

870117

4
2ej

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA



FALLA DE ORIGEN

PLAN OPTIMO DE PRODUCCION PARA UNA INDUSTRIA MUEBLERA

UTILIZANDO PROGRAMACION LINEAL

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA INDUSTRIAL

P R E S E N T A

JUAN CARLOS HERNANDEZ VARGAS

GUADALAJARA, JALISCO. 1995



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.



ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y MECANICA ELECTRICA

Guadalajara, Jal., 23 de Junio de 1995.

Al Pasante de
Ingeniero Mecánico Electricista
Area: Industrial
Sr. Juan Carlos Hernández Vargas
P r e s e n t e .

En contestación a su solicitud de fecha 25 de Abril del presente año, me es grato informar que la Comisión de Tesis que me honro en presidir, aprobó como tema que usted deberá desarrollar para su examen de Ingeniero Mecánico Electricista, el que a continuación transcribo:

" PLAN OPTIMO DE PRODUCCION PARA UNA INDUSTRIA MUEBLERA
UTILIZANDO PROGRAMACION LINEAL "

INTRODUCCION
ANTECEDENTES

- I.- ANALISIS DEL PROCESO
 - II.- ANALISIS DE COSTOS
 - III.- APLICACION DEL METODO SIMPLEX A LA SOLUCION DEL PROBLEMA
 - IV.- EVALUACION ECONOMICA
- CONCLUSIONES
BIBLIOGRAFIA

Ruego a usted tomar nota que la copia fotografiada del presente oficio, deberá ser incluida en cada uno de los preliminares de su Tesis.

ATENTAMENTE.
" CIENCIA Y LIBERTAD "

ING. MANUEL URIARTE RAZO
D'N. ESC. DE ING. IND. Y MEC. ELCT.

"Plan óptimo de producción para una industria
mueblera utilizando programación lineal."

CONTENIDO

	Antecedentes - - - - -	1
	Introducción - - - - -	2
Capítulo I	Análisis del proceso	
	a) Descripción del producto - - - - -	4
	b) Descripción del proceso por producto - - - - -	5
	c) Diagrama de operaciones - - - - -	8
	d) Descripción de la distribución de la planta - - - - -	12
Capítulo II	Análisis de costos	
	a) Desglose de costos - - - - -	13
Capítulo III	Aplicación del método simplex a la solución del problema	
	a) Establecimiento de las restric- ciones y la función objetivo - - -	29
	b) Establecimiento de la matriz simplex - - - - -	34
	c) Desarrollo del método simplex - -	35
Capítulo IV	Valuación Económica - - - - -	48
	Conclusiones - - - - -	54
	Bibliografía - - - - -	56

ANTECEDENTES

Esta fábrica nació por iniciativa propia sin conocer los procesos de fabricación del mueble, poco a poco se fué adquiriendo experiencia y se estuvo produciendo durante varios años de manera empírica en cuanto a que tipo y cantidad de mueble producir, la fábrica siempre obtuvo utilidades pero nunca existió una planeación, se fabricaban libreros y juegos de mesa y se vendían.

Los tiempos han cambiado y las utilidades se han reducido y para tener un poco más de control de las utilidades de la empresa se decidió hacer este tipo de estudio para conocer que mueble es el que más convenía fabricar en cuanto a utilidad se refería.

Esperamos que con el conocimiento de los resultados de este estudio nos sea posible aprovechar al máximo la capacidad de la empresa para generar utilidades.

INTRODUCCION

El objetivo primordial de este trabajo, es la asignación de recursos a un plan escogido con el mejor aprovechamiento de la maquinaria disponible. Esto significa que para un conjunto dado de condiciones de un proyecto se analizan para distribuir los recursos disponibles en forma óptima a fin de alcanzar los objetivos deseados; ahora bien para llevarlo a cabo la planeación de los recursos que en estos casos corresponde a la combinación optima de los productos de una empresa mueblera sera necesario incurrir en procedimientos formales ingeniosos para la evaluación de un gran número de datos.

Por lo tanto si se cuenta con datos confiables se llevara a cabo el objetivo propuesto que podría resumirse en proporcionar la seguridad de que las magnitudes correctas de los recursos (muebles) se estan produciendo en proporción adecuada.

La necesidad del uso de la programación lineal se alcanza a comprender por su aplicación provechosa en la planeación, análisis y control de un sistema de producción. Entre los problemas aplicables en una industria mueblera podrían incluirse la localización de los madios de abastecimiento (madera, vidrio, laca, sellador, thinner, etc.) para minimizar los costos de transporte a los centros de producción, otro ejemplo sería el análisis de las operaciones y los métodos a fin de mejorar las utilidades. Pero en este trabajo se considero como necesidad imperante el enfoque que ayude a determi-

nar la combinación de productos mas redituable para el artículo del mueble del cuál nos ocuparemos.

Las limitantes o condiciones que prevalecen en un estudio de programación lineal son las siguientes:

a) El objetivo debe establecerse explícitamente

El objetivo de obtener la combinación óptima de muebles es la meta; esto equivale a obtener el producto a menor precio

b) Debe disponerse de cursos de acción alternativos

Si solamente hay una combinación para la producción de muebles, el único recurso es hacer tal mueble en una forma determinada o no hacerlo definitivamente. A este tipo de combinación se le llama " selección hobson " o sea aquella selección sin otra alternativa. Cuando se enfrenta ante una selección de hobson, por lo menos debe ponerse un poco de duda en la formulación del problema; es decir buscar información adicional que cubra mas alternativas.

c) Los recursos deben ser limitados

Muy rara vez existe un suministro limitado, pero por lo común es difícil saber que tan escaso es en verdad un recurso. Por ello es necesario hacer una considerable investigación para establecer los límites de las variables.

d) Las variables deben estar interrelacionadas linealmente.

Las relaciones entre las variables se expresan por medio de inecuaciones para mostrar por ejemplo que el número de muebles tipo A + número de muebles tipo B \leq que cierta cantidad.

CAPITULO I
ANALISIS DEL PROCESO

a) Descripción del producto

El mueble es un objeto fijo o móvil, decorativo o de uso que forma parte de un ambiente y que puede tener fines utilitarios o simplemente decorativos.

El mueble se utiliza en todo tipo de ambientes, como en casas, oficinas, lugares públicos de culto, almacenes, etc., y tanto sus funciones como sus diseños pueden ser muy variados.

Generalmente al comprar un mueble, la gente busca elegancia cuando el mueble es sólo un complemento decorativo, pero cuando se trata de comprar un mueble para uso constante como un comedor, una sala o una recámara, también se busca la comodidad y funcionalidad del mueble.

Anteriormente el mueble se fabricaba principalmente con madera, y los instrumentos que se utilizaban eran más sencillos sin usar maquinaria.

Actualmente se utilizan otros materiales como hierro, fibra de vidrio, madera, plástico, etc., y para su fabricación existe maquinaria avanzada en donde la mano de obra ya no es tan indispensable.

El diseño del mueble también ha ido cambiando con el paso del tiempo; años atrás se podía tener muebles de madera gruesa y pesada y con muchos detalles hechos a mano, pero hoy el costo de los materiales se ha incrementado y también la mano de obra, así que actualmente la gente busca comodidad, belleza y economía.

b) Descripción del proceso por producto

El bastón se compra a la medida y pulido.

Juego de mesas Singapur: se toma de almacén bastón de 1 1/2" para pernearlo y recortarlo, recortar nada mas los bastones que van horizontales, los verticales ya vienen a la medida, el recorte es para que embonen con una superficie mayor. Se pasa al departamento de armado, donde se utilizan pernos de madera de 1/2" de diámetro, clavos y resistol, después de armado se pasa al departamento de tejido donde se utilizan graps para el mimbre y mimbre para hacer el tejido, de ahí al departamento de pulido donde se quita la aspereza a la madera y algunos hilos que le quedan al mimbre, de ahí al departamento de laca donde se aplica sellador y laca semimate para terminar el producto.

Librero Hawaii: se toma bastón de 1 1/2" y de 1/2" de diámetro. A los bastones que van a ir verticales solo se les perfora atravezándolos centralmente con una broca de 1/2" en el lugar donde van a ir unidos con un bastón horizontal para poder colocar ahí un perno y este sujete a los dos bastones; al bastón que va horizontal se le recorta en un taladro con una broca sacabocado de 1 1/2" y se le pernea en la parte media donde se hizo el corte con una broca de 1/2", de esta manera se une con un bastón vertical, no importando que se perfore el bastón vertical de lado a lado porque de un lado hace unión con la madera y del otro lado se utiliza mimbre en el tejido y se cubre el lugar por donde entra el perno. El librero lleva dos bastones que no son

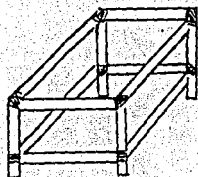
verticales en 90 grados, esos dos bastones son unidos tan solo por clavos y al maquinarse se utiliza una guía con elevación del lado opuesto a donde se efectúa el corte, quedando de esta forma una buena unión entre los dos bastones, para colocar el bastón de 1/2" se hace una perforación hasta la mitad del diámetro del bastón de 1 1/2" mediante guías colocadas en la mesa de taladro. En el armado se utilizan pistolas de clavos para acelerar el proceso. De ahí se pasa al departamento de tejido en donde el mimbre es colocado: primeramente el mimbre se remojado para que estire un poco y al secar apriete el tejido y este quede firme y no se deshaga, se utiliza un tejido por cada unión de bastones de 1 1/2" , en este departamento se utilizan pistolas de grapas.

En el departamento de pulido se remueve el resistol sobrante y lo áspero que algunas veces queda en los bastones de madera, también se remueven los hilos que quedan del tejido de mimbre.

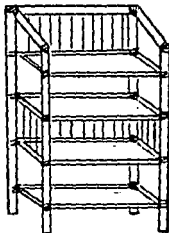
En el departamento de laqueado se aplican primeramente tres manos de sellador con pistola, se espera 10 minutos entre capa y capa, se deja secar la tercera capa y se pasa una lija negra 400, entonces se maquea con laca semimate hasta que quede una sensación agradable al tacto y quede terminado el producto.

Librero Maui; lleva el mismo método que el librero Hawai, ya terminado el producto se almacena.

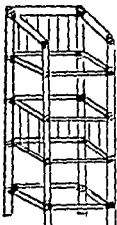
El juego de mesas es un producto que por lo general se utiliza en la sala para sostener adornos o lámparas, consta de tres mesas independientes.



Librero Hawai: es un mueble que se puede usar en comedor, sala, recámara, pasillo, etc, y se le puede dar el uso de adorno, como juguetero, como librero, etc.



Librero Maui: es un mueble igual que el librero Hawai pero para cosas un poco mas pequeñas.

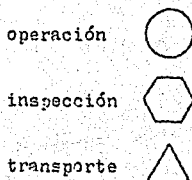


c) Diagrama de Operaciones

El diagrama de operaciones especifica para cada producto las operaciones requeridas en la secuencia seleccionada, también se añaden los respectivos tiempos estándar de la operación como también, el número de la operación, el número del transporte y el número de inspección en el mismo diagrama.

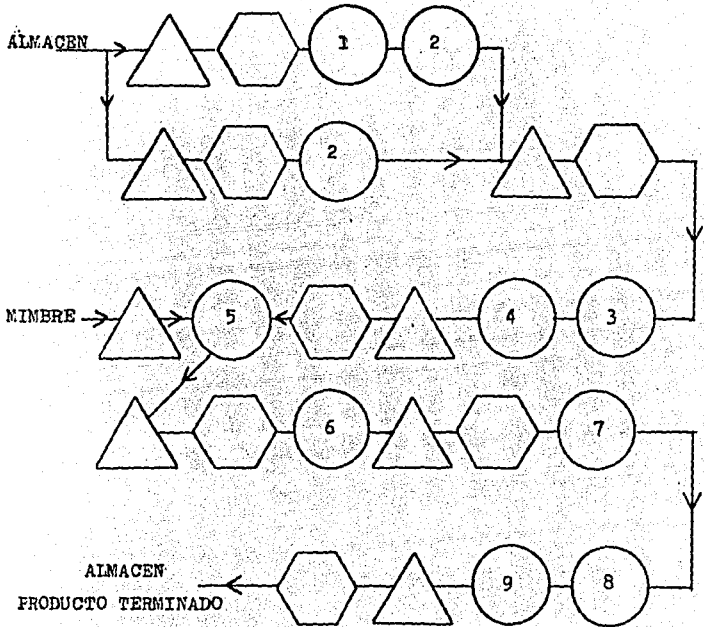
En los diagramas 1, 2, 3, se muestran todas las operaciones, inspecciones y transportes que se realizan en cada uno de los tres tipos diferentes de muebles.

Se han adoptado ciertos símbolos: el círculo grande para una operación, el hexágono para una inspección y un triángulo para el transporte.



La gráfica del proceso de operación es muy valiosa en la elaboración de un plan de distribución, muestra en forma clara las operaciones que se deben de ejecutar y su secuencia.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE JUEGO DE MESAS SINGAPUR

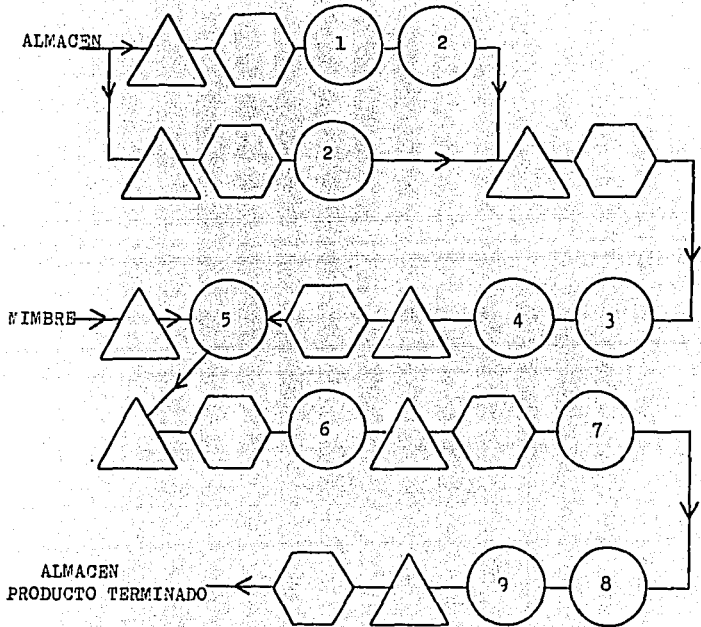


- 1 Rebajar orillas
- 2 Perforar perno
- 3 Armado
- 4 Clavado
- 5 Tejido
- 6 Pulido

- 7 Pistoleado
- 8 Asentado
- 9 Maqueado

Fig. No 1

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL LIBRERO HAWAI



1 Rebajar orillas

2 Perforar perno

3 Armado

4 Clavado

5 Tejido

6 Pulido

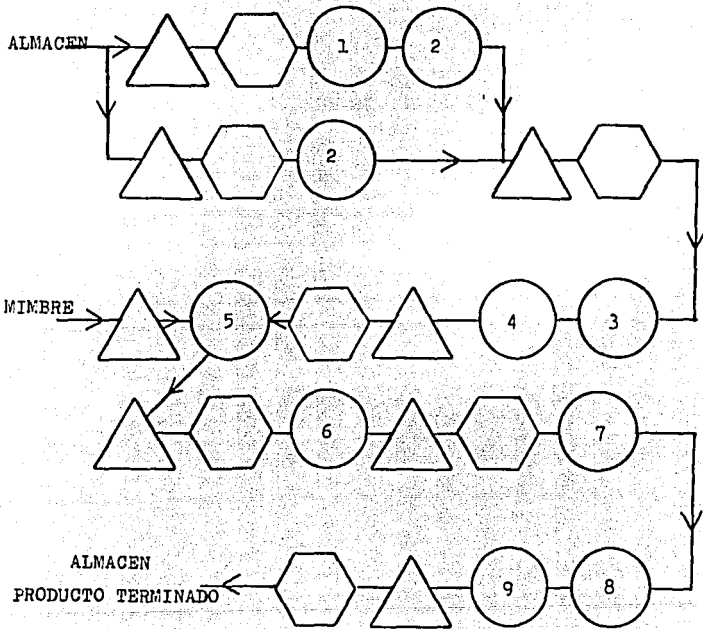
7 Pistoleado

8 Asentado

9 Maqueado

Fig. No 2

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL LIBRERO MAUI



- 1: Rebajar orillas
- 2 Perforar perno
- 3 Armado
- 4 Clavado
- 5 Tejido
- 6 Pulido

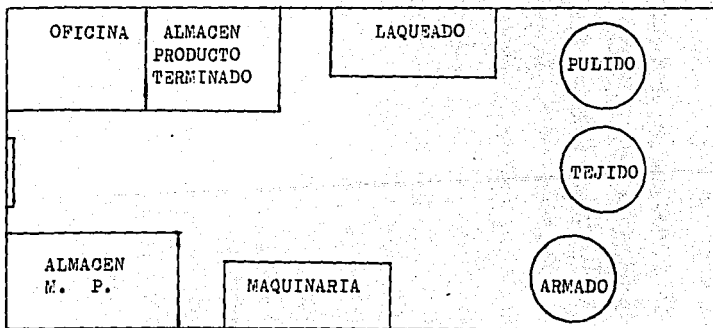
- 7 Pistoleado
- 8 Asentado
- 9 Maqueado

Fig. No 3

d) Descripción de la distribución de planta:

El proceso se inicia con el transporte del bastón al departamento de maquinado en donde se inspecciona para ser trabajado, una vez trabajado se transporta al departamento de armado, ya efectuado el proceso de armado se pasa al departamento de tejido para amarrar todas las uniones, de ahí al departamento de pulido para prepararlo y pasarlo al departamento de laca para terminarlo y pasarlo a almacenarlo.

A continuación se detalla en particular cada uno de los departamentos que integran el proceso de fabricación del mueble.



CAPITULO II
ANALISIS DE COSTOS

a) DESGLOSE DE COSTOS

El objetivo de los datos de costos resultantes de la función contable es distinto del objetivo de los datos de costos elaborados para la toma de decisiones. En general los sistemas contables satisfacen los requerimientos de las leyes tributarias federales y estatales, así como las necesidades de ciertas facetas de la administración financiera de una empresa. Pero cuando el uso final de los datos de costos es la toma de decisiones, se debe cuidar que los costos malos y las asignaciones de los renglones del costo fijo no oculten el comportamiento efectivo de los costos. Nos interesaríamos entonces en el efecto neto de cada alternativa acerca de los costos que se considere.

Como punto de partida, la clasificación de los gastos de una empresa manufacturera sigue la estructura general (ver gráfica fig. 4). Los costos de mano de obra y del material que aparecen a la izquierda se consideran directos, ya que por lo común se pueden atribuir a un producto. Los renglones de gastos de fábrica, o el costo fijo de fábrica son ordinariamente indirectos porque a menudo resulta difícil su asignación a un producto específico sin hacer una atribución arbitraria. Renglones típicos de costos de fábrica; mano de obra indirecta, servicios, energías de la fábrica, mantenimiento y reparación, depreciación de la planta y el equipo, seguros e impuestos de la propiedad.

Los gastos administrativos y de ventas son costos fijos generales de naturaleza más indirecta aún.

			Impuestos	Otros
	Utilidad Bruta	Utilidad de Operación	Utilidad Neta	Ingresos
Costo de Mano de Obra	Gastos de Fábrica	Gastos de Administración	Costo de Fábrica	Ingreso por Ventas
Costo de Materiales	Costo Variable	Costo de Fábrica		

Fig. 4

Elementos del costo de manufactura. Renglones típicos de gastos de fábrica: mano de obra indirecta, servicios, enseres de fábrica, mantenimiento y reparación, depreciación de la planta y el equipo, seguros e impuestos a la propiedad. Renglones típicos de gastos administrativos: sueldos, enseres de oficina, depreciación de los activos de oficina, impuestos sobre los activos de oficina, impuestos de los ingresos de las sociedades anónimas y gastos legales. Renglones típicos de gastos de ventas: sueldos de vendedores, publicidad, viajes, teléfono, telégrafo, enseres de oficina.

Renglones típicos de gastos administrativos: sueldos, enseres de oficina, depreciación de los activos de oficina, seguros, impuestos sobre los activos de oficina, impuestos a los ingresos de las sociedades anónimas y gastos legales. Renglones típicos de gastos de ventas: sueldos de vendedores, publicidad, viajes, cuentas malas, teléfono y telégrafo, enseres de oficina.

Se desea examinar el carácter general y el comportamiento de ciertas clases de costos, en forma tal que se puedan asimilar en el planteamiento del problema.

El costo total es la suma del costo fijo y el costo variable total para cada nivel de producción anotado sobre el eje horizontal. (ver gráfica fig. 5). El ingreso es el producto del precio de venta y el número de unidades manufacturadas y vendidas. Para apreciar el potencial del diagnóstico de la gráfica, debemos considerar la significación de las suposiciones implícitas y las relaciones matemáticas de las variables indicadas en la gráfica. (fig. 5).

Los costos fijos (CF) están representados por una recta horizontal. La suposición de que estos costos sean constantes para un rango conocido de capacidad es factible por dos razones. La primera es que, por definición, los costos fijos son gastos que persisten independientemente de los niveles de producción. Los costos representativos incluidos en esta categoría son: la renta, el interés, los im-

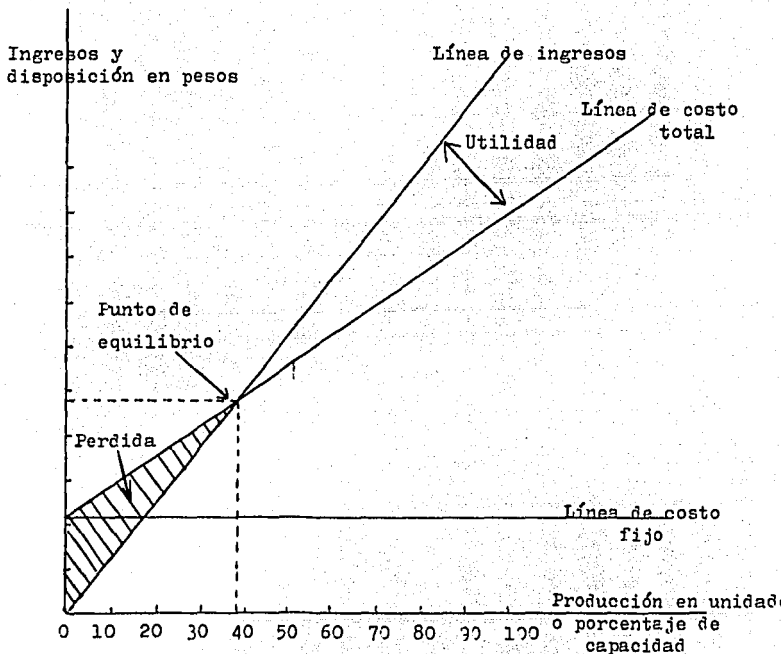


Fig. No 5

Diagrama lineal del punto de equilibrio

nestos sobre la propiedad, los seguros, la investigación y la mano de obra indirecta. La segunda razón es que el diagrama representa condiciones esperadas en un anterválo relativamente corto. Por lo tanto, no se incluyen procedimientos especiales causados por la capacidad, tales como despidos ó inversiones en equipo nuevo, en el rango limitado de planeación.

Los costos unitarios variables (V) también son constantes en el período y en el rango de la capacidad del diagrama. Estos costos explican los gastos directos hechos al producir un producto, tales como: empaque, materia prima y mano de obra directa.

El costo total variable (CTV) es el costo unitario multiplicado por el número de unidades producidas (N) ó $CTV = NV$.

Una recta de ingreso lineal (R) resulta de la suposición de que cada producto se vende por el mismo precio (P) . Cuando esta suposición es valida, $R = NP$.

El punto de equilibrio (B) indica el número de unidades que deben manufacturarse y venderse antes de que los costos sean iguales al ingreso, $R = CTV = CF$. Para resolver B matemáticamente, simplemente encontramos el valor de N que sea igual a los costos y el ingreso; $N = B$ cuando $NP = NV + CF$ ó bien volúmen en el punto de equilibrio = $B =$ costo fijo / contribución = $CF / P - V$.

En una producción menor que B la contribución unitaria ($P - V$) sirve para pagar el costo fijo. Cuando N es mayor que B, ($P - V$) es la utilidad incremental esperada de cada unidad adicional manufacturada y vendida.

Ahora bien se dispondrá a mostrar cómo y de qué manera están considerados los costos de materiales y de mano de obra directa de cada una de las tres líneas.

A continuación se observa el desglose de los costos de materiales por departamento en cada una de las tres líneas:

JUEGO DE MESAS:

Corte	\$ 74.80 (bastón 1 1/2)	74.80
Armado	\$ 5.70 (perno) + 4.30 (resistol y clavos)	10.00
Tejido	\$ 34.20 (bejuco)	34.20
Pulido	\$ 11.50 (lijas)	11.50
Laqueado	\$ 13.20 (thinner) + 17.10 (laca) + 19.20 (sellador)	49.50
	Costo total del material	180.00
	Costo total del material	180.00

LIBRERO GRANDE:

Corte	\$ 43.80 (bastón 1 1/2) + 15.30 (bastón 1/2)	59.10
Armado	\$ 3.80 (perno) + 3.60 (resistol y clavos)	7.40
Tejido	\$ 21.40 (bejuco)	21.40
Pulido	\$ 6.80 (lijas)	6.80
Laqueado	\$ 7.90 (thinner) + 10.20 (laca) + 11.50(sellador)	29.60
	Costo total del material	124.30

LIBRERO CHICO:

Corte	\$ 35.70 (bastón 1 1/2) + 12.40 (bastón 1/2)	48.10
Armado	\$ 3.80 (perno) + 3.60 (resistolo y clavos)	7.40
Tejió	\$ 21.40 (bejuco)	21.40
Pulió	\$ 5.50 (lijas)	5.50
Laqueado	\$ 6.40 (thinner) + 8.20 (laca) + 9.20 (sellador)	23.80
	Costo total del material	106.20

Ahora bien, para conocer los costos de mano de obra por departamento en cada una de las tres líneas se procedió de la siguiente manera:

Dado que a un operario se le pagan 56 horas semanales y considerando el salario de acuerdo al departamento en que labore y a su categoría se procedió a obtener el costo de mano de obra en cada uno de los departamentos, con el costo/hora y las horas/mueble que se llevan cada uno de los tres tipos de mueble en sus respectivos departamentos, se obtuvo el costo de mano de obra en las tres líneas y en sus departamentos respectivamente habiendo sido de la siguiente manera:

Departamento de corte

1 operario = 56 horas; 1 operario = \$ 350/sem
2 operarios = 56 horas; 2x \$240/sem= \$ 480/sem
total \$ 830/sem
3 operarios x 56 horas = 168 horas

Entonces al dividir el sueldo total semanal entre las horas laborables por sus operarios en una semana se obtiene el costo por hora.

Este costo por hora multiplicado por las horas estandard de cada una de las tres líneas nos da como resultado el costo de mano de obra de esa línea determinada.

Entonces el costo de mano de obra por producto es igual a:

\$ 830/ sem ÷ 168 horas = \$ 4.94

Producto A)	2.80 x 4.94 =	13.82
Producto B)	1.98 x 4.94 =	9.78
Producto C)	1.87 x 4.94 =	9.24

Departamento de armado

$$2 \text{ operarios } \times \$240 = \$480 / \text{sem.}$$

$$2 \text{ operarios } \times 56 \text{ horas} = 112 \text{ horas}$$

$$\text{Entonces: } \$480 / 112 \text{ horas} = \$4.29 / \text{hora}$$

$$\text{Producto A) } 1.87 \times \$4.29 = \$8.02$$

$$\text{Producto B) } 1.32 \times \$4.29 = \$5.66$$

$$\text{Producto C) } 1.24 \times \$4.29 = \$5.32$$

Departamento de tejido

$$3 \text{ operarios } \times \$240 = \$720$$

$$3 \text{ operarios } \times 56 \text{ horas} = 168 \text{ horas}$$

$$\text{Entonces: } \$720 / 168 \text{ horas} = \$4.29 / \text{hora}$$

$$\text{Producto A) } 2.80 \times \$4.29 = \$12.01$$

$$\text{Producto B) } 1.98 \times \$4.29 = \$8.49$$

$$\text{Producto C) } 1.87 \times \$4.29 = \$8.02$$

Departamento de pulido

3 operarios y medio porque uno solo labora medio día

$$3.5 \times \$240 = \$840$$

$$3.5 \times 56 \text{ horas} = 196 \text{ horas}$$

$$\text{Entonces: } \$840 / 196 \text{ horas} = \$4.29 / \text{hora}$$

$$\text{Producto A) } 3.27 \times \$4.29 = \$14.03$$

$$\text{Producto B) } 2.30 \times \$4.29 = \$9.87$$

$$\text{Producto C) } 2.18 \times \$4.29 = \$9.35$$

Departamento de laqueado

1 operario de \$300	\$300
1.5 operarios de 240	\$360
	<hr/>
	\$660
2.5 operarios x 56 horas = 140 horas	
Entonces: \$660 / 140 horas =	\$4.71 / hora
Producto A) 2.33 x \$4.71 =	\$10.97
Producto B) 1.65 x \$4.71 =	\$ 7.77
Producto C) 1.56 x \$4.71 =	\$ 7.35

Todos estos resultados de costos de mano de obra de los tres productos y en sus respectivos departamentos se encuentran concentrados en la tabla No. 1.

En esta tabla se muestran los costos unitarios variables que existen en la empresa mueblera a que se ha referido esta tesis.

Los gastos, tanto de materiales (materia prima, desperdicio y empaque) y de mano de obra directa, pueden ser observados por departamentos y por línea (total). Estos costos unitarios totales por línea ya sea de mano de obra directa o de materiales están considerados por mueble producido. Los gastos variables para 1995 son los siguientes:

TABLA No 1

Líneas	Costos	Corte	Armado	Tejido	Pulido	Laqueado	Total
Jgo. de Mesas	Materiales	74.80	10.00	34.20	11.50	49.50	180.00
	Mano de obra directa	13.82	8.02	12.01	14.03	10.97	58.85
Librero Hawai	Materiales	59.10	7.40	21.40	6.80	29.60	124.30
	Mano de obra directa	9.78	5.66	8.49	9.87	7.77	41.57
Librero Maui	Materiales	48.10	7.40	21.40	5.50	23.80	106.20
	Mano de obra directa	9.24	5.32	8.02	9.35	7.35	39.28
DEPARTAMENTOS							

Para obtener el punto de equilibrio en donde la empresa se encuentra nivelada en sus costos de producción y utilidades por venta; se procede de la siguiente manera:

Se determina el costo fijo global de la empresa que debe ser relacionado con la contribución unitaria para obtener el volumen de producción en el punto de equilibrio.

La contribución unitaria es la utilidad incremental esperada de cada unidad adicional manufacturada y vendida, es el resultado de la resta del precio unitario de venta menos el costo unitario variable.

La relación en el punto de equilibrio es pues,

$$B = \text{Costo fijo} / \text{precio unitario de venta} - \text{costo unitario variable o bien:}$$

$$B = \text{Costo fijo} / \text{contribución unitaria}$$

El precio unitario de venta debe obtenerse de acuerdo al porcentaje de utilidad por unidad producida que desea obtener el fabricante. En la industria mueblera una utilidad del 80% sobre el costo unitario de producción es satisfactoria para la venta de productor o detallista (venta menudeo). Es decir que el precio unitario de venta es igual a (costo unitario / par) (1.8)

El costo unitario variable implica los gastos directos de materiales y mano de obra que son necesarios para producir una unidad del producto, y se obtiene directamente de la tabla No. 1 expuesta anteriormente.

A continuación se presenta un resumen de símbolos por medio de los cuales se obtuvo el punto de equilibrio:

- N = Número de unidades
- CF = Costo fijo
- V = Costo
- CTV = Costo total variable = NV
- CT = Costo total = CTV + CF
- P = Precio unitario de venta
- R = Ingreso = NP
- Z = Utilidad = R - CT
- P = Volúmen en el punto de equilibrio = $CF / (P - V)$
- P - V = Contribución unitaria

Consolidación de los gastos fijos considerados para cada una de las tres líneas durante el año de 1995.

Mano de obra	\$	187,000
Gastos Indirectos		7,350
Gastos Directos		25,930
Reparación y Mantenimiento		2,620
Depreciación		2,000
Sueldos		22,760
Fletes		4,650
Otros Gastos		1,950
		<hr/>
	\$	254,350

Juego Mesas Singapur

Costo Fijo \$ 254,350

Precio Unitario de Venta = (\$58.85 / mano de obra +
\$180.00 / materiales) 1.8

Costo Unitario Variable = (\$58.85 / mano de obra) +
(\$180.00 / materiales)

CF = \$ 254,350

P = \$ (238.85) (1.8) = 429.93

V = \$ 238.85

P - V = \$ 191.08

B = CF / P - V = 254 350 / 191.08 = 1331 Muebles

Librero Hawaii

Costo Fijo \$ 254,350
Precio Unitario de Venta = (\$ 41.57/ mano de obra +
\$ 124.30/ materiales) (1.8)
Precio Unitario Variable = (\$ 41.57/ mano de obra +
\$ 124.30/ materiales)
CF = \$ 254,350
P = \$ (165.87) (1.8) = \$ 298.57
V = \$ 165.87
P - V = \$ 130.70
B = CF/ P-V = 254 350 / 130.70 = 1946 Muebles

Librero Maui

Costo Fijo \$ 254,350
Precio Unitario de Venta = (\$ 39.28/ mano de obra =
\$ 106.20/ materiales) (1.8)
Precio Unitario Variable = (\$ 39.28/ mano de obra +
\$ 106.20/ materiales)
CF = \$ 254,350
P = \$ (145.48) (1.8) = \$ 261.87
V = \$ 145.48
P - V = \$ 116.38
B = CF/ P-V = 254 350 / 116.38 = 2186 Muebles

CAPITULO III

APLICACION DEL METODO

S I M P L E X

A LA SOLUCION DEL PROBLEMA

a) ESTABLECIMIENTO DE LAS RESTRICCIONES Y LA
FUNCION OBJETIVO

El problema a tratar en esta tesis se va a desarrollar bajo el método de solución simplex.

Una empresa mueblera tiene tres líneas de muebles diferentes que son: Jgo. de mesas Singapur (A) ; Librero Hawai (B) , y Librero Maui (C) los cuáles son producidos por cinco departamentos: corte, armado, tejido, pulido y laqueado. El tiempo de proceso por cada mueble en cada uno de los departamentos esta dado en hrs/mueble y se resumen en la tabla siguiente:

Producto	Corte	Armado	Tejido	Pulido	Laqueado
Singapur (A)	2.80	1.87	2.80	3.27	2.33
Hawai (B)	1.98	1.32	1.98	2.30	1.65
Maui (C)	1.87	1.24	1.87	2.18	1.56

Par obtener las hrs. disponibles a trabajar en el año, en cada uno de los departamentos, se procederá a conocer los días trabajados en el año:

$$\text{días totales} = 52 \text{ semanas} \times 5 \text{ días semanales} = 260 \text{ días al año}$$

$$\text{días festivos} + \text{días de vacaciones} = 32 \text{ días}$$

$$\text{días netos} = 260 - 32 = 228 \text{ días al año}$$

Ahora bien, las horas disponibles por departamento son:

Departamento de corte:

3 operarios x 8 hrs./ día x .85 x 228 días al año =
4651.2 hrs. / año en donde .85 es la utilización del
hombre, ya sea trabajando manualmente o trabajando al-
guna máquina.

Departamento de armado:

2 operarios x 8 hrs. / día x .85 x 228 días/año =
3100.8 hrs./año

Departamento de tejido:

3 operarios x 8 hrs. / día x .85 x 228 días/año =
4651.2 hrs./año

Departamento de pulido:

3.5 operarios x 8 hrs./día x .85 x 228 días/año =
5426.4 hrs./año

Departamento de laqueado:

2.5 operarios x 8 hrs./día x .85 x 228 días/año =
3876 hrs./año

Se debe señalar que en los departamentos en donde se tienen determinado número de máquinas puede haber menor número de operarios. Sin embargo se toma en cuenta el número de máquinas para obtener el número de horas disponibles de ese departamento dado que estando trabajando u ociosas determinadas máquinas se tiene de todas formas la capacidad instalada disponible.

DEPARTAMENTO	HORAS DISPONIBLES
corte	4651.2
armado	3100.8
tejido	4651.2
pulido	5426.4
armado	3876

Ahora bien, la contribución del producto A es de \$ 191.08, la del producto B es de \$ 130.70 y la del producto C es de \$ 116.38, los cuáles se determinaron en el capítulo dos mediante la fórmula (P-V) o (precio unitario de venta-costos unitario variable). La empresa mueblera puede desplazar en sus clientes todo lo que le sea posible producir durante ese año. Se desea determinar cuáles son las cantidades a producir anualmente de cada una de las tres líneas para así maximizar la contribución.

Se adopta un sistema de notación en el cuál se designa con A, B, C la cantidad de muebles en cada una de las líneas que se produzcan. Existen como restricciones las horas disponibles en cada uno de los departamentos; se conoce que la suma de tiempos que se invierten en la fabricación de cada una de las tres líneas debe de ser:

corte	≤	4651.2 horas
armado	≤	3100.8 horas
tejido	≤	4651.2 horas
pulido	≤	5426.4 horas
laqueado	≤	3876 horas

Las ecuaciones simbólicas serán:

corte	2.8 A	+	1.98 B	+	1.87 C	≤	4651.2
armado	1.87 A	+	1.32 B	+	1.24 C	≤	3100.8
tejido	2.8 A	+	1.98 B	+	1.87 C	≤	4651.2
pulido	3.27 A	+	2.30 B	+	2.18 C	≤	5426.4
laqueado	2.33 A	+	1.65 B	+	1.56 C	≤	3876

y la función objetivo es :

$$\$ 191.08 A + \$ 130.70 B + \$ 116.38 C = \text{máximo}$$

TABLA No 2

ESTABLECIMIENTO DE LAS ECUACIONES DEL PROBLEMA EN FORMA DE MATRIZ

Columna de constantes	191.08 A	130.70 B	116.38 C	0 X_1	0 X_2	0 X_3	0 X_4	0 X_5	renglón objetivo renglón de varia- bles
4651.2	2.8	1.98	1.87	1	0	0	0	0	coeficientes de la ecuación
3100.8	1.87	1.32	1.24	0	1	0	0	0	
4651.2	2.8	1.92	1.87	0	0	1	0	0	
5426.4	3.27	2.30	2.18	0	0	0	1	0	
3876	2.33	1.65	1.56	0	0	0	0	1	
				Cuerpo		identidad			

b) ESTABLECIMIENTO DE LA MATRIZ SIMPLEX

En donde se desea obtener la combinación de valores de A, B, C que se ajuste a las restricciones impuestas por los tiempos de manufactura de las tres líneas y por el tiempo total disponible en horas por departamento que fueron expresadas anteriormente.

Para eliminar las desigualdades en las ecuaciones se agregarán valores x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 a cada una de las ecuaciones y se tiene:

corte	$2.8 A + 1.98 B + 1.87 C + X_1 = 4651.2$
armado	$1.87 A + 1.32 B + 1.24 C + X_2 = 3100.8$
tejido	$2.8 A + 1.98 B + 1.87 C + X_3 = 4651.2$
pulido	$3.27 A + 2.30 B + 2.18 C + X_4 = 5426.4$
laqueado	$2.33 A + 1.65 B + 1.56 C + X_5 = 3876$

Se tienen 5 ecuaciones con 8 incógnitas y se arreglan colocando las variables A, B, C, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 en el renglón superior y los coeficientes en los renglones inferiores formando así columnas. También las cifras del lado derecho de la ecuación pasan al lado izquierdo y la matriz de identidad quedará como sigue:

c) DESARROLLO DEL METODO SIMPLEX

En la matriz inicial simplex se tiene un renglón índice que va colocado debajo de la matriz inicial que se tiene. Estos números índices aparecerán debajo de la columna constante, del cuerpo y de la identidad. (ver tabla 2)

Estos números del renglón índice se calculan con base en la fórmula:

Número índice = suma (cifras de la columna) x (cifra correspondiente de la columna objetivo - cifra de la hilera objetivo a la cabeza de la columna)

1) número índice para la columna constante de acuerdo a la fórmula es igual a, $(4651.2 \times 0 + 3100.8 \times 0 + 4651.2 \times 0 + 3876 \times 0) - 0 = 0$

2) número índice para la primera columna del cuerpo es igual a $(2.8 \times 0 + 1.87 \times 0 + 2.8 \times 0 + 3.27 \times 0 + 2.33 \times 0) - 191.08 = - 191.08$

3) número índice para la segunda columna del cuerpo es igual a $(1.98 \times 0 + 1.32 \times 0 + 1.98 \times 0 + 2.30 \times 0 + 1.65 \times 0) - 130.70 = - 130.70$

- 4) número índice para la tercera columna del cuerpo es igual a $(1.87 \times 0 + 1.24 \times 0 + 1.87 \times 0 + 2.18 \times 0 + 1.56 \times 0) - 116.38 = -116.38$
- 5) número índice para la primera columna de la identidad es igual a $(1 \times 0 + 0 \times 0 + 0 \times 0 + 0 \times 0 + 0 \times 0) - 0 = 0$
- 6) número índice para la segunda columna de la identidad es igual a $(0 \times 0 + 1 \times 0 + 0 \times 0 + 0 \times 0 + 0 \times 0) - 0 = 0$
- 7) número índice para la tercera columna de la identidad es igual a $(0 \times 0 + 0 \times 0 + 1 \times 0 + 0 \times 0 + 0 \times 0) - 0 = 0$
- 8) número índice para la cuarta columna de la identidad es igual a $(0 \times 0 + 0 \times 0 + 0 \times 0 + 1 \times 0 + 0 \times 0) - 0 = 0$
- 9) número índice para la quinta columna de la identidad es igual a $(0 \times 0 + 0 \times 0 + 0 \times 0 + 0 \times 0 + 1 \times 0) - 0 = 0$

TABLA No 3

MATRIZ SIMPLEX QUE MUESTRA EL RENGLON INDICE

Columna objetivo	Columna variable	Columna constante	191.8 A	130.70 B	116.38 C	0 x_1	0 x_2	0 x_3	0 x_4	0 x_5
0	x_1	4651.2	2.8	1.98	1.87	1	0	0	0	0
0	x_2	3100.8	1.87	1.32	1.24	0	1	0	0	0
0	x_3	4651.2	2.8	1.92	1.87	0	0	1	0	0
0	x_4	5426.4	3.27	2.30	2.18	0	0	0	1	0
0	x_5	3876	2.33	1.65	1.56	0	0	0	0	1
Renglón Indice		0	-191.8	-130.70	-116.38	0	0	0	0	0

Entonces se colocan los números índices en el renglón índice de la matriz simplex inicial. (ver tabla 3)

Al ver la tabla No 3 se puede observar que el renglón objetivo pero con signo contrario, lo cuál sucede cuando la columna de objetivos tiene solo ceros. Ahora bien si todo el renglón resultara con valores de ceros o valores positivos no se podría obtener una mejor solución y esta sería la solución óptima.

Para la solución de la matriz simplex primeramente se selecciona el elemento mas negativo del renglón índice (- 191.08) por lo que se toma la columna A y se le denomina la columna pivote. Ahora para determinar si A reemplazará a X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , X_5 se necesita seleccionar un renglón pivote y se obtiene dividiendo la columna de constantes entre los elementos de la columna pivote. El renglón pivote será el que tenga el coeficiente positivo mas pequeño. Para nuestro problema los cocientes son:

$$\text{Primera hilera} = 4651.2 / 2.8 = 1661.14$$

$$\text{Segunda hilera} = 3100.8 / 1.87 = 1658.18 \quad \text{-- Renglón pivote}$$

$$\text{Tercera hilera} = 4651.2 / 2.8 = 1661.14$$

$$\text{Cuarta hilera} = 5426.4 / 3.27 = 1659.44$$

$$\text{Quinta hilera} = 3876 / 2.33 = 1663.5$$

El número que tiene el coeficiente positivo mas pequeño es 1658.18 por lo que se considera como renglón pivote.

En la tabla No 4 aparece la matriz definiendo la columna , renglón y el número pivote. En esta misma tabla se puede observar una columna de verificación a la derecha de la matriz simplex. Los números o cifras de la columna de verificación son solamente la suma de todas las cifras del renglón dado inclusive el índice, iniciando por la columna de constantes y sumando todos los coeficientes que se encuentran a la derecha.

Después de la transformación de cada tabla, la suma de los coeficientes del renglón debe ser igual a la cifra transformada de la columna de verificación. Si esto no sucede es que se ha cometido algún error y se debe de encontrar antes de seguir adelante.

TABLA No 4

MATRIZ SIMPLEX INICIAL EN DONDE SE IDENTIFICAN LA COLUMNA PIVOTE, EL NUMERO PIVOTE, EL RENGLON PIVOTE Y LA COLUMNA DE VERIFICACION

columna objetivo	columna variable	columna constante	191.8 A	130.70 B	116.38 C	0 X_1	0 X_2	0 X_3	0 X_4	0 X_5	renglón objetivo columna de verificación
0	X_1	4651.2	2.8	1.98	1.87	1	0	0	0	0	4658.85
0	X_2	3100.8	1.87	1.32	1.24	0	1	0	0	0	3106.23
0	X_3	4651.2	2.8	1.98	1.87	0	0	1	0	0	4658.85
0	X_4	5426.4	3.27	2.30	2.18	0	0	0	1	0	5435.15
0	X_5	3876	2.33	1.65	1.56	0	0	0	0	1	3882.54
renglón índice		0	-191.8	-130.70	-116.38	0	0	0	0	0	-438.16

Diagram annotations:
 - A bracket above the first row is labeled "renglón pivote".
 - An arrow points from the text "número pivote" to the value 1 in the cell (row 1, column 7).
 - An arrow points from the text "columna pivote" to the value 1.87 in the cell (row 2, column 3).

El siguiente paso consiste en obtener los nuevos elementos del renglón pivote para la nueva tabla. En este paso todos los elementos anteriores del renglón pivote se dividen entre el número pivote y así obtener los elementos para la nueva tabla. A este renglón de nuevos elementos se le denomina renglón de reemplazo. (ver tabla 5).

- 1) número de la columna constante es igual a $3100.8/1.87 = 1658.18$
- 2) número de la columna A igual a $1.87/1.87 = 1$
- 3) número de la columna B igual a $1.32/1.87 = .706$
- 4) número de la columna C igual a $1.24/1.87 = .663$
- 5) número de la columna X_1 igual a $0/1.87 = 0$
- 6) número de la columna X_2 igual a $1/1.87 = .535$
- 7) número de la columna X_3 igual a $0/1.87 = 0$
- 8) número de la columna X_4 igual a $0/1.87 = 0$
- 9) número de la columna X_5 igual a $0/1.87 = 0$
- 10) número de la columna de verificación igual a $3196.27/1.87 = 1661.84$

Una vez obtenido el renglón de reemplazo se procedera a obtener los nuevos elementos de toda la matriz

para la nueva tabla por medio de la siguiente formula:

elemento nuevo = elemento anterior - (elemento correspondiente de la columna pivote x elemento correspondiente del renglón de reemplazo.)
(ver tabla 5)

De la tabla 4 se obtiene el elemento anterior y el elemento correspondiente de la columna pivote y de la tabla 5 se obtiene el elemento correspondiente del renglón de reemplazo.

DEL RENGLON X_1

Columna constante $4651.2 - (2.8 \times 1658.18) = 8.296$

Columna A $2.8 - (2.8 \times 1) = 0$

Columna B $1.98 - (2.8 \times .706) = .003$

Columna C $1.87 - (2.8 \times .663) = .013$

Columna X_1 $1 - (2.8 \times 0) = 1$

Columna X_2 $0 - (2.8 \times .535) = -1.438$

Columna X_3 $0 - (2.8 \times 0) = 0$

Columna X_4 $0 - (2.8 \times 0) = 0$

Columna X_5 $0 - (2.8 \times 0) = 0$

Columna de verificación $4658.85 - (2.8 \times 1661.084) = 7.814$

DEL RENGLON X_3

Columna constante $4651.2 - (2.8 \times 1658.18) = 8.296$

Columna A $2.8 - (2.8 \times 1) = 0$

Columna B $1.92 - (2.8 \times .706) = .003$

Columna C $1.87 - (2.8 \times .663) = .013$

Columna X_1 $0 - (2.8 \times 0) = 0$

Columna X_2 $0 - (2.8 \times .553) = - 1.498$

Columna X_3 $1 - (2.8 \times 0) = 1$

Columna X_4 $0 - (2.8 \times 0) = 0$

Columna X_5 $0 - (2.8 \times 0) = 0$

Columna de verificacion $4658.85 - (2.8 \times 1661.084) = 7.814$

DEL RENGLON X_4

Columna constante: $5426.4 - (3.27 \times 1658.18) = 4.15$

Columna A $3.27 - (3.27 \times 1) = 0$

Columna B $2.30 - (3.27 \times .706) = .13$

Columna C $2.18 - (3.17 \times .663) = .012$

Columna X_1 $0 - (3.27 \times 0) = 0$

Columna X_2 $0 - (3.27 \times .553) = - 1.8$

Columna X_3 $0 - (3.27 \times 0) = 0$

Columna X_4 $1 - (3.27 \times 0) = 1$

Columna X_5 $0 - (3.27 \times 0) = 0$

Columna de verificación $5435.15 - (3.27 \times 1661.084) = 3.492$

DEL RENGLON X_5

Columna constante $3876 - (2.33 \times 1658.18) = 12.44$

Columna A $2.33 - (2.33 \times 1) = 0$

Columna B $1.65 - (2.33 \times .706) = .005$

Columna C $1.56 - (2.33 \times .663) = .015$

Columna X_1 $0 - (2.33 \times 0) = 0$

Columna X_2 $0 - (2.33 \times 0) = 0$

Columna X_3 $0 - (2.33 \times 0) = 0$

Columna X_4 $0 - (2.33 \times 0) = 0$

Columna X_5 $1 - (2.33 \times 0) = 1$

Columna de verificación $3882.54 - (2.33 \times 1661.084) = 12.17$

DEL RENGLON INDICE

Columna constante $0 - (-191.08 \times 1658.18) = 316,845.03$

Columna A $-191.08 - (-191.08 \times 1) = 0$

Columna B $-130.70 - (-191.08 \times .706) = 4.20$

Columna C $-116.38 - (-191.08 \times .663) = 10.31$

Columna X_1 $0 - (-191.08 \times 0) = 0$

Columna X_2 $0 - (-191.08 \times .553) = 10.31$

Columna X_3 $0 - (-191.08 \times 0) = 0$

Columna X_4 $0 - (-191.08 \times 0) = 0$

Columna X_5 $0 - (-191.08 \times 0) = 0$

Columna de verificación $-438.16 - (-191.08 \times 1661.084) = 316961.05$

Enseguida se procede a verificar si la suma de los coeficientes de cada uno de los renglones es igual a la cifra que se encuentra en la columna de verificación.

PARA EL RENGLON X_1 es igual a:

$$8.296 + .003 + .013 + 1 - 1.498 = 7.814$$

PARA EL RENGLON X_2 es igual a:

$$1658.18 + 1 + .706 + .663 + .585 = 1661.084$$

PARA EL RENGLON X_3 es igual a:

$$8.296 + .003 + .013 - 1.498 + 1 = 7.814$$

PARA EL RENGLON X_4 es igual a:

$$4.15 + .13 + .012 + 1 - 1.8 = 3.492$$

PARA EL RENGLON X_5 es igual a:

$$12.44 + .005 + .015 - 1.29 + 1 = 12.17$$

PARA EL RENGLON INDICE es igual a:

$$316,845.03 + 4.2 + 10.31 + 105.67 = 316,965.21$$

TABLA No 5

MATRIZ SIMPLEX DONDE SE COMPLETO LA PRIMERA Y ULTIMA ITERACION

columna objetivo	columna variable	columna constante	191.8 A	130.70 B	116.38 C	0 x_1	0 x_2	0 x_3	0 x_4	0 x_5	columna de verificación
0	x_1	8.296	0	.003	.013	1	-1.498	0	0	0	7.814
191.08	A	1658.18	1	.706	.663	0	.535	0	0	0	1661.084
0	x_3	8.296	0	.003	.013	0	-1.498	1	0	0	7.814
0	x_4	4.15	0	.13	.012	0	-1.8	0	1	0	3.492
0	x_5	12.44	0	.005	.015	0	-1.29	0	0	1	12.17
		316845.03	0	4.20	10.31	0	105.67	0	0	0	961.05

La solución de la tabla 5 es óptima puesto que en el renglón índice no se encuentra ninguna cifra negativa lo que quiere decir que ya no se puede tener una mejor solución siendo esta la óptima.

Entonces los valores de las variables en la solución óptima son:

A = 1658 muebles

B = 0 muebles

C = 0 muebles

C A P I T U L O I V

V A L U A C I O N E C O N O M I C A

Vamos a presentar 4 alternativas posibles para la producción del año y así comparar y checar la solución que nos dió como resultado el Metodo Simplex.

Las horas disponibles que nos quedarían produciendo 1658 muebles tipo A serían:

Dpto.	Hrs disponibles	Hrs. necesarias para A por dpto	Dif.
X_1	4651.2	$1658 \times 2.8 = 4642.4$	8.8
X_2	3100.8	$1658 \times 1.87 = 3100.46$.34
X_3	4651.2	$1658 \times 2.8 = 4642.4$	8.8
X_4	5426.4	$1658 \times 3.27 = 5421.66$	4.74
X_5	3876	$1658 \times 2.33 = 3863.14$	12.86

Alternativa No 2 produciendo 1000 muebles tipo A y 932 tipo B

Dpto.	Hrs disp.	Hrs mueble A	Hrs mueble B	Total	Dif.
X_1	4651.2	2800	1854.36	4645.36	5.84
X_2	3100.8	1870	1230.24	3100.24	.56
X_3	4651.2	2800	1845.36	4654.36	5.84
X_4	5426.4	3270	2143.6	5413.6	12.8
X_5	3876	2330	1537.8	3867.8	8.2

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Alternativa No 3 produciendo 1000muebles tipo A
y 989 tipo C

Dpto.	Hrs. Disp.	Hrs. mueble A	Hrs. mueble C	Total	Dif.
X_1	4651.2	2800	1849.43	4649.43	1.77
X_2	3100.8	1870	1226.36	3096.36	4.44
X_3	4651.2	2800	1849.43	4649.43	1.77
X_4	5426.4	3270	2156.02	5426.02	.38
X_5	3876	2330	1542.84	3872.84	3.16

Alternativa No 4 produciendo 750 muebles tipo A,
660 tipo B y 665 tipo C

Dpto.	Hrs. Disp.	Hrs. mueble A	Hrs. B	Hrs. C	Total	Dif
X_1	4651.2	2100	1306.8	1243.55	4650.35	.85
X_2	3100.8	1402.5	871.2	824.6	3098.3	2.5
X_3	4651.2	2100	1306.8	1243.55	4650.35	.85
X_4	5426.4	2452.5	1518	1449.7	5420.2	6.2
X_5	3876	1747.5	1089	1037.4	3873.9	2.1

Así podemos resumir la siguiente tabla:

Alternativa	Línea (s) a producir	Vol de prod. anual
No 1	A	1658 muebles
No 2	A , B	A 1000 muebles B 932 muebles
No 3	A , C	A 1000 muebles C 989 muebles
No 4	A , B , C	A 750 muebles B 660 muebles C 665 muebles

TABLA No 6

Se observan las cuatro alternativas en donde se producen determinadas líneas en cada una de ellas y con sus volúmenes de producción anuales respectivamente.

ALTERNATIVA No 1

Se produce únicamente mueble de la línea A con un volumen anual de 1658 muebles y con una contribución unitaria de \$ 191.08 de acuerdo con el análisis realizado en el capítulo III.

$$1658 \text{ muebles/año} \times \$ 191.08/\text{mueble} = \$316,810.64$$

ALTERNATIVA No 2

Se producen 1000 muebles tipo A y 932 muebles tipo B

A (1000 x \$ 191.08)	=	\$ 191,080
B (932 x \$ 130.70)	=	\$ <u>121,812.40</u>
Total		\$ 312,892.40

ALTERNATIVA No 3

Se producen 1000 muebles tipo A y 989 muebles tipo C

A (1000 x \$ 191.08)	=	\$ 191,080
B (932 x \$ 116.38)	=	\$ <u>115,099.82</u>
Total		\$ 306,179.82

ALTERNATIVA No 4

Se producen 750 muebles tipo A , 660 tipo B y 665

tipo C

A (750 x \$ 191.08)	=	\$ 143,310
B (660 x \$ 130.70)	=	\$ 86,262
C (665 x \$ 116.38)	=	\$ <u>77,392.70</u>
Total		\$ 306,964.70

Se puede resumir la tabla No. 7 de acuerdo a las utilidades que representa cada una de las tres alternativas

Alternativa	Utilidad Global (\$ M.N./año)	Alternativa No 1 comparada con 2,3 y4 (\$M.N./año adicionales)
No 1	\$ 316,810.64	
No 2	\$ 312,892.40	\$ 3,918.24
No 3	\$ 306,179.82	\$10,630.82
No 4	\$ 306,964.70	\$ 9,845.94

TABLA No 7

La alternativa No 1 resulta ser la óptima entr el conjunto de alternativas, ya que representa la mayor utilidad y con esto reafirma el resultado del metodo expuesto en el capítulo III. El industrial puede valuar además otros factores para definir si le conviene obtener la mayor utilidad posible ó bien mantener las tres líneas en el mercado y sacrificar \$ 9,845.94 al producir con la alternativa No 4, evaluando los beneficios que le representa en cuanto a la situación en el mercado (tres líneas de venta), perspectivas a mediano plazo (ampliando capacidad de producción) y un tercer aspecto

muy importante en la decisión es el factor competencia. Todos estos factores resultan menos objetivos que el valor económico (utilidad/año) y solamente el criterio del industrial y su posición en el mercado puede definir lo que mas le conviene a la empresa (ver tabla No 7).

C O N C L U S I O N E S

Este trabajo resulta ser una aplicación de un método de programación lineal en una industria que por su misma estructuración requiere de estas herramientas para trabajar su capacidad en forma óptima, donde el objetivo principal es obtener la máxima utilidad con el menor costo, y el desarrollo de la matriz simplex determina el punto óptimo de producción que debe trabajar la empresa mueblera para obtener el máximo beneficio posible al trabajar los recursos.

La industria mueblera en su gran mayoría trabaja líneas de producción que no han sido estudiadas dentro del conjunto global de producción y la falta de conocimientos en cuanto a programación se refiere es un punto clave que se puede aplicar en beneficio de la empresa.

El industrial cuenta con datos valiosos (costo de materia prima, costo de mano de obra, horas hombre por departamento) que puede agrupar y estructurar en forma definida para así obtener resultados óptimos en el empleo de sus recursos y en este trabajo se desarrolla un método efectivo de asignación de recursos.

En el capítulo IV se presentan cuatro alternativas económicas como mera ampliación de los puntos de vista que

podría objetar el industrial ante la resolución tajante del método presentado en donde la solución es la producción de una sola línea, a la cuál el fabricante debe de enfocar todos sus recursos.

Como se explica al final del mismo capítulo, es el criterio del industrial el que define la alternativa que mas se ajusta a sus necesidades como empresa dentro de un mercado.

INGENIERIA INDUSTRIAL ESTUDIO DE TIEMPOS Y
MOVIMIENTOS. B. W. NIEBEL. QUINTA IMPRESION, 1976.
REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA, S. A.
MEXICO.

SISTEMAS DE PRODUCCION, PLANEACION, ANALISIS Y CONTROL
JAMES L. RIGGS, PRIMERA EDICION 1976. LIMUSA.

ADMINISTRACION Y DIRECCION TECNICA DE LA PRODUCCION
ELWOOD S. BUFFA, CUARTA EDICION 1977. LIMUSA.

SISTEMAS DE PRODUCCION E INVENTARIO, PLANEACION E
INVENTARIO. ELWOODS S. BUFFA Y WILLIAM H. TAUBERT.
PRIMERA EDICION 1975. LIMUSA.

INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO. SEGUNDA EDICION.
REVISADA 1973. OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO.
GINEBRA.

STATISTICAL ANALYSIS FOR BUSINESS DECISIONS.
WILLIAM A. SPUR AND CHARLES P. BONINI.
REVISED EDITION, 1973. RICHARD D. IRWIN, INC.