

308917



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA  
CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

19  
203

PROYECTO DE AUTOMATIZACION DEL  
PROCESO DE FABRICACION DE PRODUCTOS  
VITAMINICOS EN GOTAS

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

AREA INDUSTRIAL

P R E S E N T A :

EDUARDO GUASCO ORTEGA

DIRECTOR DE TESIS:

ING. JORGE GONZALEZ COTA

MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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.

# CONTENIDO

PROLOGO .....	1
INTRODUCCION .....	2
<b>CAPITULO 1</b> <b>GENERALIDADES</b>	
1.1      IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA FARMACEUTICA .....	5
1.2      MEDIO AMBIENTE E HISTORIA .....	5
1.3      MERCADO DE LOS PRODUCTOS FARMACEUTICOS EN MEXICO .....	7
1.4      DESCRIPCION DEL PRODUCTO .....	8
<b>CAPITULO 2</b> <b>SITUACION ACTUAL</b>	
2.1      SITUACION DE LA EMPRESA .....	10
2.2      DEFINICION DE PRODUCTOS LIQUIDOS .....	11
2.3      DESCRIPCION DEL PROCESO ACTUAL DE FABRICACION .....	11
2.4      SITUACION DEL EQUIPO ACTUAL .....	12
2.5      PRONOSTICO DE MERCADO .....	20
<b>CAPITULO 3</b> <b>AUTOMATIZACION</b>	
3.1      PROPUESTA DE AUTOMATIZACION .....	29
3.2      DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO PROPUESTO DE LA NUEVA LINEA .....	38
3.3      CRITERIO DE SELECCION DE NUEVAS PRESENTACIONES .....	41

<b>CAPITULO 4</b>	<b>ESTUDIO DE DISTRIBUCION DEL INTERIOR DE LA PLANTA</b>	
4.1	DETERMINACION DE LA NUEVA AREA .....	48
4.2	DISTRIBUCION DE PLANTA .....	54
4.3	INVERSION EN EL PROYECTO .....	60
<b>CAPITULO 5</b>	<b>JUSTIFICACION ECONOMICA DEL PROYECTO</b>	
5.1	JUSTIFICACION DEL PROYECTO DE AUTOMATIZACION .....	64
5.2	EVALUACION Y JUSTIFICACION FINANCIERA .....	65
5.3	PERIODO DE RECUPERACION (PAYBACK) .....	66
5.4	RENDIMIENTO DE LA INVERSION (ROI) .....	67
5.5	ANALISIS PARA OBTENER ROI & PAYBACK .....	68
5.6	PUNTOS RELEVANTES DEL PROYECTO DE AUTOMATIZACION .....	82
<b>CONCLUSIONES</b> .....		<b>83</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....		<b>89</b>

## PROLOGO

Una población en aumento, políticas de precios controlados con costos crecientes en forma natural, lleva a reducción de márgenes de utilidad, y en una industria que requiere fuertes inversiones, una solución viable es trabajar con mayor productividad, reduciendo desperdicios y mermas, atendiendo mejor a todos los clientes sin dejar a uno solo sin el producto o servicio que requiere, solucionando de inmediato los obstáculos que surjan con creatividad e innovación.

## INTRODUCCION

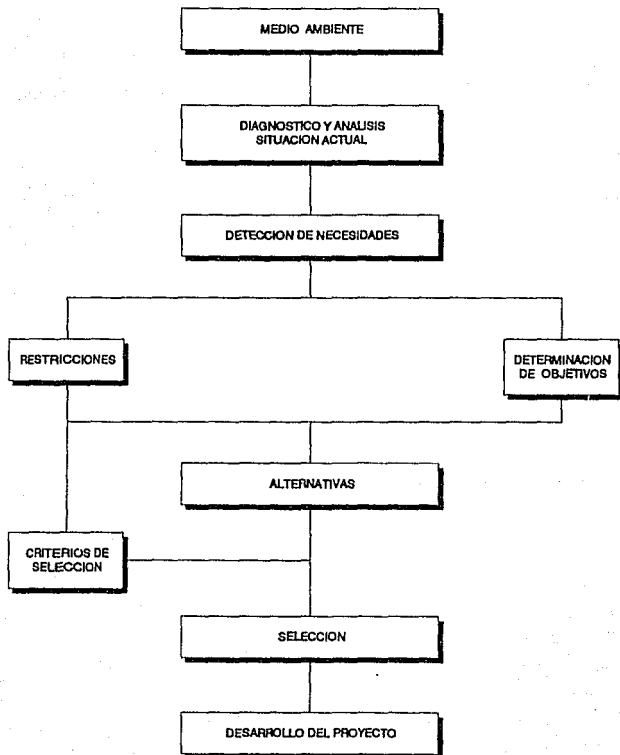
Este trabajo se enfoca a una empresa del ramo farmacéutico que tiene que hacer frente a las necesidades del mercado debido en primer término: a la importancia que han adquirido los productos Vitamínicos en la sociedad moderna, y en segundo: a la necesidad de los productores para subsistir en el competitivo mercado de la Industria Farmacéutica.

Por estas razones, es ahora que los productores deben orientar esfuerzos para ofrecer productos de altísima calidad a un precio justo y establecer procedimientos que conlleven a la optimización de los recursos Humanos, Materiales y Financieros; es aquí que la alta tecnología y en ello la Automatización en la industria moderna, adquiere una gran importancia para tomar una ventaja competitiva sobre los demás fabricantes de un ramo industrial determinado.

En este trabajo, se tratará de justificar la Automatización del proceso de fabricación de productos Vitamínicos en gotas. De esta manera, el proyecto pretende cumplir los siguientes objetivos:

- A) Análisis de la situación actual
- B) Proposición de un sistema productivo mejorado (Automatización)
- C) Justificación y Evaluación económica del proyecto

## MARCO DE REFERENCIA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO



# **CAPITULO 1**

**GENERALIDADES**



## 1.1 IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA FARMACEUTICA

La salud es una necesidad humana básica. Como los productores farmacéuticos afectan directamente la salud de una nación, tienen una importancia social mayor que los productores de cualquier otra industria. En consecuencia, la Industria Farmacéutica ha tenido que operar en un medio muy politizado en todos los países, sometida a un grado excepcional de escrutinio y control gubernamental.

Como mínimo, la mayor parte de los países han promulgado y obligado el cumplimiento de legislaciones que establecen altas normas sobre la pureza, seguridad y eficiencia de los fármacos.

## 1.2 MEDIO AMBIENTE E HISTORIA

La Industria Farmacéutica moderna es joven según las normas industriales, al surgir con la ola de nuevos "medicamentos milagrosos" que se descubrieron después de la segunda Guerra Mundial. En la década de los 30's la Industria Farmacéutica era un negocio de artículos de consumo general. Las compañías principales eran casas plenamente dedicadas a la farmacia que fabricaban y vendían.

Hacia final de la década de los 50's la industria farmacéutica se había transformado en un

negocio de investigación y publicidad intensivas. Las compañías habían crecido con rapidez y se concentraron en productos de especialidad, cuyo valor podía protegerse por patentes y marcas registradas que eran objeto de intensa publicidad. A medida que los reglamentos gubernamentales crearon un tipo de fármacos que no podían venderse legalmente sin receta, la publicidad se dirigía cada vez más a la profesión médica.

Existen más de 10 mil compañías en todo el mundo que podrían llamarse fabricantes farmacéuticos. Sin embargo, no más de 100 son importantes en términos de su participación en el mercado internacional. Estas 100 compañías suministran cerca del 90 % de los embarques mundiales de productos farmacéuticos para uso humano, cuyo valor calculado en 1976 fue de 50,000 millones de dólares. Las 50 compañías principales representan casi dos tercios del total, en tanto que las 25 empresas principales representan cerca de la mitad.

De acuerdo a la revista FORTUNE, en 1992 las principales 25 empresas farmacéuticas ocuparon el octavo lugar en ventas ( \$ 160,353 Millones de dólares ) y primer lugar en utilidades ( \$ 19,668 Millones de dólares ) estando arriba de la Industria Automotriz representada por 44 empresas y de la Petrolera representada por 48.

La producción farmacéutica se ha concentrado desde sus orígenes en los países desarrollados.

En 1989, el sector farmacéutico en México está formado por 288 laboratorios farmacéuticos. La ONU ha clasificado a México como uno de los países más avanzados (entre los países en desarrollo) en cuanto a el desarrollo de su Industria Farmacéutica.

La Industria Farmacéutica está formada por dos sectores:

Industria Química-Farmacéutica de Transformación. Se especializa en la producción de Materia Prima para medicamentos.

Industria Farmacéutica. Se dedica a la elaboración misma del medicamento final.

### 1.3 MERCADO DE LOS PRODUCTOS FARMACEUTICOS EN MEXICO

La Industria Farmacéutica es uno de los sectores de alta tecnología más prósperos de la economía mundial por la alta demanda que existe de productos farmacéuticos.

El consumidor de medicamentos es un consumidor cautivo, pues está dispuesto a pagar cualquier precio por el medicamento.

Existen dos grupos entre los productos farmacéuticos, los cuales son:

**Productos Farmacéuticos Éticos:** Aquéllos que por sus características y formulación se venden por receta médica.

**Productos Farmacéuticos Populares:** Aquéllos que no requieren de receta médica para su venta (como pueden ser los productos vitamínicos), sino únicamente seguir las especificaciones y/o las instrucciones de su etiqueta.

#### 1.4 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Los productos Vitamínicos como ya se mencionó, son productos farmacéuticos populares. Para su obtención, existen dos fuentes principales, la primera de productos naturales como frutas, verduras, leguminosas y cereales adicionados a productos industrializados; y la segunda, de los complejos vitamínicos.

Las vitaminas son de gran importancia para el sano desarrollo del hombre, ya que cada una de ellas tiene una función específica en el organismo. Es en ello que radica el crecimiento continuo de la demanda de estos productos.

## **CAPITULO 2**

**SITUACION ACTUAL**

## 2.1 SITUACION DE LA EMPRESA

Una vez descrita la importancia de la Industria Farmacéutica, su desarrollo y medio ambiente, el estudio de esta Tesis se enfocará a un importante Grupo Farmacéutico que debido al importante crecimiento del mercado de productos farmacéuticos populares decide realizar una consolidación estratégica para hacer frente a las exigencias del mercado.

La acción a tomar, es llevar a cabo una integración de la fabricación de sus productos vitamínicos líquidos que se fabrican en dos plantas diferentes.

El nivel de ventas que se ha alcanzado no puede incrementarse, ya que el crecimiento de la planta productiva no ha existido. Por la apremiante necesidad de acuerdo a los niveles que se quieren abarcar del mercado, es necesario y de acuerdo a las nuevas reglamentaciones, que sus instalaciones y equipos se modifiquen a fin de satisfacer dicho mercado.

La calidad de los productos debe ser mantenida a lo largo de un proceso de manufactura, por ello, el esfuerzo productivo debe verse complementado por los avances tecnológicos y la adecuada administración de los recursos humanos. Es aquí donde se plantea la necesidad de Automatizar el proceso de fabricación de productos vitamínicos en gotas.

## 2.2 DEFINICION DE PRODUCTOS LIQUIDOS

Al referirse a productos líquidos se entiende que son los preparados de naturaleza acuosa, hidroalcohólica y oleosa, y su fabricación consiste principalmente en operaciones de mezclar, filtrar y en algunos casos de homogeneizar.

## 2.3 DESCRIPCION DEL PROCESO ACTUAL DE FABRICACION

El proceso de fabricación de los productos vitamínicos se realiza en dos plantas separadas pero en la misma ciudad. El proceso de fabricación en estas plantas se divide en tres áreas:

Manufactura,  
Subdivisión y  
Empaque.

Las operaciones que comprende el área de manufactura, son principalmente la solubilización y filtración.

La solubilización se realiza en tanques de acero inoxidable u otras aleaciones como Cobre (Cu), Aluminio (Al) o revestidos de vidrio.

Los tanques están provistos de camisa de modo que el producto pueda calentarse, enfriarse o esterilizarse.

Después de mezclar los ingredientes, se filtra el material en filtros prensa de placa y bastidor para dar al líquido un aspecto cristalino.

Puesto que casi todos los procedimientos para la fabricación son de tipo intermitente, es necesario disponer de varios tanques para almacenar el producto acabado hasta que se hayan terminado las pruebas de control de calidad y el material esté listo para evacuarlo antes de la filtración final.

El área de subdivisión inicia con la transferencia de la solución filtrada a la operación de llenado y tapado de frascos. Una vez llenados y tapados los frascos, son etiquetados, estuchados y se colocan en una caja colectiva para su distribución, estas operaciones se realizan en el área de empaque.

#### 2.4 SITUACION DEL EQUIPO ACTUAL

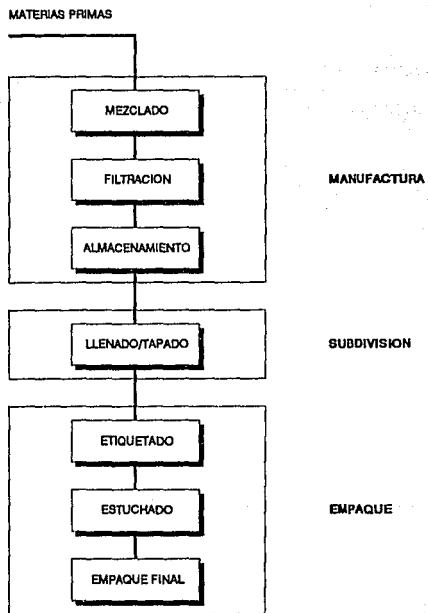
La operación de llenado se realiza en dos máquinas viejas (10 y 29 años). Lo mismo para la operación de tapado.



El principio de operación del llenado es por vacío. Este principio tiene las desventajas siguientes:

- ° Variaciones en la dosificación de llenado.
- ° Gran riesgo de contaminación cruzada y microbiológica.
- ° Pérdida de producto en la dosificación.
- ° No puede trabajar otro tipo de bote que no sea vidrio, porque el vacío generado en el interior del bote para el llenado lo contrae y colapsa.

## DIAGRAMA DEL PROCESO DE FABRICACION



## EQUIPO EMPLEADO EN LAS AREAS DE SUBDIVISION Y EMPAQUE

LINEA	EQUIPO	EDAD	UPH	NUMERO DE OPERARIOS
1	LLENADORA	10	3,100	2
	ENROSCADORA	10	3,100	1
	ETIQUETADO MANUAL		3,100	4
	ESTUCHADO Y EMPAQUE MANUAL		3,100	13
2	LLENADORA	29	6,050	2
	TAPADORA	29	6,050	2
	ETIQUETADORA	10	6,050	1
	ESTUCHADO Y EMPAQUE MANUAL		6,050	6

UPH = Unidades Por Hora

## DÍAS DISPONIBLES DE MANO DE OBRA

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
DIAS NATURALES	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	
DOMINGOS	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	52	
SABADOS	4	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	52	
FESTIVOS	1	1	0	2	0.5	0	0	0	1.5	0	1	1	8	
<b>SUBTOTAL</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>253</b>	
AUSENTISMOS													3%	8
CAPACITACION													1%	3
VACACIONES													6%	15
INCAPACIDAD													3%	8
<b>TOTAL DE DIAS</b>														<b>220</b>

### CAPACIDAD POR LINEA DE LLENADO

LINEA	PRES. DE LLENADO	UPH	CAPACIDAD TOTAL
1	15, 30 ml	2,950	2,950
2	15, 20, 30 ml 60 ml	6,321 5,745	6,050

8,000 UPH

### CAPACIDAD ANUAL DE FABRICACION

#### CAPACIDAD ANUAL ( 000's )

UPM	UPH	UPA	1er Turno	2do Turno	TOTAL
150	9,000	13,860	11,088	9,702	20,790

Total dias = 220  
Hr / Turno = 7

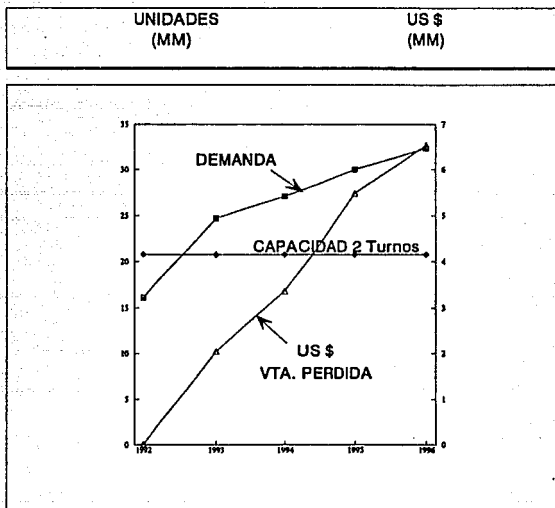
#### NOTA:

UPM = Unidades Por Minuto  
UPH = Unidades Por Hora  
UPA = Unidades Por Año

## UTILIZACION DEL EQUIPO

De acuerdo a los volúmenes de producción esperados, considerando una capacidad de 20,790,000 unidades por año a dos turnos, la capacidad del equipo quedará completamente saturada en 1993.

(000's UNIDADES)	1992	1993	1994	1995	1996
DEMANDA	16,107	24,725	27,109	30,027	32,337
CAPACIDAD 2 Turnos	20,790	20,790	20,790	20,790	20,790
% UTILIZACION	77%	119%	130%	144%	156%
UNIDADES DE VENTA PERDIDA	0	3,935	6,319	9,237	11,547
US \$ (000) (VENTAS NETAS)	\$0	\$2,045	\$3,367	\$5,484	\$6,537



En esta gráfica se observa la demanda en unidades y dólares y el momento en que la demanda es superior a la capacidad de los dos turnos.

## 2.5 PRONOSTICO DE MERCADO

El Pronóstico de Mercado es la proyección futura de eventos de tipo cuantitativo y cualitativo, de carácter hipotético. El objeto de un pronóstico es posibilitar las decisiones sobre el futuro, y proporcionar una estimación de riesgo involucrado en la decisión. Respecto al pronóstico del mercado sin objetivo es el conocimiento de las perspectivas de ventas futuras, o sea es una estimación aproximada del posible volumen de ventas o de participación en el mercado para un período futuro claramente definido.

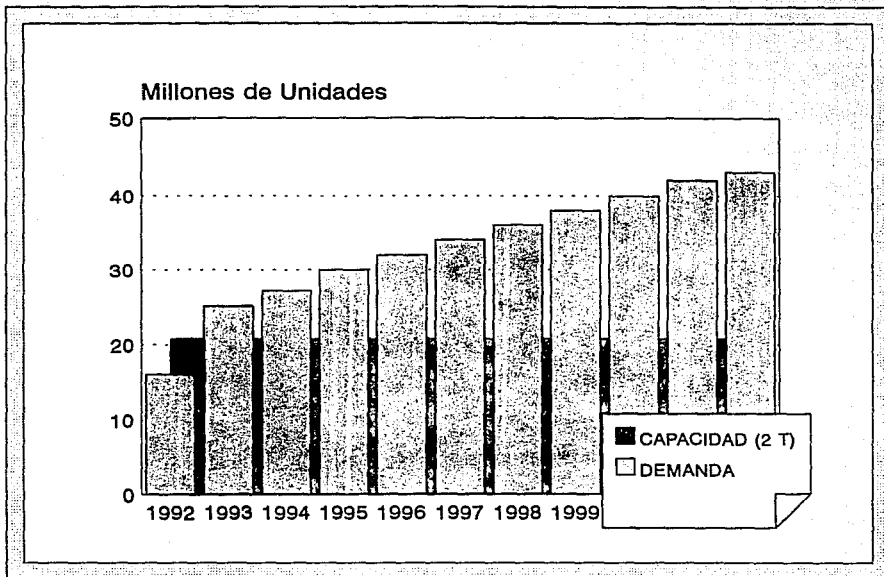
Cualquier pronóstico parte del supuesto de que el desarrollo futuro obedece a alguna constante que fue válida en el pasado y, por lo tanto se deriva de ella.



UNIDADES DE VENTA (000's)

PRODUCTO	ml	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
SUPERVIT-A	15	5,906	7,368	7,608	8,198	8,590	8,934	9,291	9,663	10,049	10,451	10,889
SUPERVIT-B	30	780	858	945	999	1,047	1,089	1,132	1,178	1,225	1,274	1,325
SUPERVIT-C	30	1,680	1,848	2,034	2,151	2,256	2,346	2,440	2,538	2,639	2,745	2,855
VITAMIN-A	15	3,563	4,443	4,590	4,948	5,185	5,393	5,609	5,833	6,068	6,309	6,561
VITAMIN-B	30	409	450	498	524	549	571	594	618	642	668	695
VITAMIN-C	30	691	761	837	885	928	965	1,003	1,043	1,085	1,129	1,174
DROP-ABC	20	399	442	508	583	622	671	725	781	800	840	881
DROP-D	60	2,677	8,557	10,091	11,759	13,160	14,344	15,635	16,417	17,238	18,100	19,005
TOTAL		18,107	24,725	27,109	30,027	32,337	34,313	36,430	38,051	39,745	41,515	43,365
CAPACIDAD (2 Turnos)		20,790	20,790	20,790	20,790	20,790	20,790	20,790	20,790	20,790	20,790	20,790
% UTILIZACION		77.47	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
U. DE VENTA PERDIDA		0	3,935	6,319	9,237	11,547	13,523	15,640	17,261	18,955	20,725	22,575

## DEMANDA vs CAPACIDAD



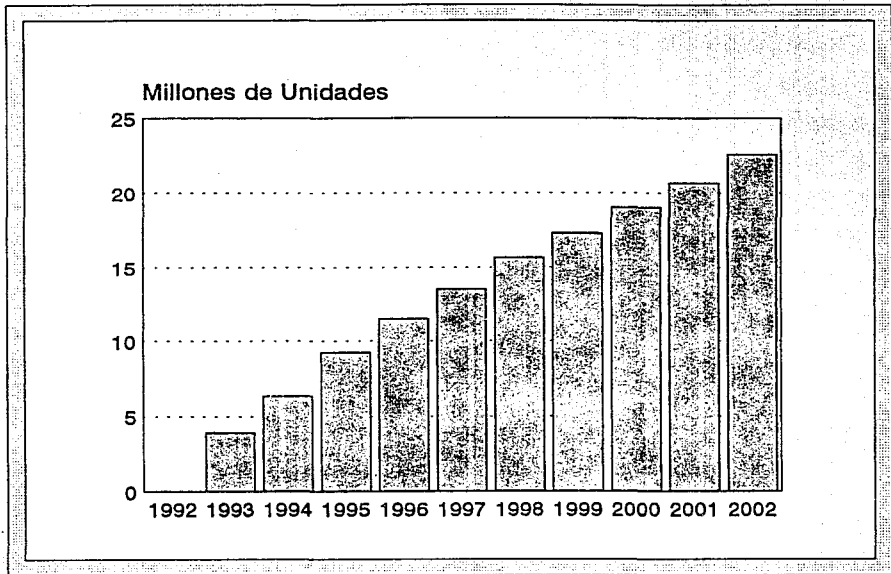
UNIDADES VENTA PERDIDA ( 000's )

PRODUCTO	ml	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
SUPERVIT-A	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUPERVIT-B	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUPERVIT-C	30	0	0	396	2,151	2,256	2,346	2,439	2,538	2,640	2,745	2,856
VITAMIN-A	15	0	2,724	4,590	4,948	5,186	5,392	5,608	5,832	6,066	6,308	6,562
VITAMIN-B	30	0	450	496	525	549	570	594	618	642	669	696
VITAMIN-C	30	0	761	837	885	927	966	1,002	1,044	1,086	1,128	1,173
DROP-ABC	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DROP-D	80	0	0	0	728	2,629	4,249	5,997	7,229	8,521	9,875	11,288
TOTAL		0	3,835	6,318	9,237	11,547	13,523	15,640	17,281	18,955	20,725	22,575

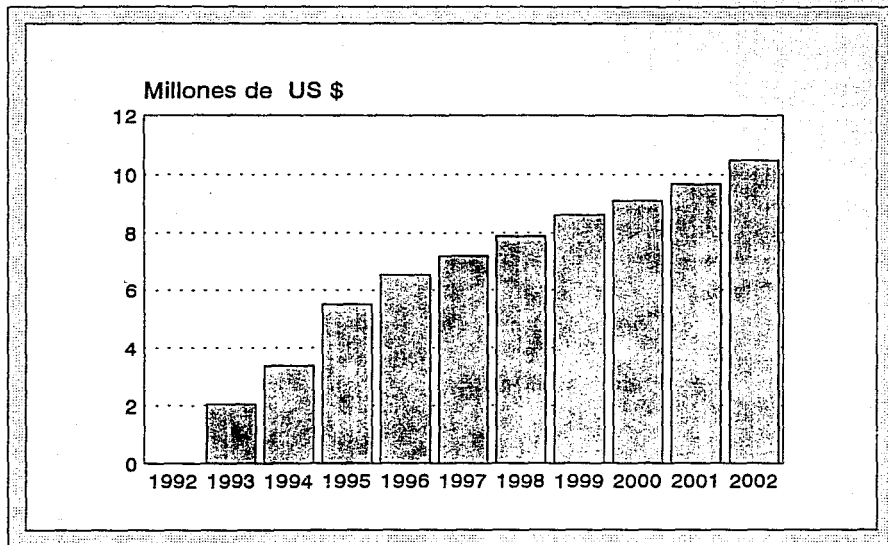
Los primeros productos que dejan de fabricar por falta de capacidad, son aquellos de menor margen de utilidad.

Bajo este criterio se han calculado las ventas perdidas.

## VENTA PERDIDA



## VENTA PERDIDA



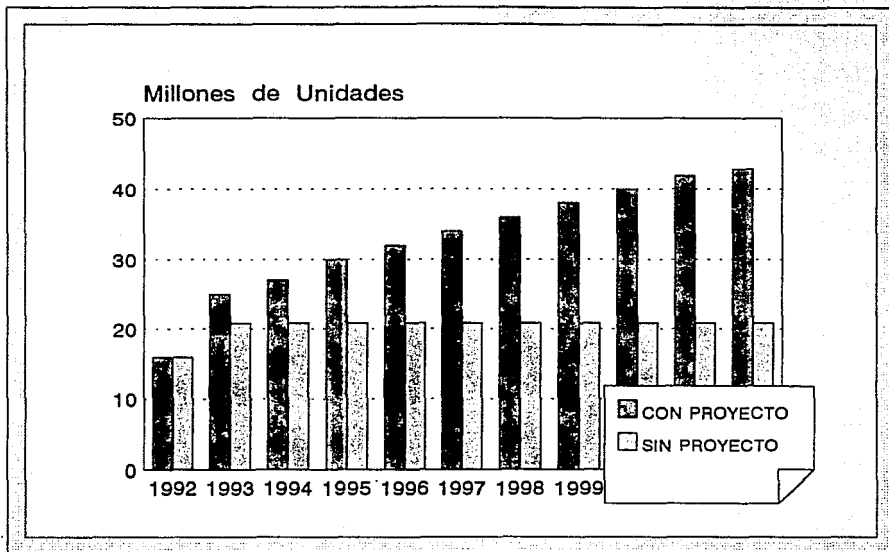
Venta Neta

UNIDADES DE VENTA SIN EL PROYECTO (000's)

PRODUCTO	ml	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
SUPERVIT-A	15	5,906	7,366	7,908	8,188	8,590	8,934	8,291	9,683	10,049	10,451	10,869
SUPERVIT-B	30	780	858	945	999	1,047	1,089	1,132	1,178	1,225	1,274	1,325
SUPERVIT-C	30	1,680	1,848	1,638	0	0	0	1	0	0	0	0
VITAMIN-A	15	3,563	1,719	0	0	0	1	1	1	0	1	0
VITAMIN-B	30	409	0	(0)	0	0	1	0	0	0	0	0
VITAMIN-C	30	691	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
DROP-ABC	20	399	442	508	563	622	671	725	761	800	840	881
DROP-D	60	2,677	8,557	10,091	11,031	10,531	10,095	9,638	9,188	8,717	8,225	7,717
TOTAL		16,107	20,791	20,790	20,791	20,791	20,791	20,790	20,791	20,792	20,791	20,793

Solamente se han considerado las unidades que se pueden fabricar con la capacidad actual de la palma.

## UNIDADES DE VENTA



Con Proyecto vs Sin Proyecto

# CAPITULO 3

AUTOMATIZACION



### 3.1 PROPUESTA DE AUTOMATIZACION

Con los niveles de venta que se espera alcanzar; y para lograr mantener y garantizar la calidad de los productos a lo largo del proceso, adquiere gran importancia la adecuada administración de los recursos humanos y de acudir a los avances tecnológicos, lo que nos conduce a la Automatización del proceso de fabricación.

Se propone reemplazar el equipo de llenado, tapado y la operación manual de empaque por una nueva línea automática de 350 UPM o 21,000 UPH. Esta nueva línea cubrirá la demanda hasta 1996 a un turno, con una utilización del 99%.

Esta capacidad es propuesta porque el costo de un equipo de mayor capacidad es más alto que el seleccionado. Y otra razón, es que se tiene la opción de reemplazar el nuevo equipo cuando quede saturada su utilización en el primer turno o continuar usándolo hasta que quede completamente depreciado. Diez años es el período de depreciación y en diez años la utilización del equipo queda saturada a dos turnos.

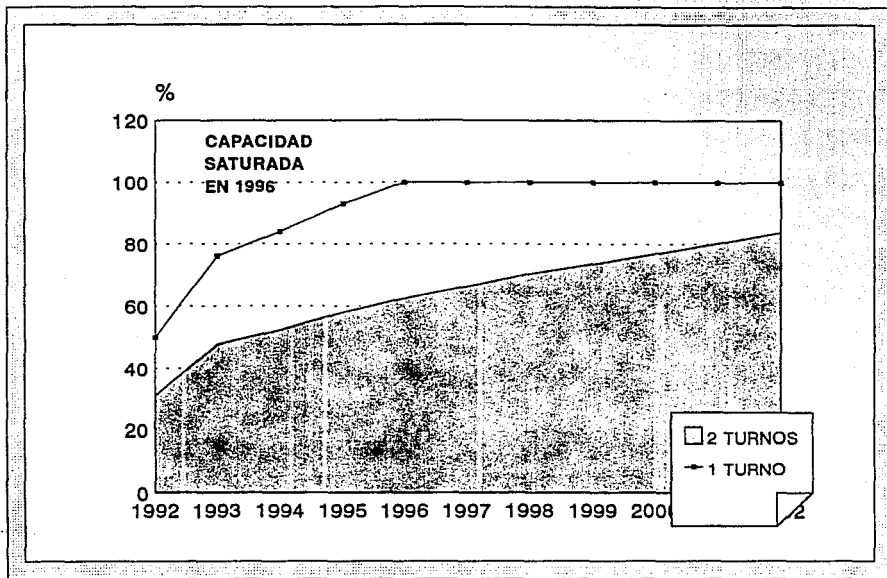
## UTILIZACION DE LA NUEVA LINEA

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
UNIDADES (000's)	16,107	24,725	27,109	30,027	32,337	34,313	36,430	38,051	39,745	41,515	43,365
CAPACIDAD (2 Turnos)	51,744	51,744	51,744	51,744	51,744	51,744	51,744	51,744	51,744	51,744	51,744

## % DE UTILIZACION

1 TURNO	50	76	84	83	100	100	100	100	100	100	100
2 TURNOS	31	48	52	58	62	66	70	74	77	80	84

# % UTILIZACION NUEVA LINEA



Con la automatización se logrará disminuir la manipulación de los materiales, eliminando el riesgo de que haya contaminación cruzada y microbiológica.

La nueva línea automática incrementará la eficiencia del proceso de fabricación reduciendo la mano de obra directa de 37 operadores de las dos líneas actuales (dos plantas farmacéuticas) a sólo 9 operadores.

Para lograr la Automatización, es importante tomar en cuenta que la diversidad excesiva de presentaciones (dosificaciones en ml) y la falta de estandarización de los componentes (material de empaque) suele imponer la necesidad de fabricar por lotes pequeños, con máquinas no especializadas, manuales y más lentas que las de producción a gran escala.

Por consiguiente, la primera medida para aumentar la productividad y reducir el costo de producción es suprimir todas las características que tiendan a causar un exceso en el contenido del trabajo, es decir, hasta donde sea posible, habrá que estandarizar los tipos de frascos, tapas, etiquetas y estuches.

La estandarización de los componentes contribuirá también a reducir el tiempo improductivo, prolongar las series de producción e invertir menos tiempo en la preparación del equipo.

REDUCCION DE PERSONAL  
POR LA AUTOMATIZACION DEL PROCESO

LINEA	MFG	SUBDIVISION	EMPAQUE	TOTAL
1 (Actual)	3	3	17	23
2 (Actual)	3	4	7	14
TOTAL (Actual)	6	7	24	37
PROPUESTO	4	2	3	9

REDUCCION= 76 %

La nueva línea automática que se propone, sólo trabajará botes de polietileno y será integrada por los siguientes equipos:

1. Orientadora automática para frascos de plástico.
2. Mesa sopladora, equipada para la limpieza de contenedores plásticos redondos por medio de aire comprimido estéril.
3. Llenadora-tapadora monobloque rotativa, 12 cabezas de llenado, 12 cabezas de primer cerrado a presión para goteros y 12 cabezas de segundo cerrado para tapones de rosca. Jeringas con capacidad de 20 a 80 cc de acero inoxidable AISI 316.  
Incluye: protección contra accidentes, puertas de cristal templado, paredes fijas de Lexan y microinterruptores magnéticos, tunel antiruido y antipolvo, tolva de descarga para tapones y goteros.  
El equipo descarta automáticamente los frascos desprovistos de cierre sin detener la máquina.
4. Mesa rotativa con 1200 mm de diámetro, con una entrada y una salida. Incluido micro de carga máxima para parar la máquina anterior.

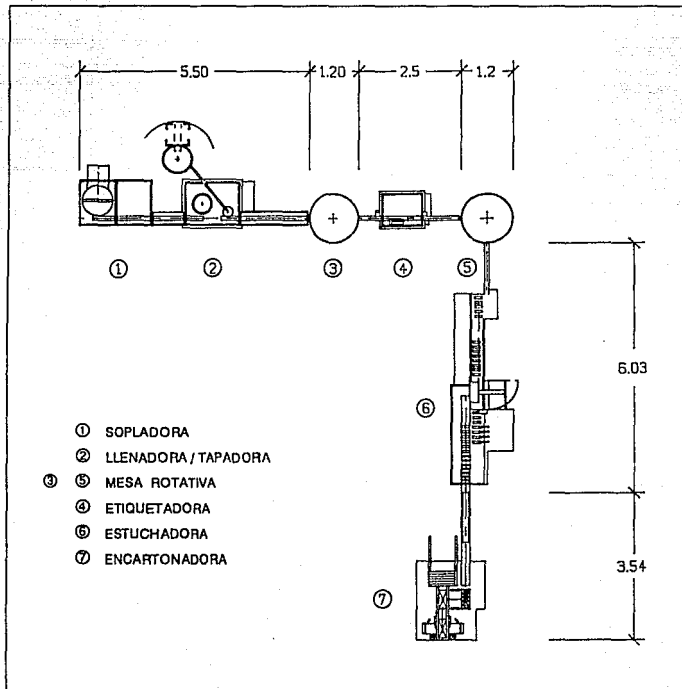
5. Etiquetadora automática para la aplicación de etiquetas autoadheribles sobre recipientes de vidrio, metal o plástico.  
Grupo desbobinador automático de etiquetas con motorización independiente y control de asa.  
Detector de carga mínima en entrada y carga máxima a la salida con parada del tornillo separador de frascos, señalización de máquina en espera y re arranque automático.  
Capa de protección para prevenir accidentes de trabajo, equipado con detectores de paro de máquina, visualización del defecto e interruptor de exclusión de llave.  
Detector de control fin de cinta de impresión con paro de máquina y visualización de fallo.
6. Grupo de mando y gestión por PC (IBM compatible) con supervisión de todos los estados de la máquina y conexión por interfaz de serie RS 232 con unidad externa de control de línea, visualización en el monitor de los estados de la máquina, intervención de seguridades y alarmas con descripción clara de la causa de paro y operaciones sucesivas de restablecimiento, visualización en tiempo real de la producción en términos de piezas fabricadas, piezas descargadas y estadísticas relativas, tiempos de parada, etc.
7. Mesa rotativa con 1200mm de diámetro, con una entrada y una salida. Incluido

micro de carga máxima para parar la máquina.

8. Máquina estuchadora de movimientos continuos, con lector de código de estuche.
  
9. Empacadora de estuches provista de protección contra accidentes, apertura forzada de los cartones, almacén de cartones estándar, cuadro eléctrico y mandos, teclado de programación capas y visualizaciones, cierre de cajas por cinta adhesiva, alimentación automática de estuches en línea, estratificación vertical y lateral neumática fuera de la máquina , célula fotoeléctrica de carga máxima en alimentación.



LINEA AUTOMÁTICA (PROPUESTA)  
 SUBDIVISION Y EMPAQUE DE LIQUIDOS



ACOTACIONES EN METROS

EDUARDO GUASCO

### 3.2 DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO PROPUESTO DE LA NUEVA LINEA

1. Los botes de plástico serán llevados a granel en bolsas de plástico al orientador automático; ahí serán alimentados manualmente.

2. Los botes serán limpiados en su interior por medio de inyección y succión de aire estéril.

En esta operación el bote es girado 180° sobre su eje horizontal en la mesa sopladora y lo regresará a su posición original al término de la operación.

3. Los botes serán llenados en la primera estación de la máquina llenadora-tapadora.

El producto vitamínico será transferido directamente de los tanques de almacenamiento a la máquina llenadora por medio de la fuerza de gravedad.

En la segunda estación de la máquina será colocado el primer cierre (gotero inserto).

En la tercera y última estación se colocará el segundo cierre (tapa metálica Pilfer-Proof).

Los goteros y tapas serán colocados manualmente en las tolvas de alimentación de la máquina.

4. Los botes llenos y tapados serán etiquetados en la etiquetadora automática con una

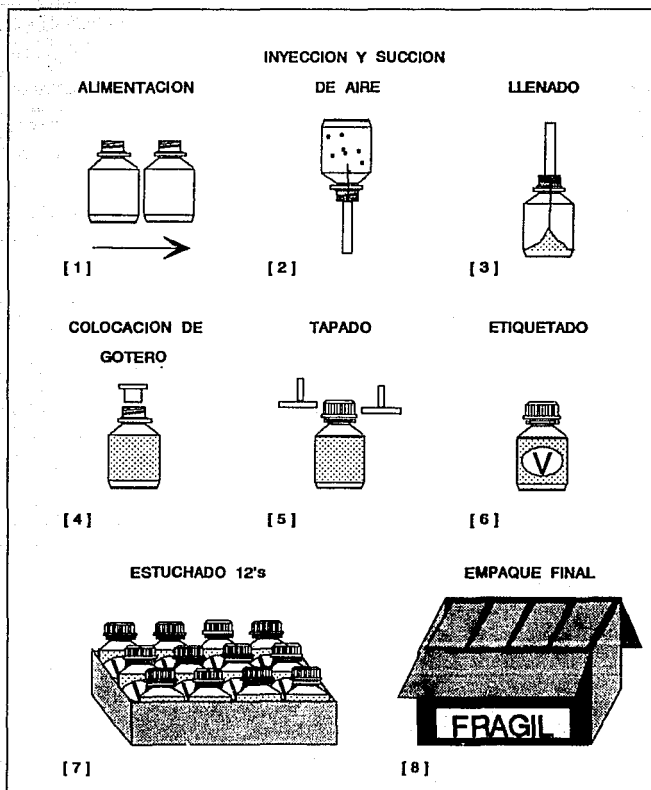
etiqueta autoadherible y serán colocados en estuches de 12's en la máquina estuchadora de movimientos continuos.

5. Los estuches serán agrupados y empacados automáticamente en cajas colectivas.

6. Las cajas colectivas serán transportadas manualmente al almacén.

En base a este funcionamiento propuesto se determinaron las características de selección y diseño del equipo (ya descrito) que formará la línea automática.

## FASES DE TRABAJO DE LA LINEA AUTOMATICA



EDUARDO GUASCO

### 3.3 CRITERIO DE SELECCION DE NUEVAS PRESENTACIONES

Para envases de productos farmacéuticos en presentación líquida, se tienen dos alternativas de material: vidrio y plástico.

El vidrio es el material más importante para la confección de envases de uso farmacéutico. Responde plenamente a las necesidades de conservación de las características del producto medicinal.

Los plásticos son materiales con enormes ventajas ya que por su plasticidad pueden ser fácilmente moldeados. Entre ellos los plásticos más usados en la industria farmacéutica se tiene el PVC, Polietileno y PET.

En el caso del PVC (Cloruro de Poli-Vinilio) tiene el problema o desventaja de descomponerse y liberar ácido clorhídrico que destruye la capa de ozono.

El Polietileno es la resina de mayor empleo en la industria farmacéutica ya que es resistente a la mayoría de los ácidos, bases y solventes.

El PET por sus características y estabilidad química ha empezado a tener un importante auge, principalmente en la Industria Alimenticia; su uso en la Industria Farmacéutica aún no es tan extenso.

Para una buena selección de las nuevas presentaciones es importante considerar los siguientes puntos:

**COSTO:** Barato, sin consecuencias costosas, esto es, que por sus características requiera de componentes adicionales, cuidados especiales, etc.

**CALIDAD:** Que funcione sin efectos secundarios.  
Que cubra con los estándares.  
Que sea de aspecto higiénico, confiable, que cuide la imagen de la compañía.

**CONFIABILIDAD:** A tiempo, frecuente e inmediato.

**FLEXIBILIDAD:** A la medida y cualquier cantidad.

De acuerdo a esto, se ha seleccionado un envase de polietileno cuyas características nos ofrece un envase puro e higiénico, ligero y resistente (prácticamente irrompible), atóxico con reciclabilidad y anticontaminante, bioentado (molecularmente) que da una excelente barrera al oxígeno y resistencia a gran variedad de productos químicos.

Además este material ofrece las siguientes ventajas como empaque farmacéutico:

- Asegura la estabilidad del producto.
- Elimina todo riesgo de contaminación del producto.
- No transmite al producto olor o sabor alguno.
- No libera vapores o humos tóxicos durante el termoformado.
- Seguridad del empaque por sus altas propiedades mecánicas.
- Facilidad de proceso en máquinas automáticas.

Estos envases cuentan con la autorización de la Secretaría de Salud en México y de F.D.A. (Federal Drug Administration) en EEUU para ser utilizados como material de empaque o envase primario de medicamentos.

Al utilizar este tipo de envases se logra una reducción en el costo del material de empaque de un 64% aproximado.

CUADRO COMPARATIVO DE COSTO POR UNIDAD (Valores en pesos)

TIPO DE PRESENTACION

ELEMENTO	VIDRIO (ACTUAL)	POLIETILENO (PROPUESTO)	% REDUCCION
BOTE PARA 15 Y 20 ml	\$ 232	\$ 114	51 %
TAPA	\$ 38	\$ 54	
GOTERO	\$ 213	\$ 22	90 %
ESTUCHE	\$ 67	---	100 %
TOTAL	\$ 550	\$ 190	65 %



TABLA DE ESPECIFICACIONES ANTES ESTANDARIZACION

PRODUCTO	A	B	DIMENSION BOTE HF x DF (mm)	C mm	PRES ml	VISCO- CIDAD	D	E	F (mm)
SUPERVIT-A	2	2	66.7 x 27.8	9.8	15	1.128	-	1	20.8 x 8.6
SUPERVIT-B	2	2	83.3 x 34.6	14.6	30	1.285	-	1	23.4 x 17
SUPERVIT-C	2	2	83.3 x 34.5	14.6	30	1.68	-	1	23.4 x 17
VITAMIN-A	2	2	66.7 x 27.8	9.8	15	1.128	-	1	20.8 x 8.6
VITAMIN-B	2	2	70.6 x 38.9	20	30	1.285	-	1	39.4 x 20
VITAMIN-C	2	2	70.6 x 38.9	20	30	1.68	-	1	39.4 x 20
DROP-ABC	2	2	71.4 x 29.6	9.8	20	1.200	-	1	20.8 x 8.6
DROP-D	2	2	97.8 x 40.9	13.1	60	1.128	-	3	24 x 17

A TIPO DE BOTE	1) OVAL	2) CIRCULAR	3) CUADRADA
B MATERIAL	1) METAL	2) VIDRIO	3) PLASTICO
C DIAMETRO INTERIOR DE LA CORONA BF (mm)			
D 1er CIERRE	1) INSERTO 3) PIPETA 5) GOTERO	2) EMPAQUE 4) BROCHA	
E 2do CIERRE	1) TAPA ROSCA 3) PPF 5) GAP TO CAP	2) PUSH ON 4) ROLL-ON	
F DIMENSIONES TAPA R x T (mm)			

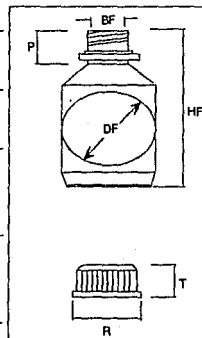
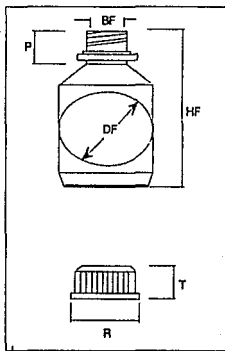


TABLA DE ESPECIFICACIONES ESTANDARIZADAS

PRODUCTO	A	B	DIMENSION BOTE HF x DF (mm)	C mm	PRES ml	VISCO- CIDAD	D	E	F (mm)
SUPERVIT-A	2	3	61.3 x 31.3	17	15	1.126	1	3	24 x 17
SUPERVIT-B	2	3	72 x 39	17	30	1.285	1	3	24 x 17
SUPERVIT-C	2	3	72 x 39	17	30	1.68	1	3	24 x 17
VITAMIN-A	2	3	61.3 x 31.3	17	15	1.126	1	3	24 x 17
VITAMIN-B	2	3	72 x 39	17	30	1.285	1	3	24 x 17
VITAMIN-C	2	3	72 x 39	17	30	1.68	1	3	24 x 17
DROP-ABC	2	3	61.3 x 31.3	17	20	1.200	1	3	24 x 17
DROP-D	2	3	83.2 x 41	17	60	1.126	1	3	24 x 17

A TIPO DE BOTE	1) OVAL	2) CIRCULAR	3) CUADRADA
B MATERIAL	1) METAL	2) VIDRIO	3) PLASTICO
C DIAMETRO INTERIOR DE LA CORONA BF (mm)			
D 1er CIERRE	1) GOTERO IN. 3) PIPETA 5) GOTERO	2) EMPAQUE 4) BROCHA	
E 2do CIERRE	1) TAPA ROSCA 3) PPF 5) CAP TO CAP	2) PUSH ON 4) ROLL-ON	
F DIMENSIONES TAPA R x T (mm)			



## **CAPITULO 4**

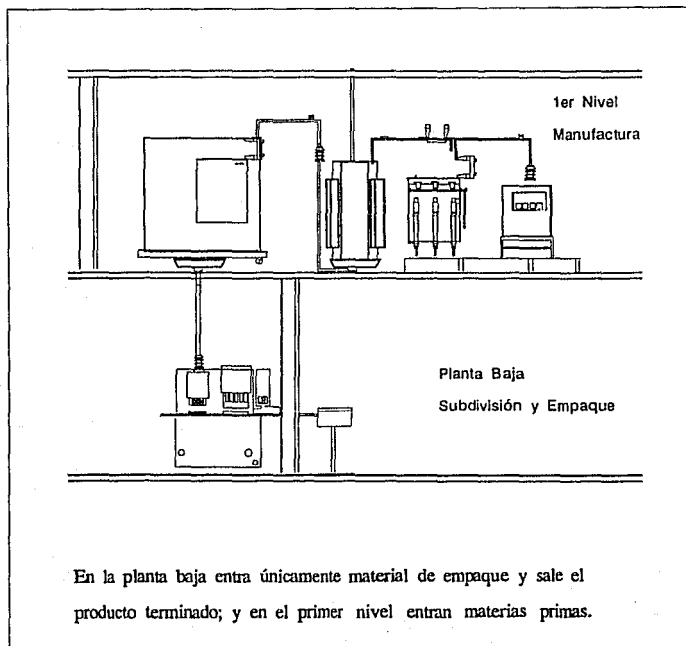
**ESTUDIO DE DISTRIBUCION  
DEL INTERIOR DE LA PLANTA**

#### 4.1 DETERMINACION DE LA NUEVA AREA

Para seleccionar en cual de las dos plantas farmacéuticas se va instalar la nueva línea automática, se tomó en cuenta la extensión, dimensiones y distribuciones de cada área y el impacto que tendría realizar la remodelación del área sobre el resto de las áreas productivas que podrían verse afectadas principalmente por la contaminación producida por polvo y materiales generados durante la remodelación.

Un factor decisivo para la selección del área, fue que una de las plantas cuenta con dos niveles: la planta baja usada para acondicionamiento y empaque y el primer nivel para manufactura. El desarrollo arquitectónico del área otorga dos flujos: uno de materias primas y otro de materiales de empaque, separados físicamente, lo que evita la contaminación de las materias primas con material de empaque.

La importancia de contar con dos niveles, es que se evita la contaminación de las materias primas con el material de empaque. Además, aprovecha la fuerza de gravedad evitando el uso de bombas para la alimentación de la máquina llenadora.



EDUARDO GUASCO

Con la integración de la fabricación de los productos vitamínicos se aumenta el consumo de agua desmineralizada, indispensable para la fabricación de estos productos en gotas. Ahora, ninguna de las dos plantas farmacéuticas cuenta con una planta desmineralizadora, sino que el agua se trae de una tercera planta del Grupo Farmacéutico.

El costo de cada flete de 2,000 Lt de agua desmineralizada es de \$165,000, con el inconveniente de que el agua desmineralizada tiene que estar en recirculación para su conservación y en tambos completamente limpios, condiciones que no siempre se logra cumplir.

Por el gran consumo requerido de agua desmineralizada es necesario incluir en la nueva área una planta desmineralizadora de agua como parte del proyecto de automatización. Esta nueva planta desmineralizadora ha de requerir un nuevo edificio que se situará exactamente arriba del piso de manufactura de líquidos. El área necesaria para la planta desmineralizadora es de 65 metros cuadrados. La carga que deberá soportar el piso será de aproximadamente 500 Kg por metro cuadrado.

## LOTES DE FABRICACION

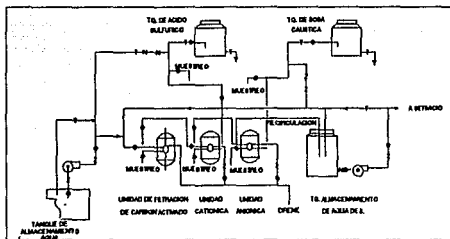
PRODUCTO	ml	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
SUPERVIT-A	15	22	28	29	31	32	34	35	36	38	39	41
SUPERVIT-B	30	6	6	7	7	8	8	8	9	9	10	10
SUPERVIT-C	30	13	14	15	16	17	18	18	19	20	21	21
VITAMIN-A	15	13	17	17	19	19	20	21	22	23	24	25
VITAMIN-B	30	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5
VITAMIN-C	30	5	6	6	7	7	7	8	8	8	8	9
DROP-ABC	20	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4
DROP-D	60	40	128	151	176	197	215	235	246	259	271	285
TOTAL		104	204	232	263	288	310	333	348	365	382	400

## REQUERIMIENTOS DE AGUA DESMINERALIZADA EN LITROS

PRODUCTO	Lv/Lote	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
SUPERVIT-A	1,760	38,980	48,816	50,213	54,107	56,694	58,962	61,320	63,773	66,324	68,977	71,736
SUPERVIT-B	1,320	7,722	8,494	9,356	9,890	10,365	10,780	11,211	11,660	12,126	12,611	13,115
SUPERVIT-C	1,240	15,624	17,186	18,916	20,004	20,981	21,820	22,693	23,601	24,545	25,526	26,547
VITAMIN-A	1,760	23,517	29,329	30,294	32,657	34,224	35,593	37,017	38,498	40,037	41,639	43,305
VITAMIN-B	1,320	4,053	4,458	4,908	5,188	5,437	5,655	5,881	6,116	6,361	6,615	6,880
VITAMIN-C	1,240	6,430	7,073	7,787	8,231	8,626	8,971	9,330	9,703	10,092	10,495	10,915
DROP-ABC	1,840	3,874	4,070	4,670	5,177	5,720	6,178	6,672	7,005	7,356	7,723	8,110
DROP-D	2,560	102,812	328,581	387,502	451,538	505,344	550,825	600,399	630,419	661,940	695,037	729,789
TOTAL		202,812	447,805	513,646	586,792	647,392	698,783	754,523	790,775	828,760	868,624	910,397
No. FLETES		101	224	257	293	324	349	377	395	414	434	455
COSTO DE LOS FLETES EN US\$ V.P.		\$5,522	\$13,045	\$14,963	\$17,094	\$18,859	\$20,356	\$21,980	\$23,036	\$24,143	\$25,304	\$26,521



# DIAGRAMA DE FLUJO UNIDAD DE FILTRACION Y DESMINERALIZACION



EDUARDO GUASCO

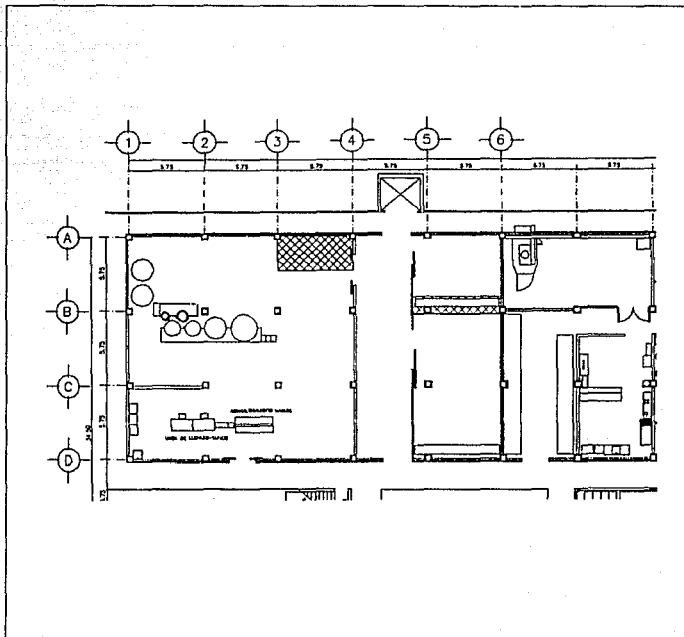
## 4.2 DISTRIBUCION DE PLANTA

Los objetivos de una distribución de planta son:

- A) Facilitar flexibilidad y expansiones futuras.
- B) Lograr eficacia en el recorrido de materia prima, mano de obra, etc.
- C) Utilizar adecuadamente el espacio.
- D) Mejorar condiciones de seguridad y trabajo.
- E) Aprovechar las condiciones naturales de los edificios.

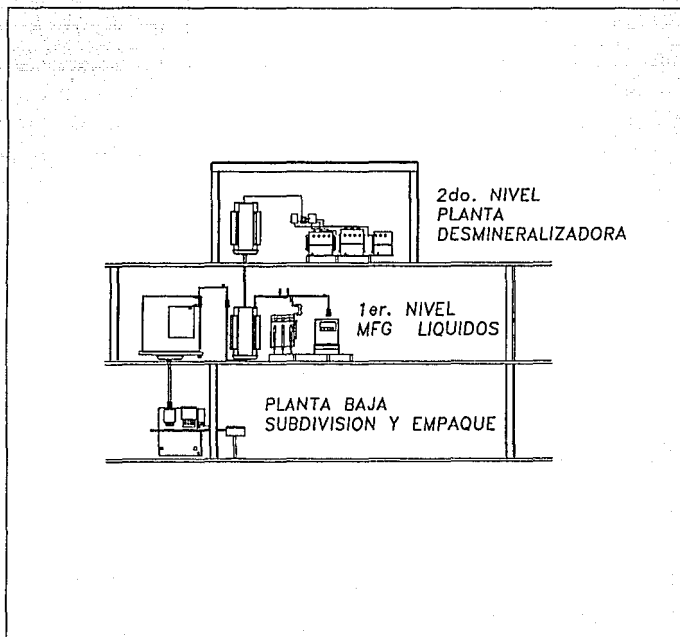
La distribución propuesta por la Automatización del proceso tiene la ventaja de que el trabajo sigue una trayectoria directa, reduce las demoras y las manipulaciones, puede moderarse el tiempo total de producción; al elevarse el índice de producción el costo de fabricación se reduce, se ocupa menos espacio y se necesita menos mano de obra calificada.

PLANTA BAJA (ACTUAL)  
MANUFACTURA, SUBDIVISION Y EMPAQUE DE LIQUIDOS



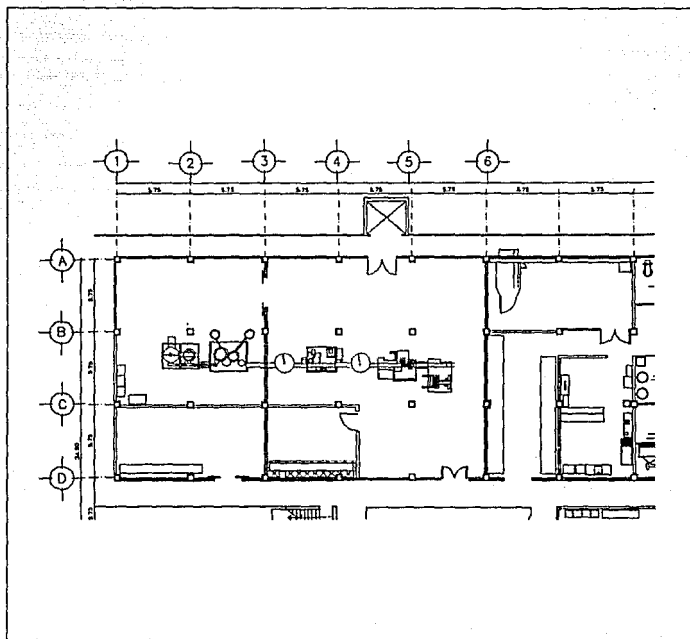
EDUARDO GUASCO

ARREGLO PROPUESTO  
CORTE TRANSVERSAL DEL EDIFICIO



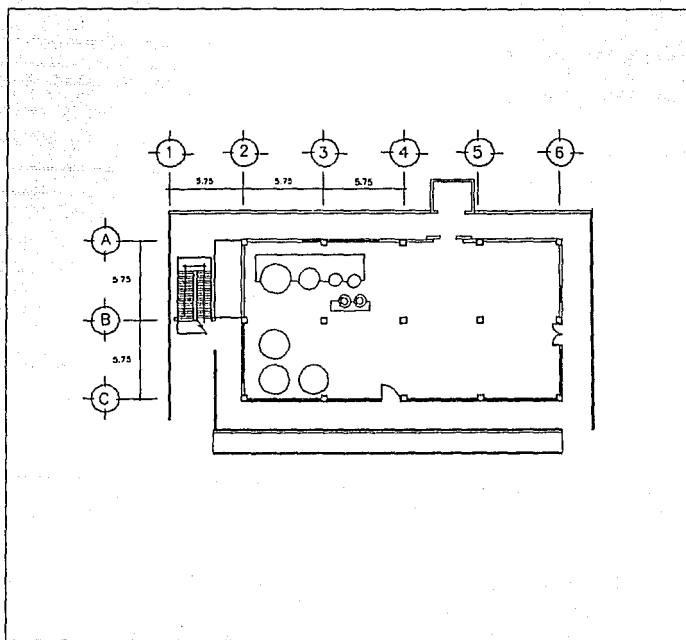
EDUARDO GUASCO

PLANTA BAJA (PROPUESTA)  
SUBDIVISION Y EMPAQUE DE LIQUIDOS



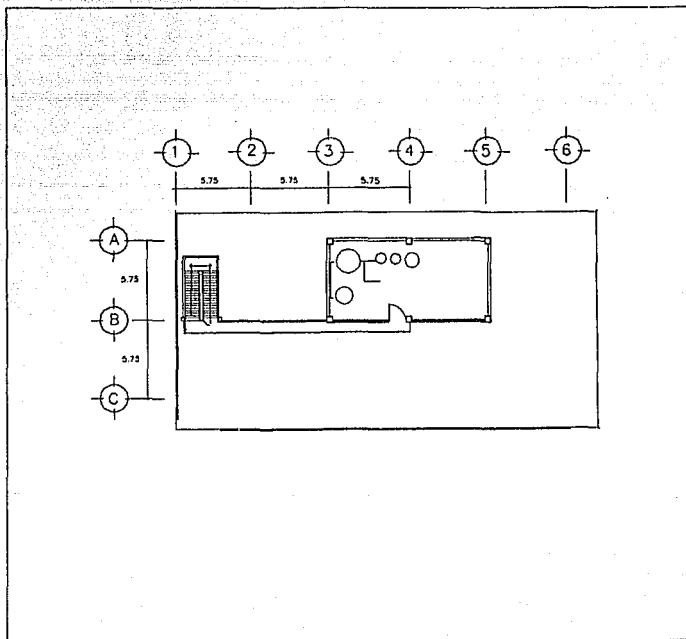
EDUARDO GUASCO

PRIMER NIVEL (PROPUESTA)  
MANUFACTURA DE LIQUIDOS



EDUARDO GUASCO

SEGUNDO NIVEL (PROPUESTA)  
PLANTA DESMINERALIZADORA DE AGUA



EDUARDO GUASCO

### 4.3 INVERSION EN EL PROYECTO

La realización de un proyecto implica utilizar recursos para dos acciones o etapas distintas:

A) Instalación y montaje del proyecto

B) Funcionamiento u operación del proyecto

Los recursos necesarios para la etapa de instalación, constituyen el capital fijo del proyecto y señalan los requisitos para la inversión, mientras que, los necesarios para el funcionamiento, constituyen el capital de trabajo.

La inversión total del proyecto de automatización se ha obtenido después de haber evaluado a diferentes diseñadores y fabricantes de plantas desmineralizadoras, y constructoras para la remodelación del edificio. Para el caso del equipo que forma la nueva línea automática se evaluó a diferentes fabricantes alemanes e italianos cuyos equipos se consideran como los mejores del mundo.

El fabricante del equipo que formará la nueva línea automática es Industria Macchine Automatiche en Italia; después de evaluar su servicio, características especiales del equipo, tiempo de entrega, precio y experiencia que se ha tenido con el fabricante en otras plantas del Grupo Farmacéutico en el mundo.

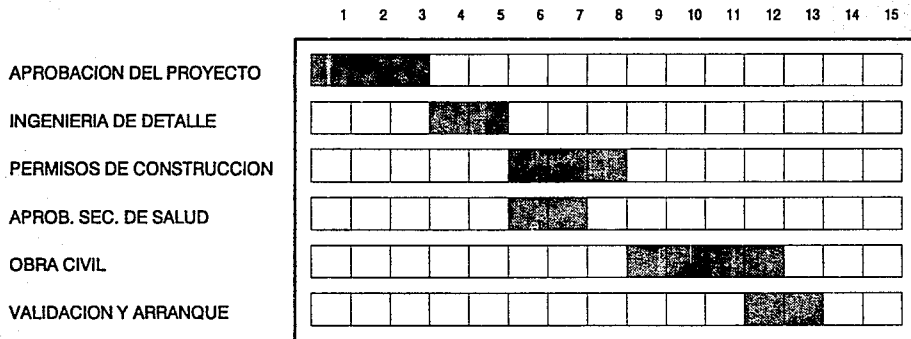


## COSTO DEL EQUIPO E INSTALACIONES

	US \$ (000's)
MAQUINARIA Y EQUIPO (LINEA AUTOMATICA)	830.0
IMPUESTOS Y TRANSPORTACION	149.0
<u>ARRANQUE Y PUESTA EN MARCHA</u>	<u>8.0</u>
<b>SUBTOTAL</b>	<b>987.0</b>
PLANTA DESMINERALIZADORA	45.2
<u>INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA</u>	<u>4.6</u>
<b>SUBTOTAL</b>	<b>49.8</b>
OBRA CIVIL	109.2
IMPREVISTOS Y CONTINGENCIAS	54.0
<hr/>	
<b>TOTAL</b>	<b>1,200.0</b>
<hr/>	

## CALENDARIO DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO DE AUTOMATIZACION

### MESES



## CAPITULO 5

JUSTIFICACION ECONOMICA  
DEL PROYECTO

## 5.1 JUSTIFICACION DEL PROYECTO DE AUTOMATIZACION

La principal razón para la Automatización del proceso de fabricación de productos Vitamínicos en gotas, es obtener el rendimiento adecuado para la empresa en su margen de utilidad e incrementar su participación en el mercado. Por ello, se ha de reemplazar el viejo y obsoleto equipo para incrementar la capacidad de producción necesaria, para cubrir el pronóstico de venta y picos de demanda, mejorar los rendimientos y la productividad del proceso, reducir el riesgo de contaminación microbiológica y cruzada eliminando la manipulación del producto. Además de:

- ° Incrementar la eficiencia del proceso de fabricación por la reducción de mano de obra directa.
- ° Reducción de costos por cambio de materiales de empaque y mano de obra.
- ° Reducción de costos directos.
- ° Cumplir con las regulaciones gubernamentales.
- ° Incrementar seguridad para los operadores y mejorar condiciones de trabajo.
- ° Reducción en los turnos de trabajo.

## 5.2 EVALUACION Y JUSTIFICACION FINANCIERA

Para que un proyecto sea satisfactorio deberá estar ampliamente justificado desde el punto de vista social o empresarial; por lo que debe proveerse una rentabilidad atractiva que justifique la asignación de recursos o bien, que exista una justificación muy clara de los beneficios sociales esperados frente a los costos de investigación y operación del proyecto.

El análisis de proyectos de inversión se basa en estimaciones de los beneficios que un proyecto puede brindar en el futuro; esto implica la necesidad de calcular lo más realista posible, los beneficios que se obtendrán si el proyecto es aceptado.

Los métodos más usuales de evaluación económica son los siguientes:

**Rentabilidad promedio:** Pretende determinar el índice de rendimiento, admite que la inversión tiene un valor creciente, por lo que toma como base el valor promedio de la inversión.

**Desventaja:** Hace caso omiso de los flujos de efectivo y no puede considerarse que la base sea el 50% del valor original.

**Valor presente:** Ajusta los valores de los ingresos en el tiempo, a través de un factor que asigna distinto valor a una misma cantidad, según se encuentra más o menos alejada

(riesgo) del presente. Los factores de ajuste se derivan de las tablas de interés compuesto.

El valor del interés (descuento) que se use, será el valor que le asigne la empresa al dinero y es comparable a un interés bancario.

Desventaja: Obliga a dar un valor de la tasa de descuento.

**Período de recuperación (Payback):** Mide el número de años en que a través del flujo de efectivo se recupera el valor de la inversión. Suma los flujos anuales, hasta que la acumulación corresponda al valor de la inversión.

**Rendimiento de la inversión (ROI):** Se usan valores diferentes de la tasa de interés hasta encontrar aquélla que iguale a cero el flujo de efectivo neto descontado.

Los métodos seleccionados para evaluar el proyecto de automatización en este trabajo, serán: Período de recuperación y Rendimiento de la inversión.

### 5.3 PERIODO DE RECUPERACION (PAYBACK)

Este método se utiliza para conocer el número de períodos en que se recupera la inversión.

El período de inversión representa el número de años en que la inversión se recuperará vía factibilidad, cobranza o utilidades; debe recordarse que en este caso el término inversión

considera a la suma total de activos del proyecto.

Como los proyectos de inversión implican una serie de riesgos, la evaluación por el método "Payback" es recomendable para casos en que las empresas tratan de reducir el tiempo de recuperación de su inversión.

Tiene la ventaja de rapidez en el cálculo y la facilidad en la interpretación. Sin embargo, no toma en cuenta la vida probable de la inversión y tampoco refleja ninguna base de comparación con los índices de rentabilidad del proyecto.

#### 5.4 RENDIMIENTO DE LA INVERSION (ROI)

Este método establece el porcentaje que arroja la utilidad neta promedio, sin reducir la amortización sobre la inversión. El ROI puede obtenerse sobre la inversión total o bien sobre la inversión promedio. Debido a que ésta se amortiza durante su vida estimada, se considera a la inversión promedio como la mitad del total.

## 5.5 ANALISIS PARA OBTENER EL ROI & PAYBACK

En las tablas anexas se presenta el estado de pérdidas y ganancias durante diez años, con el proyecto y sin el proyecto. Hay que recordar que sin el proyecto no se considera lo que se deja de vender y con el proyecto se consideran todas las ventas del pronóstico. Se incluye la depreciación del nuevo equipo y los ahorros generados por mano de obra, inventarios, material de empaque y por mejora de rendimientos.

En este análisis no sólo se ha considerado la inversión en activos fijos, sino también en los activos y pasivos circulantes adicionales al proyecto (capital neto de trabajo).



CALCULO DE TASA DE RECUPERACION DE LA INVERSION (ROI) & PERIODO DE PAYBACK  
(US \$ 000's Omitidos)

ROI	45.49%
PERIODO PAYBACK	3.77 Años

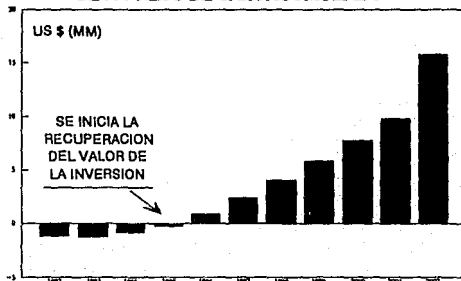
1	2	3	4	5	6		8	9	10	11	12	13	14
					INGRESO NETO O AHORRO								
CALENDARIO	ALCANCE EN TIEMPO	INVERSION TOTAL	GANANCIAS ANTES DE DEPRECIACION E IMPUESTOS	DEPRECIACION	ANTES DE IMPUESTOS (4)-(5)	DESPUES DE IMPUESTOS (6) x 34.00%	(REINVERSIONES) & RECUPERACION DE ACTIVOS	RETORNO TOTAL DE EFECTIVO (7) + (7) + (8)	FLUJO NETO DE CAJA (9) - (7)	FACTOR DE DESCUENTO 45%	FLUJO DE CAJA DESCONTADO (10) x (11)	FACTOR DE DESCUENTO 50%	FLUJO DE CAJA DESCONTADO (10) x (13)
	-3									2.1186	0	2.3211	0
	-2									1.6218	0	1.7183	0
	-1									1.2529	0	1.2954	0
1992	PTO. REF.	1,200	0		0	0		0	(1,200)	1.0000	(1,200)	1.0000	(1,200)
1993	1	766	1,189	120	1,049	577	0	697	(71)	0.8053	(57)	0.7869	(56)
1994	2	475	1,503	120	1,383	781		881	406	0.5135	206	0.4773	194
1995	3	756	2,347	120	2,227	1,225		1,345	589	0.3274	193	0.2893	170
1996	4	382	2,785	120	2,665	1,466		1,586	1,204	0.2066	251	0.1756	211
1997	5	242	3,052	120	2,932	1,613		1,733	1,491	0.1331	198	0.1065	159
1998	6	258	3,333	120	3,213	1,767		1,887	1,829	0.0649	138	0.0646	105
1999	7	212	3,558	120	3,438	1,891		2,011	1,799	0.0541	97	0.0392	71
2000	8	221	3,791	120	3,671	2,019		2,139	1,918	0.0345	66	0.0238	46
2001	9	231	4,033	120	3,913	2,152		2,272	2,041	0.0220	45	0.0144	29
2002	10	240	4,286	120	4,166	2,291	3,785	6,196	5,956	0.0140	83	0.0087	52
	TOTAL	4,985	29,857	1,200	28,657	15,761	3,785	20,746	15,781		24		(219)

## PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSION

US \$ 000's Omitidos

PERIODO	FLUJO NETO DE CAJA		
		ANUAL	ACUMULADO
1992	PTO. REF.	(1,200)	(1,200)
1993	1	(71)	(1,271)
1994	2	406	(865)
1995	3	589	(276)
1996	4	1,204	928
1997	5	1,491	2,419
1998	6	1,629	4,048
1999	7	1,799	5,847
2000	8	1,918	7,765
2001	9	2,041	9,806
2002	10	5,956	15,762

### FLUJO NETO DE CAJA ACUMULADO



### CAPITAL NETO DE TRABAJO (\*)

PERIODO	FLUJO TOTAL (I, CP, CC)	TOTAL INVERSION
1993	768	768
1994	1,243	475
1995	1,999	756
1996	2,381	382
1997	2,623	242
1998	2,881	258
1999	3,093	212
2000	3,314	221
2001	3,545	231
2002	3,784	240

I	INVENTARIOS
CP	CUENTAS POR PAGAR
CC	CUENTAS POR COBRAR

(\*) Diferencia entre activo circulante y pasivo circulante

REQUERIMIENTO DE APROPIACION DE CAPITAL

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS 1993

(US \$ 000's Omitidos)

LINEA No.	DESCRIPCION	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	DIFERENCIA
(1)	VENTAS NETAS	14,634	15,679	2,045
(2)	COSTO DEL PRODUCTO	6,107	5,931	(176)
(3)	UTILIDAD BRUTA	8,527	10,748	2,221
(4)	TOTAL GASTOS OPERATIVOS	2,884	4,005	1,121
(5)	UTILIDAD DE OPERACION	5,643	6,743	1,100
(6)	OTROS INGRESOS (GASTOS) DEL MERCADO	121	172	51
(7)	UTILIDAD ADMINISTRATIVA EN EL PAIS	5,522	6,571	1,049
(8)	DEPRECIACION INCLUIDA ARRIBA		120	120
(9)	GANANCIAS ANTES DE IMPUESTOS Y PTU	5,522	6,691	1,169

REQUERIMIENTO DE APROPIACION DE CAPITAL

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS 1994

(US \$ 000's Omitidos)

LINEA No.	DESCRIPCION	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	DIFERENCIA
(1)	VENTAS NETAS	15,615	18,981	3,366
(2)	COSTO DEL PRODUCTO	6,603	6,851	248
(3)	UTILIDAD BRUTA	9,012	12,130	3,118
(4)	TOTAL GASTOS OPERATIVOS	2,812	4,473	1,661
(5)	UTILIDAD DE OPERACION	6,200	7,657	1,457
(6)	OTROS INGRESOS (GASTOS) DEL MERCADO	120	194	74
(7)	UTILIDAD ADMINISTRATIVA EN EL PAIS	6,080	7,463	1,383
(8)	DEPRECIACION INCLUIDA ARRIBA		120	120
(9)	GANANCIAS ANTES DE IMPUESTOS Y PTU	6,080	7,583	1,503

REQUERIMIENTO DE APROPIACION DE CAPITAL

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS 1995

(US \$ 000's Omitidos)

LINEA No.	DESCRIPCION	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	DIFERENCIA
(1)	VENTAS NETAS	16,156	21,649	5,483
(2)	COSTO DEL PRODUCTO	8,741	7,807	1,066
(3)	UTILIDAD BRUTA	9,425	13,842	4,417
(4)	TOTAL GASTOS OPERATIVOS	2,940	5,046	2,106
(5)	UTILIDAD DE OPERACION	6,485	8,796	2,311
(6)	OTROS INGRESOS (GASTOS) DEL MERCADO	140	224	84
(7)	UTILIDAD ADMINISTRATIVA EN EL PAIS	6,345	8,572	2,227
(8)	DEPRECIACION INCLUIDA ARRIBA		120	120
(9)	GANANCIAS ANTES DE IMPUESTOS Y PTU	6,345	8,692	2,347

REQUERIMIENTO DE APROPIACION DE CAPITAL

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS 1996  
(US \$ 000's Omitidos)

LINEA No.	DESCRIPCION	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	DIFERENCIA
(1)	VENTAS NETAS	17,668	24,205	6,537
(2)	COSTO DEL PRODUCTO	7,409	8,748	1,339
(3)	UTILIDAD BRUTA	10,259	15,457	5,198
(4)	TOTAL GASTOS OPERATIVOS	3,052	5,495	2,443
(5)	UTILIDAD DE OPERACION	7,207	9,962	2,755
(6)	OTROS INGRESOS (GASTOS) DEL MERCADO	160	250	90
(7)	UTILIDAD ADMINISTRATIVA EN EL PAIS	7,047	9,712	2,665
(8)	DEPRECIACION INCLUIDA ARRIBA		120	120
(9)	GANANCIAS ANTES DE IMPUESTOS Y PTU	7,047	9,832	2,785

REQUERIMIENTO DE APROPIACION DE CAPITAL

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS 1997

(US \$ 000's Omitidos)

LINEA No.	DESCRIPCION	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	DIFERENCIA
(1)	VENTAS NETAS	18,400	25,606	7,206
(2)	COSTO DEL PRODUCTO	7,689	9,212	1,523
(3)	UTILIDAD BRUTA	10,711	16,394	5,683
(4)	TOTAL GASTOS OPERATIVOS	3,157	5,815	2,658
(5)	UTILIDAD DE OPERACION	7,554	10,579	3,025
(6)	OTROS INGRESOS (GASTOS) DEL MERCADO	173	266	93
(7)	UTILIDAD ADMINISTRATIVA EN EL PAIS	7,381	10,313	2,932
(8)	DEPRECIACION INCLUIDA ARRIBA		120	120
(9)	GANANCIAS ANTES DE IMPUESTOS Y PTU	7,381	10,433	3,052



REQUERIMIENTO DE APROPIACION DE CAPITAL

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS 1998

(US \$ 000's Omitidos)

LINEA No.	DESCRIPCION	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	DIFERENCIA
(1)	VENTAS NETAS	19,179	27,099	7,920
(2)	COSTO DEL PRODUCTO	7,984	9,705	1,721
(3)	UTILIDAD BRUTA	11,195	17,394	6,199
(4)	TOTAL GASTOS OPERATIVOS	3,267	6,156	2,889
(5)	UTILIDAD DE OPERACION	7,928	11,238	3,310
(6)	OTROS INGRESOS (GASTOS) DEL MERCADO	187	284	97
(7)	UTILIDAD ADMINISTRATIVA EN EL PAIS	7,741	10,954	3,213
(8)	DEPRECIACION INCLUIDA ARRIBA		120	120
(9)	GANANCIAS ANTES DE IMPUESTOS Y PTU	7,741	11,074	3,333

REQUERIMIENTO DE APROPIACION DE CAPITAL

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS 1999  
(US \$ 000's Omitidos)

LINEA No.	DESCRIPCION	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	DIFERENCIA
(1)	VENTAS NETAS	19,793	28,300	8,507
(2)	COSTO DEL PRODUCTO	8,234	10,119	1,885
(3)	UTILIDAD BRUTA	11,559	18,181	6,622
(4)	TOTAL GASTOS OPERATIVOS	3,346	6,429	3,083
(5)	UTILIDAD DE OPERACION	8,213	11,752	3,539
(6)	OTROS INGRESOS (GASTOS) DEL MERCADO	196	297	101
(7)	UTILIDAD ADMINISTRATIVA EN EL PAIS	8,017	11,455	3,438
(8)	DEPRECIACION INCLUIDA ARRIBA		120	120
(9)	GANANCIAS ANTES DE IMPUESTOS Y PTU	8,017	11,575	3,558

REQUERIMIENTO DE APROPIACION DE CAPITAL

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS 2000  
(US \$ 000's Omitidos)

LINEA No.	DESCRIPCION	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	DIFERENCIA
(1)	VENTAS NETAS	20,436	29,554	9,118
(2)	COSTO DEL PRODUCTO	8,495	10,553	2,058
(3)	UTILIDAD BRUTA	11,941	19,001	7,060
(4)	TOTAL GASTOS OPERATIVOS	3,429	6,713	3,284
(5)	UTILIDAD DE OPERACION	8,512	12,288	3,776
(6)	OTROS INGRESOS (GASTOS) DEL MERCADO	206	311	105
(7)	UTILIDAD ADMINISTRATIVA EN EL PAIS	8,306	11,977	3,671
(8)	DEPRECIACION INCLUIDA ARRIBA		120	120
(9)	GANANCIAS ANTES DE IMPUESTOS Y PTU	8,306	12,097	3,791

REQUERIMIENTO DE APROPIACION DE CAPITAL

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS 2001

(US \$ 000's Omitidos)

LINEA No.	DESCRIPCION	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	DIFERENCIA
(1)	VENTAS NETAS	21,108	30,865	9,757
(2)	COSTO DEL PRODUCTO	8,767	11,005	2,238
(3)	UTILIDAD BRUTA	12,341	19,860	7,519
(4)	TOTAL GASTOS OPERATIVOS	3,515	7,011	3,496
(5)	UTILIDAD DE OPERACION	8,826	12,849	4,023
(6)	OTROS INGRESOS (GASTOS) DEL MERCADO	216	326	110
(7)	UTILIDAD ADMINISTRATIVA EN EL PAIS	8,610	12,523	3,913
(8)	DEPRECIACION INCLUIDA ARRIBA		120	120
(9)	GANANCIAS ANTES DE IMPUESTOS Y PTU	8,610	12,643	4,033

REQUERIMIENTO DE APROPIACION DE CAPITAL

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS 2002  
(US \$ 000's Omitidos)

LINEA No.	DESCRIPCION	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	DIFERENCIA
(1)	VENTAS NETAS	21,812	32,232	10,420
(2)	COSTO DEL PRODUCTO	9,052	11,476	2,424
(3)	UTILIDAD BRUTA	12,760	20,756	7,996
(4)	TOTAL GASTOS OPERATIVOS	3,606	7,322	3,716
(5)	UTILIDAD DE OPERACION	9,154	13,434	4,280
(6)	OTROS INGRESOS (GASTOS) DEL MERCADO	227	341	114
(7)	UTILIDAD ADMINISTRATIVA EN EL PAIS	8,927	13,093	4,166
(8)	DEPRECIACION INCLUIDA ARRIBA		120	120
(9)	GANANCIAS ANTES DE IMPUESTOS Y PTU	8,927	13,213	4,286

## 5.6 PUNTOS RELEVANTES DEL PROYECTO DE AUTOMATIZACION

1. Incremento de la capacidad de producción: 248 %
2. Reducción en el costo del producto: 17 %
3. Reducción en el costo del material de empaque por estandarización: 64 %
4. Reducción de personal en el proceso de fabricación: 76 %
5. Inversión total en el proyecto: US \$ 1'200,000.00
6. Período de recuperación de la inversión: 3.77 años
7. Rendimiento sobre la inversión: 45.49 %
8. Tiempo estimado del desarrollo del proyecto, desde la aprobación hasta el arranque: 13 meses

## CONCLUSIONES

La importancia de esta Tesis no es presentar cómo se lleva a cabo la Automatización de un proceso productivo, sino presentar y ejemplificar la importancia de la Modernización de la industria; partiendo de que el objetivo del negocio es "hacer dinero" (creación de riqueza), no ganarlo. Esta afirmación se sustenta en que la creación de riqueza no se lleva a cabo a partir del capital, sino del trabajo.

Dicho lo anterior, el negocio como hacer dinero esta justificado y bien visto, porque contribuye al bien común satisfaciendo las honestas apetencias del mercado. Cuando esto se logra, se enfatiza la relación cliente-servicio, se tiene un cliente satisfecho y contribuye al cambio cultural que se requiere para el despegue económico de un país.

No todas las empresas que ganan dinero crean riqueza. Sin desmerecer las operaciones bancarias, financieras y bursátiles, que no se ponen en duda. Tales operaciones resultarían nada, si no hubiera otras operaciones que generasen un valor económico agregado real, esto es, si no pusieran los bienes y servicios en condiciones de mayor valor real para las personas que usan tales bienes y gozan de tales servicios. Si el valor real de lo que se compra resulta intacto e inmune, no habría existido creación de riqueza aunque, por razones fortuitas o psicológicas, lograra venderse a un precio superior.

Una población en aumento, políticas de precios controlados con costos crecientes lleva a la reducción de márgenes de utilidad y en una industria que requiere de fuertes inversiones, la



solución se encuentra en el trabajo con mayor productividad, reduciendo desperdicios y mermas, en atender mejor a todos los clientes sin dejar a uno solo sin el producto o servicio que demanda, solucionando de inmediato los obstáculos que surjan con creatividad e innovación.

La innovación bien entendida no consiste en hacer siempre cosas nuevas, sino en hacer mejor las mismas cosas. Mediante el continuo proceso de hacer cada vez mejor las mismas cosas, terminamos haciendo cosas nuevas y mejores en un ciclo ininterrumpido.

La modernización económica del país tiene como facetas y necesidades claras a vencer un desarrollo industrial poco competitivo en términos generales y la obsolescencia de treinta años aproximadamente en las tecnologías de proceso, producto, diseño y servicio. Vivimos con una economía dual, en la que subsisten tanto el atraso como la sofisticación productiva, comercial y de servicios.

Cuando un país, sector o empresa, enfrenta la desocupación de su capacidad instalada, genera bajo valor agregado y atiende mercados poco competitivos y locales, debe preguntarse: ¿Adónde vamos? ¿Qué queremos? ¿Cómo hacerlo? Para ellos la modernización es necesaria tanto por razones de mercado, como por eficiencia productiva. Así la necesidad estará clara y tendrá que definirse de modo concreto y oportuno.

La economía mundial es más interdependiente y no sólo entre las sociedades desarrolladas,

sino también con respecto a los países en desarrollo. A ello habría que añadir otra situación que de hecho define la economía de la segunda mitad de los ochentas y de manera definitiva los noventas: la globalización y con ello la atención a mercados amplios, nuevos y sofisticados. De estos elementos se derivan dos características para la economía mundial: una mayor competencia y el reto de ser productiva y eficiente.

Los empresarios que enfrentan el reto de la eficiencia, siempre salen beneficiados, aunque a corto plazo les signifique sacrificios considerables.

En la búsqueda del incremento de la productividad, se ha observado una mejora sucesiva en los últimos años, tanto en el factor capital como en el factor trabajo.

En una economía de "escala" en los países desarrollados se caracteriza por un gran volumen de producción de bienes idénticos en serie, con una base técnica consistente en equipos de automatización.

Por último, desde el punto de vista organizacional, estos cambios no se producirán sin sacrificios y costos. Entre ellos ciertamente están los relativos a la relocalización y mejor manejo de los recursos humanos y al desconcierto, e incluso rechazo, de los involucrados hasta no lograr equilibrios básicos, lo que en muchos casos se traduciría en recortes y reasignaciones significativas de personal.

Ante la situación descrita, el proyecto de automatización para la fabricación de productos vitamínicos en gotas está ampliamente justificado desde el punto de vista del empresario porque lleva a un óptimo aprovechamiento de los recursos con los que cuenta: recursos humanos, materiales y financieros. Todo esto llevará indiscutiblemente al incremento en los márgenes de utilidad, por las reducciones que se obtienen en los costos, tales como:

- Cambio de materiales de empaque.
- Aumento de productividad y de eficiencia en todo el proceso de fabricación.
- Reducción de inventarios y transportación.
- Reducción y aprovechamiento de la mano de obra directa.
- Incremento de rendimientos.
- Reducción de tiempos ciclos de producción con su repercusión en los niveles de inventario.

Este proyecto de automatización además de incrementar los márgenes de utilidad, incrementa la capacidad de producción para hacer frente a las exigencias del mercado y aumentar

su participación en él.

El proyecto de automatización también se puede justificar desde el punto de vista social en la medida que cubra con las expectativas del cliente, que son: ofrecer un producto de altísima calidad a un precio justo, que se logra por la eficiencia en el proceso de fabricación.

Por último, como nota en esta Tesis, es importante señalar que este proyecto es real y parte de las siguientes bases: pronósticos de venta y capacidades de producción. Ambos datos no son reales, pero sí congruentes con la realidad y se combinan con los costos reales del mercado. Por esta razón, no se presentan más detalles, ni datos que puedan revelar o mostrar información confidencial de la compañía.

## BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA

1. Seifert, Laurence C.; "THE INDUSTRIAL ENGINEER'S NEW ROLE IN MANUFACTURING"; Industrial Engineering; Vol. 21, Num. 4; E.U.A.; 1989
2. Alpenn, George & Wilson, William A.R.; "PARENTAL FACILITY DESIGN CONSIDERATIONS"; Pharmaceutical Engineering; Vol. 4; Num. 5; E.U.A.; 1989
3. C.T. Mao, James; "ANALISIS FINANCIERO"; El Ateneo, Pedro García; Argentina; 1974
4. Oficina Internacional del Trabajo; "INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO"; LIMUSA; México; 1989
5. Revista de la Industria Farmacéutica; "EL MILAGRO ECONOMICO MEXICANO"; Intersistemas S.A. de C.V.; año 4, No. 18; México; 1989
6. Heman, José; "FARMACOTECNIA TEORICA Y PRACTICA"; cuarta edición; C.E.C.S.A.; México; 1984

7. Erossa Martín, Eugenia; "PROYECTOS DE INVERSION EN INGENIERIA"; LIMUSA; México; 1987
8. Ganeffi, Gary; "INDUSTRIA FARMACEUTICA Y DEPENDENCIA EN EL TERCER MUNDO"; Fondo de Cultura Económica; México; 1986
9. Coss Bu, Raul; "ANALISIS Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION"; 2da. edición; LIMUSA; México; 1989
10. Ginebra, Joan y Arana de la Garza, Rafael; "DIRECCION POR SERVICIO: LA OTRA CALIDAD"; McGraw Hill; México; 1990
11. FORTUNE; "THE FORTUNE GLOBAL 500, THE LARGEST INDUSTRIAL CORPORATIONS IN THE WORLD"; Time Inc; Vol. 128; No. 2; Suiza; 1992