio, será el de incrementar su producción ya que su demanda no ha llegado a satisfacerse.

## 2.2 UBICACIÓN

La fábrica "*Muebles Aranjuez S.A. de C.V.*" localizada en el municipio de Ecatepec Edo. de México, debido a que los accionistas de la misma residen en el D.F. , con este estudio no se pretende cuestionar que el lugar de ubicación de la planta sea el más adecuado, pero sin embargo, se puede decir que su localización permite el fácil acceso de vehículos por las adecuadas vías de comunicación que pasan por este lugar.

La planta se encuentra ubicada en la calle 12 número 42, colonia Rústica Xalostoc del municipio antes citado. Esta zona se encuentra altamente industrializada por lo mismo las vías de comunicación y los servicios son óptimos, ya que se encuentra entre Ave. Central y la Ave. Ejercito del Trabajo y muy cercana de la autopista México-Pachuca, por esta razón permite un acceso fluido a los camiones que surten la materia prima, así como para los vehículos que llevan los muebles a los lugares de distribución. ( Figura 2.1).

Refiriéndose un poco a la zona geográfica donde se encuentra ubicada esta planta, se dirá que está en la región conurbada del D.F.; o sea en la región del valle de México. Esta zona no es propiamente forestal, de ahí que el principal insumo que es la madera, se tenga que traer de otras regiones.

La proximidad de su mercado de consumo, la buena adecuación de los servicios públicos y privados como la luz, el agua, las calles y carreteras, los autotransportes, una buena oferta de mano de obra y en fin, una infraestructura magnífica; permiten que ésta al igual que otras industrias se desarrollen.

## PLANO DE UBICACION DE LA PLANTA

PLANO GUIA ROJI

FIGURA 2.1





### 2.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL ACTUAL.

Esta empresa tiene funcionando aproximadamente 15 años; ésta clasificada como una industria mediana, su estructura organizacional es de tipo familiar ya que la alta dirección ha sido llevada por la misma familia por mas de dos generaciones, presenta el siguiente esquema (véase figura 2.2.)

El gerente general depende directamente de un consejo de administración, y asume las funciones de contador, diseñador del producto, comprador de materiales, acabado y supervisión del producto terminado, contratación de personal, autorización de créditos y coordinación de entrega y reparto de muebles.

La función contable como ya mencionamos, está dirigida por el gerente y tiene a sus órdenes un auxiliar de contabilidad que se encarga de llevar nómina, pago de impuestos y servicios, elaboración de estados financieros y de pólizas de compras y ventas, así como el pago a proveedores.

La función del diseño del producto está coordinado por el gerente, el cual con la ayuda del jefe de producción se encarga de estructurar la forma del mueble, el tipo de material a usar con sus respectivas especificaciones, así como la manera de cortar las piezas en las tablas de madera y en las hojas de aglomerado.

La función de compras está asumida únicamente por el gerente, mismo que elabora los pedidos de material conforme a sus necesidades y conveniencias.

Las etapas de acabado y supervisión del producto terminado caen bajo la vigilancia directa del gerente, quien cuenta con cuatro acabadores, realizando él mismo la función de supervisor del producto terminado.

El departamento de recursos humanos, selecciona el personal y maneja todos los aspectos legales del mismo; tales como: afiliación al IMSS, altas SHCP, INFONAVIT, demandas laborales, etc.

La autorización de créditos es una facultad exclusiva de la gerencia quien de acuerdo a su criterio aprueba las solicitudes de crédito a los clientes actuales y potenciales.

La entrega y reparto del producto terminado dispone de un chofer para conducir un vehículo con capacidad de hasta 180 muebles. Las maniobras de carga son realizadas por dos empleados de la empresa. Las descargas corren por cuenta de trabajadores eventuales conocidos como macheteros.

El departamento de producción cuenta con un supervisor que planea la carga de trabajo de los obreros, que son : dos destrozadores, dos habilitadores y tres armadores. La vigilancia y el buen orden dentro de la planta corren a cargo del velador.

Las ventas y cobranza son realizadas por un agente vendedor, que no cubre solamente el mercado local, sino que también atiende plazas foráneas.

ORGANIGRAMA ACTUAL DE LA FABRICA

Muebles Aranjuez S.A. de C.V.

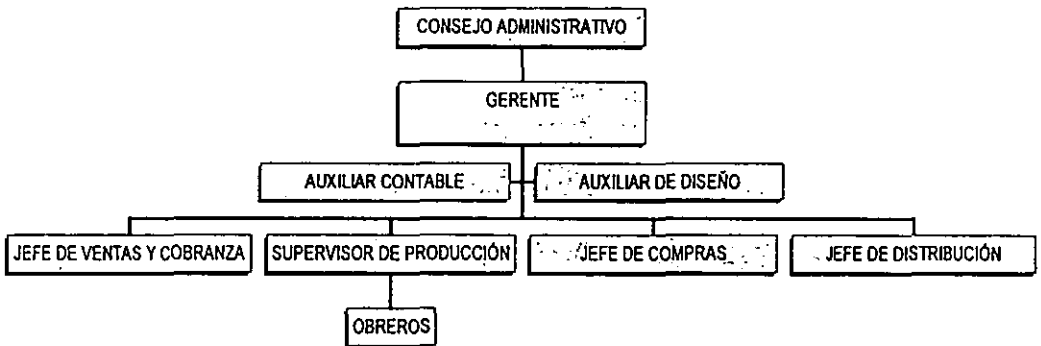


FIGURA 2.2

### **CAPITULO 3**

#### ***ANALISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCION***

### **3.1 SISTEMA DE PRODUCCION**

Un solo tipo de control no basta para todos los tipos de manufactura. La clase de un sistema empleado para el control depende de la producción que se trate.

Con el fin de poder establecer un sistema de control de la producción adecuado, se necesita primeramente conocer los diversos tipos de fabricación que son objeto de un seguimiento de control.

#### **3.1.1 SISTEMA DE FABRICACIÓN**

La fabricación continua puede definirse como la fabricación de productos que involucra una secuencia de procesos realizados por medio de una serie de maquinas que reciben los materiales a través de un canal cerrado de flujo.

Las características que identifican una fabricación continua son las siguientes:

- ✓ Un amplio volumen de fabricación de un producto ya estandarizado
- ✓ La cantidad que se fabrique debe ser lo bastante grande como para permitir utilizar el mismo dispositivo de montaje durante un periodo largo de tiempo.
- ✓ Se emplea cadenas de producción
- ✓ Las maquinas requeridas para las operaciones sucesivas en el producto se linean según el orden de sucesión de las operaciones a realizar en el producto.
- ✓ Las capacidades de trabajo de las maquinas están equilibradas.
- ✓ Son necesarias pocas instrucciones de trabajo
- ✓ Ocurren pocos cambios después de dar las primeras instrucciones
- ✓ Los operarios de las maquinas son expertos pero solo en una clase de operación
- ✓ La existencia de materiales en elaboración son pequeñas
- ✓ La producción puede ser efectuada con destino al almacén

- ✓ Las autorizaciones para la fabricación se confeccionan para la producción sobre base de las previsiones de venta
- ✓ Los pedidos cursados a la compañía se basan habitualmente en un contacto con el proveedor a largo plazo

A la fabricación continua le corresponde un control de la producción de tipo seriado o control por flujo.

Este puede definirse como la coordinación de la corriente de trabajo a un ritmo preestablecido, basado en un plan de producción a largo alcance.

### 3.1.2 SISTEMA DE FABRICACION INTERMITENTE

La fabricación intermitente y la continua difieren en el espacio de tiempo que los dispositivos de montaje del equipo pueden utilizarse sin introducir cambios en los mismos. Si los dispositivos de montaje de la maquinaria se utiliza solo por poco tiempo y se cambia después para fabricar un productor diferente, se tiene una producción intermitente.

Las características que distinguen a una fabricación intermitente son las siguientes:

- ⊙ La mayoría de los productos se fabrican en pequeñas cantidades. Aunque la producción total de una empresa de trabajo intermitente sea grande, se distribuye entre muchas clases de productos, ninguno de los cuales se fabrica en gran cantidad.
- ⊙ La planta esta ordenada sobre la base del equipo
- ⊙ Las maquinas de clase similar o que realizan el mismo trabajo se colocan juntas en un solo departamento
- ⊙ Las cargas de trabajo están desequilibradas y las maquinas pueden pasar días enteros inactivas
- ⊙ Son necesarias numerosas instrucciones de trabajo
- ⊙ Es necesario dar instrucciones especificas para cada nuevo trabajo
  
- ⊙ Los operarios de las maquinas son expertos
- ⊙ La producción esta basada en las ventas

La fabricación intermitente ofrece varias ventajas: economía, flexibilidad en la producción de productos variados, flexibilidad en la asignación de trabajo, seguridad del mercado, etc.

### **3.2 PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN**

Por lo general en empresas pequeñas y medianas no existen procedimientos para transmitir información. Esta ausencia de procedimientos formales constituye una debilidad y trae consigo varios problemas.

La mayor parte del planteamiento de la producción corre a cargo por los jefes de departamento, algunos de los cuales no realizan bien su trabajo por incapacidad o por estar muy ocupadas en otras actividades.

Generalmente nadie se preocupa por el planteamiento de operaciones y esto es un error que se debe intentar evitar.

Muchas veces también lo que sucede es que el jefe del departamento o los empleados mas calificados trabajan en los planos, deciden que operaciones realizar y la secuencia de estas no necesariamente es siempre la optima.

En ocasiones pueden encontrarse trabajos casi terminados que se ven detenidos por falta de alguna pieza o de algún material.

No existe un control de materias primas, materiales en proceso, producto terminado etc.

Las operaciones se realizan en el momento en que se necesitan pero no han sido planeadas en su totalidad.

Otra situación que existe es que debido a esto los operarios no tienen la presión necesaria para la realización de su trabajo y no cumplen con la rapidez necesaria.

Con respecto al control de materiales existen varios problemas, no se lleva un control de existencias de material muy exacto ni se indica donde se va a aplicar ese material. No se reporta al almacenista que es lo que se toma del mismo o si ya se regresó la pieza tomada por algún operario.

Tampoco se reportan las cantidades de desperdicio de material al fabricar un producto, esto afecta en la contabilidad de costos al igual que sucede con la mano de obra, en la cual los obreros reportan el tiempo que tardan en hacer su trabajo en un control semanal. Al no tener la presión de un tiempo estimado de fabricación a cumplir; el tiempo que tardan en el trabajo que se les asignó puede llegar a ser muy alto, por lo tanto los costos aumentan.

### **3.3 AREA DE CONTROL**

El área de control de la producción de una empresa, para poder realizar su misión de determinar que se debe fabricar y cuanto, debe conocer las existencias de capacidad de cada trabajo y la prioridad e importancia del mismo.

Para poder determinar el plan de trabajo de los pedidos que se concreticen, el encargado de control de producción debe saber como están constituidos los productos a fabricar, de que piezas se trata y de que conjuntos se trata. Y para estas piezas y conjuntos debe conocer las etapas de su proceso de fabricación, lo que debe hacerse y como, de que materias primas, en que maquinas, con que operaciones, con cuanto personal y que tiempo se va a invertir, así como conocer las pérdidas por desperdicios a tener en cuenta para los costos.



### 3.4 CAPACIDAD DE PRODUCCION

Es necesario comentar que la capacidad tiene que ver con las limitaciones impuestas a la producción en el transcurso de un periodo determinado.

Estas limitaciones pueden ser físicas, económicas o una combinación de las dos. Es practica común de identificar a la capacidad como la producción, que esta limitada por la operación mas lenta o cuello de botella, a lo largo de algún periodo definido.

Con frecuencia un número de trabajadores de un área especifica de la planta conocen bien un problema; es por esto que tomamos en cuenta sugerencias de las personas que viven diariamente con estos obstáculos, y de aquí iniciar un proceso de toma de decisiones.

Los resultados de estas sugerencias congeniaron en decir que un problema que detiene la producción es la cepilladora que tiene tantos desperfectos en tiempo como en calidad a la hora de cepillar las caras de las tablas que demoran en operaciones posteriores.

Esto impedirá que la capacidad productiva llegue a su máximo en el beneficio de la empresa.

Pero la productividad no es un simple aumento de la producción por hora de trabajo. Es hacer posible con un menor esfuerzo, la obtención de un producto superior y en mayores cantidades.

Para aumentar la productividad no es suficiente ejercer acciones aisladas como: aumentar las inversiones en equipos mas eficientes o adoptar tecnologías mas avanzadas o implantar programas intensivos de capacitación y adiestramiento sino también mejorar las técnicas de administración y formas de liderazgo u obtener los insumos en forma mas económica y oportuna, ahí que hacer todo esto a la vez y en forma absolutamente armónica y controlada.

El incremento en la productividad da como resultado un servicio que demuestra mayor interés por los clientes, da mayor flujo de efectivo, da mejor rendimiento sobre los activos y da mayores utilidades.

Mas utilidades significan mas capital para invertir en la expansión de la capacidad y en la creación de nuevos empleos. La elevación de la productividad contribuye en la competitividad de una empresa en sus mercados, tanto domésticos como foráneos.

La siguiente representación muestra la contribución del incremento de la productividad para aumentar el nivel de competitividad anteriormente descrito:

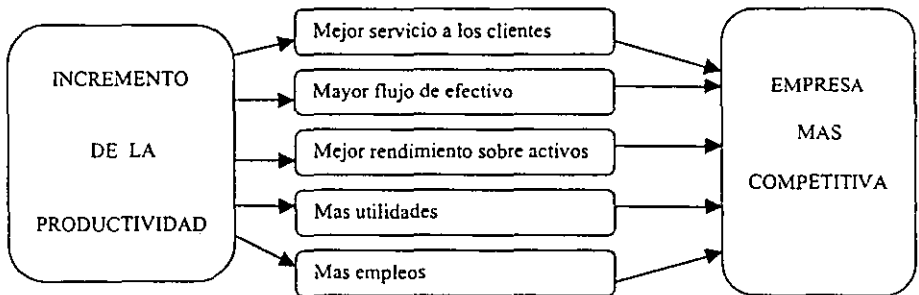


Figura 3.1

### 3.5 SISTEMA DE PRODUCCION ACTUAL

Los pasos concretos para la fabricación de los muebles van de acuerdo con cada modelo, pero para dar una idea general en todos sus aspectos, se presenta a continuación un desglose de las operaciones por departamento.

Departamento de producción:

- Diseño
- Cepillado y destrozado
- Avíos
- Armado y ensamblado
- Acabado: herraje y detallado
- Inspección final

En seguida se describen las operaciones que integran el proceso anterior, para ayudar a una mayor comprensión del lector

**PROCESO DE FABRICACION \*\*\***

<u>Operación</u>	<u>Descripción</u>	<u>Tiempo</u> <u>std</u>	<u>Máquina*</u>
Cepillado	Limpiar caras a la tabla de madera de pino	25 seg.	# 1
Destrozado	Dimensionar madera a longitud deseada	12 seg.	# 2
	Hilar madera**	20 seg.	#3
	Corte de hojas de aglomerado	180 seg.	# 3
Espigar	Hacer unión (macho) para ensamble	25 seg.	# 4
Escople	Hacer unión (hembra) para ensamble	8 seg.	# 5
Armado	Ensamblar marcos y unir con fajillas	1200	Manual
		seg.	
Forrado	Divisionar con entrepaños	30 seg.	Manual
	Forrar corral con hojas de chapilla	900 seg.	Manual
	Armar cajones y puertas y colocarlas en el mueble	960 seg.	Manual
Acabado	Resanar desperfectos y lijar	960 seg.	Manual
	Pintar y vetear	1020	Man. Y
		seg.	# 7
	Colocar herrajes, molduras, chapas, y puertas	1200	Manual
		seg.	
	Laqueado (terminado final)	180 seg.	# 7

- ver apéndice A.
- ver figura 3.4
- ver apéndice D.1

### 3.5.1 DISEÑO

Los muebles que se elaboran en esta planta son de tipo infantil ya que se especializan en cunas y roperos, todos estos realizados bajo las más severas condiciones de seguridad, para evitar algún accidente que pudiese sufrir el infante. Hechos con armazón de madera y con forro de material aglomerado o de madera de pino como lo muestra la figura 3.1.

El diseño de estos muebles se realiza en función de que satisfagan las normas establecidas para la comodidad del niño, como separación de las espigas de los corrales para evitar un atoramiento, también intentando optimizar el aprovechamiento del material, así como la facilidad para el transporte del mueble y que además sean estéticos.

El primer aspecto que se debe tomar en cuenta, es que el mueble satisfaga las necesidades del consumidor; esto implica, que cumpla adecuadamente las funciones para las cuales fue diseñado. En el caso de los roperos, se debe tomar en cuenta todas las características que hagan funcionales estos muebles, o sea, darles durabilidad, seguridad, etc.

El manejo y transportación del mueble son factores importantes del diseño, ya que es necesario buscar un manejo más seguro y barato posible, considerando que las maderas son delicadas.

La estética de un mueble es un factor de diseño que no se debe dejar de contemplar, ya que como parte de la decoración de un hogar debe estar en armonía con los demás elementos.

Ejemplo de muebles fabricados por  
"Muebles Aranjuez S.A. de C.V."

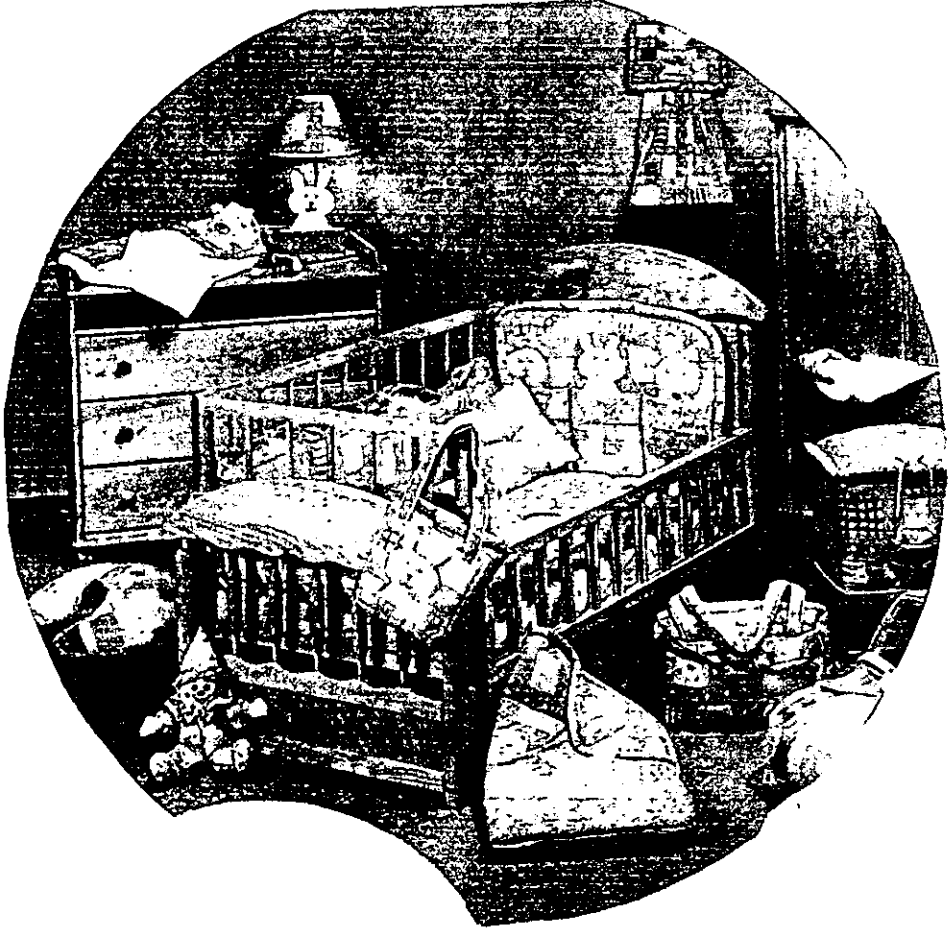


figura 3.2.

### 3.5.2 CEPILLADO Y DESTROZADO

La madera se clasifica en el aserradero de acuerdo a su calidad en: primera segunda, tercera y cuarta, de la madera de primera no se puede disponer por ser de exportación; la de segunda es la que se distribuye a las madererías para venderse en el mercado nacional como preferente; debido a su alto costo, no resulta rentable utilizarla en el tipo de mueble que se elabora en esta planta; la de tercera, por su calidad y precio, se adapta mejor a los requerimientos de la fábrica; y, la de cuarta que por su mala calidad genera mucho desperdicio, no es utilizada.

La madera es transportada en trailers del aserradero a la planta, en donde es almacenada. Este material que es madera de pino, llega en tablas de poco más de  $\frac{3}{4}$ " de espesor, aproximadamente 15 pies de largo y en anchos de 4 a 16 pulgadas.

El cepillado consiste en quitar las asperezas que presentan las tablas en sus superficies, pasándolas a través de un cepillo mecánico. Al quitar las asperezas se permite un manejo más fácil de la madera, ya que se eliminan astillas y protuberancias que pudieran llegar a lastimar a los obreros, o bien, dificultar el ensamblado; así como dar una mejor presentación al mueble (figura 3.3.a y 3.3.b).



Figura 3.3.a. Antes del cepillado



**Figura 3.3.b. Después del cepillado**

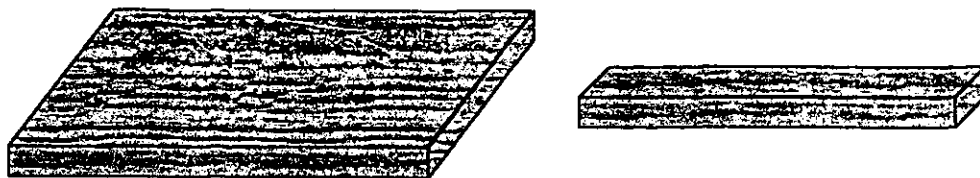
El destrozado se realizará tanto en la madera como en el aglomerado. El destrozado de la madera consiste en dimensionar la tabla, es decir, dar la longitud deseada según la función de la pieza a cortar, como la demuestra la figura 3.4



**Figura 3.4 Esquema del destrozado de la madera**

Después de la operación anterior, se procede a “hilar” todas las tablas ya cortadas, esto es, hacer fajillas como lo muestra la figura 3.5.





**Figura 3.5 Esquema de las fajillas de madera hiladas**

El aglomerado es un importante insumo para la fabricación de estos muebles. Es un material que se produce al procesar el forraje del árbol y el desperdicio del tronco. Al mezclarse ambos, se mezclan con un aglutinante y se moldean para ser prensados en láminas de diferentes espesores. Dichas láminas presentan una superficie muy homogénea y tersa, por lo cual al llegar a la planta no es necesario cepillar.

6

El destrozado del aglomerado es una operación que consiste simplemente en cortar las piezas que servirán como forro del mueble.

### **3.5.3 ESPIGA Y ESCOPLE.**

La espiga y el escople son operaciones que se realizan únicamente en las fajillas de madera y consisten en darles forma de macho y hembra, para posteriormente ensamblarlas (ver figura 3.6)



**Figura 3.6 Espiga**

### 3.5.4 ARMADO Y ENSAMBLADO

Esta etapa del proceso comienza una vez que la madera quedó habilitada y los forros del aglomerado cortados para iniciar su armado.

El supervisor de producción entrega a cada obrero las piezas para armar el mueble, en éste caso se analizará el proceso del ropero, por ser el más representativo.

En primer lugar, se arman los marcos delantero y trasero utilizando las espigas y escoplos de las fajillas de madera con la ayuda de pegamento para dar mayor consistencia al ensamble. Una vez listos, el marco trasero se apoya en el piso, que deberá presentar una superficie uniforme, y se colocan las fajillas que servirán de travesaños para unir el marco delantero. Ya unidos ambos marcos, se tiene lo que se denomina corralete que es propiamente el armazón o esqueleto del mueble, procediendo al forrado del mismo.

El forrado se realiza por medio de las piezas previamente cortadas del material aglomerado. Las piezas son engrapadas en los costados, piso y fondo. Posteriormente se le colocan las patas que irán engrapadas a los marcos para tener un mejor soporte.

Por otro lado, se arman los cajones del ropero con material aglomerado, utilizando grapas y pegamento.

Una vez forrado el armazón del ropero, se procede a colocar el entrepaño que servirá de soporte a las guías de los cajones. Dichas guías, son pequeñas tiras de madera clavadas a los costados. Inmediatamente después se procede a colocar los cajones en el ropero.

Las puertas no son montadas sino hasta después del fondeado, en otro departamento. Pero sin embargo, aquí son habilitadas. El armado de las puertas consiste en ensamblar el marco de madera y forrarlo de material aglomerado. La razón de no instalar las puertas, es la de facilitar el pintado del mueble.

### **3.5.5. ACABADO**

El departamento de acabado se encarga de dar los toques finales al mueble, y es aquí de donde dependerá que el mueble salga con un aspecto agradable para el consumidor.

Las operaciones que se realizan aquí son:

1. Botado
2. Resanado
3. Lijado
4. Fondeado
5. Veteado
6. Laqueado

### 1.- Botado:

Una vez que el mueble salió del departamento de armado, es inspeccionado para continuar con el proceso. El botado consiste en sumir con un punto y un martillo todas las grapas y clavos que quedaron en la superficie. Esto se hace para que cuando se pinte no se vean las cabezas de los clavos y las puntas de las grapas; ya que por ser metales no absorben la pintura, corriéndose ésta y dándole por consiguiente mal aspecto al mueble. Esta operación es sencilla pero laboriosa, ya que hay que buscar todos los clavos y grapas que tiene el mueble en su superficie externa.

### 2.- Resanado:

Esta operación es consecuencia de la anterior debido que al botar clavos y grapas se producen una serie de agujeros. El resanado consiste en aplicar una pasta previamente preparada compuesta de: cola, blanco de España y agua. Que por su consistencia pastosa se aplica fácilmente y se moldea en las imperfecciones del mueble. Además de éstas fallas se resanan los cantos; ya que el aglomerado por su constitución, es demasiado poroso y no presenta uniformidad con el resto del mueble.

### 3.- Lijado:

Al terminar de resanar todas las superficies del mueble, quedan excedentes de pasta. Es en el lijado, en donde estos sobrantes son eliminados, para darle al mueble esa superficie tersa que presenta.

#### 4.- Fondeado:

Terminado el lijado del mueble se da un fondeado con pintura de aceite, aplicando con pistola de aire en las superficies externas e internas del mueble. El fondeado tiene la particularidad de resaltar cualquier imperfección en el acabado, lo que nos permite corregir. Debido a que en el fondeado se detectan fallas no corregidas con anterioridad, por medio de un segundo resanado, se eliminan, lijándose nuevamente las partes afectadas. Antes de aplicar el fondeado final se montan las puertas, las cuales ya han pasado las operaciones anteriores. El montado de las puertas consiste en colocar los rieles en la parte inferior del marco frontal por donde correrán las carruchas, especie de baleros que permitirán un mejor deslizamiento de las puertas. En la parte superior del marco frontal, está dispuesta una canaleta de madera que servirá como guía a la puerta. Ya montadas las puertas se procede al fondeado final, que viene siendo prácticamente una segunda mano de pintura sobre todas las superficies del mueble.

#### 5.- Veteado:

Quedando debidamente fondeado el mueble de un color avellana, el veteado es propiamente un adorno al tratar de simular con tinta la hilatura que dan las fibras de la madera en su estado natural. Dicha tinta es aplicada con una brocha, sobre la superficie exterior y en el frente de los cajones. A continuación se procede a colocar el herraje en el mueble, o sea, las jaladeras en los cajones, las cazuelas en las puertas y la chapa o cerradura de llave.

#### 6.- Laqueado:

Esta operación consiste simplemente en darle una capa de laca mate, para conservar mejor la pintura y darle un mejor acabado al mueble.

Con la operación anterior termina prácticamente el proceso de fabricación del mueble, procediéndose a la inspección final y al embarque.

### 3.6 DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y sub componentes al ensamble con el conjunto principal. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes, tolerancia y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.

Para hacer constar en un diagrama todo lo referente a un trabajo u operación resulta mucho más fácil emplear una serie de símbolos uniformes, que conjuntamente sirven para representar todos los tipos de actividades o sucesos que probablemente se den en cualquier fábrica u oficina. Constituyen pues, una clave muy cómoda, inteligible en casi todas partes, que ahorra escritura y permite indicar con claridad exactamente lo que ocurre durante el proceso que se analizará. A continuación se analizarán los dos símbolos principales del diagrama, inspección y operación.



**OPERACIÓN** indica las principales fases del proceso, método o procedimiento.

Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica durante la operación.



**INSPECCION** indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas



### **3.6.1 DIAGRAMA DEL PROCESO DE LAS OPERACIONES** **PARA UN ROPERO DE AGLOMERADO**

A continuación se presenta el diagrama del proceso de las operaciones de la planta en estudio para la fabricación de un ropero.

Hojas de aglomerado  
2.44 m x 1.20 m x 9.0 m

57 Cortar frente y costados  
del cajón

58 Resaques del frente  
de frente del cajón

59 Ramurar costados

Almacén de aglomerado  
cortado

Hojas de aglomerado  
2.44 m x 1.20 m x 4.5 m

53 Ajustar mesa de corte  
para cada pieza

54 Destrozar costados  
(pza laterales)

55 Destrozar techo y pared

56 Cortar tiras para  
correderas y frentes.

Almacén de aglomerado  
cortado

Madera de pino  
3a. Clase 3/4"

1 Separar tablas del  
mismo ancho (cubicar)

2 Cepillar la 1a. Cara  
de cada tabla.

3 Cepillar la 2a. Cara  
de cada tabla.

4 Medir según pza  
a cortar.

5 Dimensionar, cortar  
longitud deseada.

6 Medir pza  
para hilar

7 Hilar, cortar fajillas  
de 4.5 cm de ancho

1 inspeccionar

8 Pasar fajilla sierras  
paralelas

9 Cortar sobrante

10 Repartir material

11 Embarrar pegamento  
en la espiga

12 Ensamblar fajillas para  
marcos delante y tras.

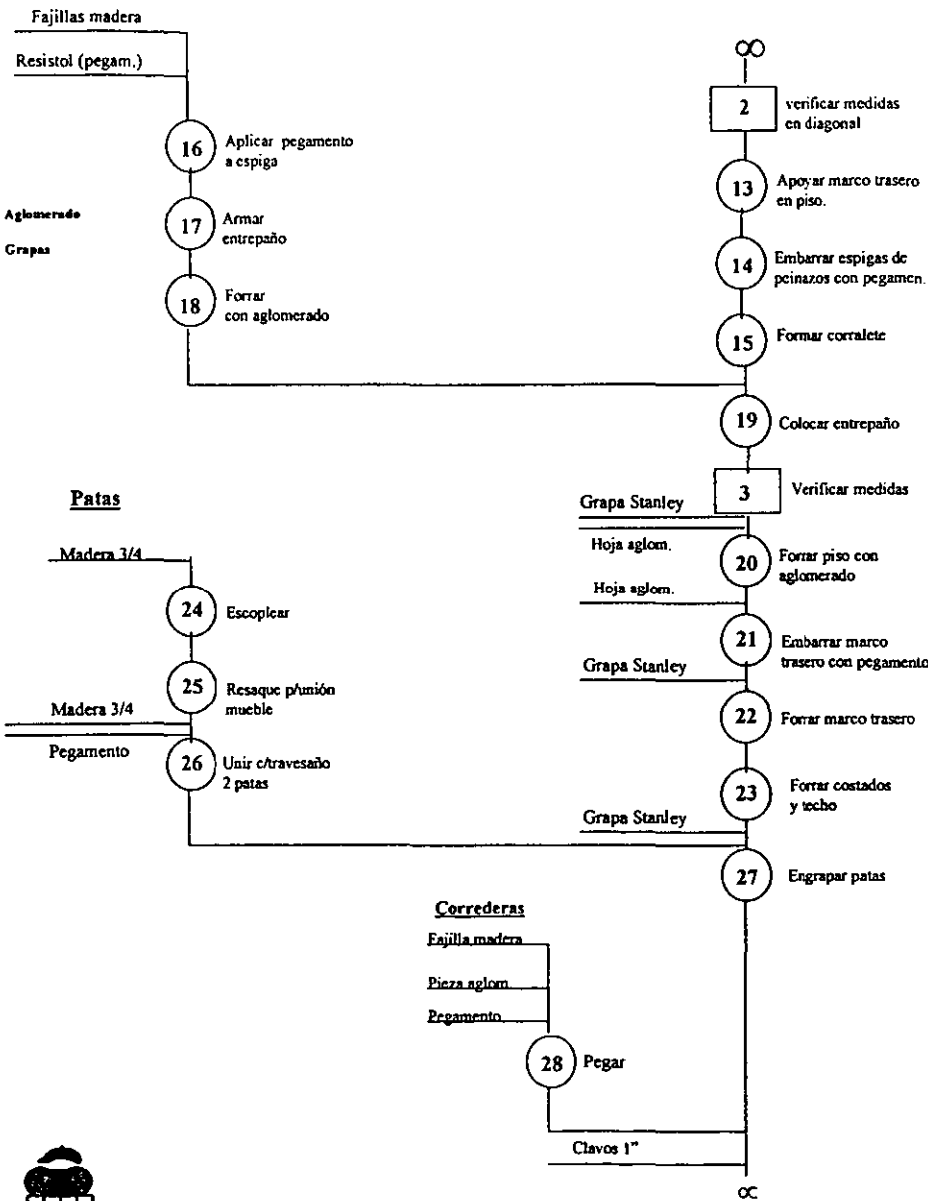
∞

### DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIONES

Fabricación de ropero dos cajones  
Método actual.



## Entrepaño



## Cajones

- Pegamento blanco
- Pzas\_aglomerado
- 30 Embarrar resacos cajón.
- Grapas
- 31 Engrapar frente con costados
- 32 Engrapar pared posterior
- Recortes aglom.
- 33 Poner fondo cajón

## Puertas

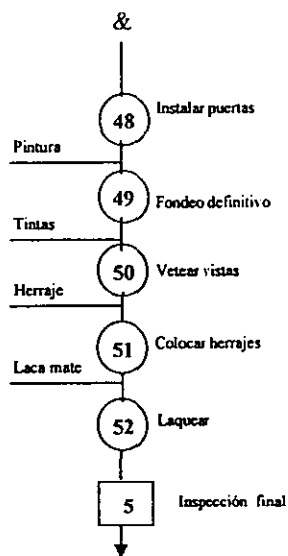
- Pegamento
- 44 Embarrar espigas
- 45 Armar marco con refuerzo
- Aglom. 4.5 cm
- Grapa
- 46 Forrar puerta
- Carruchas
- 47 Colocar carruchas

CC

- 29 Clavar correderas en entrepaño y pared.
- 34 Montar cajones sobre correderas
- Aglom.
- 35 Poner frente ropero
- Fajilla
- Clavos
- 36 Clavar travesaños porta-ganchos
- 37 Engrapar Fajilla p/ moldura frontal
- 38 Botar clavos
- Pasta
- 39 Cubrir huecos de clavos y grapas
- 40 Lijar sobrante
- Pinura
- 41 Poner rieles
- 4 Revisar superficies
- 42 Resanar imperfecciones
- 43 Poner rieles

&





Almacén producto terminado

**Resumen**


<b>Evento</b>	<b>Número</b>	<b>Tiempo</b>
<b>Operaciones</b>	<b>61</b>	<b>106 min.</b>
<b>Inspecciones</b>	<b>5</b>	<b>---</b>





### 3.7 DIAGRAMA DE CURSO DE PROCESO

Este diagrama contiene, en general, muchos más detalles que el de operaciones. Por lo tanto, no se adapta al caso de considerar un conjunto de ensambles complicados. Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o una sucesión de trabajos en particular. Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez detectados periodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento.








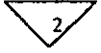
Para este diagrama se utilizan otros tres símbolos mas de los que anteriormente se expusieron:

 TRANSPORTE indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.

 DEPOSITO PROVISIONAL O ESPERA indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.

 ALMACENAMIENTO PERMANENTE indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

A continuación se muestra un ejemplo de un diagrama de curso de proceso para el

DIAGRAMA DE CURSO DE PROCESO PARA EL CEPILLADO DE TABLA			
DISTANCIA EN m	TIEMPO EN SEG.	SIMBOLOS	DESCRIPCION DEL PROCESO
	600		En almacén de madera de pino hasta que haga requisición
2			Colocar tablones en plataforma.
5	10.5		Separar tablas del mismo ancho
1			Poner tabla en cepilladora # 1
0.2	9.8		Empujar tabla
1			Retirar tabla
			Inspeccionar acabado de tabla
			Almacenar en anaquel hasta requisición
RESUMEN			
EVENO	NUMERO	TIEMPO	DISTANCIA
OPERACIONES	1	0.16 min.	9.2 metros
INSPECCIONES	1		
TRANSPORTES	2		
ALMACENES	2	Indeterminado	
ACIVIDADES COBINADAS	1	0.18	

## **3.8 CONDICIONES DE TRABAJO\***

### **3.8.1 OBSERVACIONES GENERALES:**

La primera que hay que hacer cuando se trata de mejorar los métodos de trabajo en una fábrica o en cualquier otra parte es garantizar condiciones de trabajo que permitan a los obreros ejecutar sus tareas sin fatiga innecesaria. La simple mejora de las condiciones de trabajo contribuye muchas veces a aumentar la productividad incluso antes de que se apliquen las técnicas del estudio de métodos. Las malas condiciones de trabajo figuran entre las causas de tiempo improductivo por deficiencias de la dirección.

Las malas condiciones de trabajo son antieconómicas y las mejoras con frecuencia pueden originar notables incrementos de productividad. La mejora de la iluminación, ventilación o calefacción, puede fácilmente dar por resultado un incremento inmediato sustancial en toda la fábrica. Téngase en cuenta que es preciso efectuar un estudio profundo del trabajo para obtener un aumento sustancial en una gran fábrica donde se ejecutan múltiples operaciones.

Las condiciones materiales de trabajo dependen de muchos factores: la situación del edificio, el tipo de construcción, la disposición de los departamentos, la ventilación, la temperatura, la iluminación, saneamiento, clase de suelos, escaleras e instalaciones, etc.

\* ver apéndice D.5 y D.6



### **3.8.2 LIMPIEZA DE LOS LOCALES**

La limpieza es la primera condición esencial para la salud de los trabajadores y habitualmente cuesta poco cumplirla. Es necesario recoger diariamente la basura que se acumula en todos los lugares de trabajo, pasillos, escaleras, etc. es indispensable para la salud de todos los talleres y departamentos que la empresa reúna condiciones higiénicas.

Desgraciadamente, la limpieza y arreglo de los talleres y departamentos es uno de los aspectos más descuidados en la presente fábrica. Existen varios lugares en donde se almacena madera, desperdicios, fierros y otros materiales que al amontonarse propician la falta de higiene y dan el aspecto de basureros. Además roban espacios que pueden utilizarse como nuevas áreas, al atacarse este problema se reubicó, dando mas espacio sobre todo al área de embarque donde anteriormente existía dificultad para las maniobras de carga.

### **3.8.3 ILUMINACIÓN**

La buena iluminación acelera la producción. Es esencial para la salud, seguridad y eficiencia de los trabajadores. Sin ella, sufrirá la vista de los trabajadores, aumentarán los accidentes y el desperdicio de material y disminuirá la producción.

La eficiencia de la iluminación depende de su intensidad y de su calidad. Son factores que determinan su calidad: la difusión, dirección y uniformidad de distribución, el color, la brillantez y si causa o no deslumbramiento.

**Intensidad de iluminación generalmente recomendada:**

↳ Tareas que exigen máximo esfuerzo visual, trabajos de precisión máxima.	200-1000
ft-buj	
↳ Tareas que exigen gran esfuerzo visual, trabajos de precisión.	100 ft-buj
↳ Tareas que exigen bastante esfuerzo visual, trabajos prolongados.	50 ft-buj
↳ Trabajos que exigen un esfuerzo visual común.	30 ft-buj
↳ Tareas que exigen poco esfuerzo visual.	10 ft-buj

Nivel generalmente recomendado en pies-bujías en servicio ( 10.674 lux sobre tarea 0 a 0.75 m del suelo).

Se hizo el análisis tomando en cuenta los datos del proveedor y la normatividad propuesta por la OIT\*, que anteriormente se menciona.

En cuanto a la iluminación en la presente fábrica, cumple con las normas recomendadas. Todas las tareas exigen un esfuerzo visual corriente, salvo la operación del escople que requiere bastante esfuerzo visual. De acuerdo a la disposición de los techos se aprovecha la luz solar que se capta por láminas translúcidas. Además se cuenta con un sistema de iluminación artificial (lamparas slim-line de 75W) a 5 m sobre el piso para complementarla o reemplazarla.

El sistema de iluminación, debe mantenerse en buen estado de conservación y de limpieza. La suciedad ocasiona pérdida de luz.

\* Organización Internacional del Trabajo

### 3.8.4 VENTILACIÓN, CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La ventilación general es necesaria para la salud y el bienestar de los trabajadores y por tanto, constituye un factor de su eficiencia productora. Las temperaturas excesivamente altas o bajas y la mala ventilación, disminuyen la productividad al reducir la vitalidad de los trabajos y ser causa de enfermedades y molestias entre ellos.

La temperatura efectiva o capacidad de enfriamiento del aire depende:

- ↳ De su rapidez de purificación del aire
- ↳ De su temperatura
- ↳ De la humedad

Estos tres factores más la irradiación, permiten evaluar la temperatura efectiva.

Cada persona empleada en un lugar de trabajo deberá disponer de 11.5 m<sup>3</sup> de aire. Todo el polvo, emanaciones, gases, o neblinas producidas o dispersadas durante la fabricación deberán ser extraídas del lugar donde se generan, siempre que sea posible, para evitar que se propaguen en la atmósfera de los lugares de trabajo.

En la presente fábrica, existen ventiladores extractores de aire, que evitan las situaciones antes mencionadas, los cuales son suficientes para la ventilación y eliminación de partículas del medio ambiente.

### 3.8.5 RUIDO

El ruido es también un factor importante para la eficiencia del trabajador. Es causa frecuente de fatiga o irritación, con la pérdida consiguiente de producción.

El ruido puede ser excesivo en intensidad o frecuencia o en ambas características. Se calcula en 90 decibeles la intensidad máxima tolerable, aunque una intensidad más baja puede ser más molesta si se produce con gran frecuencia. Tanto los ruidos estridentes, como los monótonos, fatigan al obrero. Los sonidos irritantes aceleran el pulso, elevan la presión arterial y aún llegan a perturbar el ritmo cardíaco. En esta fábrica todas las máquinas contribuyen a emitir sonidos indeseables; principalmente el rauter, cepillo y compresora.

Es posible protegerse contra el ruido inevitable mediante tapones para los oídos, desde la sencilla bola de algodón hasta el aparato especial de material plástico.

Hay varios procedimientos para reducir el ruido, entre los que se cuenta el de montar las máquinas ruidosas sobre bases plásticas. Puede lograrse el aislamiento de ruidos forrando con material apropiado las paredes y techos, la elección del cual dependerá de una serie de factores como el grado de reducción del ruido que se desee, los riesgos de incendio y las necesidades de la limpieza.

Se opto por montar las maquinas en tarimas de plástico las cuales redujeron considerablemente el ruido, aunque aun así no fue suficiente, teniendo que agregar a los operarios equipo de seguridad adicional como tapones plásticos u orejeras .

Los datos de la inversión se analizaran en el capítulo 6.

### **3.8.6 LUGAR TRABAJO**

Es evidente que ningún trabajador podrá ejecutar eficazmente su tarea si no dispone de suficiente espacio para trabajar, depositar sus herramientas, materiales y moverse sin que lo estorben sus compañeros, otras máquinas o el almacenamiento de materiales. En la planta de estudio se cuenta con el suficiente espacio para que cada trabajador pueda desarrollar eficientemente sus tareas, se cuenta con mesas de trabajo para dejar sus herramientas y dispone de armazones para colocar el material de trabajo.

### **3.8.7 ORDEN Y CONSERVACIÓN**

El orden favorece la productividad y ayuda a reducir el número de accidentes. Si los pasadizos no se encuentran libres de materiales y de otras obstrucciones, se pierde tiempo en eliminar unos y otros cuando se desea transportar material cerca o lejos de las máquinas o lugares de trabajo. La acumulación de desperdicios de materias primas, en vías de realización. De plantillas y herramientas, que a veces no se usan y se amontonan sobre los pisos y bancos de las fábricas, representan un peligro constante. Es frecuente ver inmovilizadas en fábricas, grandes sumas de dinero en material semi-elaborado o en su estado primitivo, que podrían utilizarse más provechosamente para costear la producción diaria de la empresa en lugar de utilizar préstamos bancarios; todo ello aparte del espacio que se ahorraría para dedicarlo a fines productivos y que cuesta caro en rentas, amortización e impuestos.

En esta planta existe un alto grado de desorden, ocasionado por materiales dispuestos en lugares inconvenientes, falta de señalamientos para los lugares de almacenamiento y zonas de trabajo. Así mismo, se tiene la mala costumbre de depositar continuamente los materiales en el suelo, por falta de estanterías o transportadores.

Por este motivo se optó por realizar estanterías y carros transportadores utilizando material semi-elaborado desechado, así como políticas internas de la empresa para conscientizar al operario y al mismo tiempo asegurar el bienestar al no eliminar riesgos de accidentes y facilitando su trabajo ya que no distraerá su atención al esquivar el desorden.

Los datos de la inversión se analizarán en el capítulo 6.

### **3.8.8 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES E INCENDIOS**

La pérdida total de producción de un solo accidente puede ser considerable; si a esto se le agrega la pérdida de tiempo en costo de horas-hombre y horas-máquina que es preciso añadir para producir una cantidad determinada de bienes o servicios por lo que, se convierte en una disminución de la productividad.

Trabajar en condiciones que no reúnan seguridad ocasiona retrasar la producción por las precauciones con que deben trabajar los operarios y el personal, las que no se presentarían de no existir tales condiciones inseguras. En la parte correspondiente a la manipulación de materiales solamente, el estudio de métodos puede contribuir de modo considerable o reducir los accidentes simplemente con limitar el número de manejo de material y la distancia en que se trabaja.

La prevención de incendios es sobre todo una cuestión de adiestramiento adecuado de todos los interesados y del estricto cumplimiento de las normas de prevención de incendios, como las que prohíben fumar. Mas vale siempre prevenir que curar, pero es esencial disponer de los extintores apropiados y mantenerlos en buen estado de funcionamiento.

Es así mismo importante instruir convenientemente tanto al personal directivo y de vigilancia sobre el papel que deberá desempeñar si estalla un incendio como también instruir a los trabajadores sobre lo que tienen que hacer y que puertas habrán de utilizar. Por esto se decidió crear un programa de adiestramiento contra accidentes creando cuadrillas de obreros, que fueron capacitados con videos de seguridad industrial, así como la implantación de los extintores, salidas de emergencia, instalación eléctrica, etc.

Los extintores están disponibles, bien señalados y cumplen con lo que establece la normatividad, para verificar su carga y su estado de funcionamiento ingeniería industrial junto con el responsable de seguridad e higiene de la empresa implantaron un programa donde se indica la periodicidad con que deben realizarse dichas verificaciones, además de ser auditado a través de las visita semestrales efectuadas por el Departamento de Bomberos de Xalostoc, Estado de México.

El análisis de la inversión para el mejoramiento de este aspecto será expuesto en el capítulo 6.

### **3.9. SISTEMA DE REMUNERACIÓN E INCENTIVOS\***

Para poder conocer de cerca lo que implica la remuneración del trabajo en una organización, es necesario que se analicen los efectos que causa sobre las percepciones del trabajador, sobre la producción, calidad del producto, costos, las relaciones entre la dirección y el trabajador, la seguridad y la salud de los trabajadores, etc.

Con esto se quiere decir, que un trabajador bien remunerado va a traer un consiguiente aumento a la producción, una mejor calidad, una reducción de costos y más aún, aumentará sus propias percepciones e incrementando la productividad.

En la industria mueblera, específicamente, se puede hablar de algunos sistemas de remuneración.

1. **Remuneración por horas de trabajo:** sistema propio para trabajos a granel, en los que el flujo de la producción es continuo e intervienen varios trabajadores para la elaboración de un mismo producto(proceso en serie). Dependiendo de el número de horas que trabaje, corresponderá su remuneración.

2. **Remuneración por tabuladores:** dependiendo de lo complicado que sea una operación, se determina por medio del estudio de tiempos y movimientos el tabulador que se concederá para el grupo de trabajadores que realicen esa operación (fijado en pesos/pza).

\* ver apéndice D.7 y D.8



3. **Remuneración por salario mínimo:** algunas tareas se consideran no especializada y que no requieren de práctica o experiencia por lo que se pagan con el salario mínimo. En estas operaciones existen pocos riesgos y poca responsabilidad para el obrero.

En general estos sistemas son los que más comúnmente se emplean dentro de la industria mueblera. Todo depende del tamaño de la industria para emplear uno u otro de los sistemas antes mencionados. Si se usara un salario fijo por horas de trabajo mantendría una producción baja y poco constante, ya que se tiene asegurado un salario y resulta lo mismo producir mucho o poco por lo que el más adecuado es el de tabuladores por fracción o grupo de fracciones; y dependiendo de lo complicado de la operación, un salario mínimo.

Es sabido por la experiencia que los trabajadores no pondrán un esfuerzo extra ni sostenido, a menos que tengan a su alcance un incentivo, ya sea directo o indirecto. En general, todos los planes de incentivos que tiendan a aumentar la productividad del empleado, caen necesariamente bajo una de estas tres clases:

- ↳ Planes económicos directos
- ↳ Planes económicos indirectos
- ↳ Otros planes no económicos

Los planes económicos directos son todos aquellos en los que la compensación al empleado se mide por su productividad. Incluyéndose en esta categoría, tanto los planes de incentivos individuales, como los de grupo. En el tipo de plan individual, la compensación a cada individuo se basa en su propia actuación durante el periodo de que se trate.

Los planes por grupo se aplican a dos o más personas que trabajan en grupo y que, de alguna manera, dependen los unos de los otros. En esos planes, la compensación al empleado, dentro del grupo, depende de su salario base y de la actuación del grupo durante el periodo en cuestión.

El incentivo para esfuerzos extraordinarios o prolongados es más común en individuos particulares que en grupos, de ahí la tendencia de la industria a favorecer planes individuales de incentivos.

Caen bajo la clasificación de planes económicos indirectos, los de aquellas compañías que tienden a estimular la moral del empleado y a aumentar su productividad, pero que, sin embargo, no han sido planeadas bajo una relación directa entre cantidades de producción y compensación.

Políticas globales de una compañía, tales como: salarios relativamente altos y equitativos, política justa en las promociones, sistemas serios de sugerencias, garantía del salario anual y beneficios marginales relativamente altos, tienden a fomentar actitudes saludables entre los empleados y a estimular e incrementar la productividad. Por ello, se clasifican entre los planes económicos indirectos.

Los incentivos no económicos incluyen cualquier clase de premios que no tienen relación con los salarios y que, sin embargo, levantan la moral del empleado y producen un aumento en su esfuerzo. Bajo esta categoría caen las políticas de aquellas empresas que proporcionan frecuentes conferencias en los talleres, frecuentes pláticas entre los encargados y los empleados, colocación apropiada del empleado, planes económicos de sugerencias, mantenimiento de condiciones ideales de trabajo y otras muchas técnicas, que supervisores, capataces y administradores inteligentes pueden utilizar.

### 3.10 SISTEMA DE REMUNERACIÓN E INCENTIVOS DE LA PRESENTE PLANTA

En Muebles de Aranjuez S.A. de C.V. se procedió a establecer las tarifas que servirán de base para integrar el tabulador de pagos, previa selección del sistema de remuneración del tabulador y plan económico directo en incentivos por considerarse los más adecuados tanto para el operario como para la empresa.

Para calcular el precio de los tabuladores, se partió de la base de asignar un sueldo aproximado a cada operario de acuerdo a la cantidad y calidad del trabajo, al grado de destreza del operario, al grado de dificultad de la operación, al tiempo empleado en la misma, y a otros factores compensatorios como: la antigüedad del trabajador, el precio pagado en el mercado de trabajo, etc.

Ejemplificaremos lo anterior tomando el puesto de un armador; este puesto requiere de experiencia en el ramo de la carpintería, ya que propiamente es él quien da forma al mueble. Su trabajo esta cotizado en 2.5 veces el salario mínimo general de acuerdo a las razones ya antes mencionadas. Un armador hace un promedio de 5.75 roperos de dos cajones diariamente, a un ritmo de trabajo normal.

A la fecha del estudio, el salario mínimo general es de \$ 34 /día, si realiza un promedio de 5 roperos diarios, entonces se tendrá que gana:

$$(2.5 \times 34) / 5.75 = 14.78 \text{ S/ropero}$$

Esta es una cuota para un obrero trabajando a ritmo normal al 100%, ya que se ha observado que el operario normalmente trabaja a un 85% de eficiencia.

Si realiza 8 roperos su salario será de:

$$14.78 \times 8 = \underline{\underline{\text{S } 118.24}}$$

La finalidad de éste incentivo es que el operario se motive a un esfuerzo extra y logre una compensación mayor por dicho esfuerzo, esto representa un beneficio para la empresa el cual será expuesto posteriormente en el capítulo 6.

Cuando el trabajador no experimentado que ingresa a la planta, ganara un salario base que estara por debajo de lo que ganaría otro experimentado. Más adelante, cuando adquiera habilidad y experiencia este sistema se le sustituye por el de tabulador a destajo como se explico anteriormente. Si por el contrario, ya cuenta con experiencia en el puesto, se le asigna directamente el sistema del tabulador.

A continuación se muestra una tabla de tabulador de salario.

<b>TABULADOR DE SALARIO</b>		
<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>TABULADOR</b>	<b>POR DESTAJO</b>
CEPILLADO	Piezas para 5 roperos	8 roperos
	11.83 pesos	94.64 pesos
	2 salarios	
ESPIGA-ESCOPLE	Piezas para 5 roperos	8 roperos
	11.83 pesos	94.64 pesos
	2 salarios	
ARMADO	5 roperos	8 roperos
	14.78 pesos	118.24 PESOS
	2.5 salarios	

Figura 3.7 Tabla resumen de los tabuladores de salario

### 3.11 ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD

Existen varias técnicas que nos sirven para evaluar la efectividad de una organización. Una de ellas es la determinación de la productividad, la cual nos indica cómo se están aprovechando los recursos de la empresa.

Estos recursos pueden ser:

- ↳ Terreno
- ↳ Materiales
- ↳ Instalaciones, máquinas y herramientas
- ↳ Servicios del hombre

La productividad técnica tiene un sentido físico y se relaciona con los factores de la producción. Ella resulta de la aplicación al proceso productivo de los capitales y esfuerzos de la empresa: máquinas, materiales, trabajo, etc.

Del aprovechamiento de todos estos factores resultará una mayor o menor eficiencia, según el grado de organización y perfeccionamiento de los medios y métodos utilizados en la transformación, como también la intensidad con que se aplican los aludidos factores.

Así, por ejemplo, si se desea establecer la productividad de la mano de obra, será necesario precisar la cantidad de artículos obtenidos en el proceso productivo en que esa mano de obra se aplicó; es decir, la productividad correspondiente estará dada por la relación:

$$P = \frac{\text{Productos obtenidos}}{\text{horas de trabajo}}$$

El cociente que se obtenga y su comparación con otros reales o estándares de periodos anteriores indicarán si es bajo o alto y si la eficiencia de la mano de obra se mantuvo, aumento o disminuyo.

Para la medición de la productividad no interesan las cifras absolutas, sino las relativas que nos permiten analizar el resultado obtenido con referencia a otro.

Los términos de comparación usualmente aceptados son:

1. Índice de productividad de la misma empresa, con otro período, o con otra empresa.
2. Índice óptimo de productividad en comparación con las condiciones ideales a plena capacidad de la empresa.
3. Índice estándar correspondiente a las condiciones normales de trabajo en la empresa.

Otros índices de productividad podrían ser los siguientes:

$P = \text{Productos obtenidos} / \text{Materiales utilizados}$

$P = \text{Productos obtenidos} / \text{capital invertido}$

$P = \text{Productos obtenidos} / \text{Energía consumida}$

Algunas veces se pueden confundir índices de productividad con índices de eficiencia, algunos índices de eficiencia podrían ser:

E= Logrado/Programado

E= Horas de trabajo efectivas / Horas de trabajo disponibles

E= Salarios pagados / Horas de trabajo

E= Realizado / Presupuestado

Pero la fórmula más generalizada y de carácter internacional no solamente a nivel empresarial, sino a nivel estatal es la que mide la producción lograda en las horas hombre trabajadas

$$\text{Productividad} = \text{Producción Lograda} / \text{Horas-Hombre trabajadas}$$

Los índices de productividad aplicados más comúnmente pueden ser objetados porque no son sensibles a los mejoramientos de la calidad y/o progreso que en algunos casos pueden ser más importantes que un incremento del volumen físico elaborado. Es decir, que aumentar la productividad no es solamente aumentar la calidad y los métodos de trabajo. Ni tampoco producir, sino mejor y en la forma más eficiente.



En la industria del mueble son comparables las fabricas que producen la misma línea de artículos, es decir, los que producen muebles económicos como roperos, tocadores, libreros, etc.

Se conoce que en los últimos años, la industria mueblera en México no está muy bien productivamente hablando. Debemos considerar dos factores importantes para poder discutir acerca de esto. Primero, tomar en cuenta todas las maniobras y operaciones que se necesitan para elaborar un mueble, es decir, todo lo relacionado específicamente al comportamiento de máquinas y hombres lo más importante es aprovechar y controlar al máximo cada uno de ellos, ya que si un hombre o una máquina fallan, la productividad global de la empresa.

En segundo lugar la crisis actual la de madera y sus derivados, influyen al desarrollo de las empresas de este tipo, ya que trabajan con un freno que no las deja producir al mismo ritmo de la demanda de sus clientes.

El proceso de fabricación para la elaboración de un mueble es complejo y al estar agrupado por departamentos, se tienen parcialmente los movimientos y actividades de cada departamento lo que hace difícil la integración del todo.

A continuación se analizaran los índices de productividad por departamento. El método que se propone es experimental y desarrollado en base a las necesidades de la empresa y a la información con que se cuenta.

Los pasos a seguir serán los siguientes:

1. Fijación de un estándar de productividad por departamento, en base a la capacidad de planta actual, tanto de mano de obra como de los recursos materiales (materia prima, maquinas, etc.). Es decir, tomar la cantidad de hombres que laboran actualmente en promedio y la cantidad de muebles que pueden producir.
2. Registrar datos reales de producción durante un determinado tiempo y elaborar tablas de productividades por departamento. Para ello se utilizaran los siguientes datos: número de semana, días trabajados, producción alcanzada, número de obreros y número de ausencias en esa semana.
3. Obtener la tabla de índices de productividad utilizando la fórmula:

$$P(i) = PU(i) / (NT) (DT) - (FA) (HD) = \text{Unidades/ Horas-Hombre}$$

**P ( i ) = índice de productividad de la semana i**

**P ( U ) = Producción en unidades de la semana i**

**NT = Número de trabajadores**

**DT= Días trabajados en la semana**

**FA = faltas registradas durante la semana**

**HD = Horas diarias de trabajo**

4. obtener el porcentaje de variación de P ( i ) en relación al P estimado en el paso 1 para saber si aumentó o disminuyó.

5. Gráficar  $P(i)$  para las diferentes semanas, tomando el eje "xx" para las semanas y el eje "yy" para los  $P(i)$ .

Los resultados del estudio se muestran en las siguientes páginas por medio de tablas y gráficas que ilustran el proceso del análisis.

Las productividades base o estándares se calculan dividiendo las unidades de producción a capacidad instalada entre el número de horas de trabajo semanal. Es decir:

$$P(\text{Base}) = \frac{\text{Producción a capacidad instalada}}{\text{(Hombres a capacidad instalada)} \times \text{(Horas-Semana)}}$$

**Ejemplo:**

Para el departamento de cepillado y destrozado se estima que puede tener una producción de 86.25 unidades, que serán producidos por 3 operarios trabajando 8 horas diarias en una semana.

Entonces la productividad sería:

$$P(\text{Cepillado y destrozado}) = 86.25 \text{ unidades} / (3 \text{ hombres}) (40 \text{ horas}) = 0.71875 \text{ P/HH}$$

De esta forma, obtenemos los datos de productividades para los demas departamentos. Veámosla en la siguiente tabla:

**TABLA 4.1 CAPACIDADES DE PLANTA INSTALADA Y ESTANDARES DE PRODUCCIÓN**

DEPARTAMENTO	UNIDADES	HOMBRES	PRODUCTIVIDAD
CEPILLADO	86.25	3	0.71875
DESTROZADO	86.25	3	0.539
ESPIGA-ESCOPLE	86.25	3	0.71875
ARMADO	86.25	3	0.539
ACABADO	86.25	4	0.539

Justificando un poco los puntos en comparación, es decir, los índices productivos base, cabe hacer notar que son dictados por la experiencia y el trabajo desarrollado durante varios años de constantes mejoras a los métodos de trabajo. No se puede considerar que sea lo óptimo y lo más eficiente, pero para los fines del estudio son confiables, debido a que el proceso de fabricación no es fijo y todo depende de lo complicado del modelo para que varíe su productividad.

A continuación, se muestra las tablas de productividad de los departamentos de cepillado y destrozado, espiga y escople, armado y acabado. Que se hizo durante un período de diez semanas. El impacto que causo sobre la productividad las mejoras en el sistema de trabajo se muestran en estas, y el impacto será analizado en el capitulo .6.

### Tabla de productividad

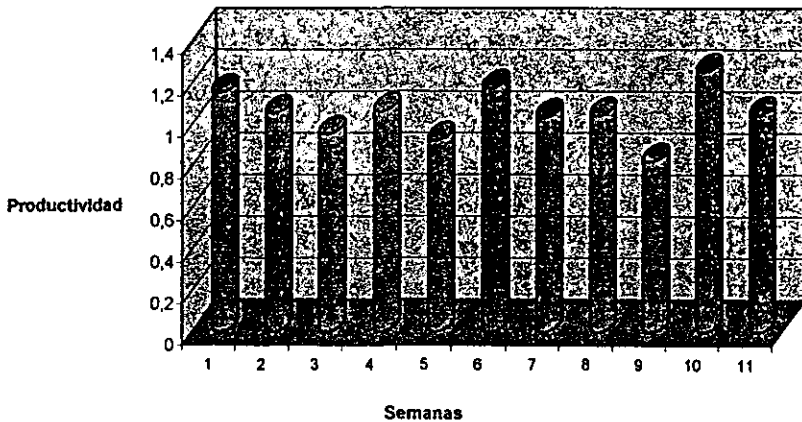
Departamento de cepillado y destrozado

( unidades/ H-H )

Semana	Días	Unidades	Hombres	Faltas	Productividad	% P ( B )
1	5	120	3	2	1,15	160,00%
2	5	118	3	1	1,05	146,09%
3	4	100	2	3	0,95	132,17%
4	5	110	3	2	1,06	147,48%
5	5	140	4	1	0,92	128,00%
6	5	140	3	0	1,17	162,78%
7	5	115	3	1	1,03	143,30%
8	5	125	3	0	1,04	144,70%
9	6	150	4	1	0,82	114,09%
10	5	130	3	2	1,25	173,91%
<b>Promedio</b>	<b>5</b>	<b>124,8</b>	<b>3,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,044</b>	<b>145,25%</b>

### GRAFICA DE PRODUCTIVIDAD

Cepillado y Destrozado (Base = 0,787p/h-h)



### Tabla de productividad

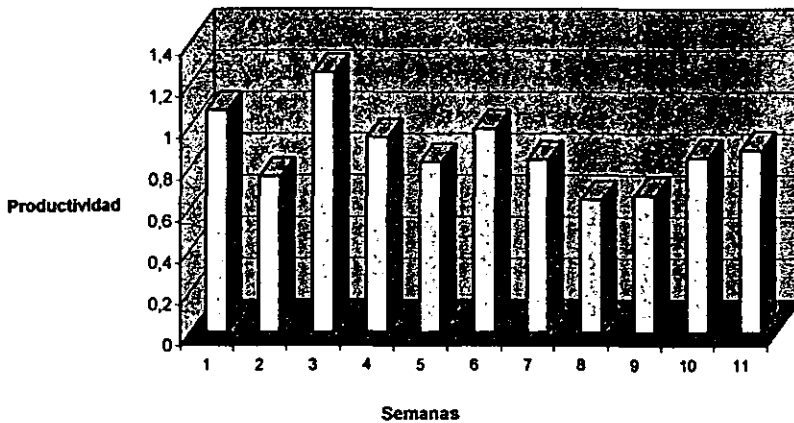
Departamento de espiga y escople

(unidades/ H-H)

Semana	Días	Unidades	Hombres	Faltas	Productividad	% P (B)
1	5	120	3	1	1,07	148,87%
2	5	90	3	0	0,75	104,35%
3	4	100	3	2	1,25	173,91%
4	5	113	3	0	0,94	130,78%
5	5	125	4	1	0,82	114,09%
6	5	110	3	1	0,98	136,35%
7	5	100	3	0	0,83	115,48%
8	5	102	4	0	0,64	89,04%
9	6	128	4	0	0,66	91,83%
10	5	101	3	0	0,84	116,87%
Promedio	5	108,9	3,3	0,5	0,878	122,16%

### GRAFICA DE PRODUCTIVIDAD

Espiga y escople (Base = 0,7187 p/h-h)



### Tabla de productividad

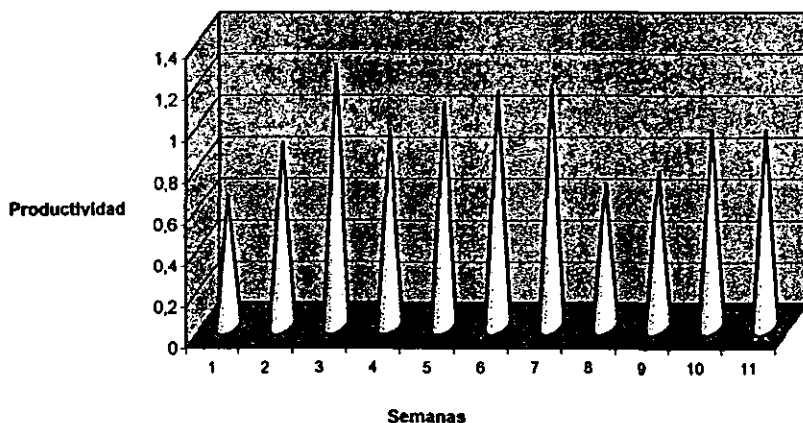
Departamento armado y ensamblado

( unidades/ H-H )

Semana	Días	Unidades	Hombres	Faltas	Productividad	% P ( B )
1	5	95	4	1	0,63	116,88%
2	5	135	4	1	0,89	165,12%
3	4	152	4	1	1,26	233,77%
4	5	150	4	0	0,94	174,40%
5	5	148	4	3	1,08	200,37%
6	5	135	3	0	1,13	209,65%
7	5	129	3	1	1,15	213,36%
8	5	100	4	2	0,69	128,01%
9	6	126	4	3	0,75	139,15%
10	5	137	4	2	0,95	176,25%
<b>Promedio</b>	5	130,7	4	1,4	0,947	175,70%

### GRAFICA DE PRODUCTIVIDAD

Armado y ensamblado (Base = 0,539 p/h-h)



### Tabla de productividad

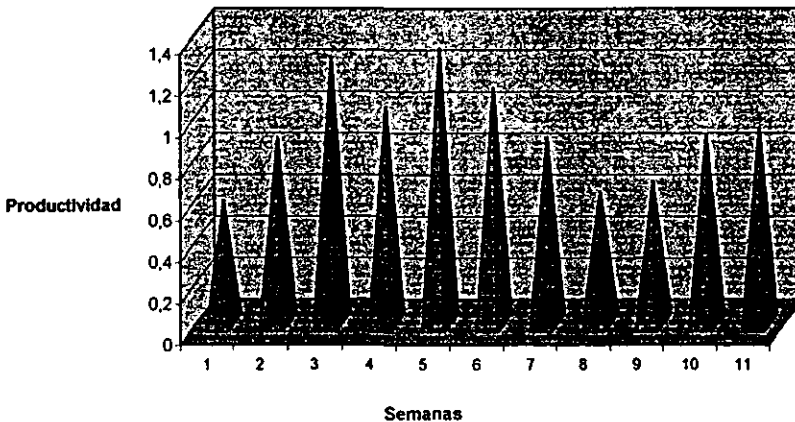
Departamento de acabado

( unidades/ H-H )

Semana	Días	Unidades	Hombres	Faltas	Productividad	% P ( B )
1	5	96	4	0	0,59	1,09%
2	5	135	4	0	0,89	1,65%
3	4	152	4	1	1,27	2,36%
4	5	150	4	2	1,04	1,93%
5	5	148	3	1	1,32	2,45%
6	5	135	3	0	1,13	2,10%
7	5	129	4	2	0,89	1,65%
8	5	100	4	0	0,63	1,17%
9	6	126	4	1	0,68	1,26%
10	5	137	4	1	0,9	1,67%
<b>Promedio</b>	5	130,7	3,8	0,8	0,934	1,73%

### GRAFICA DE PRODUCTIVIDAD

Acabado (Base = 53,9 p/h-h)





## **CAPITULO 4**

### ***ESTUDIO DE METODOS***

#### **4.1. ESTUDIO DE METODOS**

El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio para idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces por consecuencia reducir los costos.\*

Para mejorar un método se pueden presentar varias alternativas aunque en ocasiones el mejor método puede ser aquel que consuma el menor tiempo, siempre y cuando permanezcan constantes los factores materiales, técnicos, económicos o financieros.

Los fines del estudio de métodos son los siguientes:

- ↳ Mejorar los procesos y los procedimientos.
- ↳ Mejorar la disposición de la fábrica, taller y lugar de trabajo, así como los modelos de máquinas e instalaciones.
- ↳ Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.
- ↳ Mejorar la utilización de materiales, máquinas y mano de obra.
- ↳ Crear mejores condiciones materiales de trabajo.

### **4.1.1 PROCEDIMIENTO BÁSICO DEL ESTUDIO DE MÉTODOS**

Al examinar cualquier problema es necesario seguir un orden el cual se puede resumir como sigue:

1. Definir el problema.
2. Recoger todos los datos relacionados con él.
3. Examinar los hechos con espíritu crítico, pero imparcial.
4. Considerar las soluciones posibles y optar por una de ellas.
5. Aplicar lo que se haya resuelto.
6. Mantener en observación los resultados.

Cuando se trate de decidir si se deberá aplicar el estudio de métodos a determinado trabajo se tendrán presentes los siguientes factores:

- a) Consideraciones de índole económica.- Son importantes en todas las etapas ya que es innecesario emprender un dicho estudio a un trabajo cuando es de poca importancia o de poca duración, siempre hay que empezar por preguntarse si vale la pena emplear el mismo estudio para éste trabajo y si valdrá la pena continuar el estudio.
- b) Consideraciones de orden técnico.- siempre se debe de contar con los técnicos necesarios para el estudio.
- c) Reacciones humanas.- hay que analizar por anticipado la reacción humana que provocará el estudio así como el cambio de método, para explicar al obrero o dirigente sindical el por qué de éste.

A continuación se aplicaran las técnica del estudio de métodos a la distribución de la planta ya que se considera un importante punto de mejora para el sistema de producción, realizando un estudio de diagrama de hilos y de relacion entre departamentos para su análisis.

## **4.2. ANALISIS DE LA DISTRIBUCION DE LA PLANTA**

La disposición de una fábrica deberá facilitar en todo lo posible el recorrido del trabajo por los departamentos. En una industria que fabrique un solo producto es fácil disponer las instalaciones para que las operaciones se sucedan inmediatamente en el ciclo de fabricación y el producto pase de un proceso a otro sin tener que regresar.

Lo ideal es que las materias primas entren por un extremo de la fábrica, y realice un recorrido recto para salir por el otro extremo transformados en productos terminados listos para la expedición.

Sin embargo, no es frecuente que ese caso ideal sea posible en la realidad; por otra parte no hay inconveniente en que el trabajo haga un recorrido por la fabrica siempre que siga una ruta fija, que las distancia que recorre entre una y otra operación sean cortas y que el trabajo adelante constantemente.

La buena disposición de los departamentos es mas fácil en las industrias que fabrican muchos productos o artículos compuestos por numerosas piezas, particularmente cuando las series de producción son pequeñas y hay gran diversidad de proceso. Habrá que elegir entre la disposición por proceso y la disposición por linea.

La adecuada 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.

Cualquier distribución ineficiente de las plantas tiene por resultado el aumento de los costos. Desgraciadamente, muchos de éstos costos son ocultos y consecuentemente no son fácilmente percibidos. 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 inadecuada distribución interna.

#### **4.2.1 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN\***

La disposición por proceso es la que agrupa todas las máquinas o subprocesos del mismo tipo. La disposición por línea es la que agrupa todas las máquinas o subprocesos destinados a fabricar el mismo producto o una misma serie de productos. La mayoría de las fábricas adoptan en la actualidad un sistema mixto.

A continuación se describen las ventajas e inconvenientes de ambos métodos.

Disposición por proceso:

1. El ciclo de fabricación admite flexibilidad y son mínimas las inversiones en maquinaria. Suele ocuparse más espacio que en la disposición por línea.
  2. Es posible mantener en actividad las máquinas durante la mayor parte del tiempo y mantener los costos de la producción de volumen medio y pequeño a un nivel reducido.
  3. No hay rutas fijas para el recorrido del trabajo, esto implica una mayor manipulación de los materiales, mayores lotes de trabajo en curso de elaboración y sistema de control de la producción más complicado que en la disposición por línea.
  4. Los trabajadores y capataces adquieren mayor pericia en el manejo de un tipo de máquina determinado, pero necesitan un aprendizaje más largo para poder realizar diversos trabajos.
  5. Las averías de la maquinaria no interrumpen la sucesión de las operaciones pues el trabajo puede ejecutarse con otras máquinas similares.
- ver apéndice D.3 y D.4

Disposición en línea:

1. El recorrido de trabajo siguiendo rutas directas, eliminando las esperas y reduce la manipulación de los materiales; la sucesión fija de las operaciones entre máquinas próximas simplifica el control de la producción y evita anotaciones y registros.
2. Se mantiene en un nivel bajo el tiempo total de producción; se ocupa menos espacio y se inmoviliza menos capital para el trabajo en proceso de realización. Por otra parte, pueden aumentar las inversiones en maquinaria o bien la necesidad de utilizar la misma máquina, en varias líneas de producción.
3. El costo de fabricación es bajo cuando el volumen de la producción es grande, pero aumenta rápidamente cuando dicho volumen disminuye. Si una o más líneas de producción tienen poca tarea, muchas máquinas permanecerán inactivas.
4. Es más fácil instruir obreros sin experiencia en trabajos industriales para que adquieran cierto grado de pericia.
5. La avería de una sola máquina puede inmovilizar toda una línea de producción.

### 4.2.2 ANÁLISIS DE PLANTA ACTUAL

La planta en estudio presenta un tipo de distribución mixto, ya que el acomodo de la maquinaria y el equipo sigue una combinación de los dos sistemas antes mencionados.

#### • ALMACEN

La localización de todos los lugares reservados para el almacenamiento de la madera, aglomerado y demás insumos, se han ido asignando según las necesidades lo han requerido, no siendo siempre éstos los lugares más idóneos.

De acuerdo con el plano de distribución actual (figura 3.6), se observa que el almacén de madera, ocupa la parte central de la nave A ( $72m^2$ ), pudiendo crecer esta superficie en  $20m^2$  si las circunstancias así lo requieren. El almacén de madera no tiene límites reales. Esto permite tener flexibilidad en cuanto acomodo del material, pero tiene la desventaja de que al no estar aislado el material, las posibilidades de un siniestro son grandes.

El área de aglomerado es de 20 m de fondo x 2.5 m de ancho, el aglomerado viene en hojas acorde a su grosor; como se aprecia en el plano este material ocupa un extremo de la misma nave A. Las mismas desventajas del almacén de la madera se pueden aplicar al aglomerado.

Los solventes, pinturas, clavos y demás insumos, se almacenan en un pequeño almacén debajo de la oficina que se encuentra en la nave B. Este almacén no cuenta con ninguna instalación especial que permita controlar adecuadamente algún accidente o siniestro.

Las lunas y cristales se almacenan en un pequeño almacén situado en el área de Sanitarios de la nave A. Este fue un lugar improvisado para dar mayor seguridad a estos materiales que tienen un alto riesgo de ruptura. A este almacén y al anterior, solo tiene acceso el gerente producción, el cual se encarga de repartir todos los materiales como herrajes, lijas, pegamentos, etc., al iniciar la jornada.

- **CEPILLADO**

El área de cepillado es de 4.5 m x 7.5 m . Se localiza en la nave A, a continuación del almacén de madera. En ésta sección existe solamente una máquina, conocida como “cepillo”, la que realiza la operación que lleva el mismo nombre.

- **CORTE Y DESTROCE**

Las dimensiones del área de corte y destroce son de 3 m x 12 m; esta área se localiza en la nave A junto a la sección de cepillado. Siguiendo la secuencia del proceso, después de que las tablas han sido cepilladas tienen un breve almacenamiento. En ésta sección se cuenta con dos sierras eléctricas, una para dar la longitud deseada y la otra para la anchura. Un solo operario se encarga de realizar las operaciones de corte, destroce y acomodamiento de las fajillas en los anaqueles. El corte y destroce se realiza por órdenes de producción.

- **AVIOS**

La sección de avíos ( solventes, pinturas, clavos y demás insumos ) ocupa un área de 3.5 m por 5 m y está enseguida del área de corte y destroce, como explicamos anteriormente, el avío consiste en darle a las fajillas los cortes para su ensamble: macho y hembra. Un operario se ocupa de éstas acciones. Se cuenta con la siguiente maquinaria: un trompo, una sierra horizontal y una broca con motor. Al terminar la habilitación de las fajillas, éstas son acomodadas por órdenes de producción en los anaqueles.

- **ARMADO Y ENSAMBLADO**

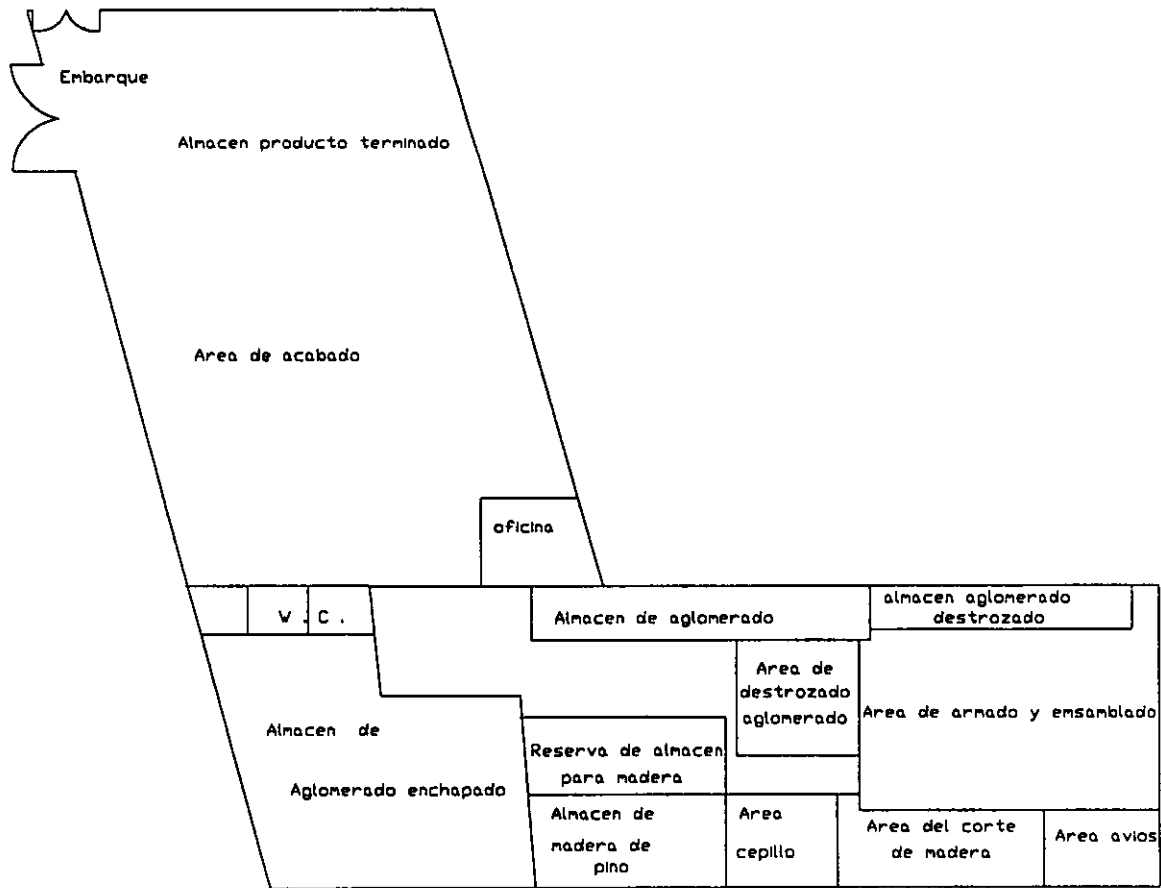
El área de Armado y Ensamblado es de 13 m por 11 m . Hay que hacer notar que ésta sección, a diferencia de casi todo el resto de la planta, el piso presenta un fino cemento, para que los muebles al armarse y ensamblarse no se descuadren. En ésta área laboran tres obreros, los cuales se encargan de embarrar con pegamento las partes para ensamblar, esto se realiza en tres mesas dispuestas para tal operación. Además cuentan con serrucho, martillo, pistola neumática de grapas y demás herramientas que les permiten realizar sus operaciones adecuadamente.



## = ACABADO

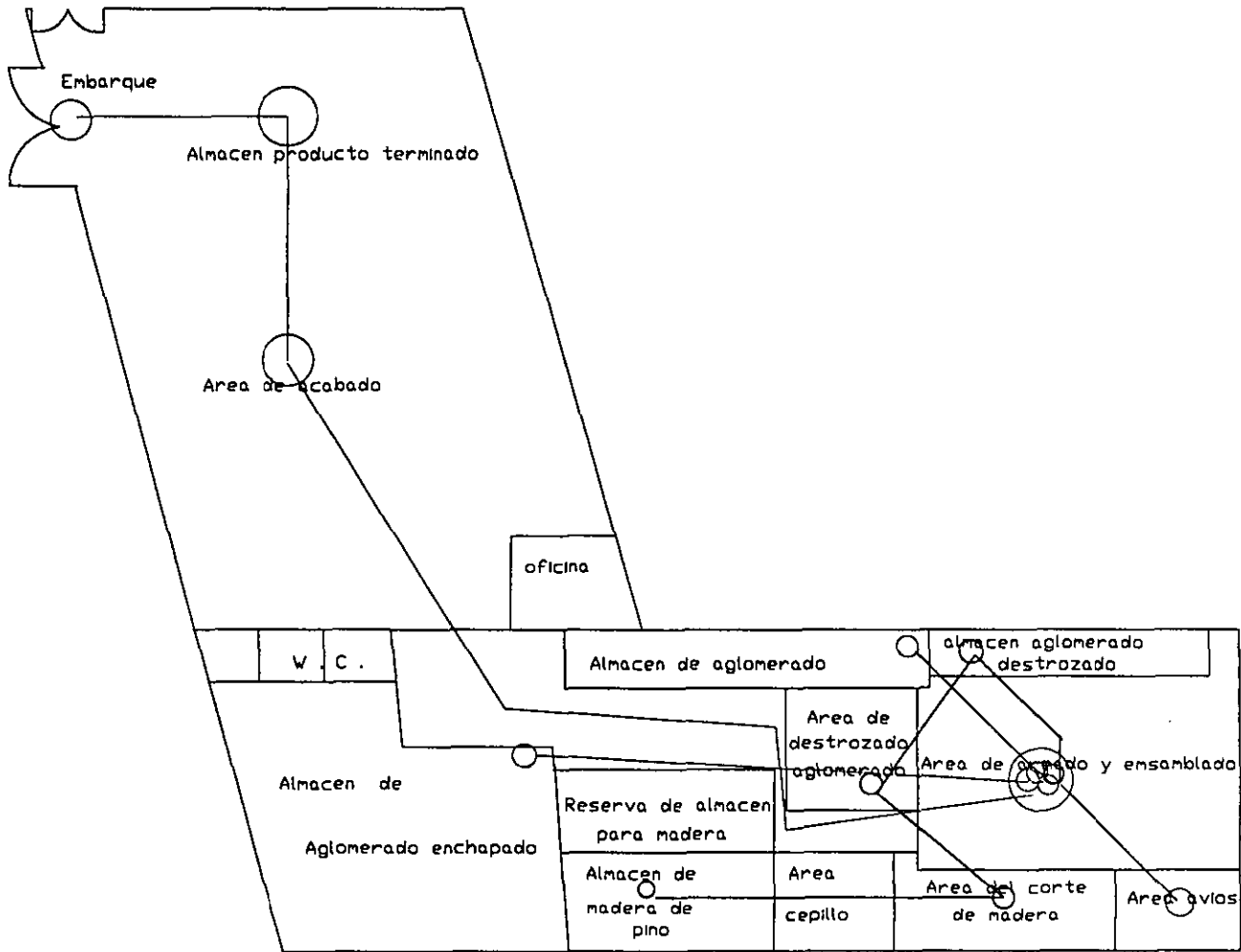
La sección de acabado se encuentra en la nave B; ocupa un área aproximada de 28 m por 20 m . El acarreo del mueble desde la sección de Armado y Ensamblado hasta el acabado origina un transporte promedio de 25 m . Esta sección no cuenta con una iluminación adecuada, ya que está se reduce a la que se filtra por el portón de entrada a la planta y a unas cuantas lámparas fluorescentes que no siempre están encendidas. Esto es un aspecto que debe atacarse por ser la última sección en la que el producto está en la planta. En ésta sección existen cuatro operarios laborando.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA



PLANO DE DISTRIBUCION DE LA PLANTA

**Plano 4.3**  
**Diagrama De Hilos**



### **4.3 PLANEACION SISTEMATICA SIMPLIFICADA DE UNA DISTRIBUCCION DE PLANTA**

La planeación sistemática simplificada de distribución \* es un conjunto de seis procedimientos a seguir, cuando se está haciendo una distribución. Básicamente cualquier distribución debe definir:

- 1- Relaciones entre varias funciones o actividades.
- 2- Espacio de un determinado tamaño y tipo para cada actividad.
- 3- Un ajuste de estos en un plano de distribución.

#### **PRIMER PASO: REGISTRO DE RELACIONES**

El primer paso consiste en relacionar cada actividad, área, función o edificio involucrado en la distribución deseada con todas las otras actividades por medio de una ordenación de la cercanía deseada. Este es un paso de evaluación para determinar la cercanía relativa entre cada par de actividades o áreas.

- a) Identificar cada actividad y listarla en una tabla.
- b) Determinar y registrar un valor de cercanía deseado para cada actividad relativa a todas las demás.
- c) Registrar la razón o razones de asignar ese valor.

\* ver apéndice D.11

## **SEGUNDO PASO: ESTABLECER REQUERIMIENTOS DE ESPACIO**

Establecer para cada actividad el área requerida, los elementos físicos los servicios y cualquier restricción de la configuración.

- a) Usar la misma lista de actividades que en el paso uno.
- b) Determinar y registrar un valor de cercanía deseada para cada actividad relativa a todas las demás.
- c) Establecer y registrar cualquier requerimiento específico en cuanto a estructura o forma para cada actividad.
- d) Listar cualquier requisito para servicios y/o equipo especial.
- e) Mostrar cualquier requerimiento que afecte o restrinja la configuración de un espacio ocupado por una actividad.

## **TERCER PASO: DIAGRAMA DE RELACIONES**

En este paso se relacionan las actividades, visual y geográficamente para formar el patrón básico para la distribución se requiere que la planta este dispuesta de la mejor forma. El diagrama de relaciones ayudará a llegar a ese arreglo al convertir la tabla de relaciones en forma diagramática.

#### **CUARTO PASO: DIBUJAR LAS RELACIONES DE ESPACIO DE LA DISTRIBUCION**

Aquí se va a arreglar visual y geográficamente el espacio requerido para todas las actividades. Se hará cualquier ajuste o rearrreglo necesario para integrar todas las consideraciones que modifican la distribución.

- a) Marcar en la hoja el espacio equivalente para cada actividad del paso tres.
- b) Si se está planeando una nueva construcción, hacer ajustes en el área para que se tengan paredes exteriores rectas de una longitud mínima razonable.
- c) Mostrar columnas, paredes, muros, puertas, etc.
- d) Comprobar la mejor orientación de la distribución con respecto a espuelas de ferrocarril, calles, cables eléctricos, etc.

#### **QUINTO PASO: EVALUAR ALTERNATIVAS**

Aquí se selecciona la distribución más adecuada para cada situación. Para hacer esto, hay que evaluar las alternativas generadas en el paso cuarto. Sólo haciendo una evaluación objetiva e imparcial como sea posible se puede llegar a la mejor solución.

**SEXTO PASO: HACER EN DETALLE LA DISTRIBUCIÓN SELECCIONADA**

En este proceso final, se dibuja la distribución seleccionada, marcando en forma significativa las áreas individuales. Una vez terminada, puede servir como guía de la instalación.

A continuación se muestra la tabla de relaciones (figura 4.4) así como el diagrama de relaciones (figura 4.5) entre departamentos o áreas principales de la planta en estudio.

Las lecturas se van acumulando de tal manera que para obtener el tiempo del elemento hay que obtener las restas sucesivas.

En los apéndices B y C se expone un ejemplo de un estudio que se realizó en la planta que es objeto de estudio.

**Figura 4.4. Tabla de relaciones entre departamentos**

1. Almacén de materiales
2. Almacén madera y aglomerado
3. Almacén de producto terminado
4. Acabado del mueble
5. Armado y ensamble
6. Avíos
7. Cepillado
8. Destrozado
9. Oficina
10. sanitarios

X1										
	X2									
X6	E3									
	U	I								
E9	U	U								
	U	U	X4							
A10	U	A7	X5							
	U	U	E8					U		
A12	X11	U	U					U		
	U	U	U					U		
O		O	U					U		
	A13	U	U							
A14		U	U							
		U	U							
U		U								
I										



Significado de la simbología:

A= Absolutamente necesario

E= Especialmente importante

I= Importante

O= Ordinariamente cerca

U= Sin importancia

X= Indeseable

Especificaciones de los subíndices:

X1= Por riesgo de incendio. Los solventes con la madera

X2= Idem X1, con producto terminado

E3= Materiales que se unen en el proceso

X4= Idem X1

X5= Idem X1

A7= Por la secuencia de fabricación

E8= Evitar el excesivo manejo de materiales

E9= Idem E8

A10= Idem A7

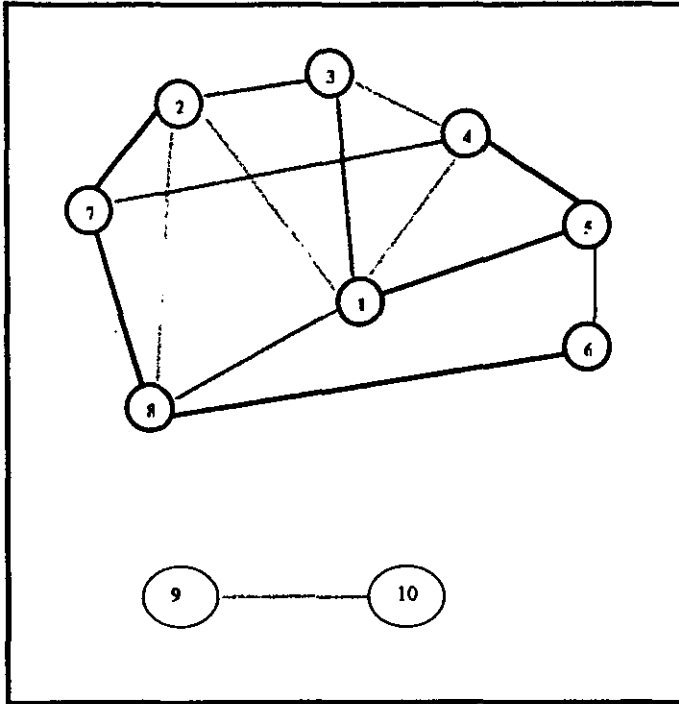
X11= El polvo perjudica el acabado de los muebles

A12= Idem A7

A13= Idem A7

A14= A7

Figura 4.5. Diagrama de relaciones entre departamentos



Jerarquización de las relaciones en cuanto a su cercanía:

- A 

---
- X 

---
- E 

---
- Y 

---

### 4.3.1 DISEÑO DE LA NUEVA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

El diagrama (fig. 4.5) anterior de las relaciones entre áreas, facilita en gran medida la distribución de la planta, ya que muestra de una manera esquemática las áreas que deben o no estar cerca, ya sea porque así lo requiere el proceso o para evitar un excesivo manejo del producto.

Según el esquema, los lugares en donde se requiere mayor cercanía de áreas de operación o áreas de almacén son 4-5, 5-6, 6-8, y 7-8; las cuales, son operaciones que corresponden al flujo del proceso en línea.

A continuación, se muestra una posible distribución que ha sido generada por este método. Figura 4.6. . Esta posible distribución se generó en función a la dependencia de un área con respecto a otra y al aprovechamiento de las instalaciones existentes.

**DIAGRAMA DE LA NUEVA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA**

*FIGURA 4.6*

Cuando el análisis de métodos se emplea para diseñar un nuevo centro de trabajo o para mejorar uno ya en operación, es útil presentar en forma clara y lógica la información de los hechos relacionada con el proceso. El primer paso para realizar un estudio de métodos, es reunir todos los hechos necesarios relacionados con la operación o el proceso. Información pertinente como cantidad de piezas a producir, programas de entrega, tiempo de operación, instalaciones diversas, capacidad de las máquinas, materiales y herramientas, tienen una gran influencia para la solución del problema.

En el análisis de métodos se usan generalmente ocho tipos de diagramas de proceso, cada uno de los cuales tiene aplicaciones específicas. Ellos son:

1. Diagrama de operaciones de proceso
2. Diagrama de curso de proceso
3. Diagrama de recorrido de actividades
4. Diagrama de interrelaciones hombre-máquina
5. Diagrama de proceso para grupo o cuadrilla
6. Diagrama de proceso para operario
7. Diagrama de viajes de material
8. Diagrama PERT

La nueva distribución de la planta se pudo llevar a cabo, ya que el estado actual de la empresa lo permite, se realizó el estudio correspondiente de la inversión en el capítulo 6.

## **CAPITULO 5**

### **MEDICION DEL TRABAJO**

## **5.1 MEDICIÓN DEL TRABAJO\***

La medida del trabajo, es la aplicación de técnicas para determinar el contenido de trabajo de una tarea definida; fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevar a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Las principales técnicas que se emplean para la medida del trabajo son las siguientes:

- a) Estudio de tiempos
- b) Métodos de las observaciones instantáneas.
- c) Síntesis de los datos tipo
- d) Normas predeterminadas de tiempos-movimientos.
- e) Evaluación analítica

Se tratará principalmente del estudio de tiempos, ya que es la técnica fundamental de la medida del trabajo y porque las técnicas restantes, con la importante excepción del método de las observaciones instantáneas, que es una técnica de muestreo estadístico, son variantes o se derivan de la primera.

Del mismo modo que el estudio de métodos es la técnica principal para eliminar movimientos innecesarios del material, o de los operarios y en sustituir los métodos malos por otros buenos, así también la medida del trabajo trata de investigar, reducir y finalmente eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se ejecuta trabajo eficaz, sea cual fuere la causa.

Revelar la existencia de las causas del tiempo improductivo es importante, pero posiblemente le es menos a la larga que fijar tiempos norma acertados; puesto que estos se mantendrán mientras continúe el trabajo a que se refieren y servirán para exponer todo tiempo improductivo o todo incremento del contenido de trabajo.



Las etapas necesarias para llevar a cabo sistemáticamente la medida del trabajo son:

1. Seleccionar el trabajo que va a ser objeto de estudio.
2. Registrar todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo a los métodos y a los elementos en función del tiempo durante un número de ciclos de actividad suficiente para obtener un cuadro representativo.
3. Examinar los datos registrados y los elementos de tiempo críticamente para que los elementos improductivos o fortuitos quedan separados de los productivos.
4. Examinar los tiempos registrados para cada elemento y determinar el tiempo norma de cada uno.
5. Asignar un tiempo para la operación que ofrezca una norma de rendimiento factible en la que se descansa, necesidades personales, contingencias, etc.
6. Definir con precisión la serie de actividades y el método de la operación objeto de la asignación de tiempo y fijar el tiempo tipo para las actividades y el método que se especifican.

## **5.2 ESTUDIOS DE TIEMPOS**

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida. Los fines que persigue un estudio de tiempos son:

- a) Medir la duración de un trabajo.
- b) Comparar la efectividad de varios métodos en igualdad de condiciones
- c) Equilibrar o balancear las líneas de producción
- d) Determinar las necesidades de hombres y máquinas, para la realización de los trabajos
- e) Determinar tabuladores.

\* Ver apéndice D.12, D.13

Procedimiento para la realización del estudio de tiempos:

a) Seleccionar el trabajo a medir.

Entre los factores que servirán para elegir el trabajo a medir podemos considerar:

1. Si es trabajo nuevo, hay que determinar su tabulador.
2. Trabajo que está determinando el flujo.
3. Trabajo nuevo, hay que determinar la gente necesaria para lograr la producción.
4. Se requiere saber la producción que puede ser capaz de obtener.

b) Seleccionar al trabajador normal.

Se determina quién es el trabajador normal dialogando con el que tomo los tiempos, el supervisor del departamento, y los trabajadores, llegando a un acuerdo sobre quién es el trabajador normal.

c) Registrar todos los datos pertinentes lo cual consiste en anotar:

- Número que corresponde al estudio
- Fecha en que se realiza el estudio.
- Nombre del operario.
- Departamento y/o sección.
- Tipo de maquina y/o herramienta si se utilizan.
- Otros accesorios empleados.
- Material que se trabaja.
- Tamaños de la corrida que se somete al estudio.
- Especificación de inspección si es necesaria.
- Hacer un croquis del trabajo si es necesario.
- Hacer un dibujo de las piezas sujetas a estudio, si es necesario.

d) Desglosar el trabajo en elementos.

Consiste en dividir en partes el trabajo de tal manera que si se quisiera fraccionar entre dos o más trabajadores se obtendría el tiempo que tardarían y entre cuantos se debe fraccionar.

e) Registrar las lecturas y obtener los tiempos.

Este paso, consiste en leer el tiempo transcurrido que marque la manecilla del cronómetro y anotarlo en el espacio correspondiente. Cuando el cronometraje es continúa, es decir, el cronómetro no se para entre la realización de un elemento y otro, Las lecturas se van acumulando de tal manera que para obtener el tiempo los parciales de cada elemento hay que hacerlo a través de restas sucesivas.

En los apéndices B y C se expone un ejemplo de un estudio que se realizó en la planta objeto de estudio.

### **5.3 FIJACIÓN DE NORMAS DE PRODUCCIÓN**

El principal objetivo de la medición del trabajo es la determinación del tiempo norma, o sea, el medir la cantidad de trabajo humano necesario para producir un artículo en términos de un tipo o patrón que es el tiempo.

En base a estudio de tiempos realizado en la planta, a continuación se presenta una tabla de los resultados obtenidos; siguiendo el flujo de un proceso normal para la fabricación del ropero por considerar el más adecuado y un modelo promedio –estilo norma o estándar -, ya que involucra gran parte de las operaciones y maniobras del proceso de fabricación.

### 5.3.1. CÁLCULO DE TABULADORES

Procedimiento para el cálculo de tabuladores:

Después de tener registrados los tiempos que se emplean en las operaciones tabuladas, se hace lo siguiente:

1. Suma de tiempos parciales sin eliminar
2. Sacar el número de veces que se hizo la operación
3. Sacar promedio
4. Calificación de la actuación del operario, de acuerdo a:
  - Habilidad.- según la facilidad que tiene el operario para hacer la operación
  - Esfuerzo.- las ganas o entusiasmo que le ponga al trabajo.
  - Condiciones de trabajo.- que tan cómodo está.
  - Constancia.- ¿es su trabajo constante?
  - De la tabla de calificación de la actuación se saca el porcentaje a aumentar o disminuir según haya sido ésta.
5. Se multiplica el promedio por el porcentaje, dando el factor nivelador.
6. Sumar promedio más factor nivelador, dando un nuevo promedio corregido por la actuación del operador.  
Esto es para compensar si no se trata de un operador normal.
7. Se le agrega un porcentaje al promedio corregido como tolerancia por las necesidades personales y se llega así al tiempo concedido por operación.

8. Se dividen 6,000 centésimas que tiene una hora entre el tiempo concedido por operación dando el número de veces que se puede hacer la operación en una hora.
9. Se divide entre el número de veces que se debe hacer la operación por pieza y se obtiene el número de piezas que se pueden hacer por hora para esa operación.
10. Por otro lado, se califica la complejidad de la operación para saber el salario por hora para esa operación. Hay seis factores a calificar de 1 a 5 según su grado de dificultad:
  - a) Mentalidad necesaria para la operación.
  - b) Habilidad necesaria para la operación.
  - c) Responsabilidad necesaria para la operación.
  - d) Aplicación mental.
  - e) Aplicación física.
  - f) Condiciones de trabajo.
11. Se multiplican la suma de la calificación por el salario mínimo y da el salario por semana, éste se divide entre las horas de trabajo por semana y se obtiene el salario por hora.
12. Finalmente se divide el salario por hora entre las piezas que se pueden hacer por hora y de ésta manera se obtiene el tabulador de la operación.

De acuerdo al procedimiento anterior se realizó el calculo para determinar el salario por hora de un cepillador de la planta, obteniendo los resultados que se muestran en la tabla.

**Tabla 5.1 CALCULO DEL TABULADOR**

**Salario Mínimo – Noviembre de 1998 – 238 pesos / semanal**

Calificación a	2
Calificación b	2
Calificación c	3
Calificación d	3
Calificación e	3
Calificación f	2

**TOTAL 15 PUNTOS**

**Salario / hora =  $238 \times 1.5 / 48$  hrs.**

**Salario / hora = 7.43 pesos/hrs.**

**Capítulo 6**  
**ANALISIS COSTO BENEFICIO**

## **CAPITULO 6**

### **ANALISIS DE COSTO BENEFICIO**

#### **6.1. LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN**

La evaluación de proyectos de inversión es la técnica por medio de la cual se analiza cuantitativamente si asignar recursos económicos a un plan especializado es conveniente o no. Esto quiere decir que existen distintas formas de analizar la factibilidad de desarrollar un proyecto o bien si éste debe finalmente ser aceptado o rechazado. Si la situación económica del país en particular, y del mundo en general fuera estable, es decir, que no existiese inflación, que la oferta y la demanda fueran estables, así como la competencia, etc., evaluar los proyectos de inversión sería mucho más fácil. Por el simple hecho de vivir con inflación, en donde la economía del país pasa por una época crítica, los oferentes buscan a como dé lugar aprovechar la demanda escasa de productos; tratan los empresarios de aprovechar cualquier oportunidad de hacer negocios, lo que nos lleva a pensar que la disponibilidad de fondos es un factor, pues el no tener los recursos en un momento dado, o el haberlos aplicado en un fin equivocado, puede traer nefastas consecuencias a la organización.

#### **6.1.2. CONCEPTO DE VALOR DEL DINERO A TRAVES DEL TIEMPO**

La variación en el poder adquisitivo de la moneda es ocasionada fundamentalmente por la inflación que se padece a nivel mundial en esta época. Se entiende por inflación un aumento general de los precios de los bienes de consumo y de los factores productivos, elevándose los precios de los bienes de consumo y de los factores productivos.

La evaluación de proyectos de inversión se hace importante, ya que al ser las inversiones realizadas a largo plazo, la unidad con que serán medidos los resultados del proyecto debe ser equitativamente, pues de lo contrario, se estarían comparando inversiones a valor actual con ingresos netos a valor futuro, los cuales son completamente diferentes entre si.



## **6.2. ELEMENTOS A CONSIDERAR EN LA EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION**

### **A) ANALISIS COSTO BENEFICIO**

En el frío análisis numérico de un proyecto de inversión, sólo los costos y los beneficios del mismo son relevantes. La información histórica es útil en la medida en que se utilice como punto de partida para las proyecciones del proyecto; por lo tanto, el análisis se fundamentará en la comparación de los costos y los ingresos adicionales que genere el proyecto en estudio. El resultado de esta comparación, si es positivo, representará la rentabilidad monetaria del proyecto, y será ésta, en muchas ocasiones, la base de la aceptación o rechazado de la inversión.

### **B) COSTO POR INTERESES**

La rentabilidad de un proyecto o de una inversión estará compuesta por los intereses y las utilidades. Los intereses representan el costo del dinero; las utilidades son el beneficio por haber corrido un riesgo al invertir. Por lo tanto, la combinación de ambos debe dar, por regla, que el costo de obtención del dinero, así como el de su uso, deben ser el criterio mínimo para aceptar un proyecto de inversión, medible en cuanto a la rentabilidad que arroje. Es decir, cuando se analice un proyecto cuya aceptación o rechazo esté dado por la rentabilidad del mismo, no se podría aceptar si su rendimiento estuviese X puntos porcentuales abajo del costo de obtención de los fondos.

### **C) IMPUESTOS**

Los impuestos y demás cantidades que por ley se deben separar de las utilidades sin el correspondiente cargo a las mismas, ya que dichas separaciones de utilidades afectan directamente los flujos de fondos del proyecto.

## D) ROTACION DE INVENTARIOS

Aquello que permanece inmóvil, estático, no produce nada. Las utilidades se generan con el movimiento, con la rotación, con el cambio de unos activos por otros. En el caso de los inventarios, entre mayor serian su rotación mayores serían las posibilidades de aumentar la ganancia.

## E) VALOR PRESENTE

El proceso de determinación de la cantidad que debe ahorrarse hoy a fin de tener un valor futuro específico se denomina descuento. La cantidad que debe ahorrarse hoy a fin de tener un valor futuro específico se denomina valor presente.

$$VP = VF / (1 + r)^n$$

VP= valor presente

VF= valor futuro

R= tasa de interés

N= número de periodos

## F) TASA INTERNA DE RETORNO

Se calcula el rendimiento que se espera devengar en una inversión. La tasa interna de retorno para una inversión se define como la tasa de descuento que hace que el valor presente del flujo de caja de las operaciones sea igual al desembolso inicial neto de caja.

## 6.3. DEPRECIACIÓN

Desde el momento en que se adquiere un activo, este empieza a perder valor en el transcurso del tiempo o por el uso del mismo.

Esta pérdida de valor o depreciación debe reflejarse contablemente con los siguientes fines:

- a) Determinar el costo real de los bienes o servicios que se generan con dichos activos.
- b) Establecer un fondo de reserva que permita reemplazar el activo al final de su vida útil.

La mayoría de los activos tiene una vida útil o período en que dicho activo cubre con la funcionalidad con que fue adquirida. En el transcurso de dicho período estos activos van disminuyendo de valor y ésta pérdida de valor se refleja en la depreciación.

La diferencia con valor original o valor de adquisición y la depreciación acumulada a una fecha determinada, se le conoce como valor en libros. El valor en libros de un activo no corresponde necesariamente a su valor del mercado.

En tiempo de alta inflación el valor en libros puede llegar a ser mayor al valor de adquisición. Siempre y cuando se indexe los costos con la inflación.

Los objetivos de la depreciación son reflejar los resultados de la pérdida del valor del activo, y crear un fondo interno para financiar la adquisición de un nuevo activo al finalizar la vida útil del activo antiguo.

El método de depreciación en línea recta es la más simple y más utilizada en México pues es el único aprobado para cumplir con disposiciones fiscales. Supone una depreciación constante durante toda la vida útil del activo. La base de depreciación del bien o activo se divide entre el número de años de la vida útil.

Año	Depreciación	Depreciación acumulada	Valor en libros
K	DK	$AK = 1 + DK$	$VK = C - AK$

La inversión que se realizó en esta mejora no fue en sí una inversión sino un gasto pero para efectos contables se aconseja tomarlo como una inversión de capital.

## **6.4 EVALUACION DEL PROYECTO**

Para fines de este trabajo de tesis a continuación se desarrollara el análisis costo beneficio para determinar la factibilidad del presente proyecto tomando como base la información (costo, inversiones y ahorros) elaborada en los capítulos anteriores.

### ANALISIS COSTO BENEFICIO

A continuación se muestra el impacto economico de la mejora de metodos

DESCRIPCION	ANTES	AHORA	COMENTARIOS
Tiempo por unidad	0.4 hr	0.31 hr	Reducción de 21% en tiempo de proceso. por motivación del obrero
Unidades producidas anualmente	6,000.00	7,800.00	Reducción de 21% en tiempo de proceso. por motivación del obrero
Materia prima directa	\$ 450.20	\$ 430.30	Capacitación al obrero en el manejo y retrabajo del material
Mano de obra directa por unidad	\$ 44.20	\$ 38.44	Pago por tabuladores
Mano de obra indirecta por unidad	\$ 13.92	\$ 10.71	Total anual 83,500 pesos / total de unidades
Gastos indirectos	\$ 71.67	\$ 55.13	Total anual 430,000 pesos/ total de unidades
Gastos de venta y administración	\$ 46.67	\$ 35.90	Total anual 280,000 pesos / total de unidades
Fletes y transporte	\$ 36.00	\$ 26.00	Fletes con camiones a su maxima capacidad
Total de costo	\$ 662.66	\$ 596.48	Resultado de la mejora de metodos

**CALCULO DE LAS INVERSIONES REQUERIDAS  
COSTO - BENEFICIO**

**3.8.5. Ruido**

Problema: Ruido emitido por el Router, Cepillo y Compresora

Solución: Montar las máquinas en armos de plástico y dotar a los obreros de tapones de plástico

Artículo	Descripción	Costo x un.	Unidades	Vida en meses	Total un/año	Total \$ /Año
Tarima plástica	1.5 x 3 m	300	3	1	3	900.0
Tapones plásticos	Orejeras Industriales	15	14	1	28	420.0
<b>Total de la inversión</b>						<b>1,320.0</b>

Ventajas: Cambio casi inmediato en el ánimo y rendimiento de los operarios.

**3.8.7. Orden y Conservación**

Problema: Alto grado de desorden

Solución: Fabricación de estanterías y carros de transporte

Materia prima	Descripción	Costo x un.	Unidades	Vida en meses	Total un/año	Total \$ /Año
Madera de desperdicio	0.30 x 1.5 metros	70	27	24	4.8	336.0
Clavos	Cinco en cabeza	22.5	0.5	24	0.10	2.3
Llantas	Rueda 8" tipo tractor 700kg	50.0	12	12	1	60.0
Pegamento	Resistol carpintero	5.0	0.8	24	0.03	1.9
Ejes	Tubo rudo 1.5" x 100 mm	10.31	8	80	9.2	95.4
Mano de obra						469.0
Carpintero						469.0
Herrero						300.0
<b>Total de la inversión</b>						<b>1,141.3</b>

Ventajas: Libera movimiento del operario y de las materias primas.

Materia prima	Descripción	Costo x un.	Unidades	Vida en meses	Total un/año	Total \$ /Año
Madera de desperdicio	0.30 x 1.5 metros	70	15	24	3	210.0
Clavos	Cinco en cabeza	22.5	0.9	24	0.10	4.1
Pegamento	Resistol carpintero	5.0	0.8	24	0.03	1.9
Mano de obra						300.0
Carpintero						300.0
<b>Total de la inversión</b>						<b>516.0</b>

Ventajas: Libera movimiento del operario y de las materias primas.

**3.8.8. Prevención de accidentes e incendios**

Problema: Falta de grupos de seguridad e higiene, así como de señalamientos

Solución: Formación de grupos y colocación de señalamientos

Artículo	Descripción	Costo x un.	Unidades	Vida en meses	Total un/año	Total \$ /Año
Señalamientos	Plástico	30	18	80	3.6	84.0
Videos informativos	Seguridad e higiene	150	2	80	0.40	6.0
<b>Total de la inversión</b>						<b>90.0</b>

Nota: estos grupos fueron formados por gente voluntaria y su capacitación se realizó en sus tiempos libres

**3.10 Sistema de remuneración e incentivos**

Problema: Falta de motivación de los obreros

Solución: Distribución más justa en relación a su desempeño

Numero de obreros	Salario Base x día	Unidades producidas	Costo x un.	Días trabajados	Unidades producidas en año por operario	Total de producción por operario anual	Costo total
1	65	5	13	300	1500	21,500.0	
1	118.4	8	118.4	300	2400	284,192.0	

Ventajas:

- El operario percibe más por su trabajo se motiva y se esfuerza más
  - La empresa obtiene más producción aumentando sus ventas por lo tanto su utilidad
  - La empresa reduce su costo de mano obra directa, al producir más con los mismos recursos
- Nota: a continuación se analizan los números impactados por unidades anuales producidas

**4.3 Redistribución de la planta**

Problema: Exceso de cruces de material

Solución: Aplicar estudio de métodos y redistribuir

Mano de obra	\$	105,000
Equipo para traslado de equipo	\$	33,000
Equipo eléctrico	\$	36,000
Acondicionamiento del edificio	\$	174,000
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>350,000</b>

<b>Total de la inversión utilizada para la mejora</b>	<b>\$353,043.1</b>
---	--------------------

Aplicación de la Ingeniería Industrial para mejorar la producción de una manufacturera de muebles

ANALISIS DE LA INVERSION		
Descripción de puntos a invertir	Capital	Total
INVERSION PARA ELIMINACION DE RUIDO	1,320	1,320
ORDEN Y CONSERVACION	1,142	1,142
ORDEN Y CONSERVACION	516	516
LIBRE MOVIMIENTO DEL OPERARIO	69	69
REDISTRIBUCION DE LA PLANTA	350,000	350,000
		-
		-
		-
		-
<b>Total de la inversión</b>	<b>\$ 353,046</b>	<b>\$ 353,046</b>
Calculo de depreciación anual		
		Total
<b>Monto total a ser depreciado</b>	<b>\$</b>	<b>353,046</b>
<b>Tiempo estimado de vida del proyecto en años</b>		<b>5</b>
<b>Depreciación anual</b>	<b>\$</b>	<b>70,609</b>

<b>ANALISIS DE LA INVERISON PARA MEJORAR EL SISTEMA DE PRODUCCION DE "MUEBLES ARANJUEZ"</b>					
<b>CONSIDERACIONES</b>	<b>AÑO</b>	<b>AÑO</b>	<b>AÑO</b>	<b>AÑO</b>	<b>AÑO</b>
	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
<b>DIAS TRABAJADOS AL AÑO</b>	300	300	300	300	300
<b>NUMERO DE HORAS POR TURNO</b>	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
<b>PRECIO DE VENTA POR UNIDAD</b>	700.00	700.00	700.00	700.00	700.00
<b>VOLUMEN DE UNIDADES</b>	7,800	7,800	7,800	7,800	7,800
<b>MATERIALES DIRECTOS POR UNIDAD</b>	430.30	447.51	465.41	484.03	503.39
<b>GASTOS DE ACERCAMIENTO %</b>	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
<b>GASTOS DE ENTREGA %</b>	3.70%	3.70%	3.70%	3.70%	0.00%
<b>MERMA %</b>	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%
<b>MANO DE OBRA DIRECTA POR HORA</b>	96.10	105.71	116.28	127.91	140.70
<b>TIEMPO DE PROCESO POR PIEZA</b>	1	1	1	1	1
<b>MANO DE OBRA INDIRECTA POR HORA</b>	26.78	29.45	32.40	35.64	39.20
<b>TIEMPO DE PROCESO POR PIEZA</b>	1	1	1	1	1
<b>% DE COMPENSACIONES</b>	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%
<b>DIAS DE PLAZO PARA COBRO</b>	30	30	30	30	30
<b>DIAS DE PLAZO PARA PAGO</b>	30	30	30	30	30
<b>NUMERO DE VUELTAS A INVENTARIO</b>	48	48	48	48	48
<b>% DE IMPUESTO SOBRE LA RENTA</b>	34%	34%	34%	34%	34%



### ANALISIS DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSION

#### Resumen de la inversión del proyecto

	AÑO 1998	AÑO 1999	AÑO 2000	AÑO 2001	AÑO 2002
<b>VENTAS ANUALES</b>	5,460,000	5,460,000	5,460,000	5,460,000	5,460,000
<b>MATERIAL</b>					
Materia prima	3,356,340	3,490,594	3,630,217	3,775,426	3,926,443
Merma	16,782	17,453	18,151	18,877	19,632
<b>Total de Material</b>	<b>3,373,122</b>	<b>3,508,047</b>	<b>3,648,368</b>	<b>3,794,303</b>	<b>3,946,075</b>
% Con respecto a las ventas	61.78%	64.25%	66.82%	69.49%	72.27%
<b>Mano de obra directa</b>					
Mano de obra directa	149,940	164,934	181,427	199,570	219,527
% Con respecto a las ventas	2.75%	3.02%	3.32%	3.66%	4.02%
<b>Gastos indirectos</b>					
Salarios	280,020	280,020	280,020	280,020	280,020
Mano de obra indirecta	64,260	64,260	64,260	64,260	64,260
Prestaciones	49,422	50,921	52,571	54,385	56,381
Material de mantenimiento	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
Depreciación	70,609	70,609	70,609	70,609	70,609
Otros	173,000	173,000	173,000	173,000	173,000
<b>Total de gastos indirectos</b>	<b>667,311</b>	<b>668,811</b>	<b>670,460</b>	<b>672,274</b>	<b>674,270</b>
% Con respecto a las ventas	12.22%	12.25%	12.28%	12.31%	12.35%
<b>Total de costo de venta</b>	<b>4,190,373</b>	<b>4,341,791</b>	<b>4,500,256</b>	<b>4,666,148</b>	<b>4,839,872</b>
% Con respecto a las ventas	76.75%	79.52%	82.42%	85.46%	88.64%
<b>Utilidad bruta</b>	<b>1,269,627</b>	<b>1,118,209</b>	<b>959,744</b>	<b>793,852</b>	<b>620,128</b>
% Con respecto a las ventas	23.25%	20.48%	17.58%	14.54%	11.36%
<b>Gastos de administración</b>	<b>280,020</b>	<b>280,020</b>	<b>280,020</b>	<b>280,020</b>	<b>280,020</b>
% Con respecto a las ventas	5.13%	5.13%	5.13%	5.13%	5.13%
<b>Utilidad antes de impuestos</b>	<b>989,607</b>	<b>838,189</b>	<b>679,724</b>	<b>513,832</b>	<b>340,108</b>
% Con respecto a las ventas	18.12%	15.35%	12.45%	9.41%	6.23%
<b>Utilidad Neta</b>	<b>653,140.66</b>	<b>553,204.60</b>	<b>448,617.96</b>	<b>339,129.41</b>	<b>224,471.01</b>
% Con respecto a las ventas	11.96%	10.13%	8.22%	6.21%	4.11%

RESUMEN						
	INVERSION INICIAL	AÑO 1998	AÑO 1999	AÑO 2000	AÑO 2001	AÑO 2002
VENTAS		5,668,000	5,668,000	5,668,000	5,668,000	5,668,000
MATERIAL COMO % DE VENTAS		61.72%	64.23%	66.82%	69.49%	72.37%
MANO DE OBRA COMO % DE VENTAS		2.79%	4.18%	3.89%	3.79%	3.48%
GASTOS INDIRECTOS COMO % DE VENTAS		12.22%	10.93%	10.43%	9.94%	9.11%
TOTAL		4,190,373	4,341,791	4,590,256	4,666,148	4,839,872
UTILIDAD BRUTA		1,269,627	1,118,209	959,744	793,852	620,128
% DE VENTAS		22.23%	20.48%	17.58%	14.54%	11.36%
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN		280,020	280,020	280,020	280,020	280,020
MARGEN DE OPERACION		989,607	838,189	679,724	513,832	340,108
% DE VENTAS		19.12%	15.35%	12.49%	9.41%	6.23%
TOTAL ANTES DE IMPUESTOS		989,607	838,189	679,724	513,832	340,108
ANALISIS DE FLUJO DE EFECTIVO						
TOTAL ANTES DE IMPUESTOS		989,607	838,189	679,724	513,832	340,108
DEPRECIACION		70,609	70,609	70,609	70,609	70,609
INVERSION	(353,046)					
CUENTAS POR COBRAR INCREMENTO/DECREMENTO		(455,000)				
CUENTAS POR PAGAR INCREMENTO/DECREMENTO		290,184	11,607	12,072	12,335	13,057
FLUJO NETO	(353,046)	893,400	920,405	762,403	596,996	423,774
ACUMULADO DEL FLUJO DE DINERO	(353,046)	342,354	1,462,799	2,225,184	2,822,180	3,245,954
RESULTADO DEL CALCULO DE LAS OPERACIONES						
Taza interna de retorno antes de impuestos		25.0%				
Valor presente neto		\$1,423,054				
Periodo de recuperación de la inversión		0.39				
Margen al primer año de operaciones		\$702,198				
Factores de calculo financiero						
Costo del dinero por año		24.00%				
Margen de operación después de impuestos		838,189				
Total de capital empleado		\$ 566,828				
Costo del dinero		24.00%				
		135,991				
Margen al primer año de operaciones		702,198				
CRITERIOS PARA LA EVALUACION ECONOMICA						
Valor presente neto	1,578,267		Total de la inversión	353,046		
Taza interna de retorno	114%		Capital de trabajo	213,582		
Años para recuperar la inversión	1.14		Total Capital	566,628		
Evaluación económica al primer año de operaciones	446,396		Cantidad a capitalizar	353,046		

## CONCLUSIONES GENERALES

La fabricación del mueble tiene una productividad debido a su carácter manufacturero y a su dependencia de la mano de obra. Por otro lado, es difícil aprovechar los recursos, tanto materiales como mano de obra y maquinaria, puesto que el trabajar otro turno implica demasiados problemas por ser una industria en donde no se puede seguir un proceso continuo de producción. El sistema de trabajo es por medio de stock entre departamentos – el producto terminado de uno es la materia prima del otro.

Una manera de aumentar la productividad es crear una línea continua de producción, puesto que se trabaja sin stock y se pueden aprovechar varios turnos. El problema estriba en la gran variedad de muebles que se fabrican y en la variedad de operaciones para cada estilo en particular.

La industria del mueble tiene formada la base de su productividad en el grado de organización y de la tecnología con la que cuenta a su alcance.

Una buena Distribución de Planta, con áreas suficientes y pasillos amplios proporciona una mayor facilidad de movimiento, lo que repercute en un incremento de la productividad, al igual que un sistema adecuado de almacenamiento de lotes dentro del área de distribución del trabajo.

Se debe insistir en que el obrero participa en lo que respecta a la gestión de la producción. Es decir, él mismo proponga ideas al ingeniero de métodos para mejorar su sistema de trabajo, respaldado por los consejos de su supervisor. No imponerle a los trabajadores una manera específica de trabajar porque ellos no están conformes.

Se deberán hacer revisiones periódicas a los tabuladores para el pago de percepciones: así se les remunerará con justicia, estarán contentos y será beneficioso para la empresa y los trabajadores.

Reducir stocks de materia prima en todos los departamentos para poder llevar a cabo un mejor control de la producción y aprovechar ese pasivo como activo en inversiones redituables en intereses.

Reducir al máximo la variedad de muebles, manteniéndolo actualizado y haciéndole periódicas altas y bajas, de acuerdo a la demanda del modelo. Esto ayuda al balanceo de las líneas del proceso de producción y a la posible estandarización.

La productividad involucra una gran variedad de factores, es decir, la mano de obra, los recursos materiales, los recursos tecnológicos, los recursos financieros, etc., que pueden ser abarcados en forma general ya que son muy complejos. El estudio está enfocado a la actividad humana dentro de la industria y a la forma de aprovechar al máximo este recurso tan importante. Justificando esto, se dirá que los recursos humanos dentro de la industria del mueble son prioritarios antes que estudiar otras áreas. No se pretende decir que la tecnología no es importante, sino que no es el enfoque de este trabajo de tesis.

En el capítulo 5, se obtuvieron los tiempos estándar de producción, con lo que fijamos una base para establecer las necesidades, tanto de personal como de maquinaria, para de esta forma aprovechar al máximo estos recursos.

Con una nueva distribución de la planta se pretende eliminar el congestionamiento de materiales en áreas de distribución y acceso. Prever el desarrollo de la Planta con áreas para futuras expansiones y eliminar tiempos de distribución de materiales y lotes de producción.

## APÉNDICE A

### LISTADO DE MAQUINARIA

NÚMERO	MAQUINA	VIDA ÚTIL	ESPECIFICACIONES
1	Cepillo	80%	Trifásica, 3 H.P. Navajas 14'' x 1.5'' Marca Siemens
2	Sierra radial	85%	Trifásica, 3 H.P. Marca Rockwell - Invict
3	Sierra circular	80%	Monofásica, 1,735 rpm Hechiza
4	Trompo	80%	Trifásica, 3 H.P. Marca Siemens
5	Sierra circular	80%	Idem máquina 3 Adaptación shuck ½''
6	Pistola grapadora	50%	Grapa de ½ a 2'' 120 PSI Máx. Marco Bostitch
7	Pistola rociadora	70%	Presión 70 PSI Máx. Marca De Vibiss
8	Compresora	75%	Motor IEM, 5 H.P. 1,732 rpm. Marca TILSA.

## **APÉNDICE B**

### **FORMATO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS**

72 12/Oct/98  
 TITULO: CEPILLADO DE TABLA  
 OPERARIO: JOSE LUIS  
 MACHINARIA: ACEJUNA CON MOTOR  
 DESCRIPCION DE LA TAREA: TABLA 1,30 m (LARGO); 10 cm (ANCHO); 8 cm (ESPESOR)  
 MATERIAL: MADERA 33 12ND  
 UBICACION: BUENAS

NO. DE B/E	DESCRIPCION DE OPERACION	DESEMPEÑO, OPERACIONES, UNIDAD, PLANTILLA, VALORES, UNIDAD POR M. CUAD. O CUB.	TIEMPO ESTIMADO MINUTOS	TIEMPO RECORRIDO POR M. CUAD. O CUB.	TIEMPO TOTAL POR M. CUAD. O CUB.
1	ESCOGER TABLA		10.5	1	10.5
2	PONER TABLA EN POSICION		8.8	1	8.8
3	EMPUJAR TABLA		9.8	1	9.8
4	RETIRAR TABLA		12.6	1	12.6
5	ACOMODAR TABLA		17.0	1	17.0

PRODUCTO: 0.687  
 MUESTRA: 0.687

## **APENDICE C**

### **FORMATO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS II**





## APENDICE D

### Referencias de citas:

1. INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO, Ginebra 1966, Capítulo 7
2. INGENIERÍA INDUSTRIAL, B. Niebel, Capítulo 3
3. ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES, Roger G. Schroeder, Capítulo 8
4. ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES, Elwood S. Ruffa, Capítulo 8 y 9
5. INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO, Ginebra 1966, Capítulo 6
6. INGENIERÍA INDUSTRIAL, B. Niebel, Capítulo 4 y 5
7. INGENIERÍA INDUSTRIAL, B. Niebel, Capítulo 25
8. ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES, Roger G. Schroeder, Capítulo 15
9. ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES, Roger G. Schroeder, Capítulo 18
10. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN, James L. Riggs, Capítulo 9
11. INGENIERÍA INDUSTRIAL, B. Niebel, Capítulo 14 y 15
12. INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO, Ginebra 1966, Capítulo 15 y 16

## BIBLIOGRAFÍA

1. CENTRO NACIONAL DE PRODUCTIVIDAD, Cómo aumentar la productividad, CENAPRO, México.
2. DI' MATEO, Juan José, Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería UNAM, México, 1975.
3. MONTAÑO, G. Agustín, Diagnóstico Industrial: Controles Gráficos de Dirección, ed. Trillas, México, 1978.
4. NIEBEL, W. Benjamín, Ingeniería Industrial: Métodos, tiempos y movimientos, ed, Alfaomega, México 1996.
5. OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO OIT, Introducción al estudio del trabajo, Ginebra, 1986.
6. JAMES L. RIGGS, Sistemas de producción, planeación, análisis y control, ed. Limusa, México.
7. SCHROEDER, Roger G., Administración de operaciones, ed. Mc Graw Hill.
8. BUFFA, Elwood S., Administración de Operaciones, ed. Limusa.