

41  
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

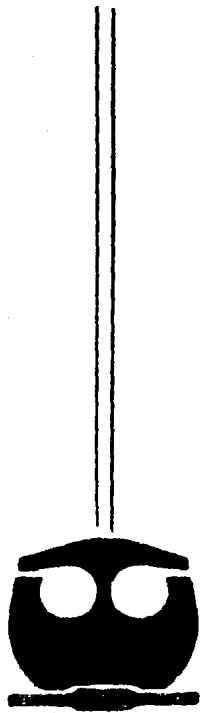


EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACION  
DE UNA PLANTA DE P-AMINOFENOL EN MEXICO**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO QUIMICO**

P R E S E N T A:  
**CARLOS GHANDI FERNANDEZ RIVAS**



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.

## INDICE

	PAGINA
INTRODUCCION	1
<b>CAPITULO 1. DESCRIPCION DEL PRODUCTO Y ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE PRODUCCION</b>	<b>7</b>
1. ANTECEDENTES	8
2. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS	9
3. REACCIONES MAS USUALES	10
4. METODOS DE PRODUCCION	11
4.1. PRODUCCION DE P-AMINOFENOL POR REDUCCION ELECTROLITICA DE NITROBENCENO EN MEDIO ACIDO	14
4.2. PRODUCCION DE P-AMINOFENOL POR REDUCCION CATALITICA DE NITROBENCENO CON SURFACTANTE NO IONICO	15
4.3. PRODUCCION DE P-AMINOFENOL POR HIDROGENACION DE NITROBENCENO EN PRESENCIA DE SULFURO DE MOLIBDENO EN CARBON	16
4.4. PRODUCCION DE P-AMINOFENOL USANDO CATALIZADORES DE RHODIO EN CARBON CON CANTIDADES SINERGISTICAS DE TRICLORURO DE RHODIO	16
4.5. PROCESO DE PRODUCCION DE P-AMINOFENOL EN PRESENCIA DE SULFURO DE DIMETILDODECILAMINA	17
4.6. PROCESO DE PRODUCCION DE P-AMINOFENOL EN PRESENCIA DE SULFURO DE DIMETILO	18
4.7. PROCESO EN CASCADA PARA LA PRODUCCION DE P-AMINOFENOL	18
4.8. PROCESO DE PRODUCCION DE P-AMINOFENOL POR HIDROGENACION CATALITICA DE NITROFENOL	19
4.9. PROCESO DE PREPARACION DE P-AMINOFENOL EN PRESENCIA DE UN SUPERACIDO	20
4.10. PROCESO DE PREPARACION DE P-AMINOFENOL A PRESTIONES ALTAS EN PRESENCIA DE $RuCl_2(PC_6H_5)_3$	20
5. USOS Y APLICACIONES DEL P-AMINOFENOL	21
6. FUTURO DE LOS METODOS DE PRODUCCION	26
7. ANALISIS DE LAS ALTERNATIVAS	28
<b>CAPITULO 2. ESTUDIO DE MERCADO</b>	<b>32</b>
1. DESCRIPCION DEL PRODUCTO	34
1.1. EMPAQUE	34
2. PRECIO	39
2.1. PREDICCION DE LA DEMANDA Y EL PRECIO	40
3. PROMOCION	46
4. POSICIONAMIENTO	46
5. VENTAJAS SOBRE PRODUCTOS SIMILARES EN EL MERCADO	47
6. MERCADO Y PRODUCTORES A NIVEL MUNDIAL	47

CAPITULO 3. ENTORNO MACROECONOMICO	40
1. ANTECEDENTES HISTORICOS	50
1.1. LA POLITICA GUBERNAMENTAL EN EL PERIODO 1982-1988	50
1.2. ESTRATEGIAS PROPUESTAS PARA ELIMINAR LA DEUDA	51
2. ESTUDIO MACROECONOMICO	57
3. ENTORNO MACROECONOMICO	71
4. TRATADO DE LIBRE COMERCIO MEXICO-ESTADOS UNIDOS	
-CANADA	77
4.1. ANTECEDENTES	78
4.2. VENTAJAS PARA MEXICO	81
4.3. DESVENTAJAS PARA MEXICO	82
5. CONCLUSIONES	83
CAPITULO 4. ANALISIS ECONOMICO DE LA INDUSTRIA QUIMICA	85
1. ANTECEDENTES	86
2. ESTUDIO MICROECONOMICO	87
3. TRATADO DE LIBRE COMERCIO MEXICO-ESTADOS UNIDOS	
-CANADA	102
4. CONCLUSIONES	105
CAPITULO 5. ESTUDIO TECNICO	106
1. ANTECEDENTES	107
2. BASES DE DISEÑO	108
2.1. NOMBRE DE LA PLANTA	108
2.2. TIPO DE PROCESO	108
2.2.A PROCESO A PARTIR DE NITROBENCENO	108
2.2.B PROCESO A PARTIR DE NITROFENOL	108
2.3. FACTOR DE SERVICIO	108
2.4. CAPACIDAD DE LA PLANTA	109
2.5. ESPECIFICACIONES DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTO TERMINADO	109
2.6. FLEXIBILIDAD DE LA PLANTA	112
2.7. AUMENTO DE CAPACIDAD	112
3. DESCRIPCION DEL PROCESO	113
3.1. BREVE DESCRIPCION DE OPERACION DEL PROCESO	113
3.1.A PROCESO A PARTIR DE NITROBENCENO	113
3.1.B PROCESO A PARTIR DE NITROFENOL	114
3.2. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	114
3.2.A D.F.P. PROCESO DE PRODUCCION DE P-AMINOFENOL A PARTIR DE P-NITROBENCENO	115
3.2.B D.F.P. PROCESO DE PRODUCCION DE P-AMINOFENOL A PARTIR DE P-NITROFENOL	116
4. BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA	117
4.A PROCESO A PARTIR DE NITROBENCENO	117
4.B PROCESO A PARTIR DE NITROFENOL	121
5. PREDIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO DE LA PLANTA	126
5.1. LISTA DE EQUIPOS REQUERIDOS	126
5.1.A PROCESO A PARTIR DE NITROBENCENO	126
5.1.B PROCESO A PARTIR DE NITROFENOL	126

5.2. PREDIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO	127
5.3. COSTO TOTAL DEL EQUIPO	131
5.3.A PROCESO A PARTIR DE NITROBENCENO	131
5.3.B PROCESO A PARTIR DE NITROFENOL	131
6. LOCALIZACION DE LA PLANTA	132
CAPITULO 6. ESTIMACION DE LA INVERSION Y DE COSTOS DE PRODUCCION	135
1. ANTECEDENTES	136
2. INVERSION	137
2.1. CAPITAL FIJO	137
2.2. CAPITAL DE TRABAJO	140
3. COSTOS Y GASTOS	146
3.1. COSTOS DIRECTOS DE OPERACION	146
3.2. COSTOS INDIRECTOS DE OPERACION	147
3.3. OTROS COSTOS Y GASTOS	148
3.4. GASTOS PRE-OPERATIVOS	148
CAPITULO 7. ESTUDIO ECONOMICO-FINANCIERO	151
1. ANTECEDENTES	152
2. CALCULO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO	153
3. REPORTE DE ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA	158
3.1. ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA	158
3.2. REPORTE DE BALANCE GENERAL PROFORMA	160
4. ANALISIS FINANCIERO	165
5. ESTUDIO DE SENSIBILIDAD	169
6. EVALUACION FINAL	172
CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	173
BIBLIOGRAFIA	179
INDICE DE TABLAS Y GRAFICAS	188

## INTRODUCCION

## INTRODUCCION.

Los aminofenoles (Orto-, meta- y para-) con formula condensada  $C_6H_7NO$ , son compuestos muy importantes para la industria farmaceutica y fotografica, en los sentidos quimico y economico, tambien, como intermediarios en la obtencion de moleculas mas complejas, particularmente en la industria de los tintes.

Quimicamente, estos compuestos tienen las propiedades generales de los fenoles, sin embargo son anfóteros, mostrando las propiedades de una base débil, como las de un ácido débil, de esta manera, son solubles en álcalis y forman sales con ácidos minerales.

Los aminofenoles tienen importantes propiedades fisiológicas como analgésicos y antipiréticos; en la industria farmaceutica el p-aminofenol es el intermediario para la obtención por acetilación del 4-acetaminofenol, cuya importancia radica en las propiedades antes mencionadas. Comercialmente se conoce como: Abensanil, Amadil, Anafión, Apamad, APAP, Calpol, Datriil, Dynamon, Eneril, Febrilix, Hedox, Homodan, Lyteca, Naprinol, Nobedon, Pacenco, Panadol, Farmal, Tabaigin, Tempra y Tylenol vendido por los Laboratorios McNeil.

El p-aminofenol tiene la propiedad de ser oxidante, la cual cuenta para su uso como revelador fotografico, y como intermediario en la producción de tintes oxidantes.

El p-aminofenol es usado como revelador fotografico bajo varios nombres comerciales, tales como: Activol, Azol, Certina, Citol, Paranol, Rodinal, Unal, Ursol P, y el oxalato de este como Kodolón.

Los siguientes tintes son un ejemplo de los que se producen a partir de p-aminofenol: Amarillo disperso (CI 10345), Café mordante 54 (CI 11065), Amarillo ácido 76 (CI 18850), Amarillo ácido 40 (CI 18950), Amarillo directo 19 (CI 40030), Verde azúfre 9 (CI 53005), Café azúfre 55 (CI 53135), Verde azúfre 11 (CI 53165) y Verde azúfre 1 (CI 53166).

El p-aminofenol es preparado por el método Bechamp (1), por la reducción de p-nitrofenol en presencia de catalizadores de fierro en medio ácido, alternativamente puede prepararse por hidrogenación catalitica de p-nitrofenol, por tratamiento de fenilhidroxilamina con un catalizador ácido, como  $H_2SO_4$ , por reducción de azobenceno en solución ácida, y por tratamiento de p-clorofenol con amoníaco, y por reducción catalitica de nitrobenzeno.

El p-aminofenol es frecuentemente vendido y usado en la forma de su hipocloruro, debido a su gran solubilidad en agua y alcohol.

La producción mundial de p-aminofenol alcanza las 20.000 toneladas anuales en base seca, y tuvo un crecimiento de 5% anual durante los últimos 5 años, el principal consumidor es Estados Unidos.



y los principales proveedores a nivel mundial son: Mallinckrodt Inc. (EUAA), Mitsui Toatsu Chemicals Inc. (Japón), Nippon Junryo Chemicals Co. Ltd. (Japón), Nippon Kayaku Co. Ltd. (Japón), Rhone-Poulenc Industries S.A. (Francia), Hoechst Aktiengesellschaft (Alemania), Imperial Chemical Industries PLC. (Inglaterra).

El desarrollo tecnológico en torno al p-aminofenol es de considerable magnitud, y está enfocado a encontrar nuevas aplicaciones del producto.

En México las importaciones de p-aminofenol ascendieron a 350,000 Kg. durante 1992, estas fueron realizadas por las compañías: Salicilatos de México, SA de CV, Sociedad Mexicana de Química Industrial SA de CV, y Química Cuautitlán SA de CV principalmente.

El 60% del p-aminofenol importado fue consumido por la industria farmacéutica, el 25% por la industria de pigmentos y tintes, y el 15% por la industria fotográfica.

En México, actualmente el p-aminofenol es distribuido por Helm de México, SA, Fran-Química, SA de CV, y producido por Química Hoechst de México, SA de CV.

El p-acetaminofenol es distribuido por Mallinckrodt, SC Co. y producido por Química Hoechst de México, SA de CV, cuya oferta comenzó

hace dos años, sin afectar el monto de las importaciones, el cual muestra una tendencia creciente.

Con los antecedentes de la importancia del p-aminofenol en la industria farmacéutica, fotográfica y de pigmentos y tintes, de su creciente demanda como consecuencia de su diversidad de aplicaciones, del monto de las importaciones, se justifica el desarrollo del Estudio de Factibilidad para la Instalación de una Planta de p-Aminofenol en México, con el objetivo de producir y comercializar este producto.

El estudio de factibilidad tiene como objetivo el encontrar la respuesta a las siguientes preguntas:

Cuál es el mejor proceso de producción del p-aminofenol desde el punto de vista técnico y económico?.

Cuál es el consumo actual del producto en el mercado doméstico?.

Cómo se va a comportar la demanda de producto en el futuro?.

En donde se debe localizar la planta?.

Cuál es la capacidad de la planta? Y del equipo principal?.

Cuál es el monto de la inversión inicial?.

Cómo se va a comportar la empresa a través del tiempo, desde el punto de vista económico y financiero?.

Cuál es el punto de equilibrio del negocio?.

Cuáles son los valores de la Tasa Interna de Recuperación y del Valor Presente Neto, que determinan la rentabilidad del proyecto?.

En qué tiempo se recuperará la inversión?.

Cómo se va a comportar la rentabilidad del proyecto ante los cambios de las principales variables económicas y operativas?

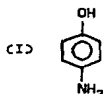
La respuesta de estas preguntas se va encontrando a través del desarrollo de los capítulos de la tesis y se resumen en un último capítulo como conclusiones y recomendaciones.

**CAPITULO I**  
**DESCRIPCION DEL PRODUCTO Y**  
**ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE**  
**PRODUCCION**

## CAPITULO 1. DESCRIPCION DEL PRODUCTO Y ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE PRODUCCION.

### 1. ANTECEDENTES.

El p-aminofenol también conocido como p-hidroxianilina, 4-amino-1-hidroxibenceno, 4-aminofenol, cuya estructura es (I). Fue preparado por primera vez en 1874 por Baeyer y Caro (1)



Los aminofenoles y sus derivados son compuestos muy importantes, se usan en la industria farmacéutica y fotográfica y como intermediario para producir moléculas más complejas, particularmente para la industria de los pigmentos y tintes (ref. cit. 1).

En la industria farmacéutica el p-aminofenol es un producto intermedio para la obtención de compuestos con propiedades fisiológicas importantes, las cuales son deseables como antipiréticos y analgésicos, dentro de la gama de estos productos farmacéuticos encontramos ciertos aminofenoles sustituidos tales como N-acetil-4-aminofenol, 4-etoxiacetanilida, N-(4-hidroxifenil)acetamida y N-(4-etoxifenil)acetamida.

En la industria de los pigmentos, tintes y colorantes, encontramos al p-aminofenol como un producto intermedio para la obtención de colores azo y sulfúricos; los aminofenoles pueden ser diazoados con cierta facilidad y muchos de ellos son realmente

acoplados, de esta manera ellos son usados extensivamente en la manufactura de azotintes, los aminofenoles experimentan una gran variedad de reacciones y sirven también como intermediarios para otros tintes, tales como sulfur, oxazin y xanteno.

En la industria fotográfica el p-aminofenol y sus derivados N-sustituídos son utilizados como agentes orgánicos o reveladores.

## 2. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS (ref. cit. 1).

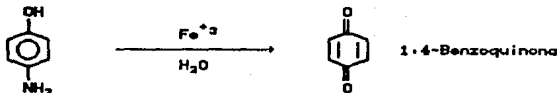
El p-aminofenol es una sustancia que se presenta en forma de hojuelas de cristales ortorrómbicos, de color comercial blanco-rosado, en contacto con el aire y la luz se deteriora, adquiriendo una coloración café, violeta o negra, poco soluble en agua, etilmetilacetona, y etanol absoluto, prácticamente insoluble en benceno y cloroformo, forma sales con ácidos y bases, puede sublimarse a 0.3 mm Hg y 110 C sin descomponerse.

Sus principales constantes (ref. cit. 1, 2)son:

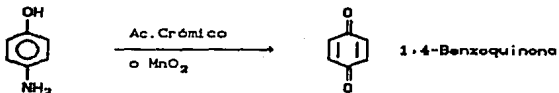
Peso molecular:	109.12
Punto de fusión:	185 C
Punto de ebullición normal:	284 C (Descomposición)
Kb:	6.5 E-09
Ka:	7.0 E-10
AHcombustión:	760.0 Kcal/gmol.
AHformación:	45.61 Kcal/gmol.

### 3. REACCIONES MAS USUALES (3, 4).

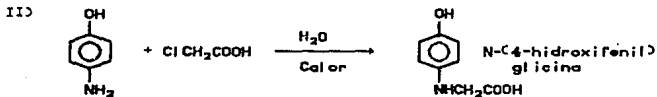
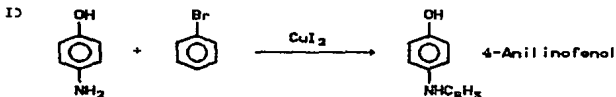
a) Oxidación en presencia de Hierro.



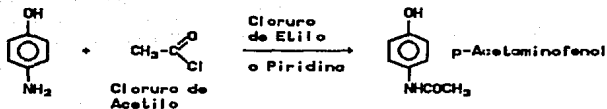
b) Oxidación con Acido Crómico.



c) Reacciones de Substitución.



IV)



V)

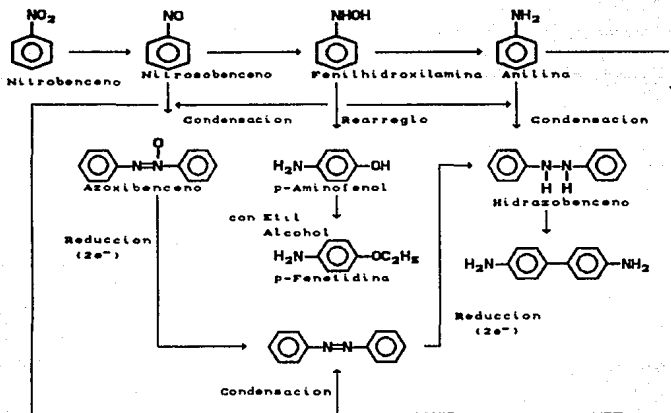


#### 4. METODOS DE PRODUCCION (Ref. cit. 4).

La obtención del p-aminofenol en forma industrial parte principalmente de dos materias primas, el p-nitrobenceno y el p-nitrofenol.

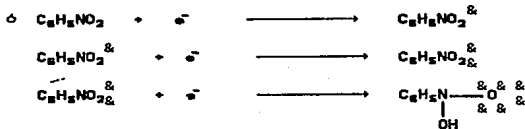
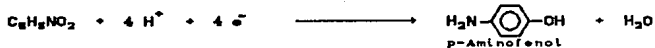
En la obtención del p-aminofenol a partir de p-nitrobenceno encontramos una serie de reacciones paralelas que debemos controlar por medio de la vigilancia del medio en que se desarrolla la reacción. Dichas reacciones paralelas se presentan en el siguiente diagrama:

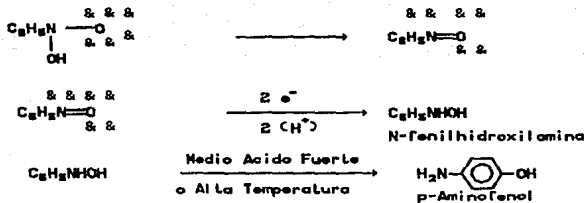




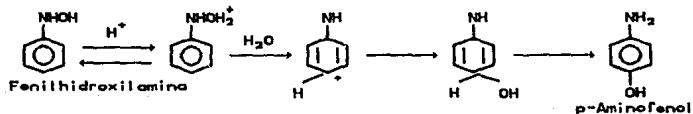
(Patente No. 3338806 USA).

El mecanismo de reacción de la reducción del nitrobenzene se presenta a continuación:





La transposición de la fenilhidroxilamina que es el antecesor directo del p-aminofenol se lleva a cabo en medio ácido como podemos ver:



#### 4.1. PRODUCCION DE P-AMINOFENOL POR REDUCCION ELECTROLITICA DE NITROBENCENO EN MEDIO ACIDO (Patente No. 3338806 USA).

En una celda electrolitica cerrada con puente salino, cátodo de mercurio y ánodo de platino, para obtener 1 Kg. de p-aminofenol, agregamos 0.06 litros de mercurio, 187 Kg. de catolito (solución 2N  $H_2SO_4$  en solución de etanol-agua 50:40 razón en peso) y luego el anolito a la celda (solución al 20% en peso de  $H_2SO_4$ ), utilizando una media celda de calomel como electrodo de referencia y una diferencia de potencial de -0.4 volts a una densidad de corriente de 2.8 amp/cm<sup>2</sup> y una área de cátodo de 12 cm<sup>2</sup>, fijamos el potencial del cátodo para realizar una preelectrólisis y al mismo tiempo burbujecemos nitrógeno por un periodo de 2 horas, luego ajustamos el potencial a -0.385 +/- 0.001 volts, agregamos 1.613 Kg de nitrobenceno redestilado disuelto en solución preelectrizada. Efectuamos la electrólisis durante un tiempo de 29 horas aproximadamente. Posteriormente se neutraliza la solución a pH 6 con solución concentrada de NaOH, se extrae con éter por 15 horas continuas, removemos el éter por calentamiento hasta el punto de ebullición y el residuo, lo disolvemos en 40 Kg de cloroformo. En este punto los cristales de p-aminofenol se forman y se remueven del cloroformo con pequeñas alícuotas de agua. Determinamos su pureza por espectrografia ultravioleta en una alícuota de solución extraída. El rendimiento obtenido es de 62%.

#### 4.2. PRODUCCION DE P-AMINOFENOL POR REDUCCION CATALITICA DE NITROBENCENO CON SURFACTANTE NO IONICO (Patente No. 3535382 USA).

En un recipiente enchaquetado con agitador, se cargan 5.145 Kg. de agua destilada, 1.40 Kg de  $H_2SO_4$  al 96% y 0.0253 Kg. de Pt en carbón al 1%, 1.2658 Kg. de nitrobenzeno y 12.863 gr. de surfactante no-iónico producido por condensación de 1 mol de nonilfenol y 8 moles de glicidol. Después de que el recipiente es cargado y purgado primero con nitrógeno y luego con hidrógeno, se calienta a temperatura de 85-88 C y se mantiene constante. Se alimenta hidrógeno para mantener una presión de 760+/-100 mmHg. El hidrógeno adsorbido son 772 cm<sup>3</sup> por minuto y el proceso se completa en 8 horas . cuando 20.58 moles de hidrógeno se han introducido, el recipiente se purga con nitrógeno y la mezcla de reacción se filtra para quitar el catalizador, a la solución filtrada se agregan 12.86 gr. de bisulfito de sodio (antioxidante) y luego la solución se enfría a 30 C y se mezcla con 0.678 Kg. de benceno. Cerca de 2.058 Kg. de  $NH_4OH$  al 28% se agregan a la mezcla de reacción, se agita bajo atmósfera de nitrógeno hasta que el pH esté entre 8.3 y 8.5, esto causa la precipitación de p-aminofenol en cristales y se obtiene 79% del rendimiento teórico. los cristales tienen un punto de fusión de 184-185 C. El filtrado se alcaliniza por adición de 206 gr. de solución acuosa de NaOH al 50%, se agita y se separan 2 fases. La fase bencénica se remueve y se destila a presión atmosférica para obtener el benceno gaseoso y el aceite de anilina como residuo de la destilación, el aceite de anilina contiene 7.1% del rendimiento teórico de anilina, se estima que 5 a 6% de p-aminofenol está presente en el filtrado.

**4.3. PRODUCCION DE P-AMINOFENOL POR HIDROGENACION DE NITROBENCENO EN PRESENCIA DE SULFURO DE MOLIBDENO EN CARBON (Patente No. 3953500 USA).**

En un autoclave equipado con nivel de vidrio, un agitador cubierto de teflón y un termopar forrado con teflón, se cargan 3.6 Kg de agua, 2.203 Kg de  $H_2SO_4$ , 1.282 Kg de p-nitrobenceno y 40 gramos de catalizador reciclado al 50% de  $MoSO_3$  en carbón. La reacción se lleva a cabo a 155 C y a una presión constante de 300 psi. de hidrógeno por 11 horas, el producto se encuentra libre de nitrobenceno, la mezcla se filtra para recuperar 4.8 gr. de catalizador, el filtrado se lleva a pH 9 con amoníaco, se enfría a 10-15 C y los cristales se filtran, se lavan con agua para eliminar sales y luego con benceno para disolver la anilina presente, luego se seca para dar un rendimiento de 85% de p-aminofenol. El filtrado acuoso se extrae con acetato de etilo, el extracto se combina con lavado de benceno y se concentra por destilación a través de una columna empacada, la anilina residual se destila por flasheo del p-aminofenol. Se obtiene 22% de rendimiento de anilina y 13% de rendimiento de p-aminofenol, para dar un rendimiento total de 78%.

**4.4. METODO DE PRODUCCION DE P-AMINOFENOL USANDO CATALIZADORES DE RHODIO EN CARBON CON CANTIDADES SINERGISTICAS DE TRICLORURO DE RHODIO. (Patente No. 4051187 USA).**

En un reactor con agitador a una velocidad de 600 rpm, chaqueta de calentamiento, tubos de entrada y salida para el hidrógeno, manómetro y entrada para cargar el nitrobenceno, cargamos 6.667 litros de  $H_2O$  destilada, 1.029 Kg de  $H_2SO_4$  concentrado, 2.194

E-04 Kg de  $Al(OH)_3$ , 4.383 E-03 Kg de trifluoroacetato de boro, 0.043 Kg de carbón activado y una mezcla de 0.3276 E-03 Kg de Rh en carbón al 5% con 6.57 E-03 Kg de  $RhCl_3$  (40% de Rhodio) y 8.766 E-03 Kg de bromuro de taliotrimetilamonio, esto representa un total de 185 mg. de Rhodio. Ahora el reactor se invade con  $H_2$  y se calienta a 92 C. 1.183 Kg de nitrobenzono son agregados lentamente a razón de 45 ml/hr y agregamos hidrógeno de manera que la presión sea constante a 2 atm. La temperatura se mantiene entre 90-95 C. Se obtiene un 84.5% de rendimiento de p-aminofenol y un 7% aproximado de anilina.

#### 4.5. PROCESO PARA PRODUCIR P-AMINOFENOL EN PRESENCIA DE SULFATO DE DIMETILDODECILAMINA (Patente No. 4176138 USA).

En un reactor enchaquetado con agitación se carga una mezcla de 5.145 Kg de  $H_2O$ , surfactante (un mínimo de 0.01% de sulfato de dimetildodecilamina en volumen basado en la mezcla de reacción acuosa) y 0.024 E-03 Kg de Pt en carbón al 3%, luego se llena con nitrógeno y se calienta a 70 C y luego se llena con hidrógeno, con agitación vigorosa se añade 2.88 Kg de  $H_2SO_4$  98-99% durante 2 a 3 minutos, la temperatura sube a 85 C. El nitrobenzono (3.89 Kg) se añade rápidamente. Una vez completada la reacción se filtra el catalizador y se separan las fases, la fase acuosa se extrae con tolueno (3.128 Kg por dos veces) para remover el nitrobenzono residual. La fase acuosa luego se enfría con agitación a 4 C y luego se neutraliza a pH 7-8 con solución de  $NH_4OH$  y se agita por 1 hora para precipitar el p-aminofenol, Rendimiento de 25.65 %. Filtramos el p-aminofenol, se lava con 1.4 Kg de agua una vez y 2 veces con anilina (una vez 6.3 Kg

y otra 2.76 Kg) y 2 veces con tolueno (3.126 Kg cada vez). luego se seca con aire. La parte del filtrado del p-aminofenol se reposa 15 minutos y se separan las fases acuosa y orgánica de la anilina.

#### 4.6. PROCESO DE PREPARACION DE P-AMINOFENOL EN PRESENCIA DE SULFURO DE DIMETILO (Patente No. 4415753 USA).

En un tanque de acero con agitación, presurizado, control automático de temperatura y presión y enfriamiento por agua, se cargan 1.11 Kg de nitrobenzeno, 0.034 Kg de Pt en carbón al 3% y 1.217 Kg de metanol como solvente, 0.0246 Kg de DMSO y 8.3 E-03 Kg de  $\text{NH}_4\text{OH}$  al 30% acuoso, primero purgamos con nitrógeno y luego se presuriza con hidrógeno a 140 psig, agitamos y controlamos la temperatura entre 18-20 C, 2 moles de hidrógeno por mol de nitrobenzeno son adsorbidas, al terminar la reacción se filtra para separar el catalizador y la fenilhidroxilamina obtenida se calienta a 70 C para obtener p-aminofenol, predomina un 75% de rendimiento.

#### 4.7. PROCESO EN CASCADA PARA LA PRODUCCION DE P-AMINOFENOL. (Patente No. 4571437 USA).

En un reactor con agitador, termómetro, reflujo y líneas de hidrógeno y nitrógeno a baja presión y condensador, cargamos 1.25 Kg de nitrobenzeno, 7.4 Kg de  $\text{H}_2\text{O}$  destilada, 0.901 Kg de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado, 0.0364 Kg de Pt en carbón al 3% con 70% de humedad, agregamos 30 ml de Arquad 12-50 (Cloruro de dodecilmetilamonio con surfactante catiónico al 30% en isopropanol), 1.539 E-04 Kg de sulfuro de dietilo, purgamos con nitrógeno y luego con hidrógeno, se calienta

a 80 C luego comenzamos la agitación con la consiguiente adsorción de hidrógeno, mantenemos la presión constante a 5 pulgadas de H<sub>2</sub>O y la temperatura entre 78-82 C, a 3 horas al 75% de nitrobenzeno ha reaccionado. La conversión óptima en el sistema es de 80% global a la salida del tercer reactor, luego decantamos y separamos las fases, la fase acuosa se extrae con tolueno (3 Kg dos veces), luego la fase acuosa se enfría con agitación a 4 C y luego se neutraliza a pH 7-8 con solución de NH<sub>4</sub>OH y se agita por 1 hora para precipitar el p-aminofenol, este se filtra y se lava con 1.4 Kg de agua una vez y dos veces con anilina (una con 8.3 Kg y otra con 2.7 Kg) y dos veces con tolueno (3.125 Kg cada vez) y luego se seca con aire.

#### 4.8. PROCESO DE PRODUCCION DE P-AMINOFENOL POR HIDROGENACION CATALITICA DE NITROFENOL (Patente No. 3070435 USA).

En un recipiente una mezcla de 1.14 Kg de p-nitrofenol, 3.52 Kg de H<sub>2</sub>O destilada, 0.854 Kg de ácido acético glacial, 0.014 Kg de carbón activado, 0.014 Kg de Hy-Flo y 0.14 Kg de Pd en carbón al 5%, se hidrogena a la presión de 58 psig, reaccionando a una temperatura máxima de 41 C, la concentración de nitrofenol en la mezcla es de 27%, después de 3 horas aproximadamente la cantidad teórica de hidrógeno es adsorbida. El catalizador es filtrado y el filtrado es concentrado a una pasta a la cual se le agregan 25 cm<sup>3</sup> de agua y 5.425 E-03 Kg de hidrosulfito de sodio, la solución resultante es neutralizada con una solución de bicarbonato de sodio y el líquido claro resultante es enfriado, el p-aminofenol cristalizado en esta solución representa el 88.2% del teórico, la reacción es suave y gentil, pero es necesario el



enfriamiento externo cuando la operación es en grandes lotes y/o a altas concentraciones, si se desea la mezcla de reacción puede precalentarse para aumentar la velocidad de la hidrogenación, esto también se hace cuando el catalizador ha perdido actividad. Podemos usar carbón, sílica gel, alúmina o asbesto como portadores del catalizador. La cantidad de agua se selecciona de manera que el nitrofenol sea un mínimo de 10% del peso de la mezcla de reacción.

#### 4.9. PROCESO DE PRODUCCION DE P-AMINOFENOL EN PRESENCIA DE UN SUPERACIDO (Patente No. 4588841 USA).

En un recipiente de poli(tetrafluoroetileno) se introducen 1.075 Kg de ácido mágico (combinación de ácido fluorosulfúrico y pentafluoruro de antimonio  $4\text{FSO}_3\text{H} \cdot \text{SbF}_5$ ) luego 5 Kg de anilina y luego 5.223 Kg de  $\text{H}_2\text{O}_2$  al 70%, se agita con un dispositivo magnético constantemente, enfriamos a una temperatura entre  $-50$  y  $0$  C, la reacción es muy rápida, la mezcla luego se vierte sobre una mezcla de agua, hielo y bicarbonato de sodio, se extrae la mezcla con un solvente orgánico (diétiléter) evaporamos el solvente de extracción, el máximo rendimiento esperado es de 20%.

#### 4.10. PROCESO DE PREPARACION DE P-AMINOFENOL A PRESIONES ALTAS EN PRESENCIA DE $\text{RuCl}_2[\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3]_3$ (Patente No. 3832401 USA).

En un reactor con equipo presurizado, calentamiento, enfriamiento, agitación y destilación, se mezclan el p-nitrofenol con un solvente de benceno-etanol al 50% con un catalizador de  $\text{RuCl}_2[\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3]_3$  en una proporción molar de 200 a 1 de sustrato a

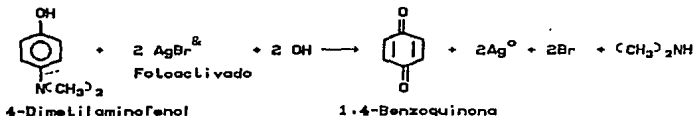
catalizador, se cargan en el reactor, se forma atmósfera inerte con nitrógeno a 100 psig, calentamos a 135 C y cambiamos la atmósfera por hidrógeno a 1200 psig, después de 5 horas y media obtenemos un 100% de rendimiento.

### 5. USOS Y APLICACIONES DE P-AMINOFENOL.

En la industria fotográfica parte de la química del desarrollo fotográfico implica quinonas. La hidroquinona y los p-aminofenoles relacionados, son oxidados a p-benzoquinonas por el bromuro de plata fotoactivado. Cuando se lava el bromuro de plata no-activado con hiposulfito sódico, la plata metálica reducida deja la imagen negra de un negativo fotográfico (5).

Los haluros de plata fotoactivados son reducidos por agentes orgánicos reductores o reveladores durante el proceso fotográfico, ejemplos de esos agentes son: Hidroquinona, p-aminofenol y p-fenilendiamina (ref. cit. 5).

Un ejemplo de un derivado N-sustituido del p-aminofenol que se emplea en la industria fotográfica y su reacción se muestra a continuación (ref. cit. 5):



Algunos de los nombres comerciales con que se conoce al p-aminofenol en la industria fotográfica son: Activol, azol, certinal, citol, paranol, rodinal, unal y ursol P (ref. cit. 5).

En la industria del caucho encontramos que el caucho natural se trata con p-nitrosoanilina y p-nitrosfenol y se obtiene hidroxilamina como producto primario, la cual en la misma reacción por el medio ácido da p-fenilendiamina o p-aminofenol, los cuales son excelentes antioxidantes y son químicamente confinables en la molécula de caucho, por lo que no se pueden extraer, el motivo de que su comercialización no se haya desarrollado es debido a su color (8).

En la industria de los tintes cosméticos encontramos al p-aminofenol en la rama de los colorantes permanentes para cabello (7), dentro de esta rama la clase más importante son los tintes de oxidación (8). En este sistema un material con color insoluble en el agua es producido dentro de la fibra del cabello por oxidación de intermediarios coloreados. El tinte penetra profundamente en la corteza.

Las reacciones que forman el color son completadas por intermediarios, tales intermediarios son llamados para-tintes, ejemplo: p-fenilendiamina, p-toluendiamina, p-aminodifenilamina y p-aminofenol los cuales forman un tinte con oxidación (9).

El producto inicial de la oxidación de p-fenilendiamina que

es el intermediario primario más importante es la benzoquinona diimina, puede reaccionar con p-fenilendiamina para formar un tinte trinuclear llamado base Bandrowski (ref. cit. 8).

Una reacción similar ocurre con el p-aminofenol el cual se oxida a p-benzoquinona monoimina antes de acoplarse (10).

En mezclas de p-fenilendiamina y p-aminofenol, éste último reacciona primero, contribuyendo significativamente al color producido en el cabello (ref. cit. 8).

Derivados nitrados de aminofenoles y bencendiaminas imparten color amarillo, naranja o rojo en los colorantes permanentes de cabello (ref. cit. 7).

En la industria farmacéutica el p-aminofenol tiene su principal aplicación como intermediario para obtener por medio de un sistema acetilante el 4-acetaminofenol(11), la importancia de este producto en la medicina se basa en sus propiedades analgésicas y antipiréticas. se conoce como: Abensanil, Amadil, Anafión, Apamid, APAP, Calpol, Datriil, Dynamon, Eneril, Febrilix, Hedex, Homodan, Lyteca, Naprinol, Nobedón, Pacemo, Panadol, Parmal, Tabalgín, Tempra y Tylenol (ref. cit. 3).

En los siguientes párrafos se mencionan algunos de los principales derivados N-sustituídos del p-aminofenol.

Por metilación de p-aminofenol obtenemos 4-metil-aminofenol(II), el cual junto con sus sales se usan en la industria fotográfica como reveladores bajo los nombres comerciales de Armol, Elon, Genol, Grafol, Metol, Fitol, Foto-Rex, Pictol, Planetol, Rhodel y Verol, también se usan como inhibidores de la corrosión del acero en soluciones ácidas que contienen cloruros, en impresión fotoresistente, y como intermediarios para tintes para cabello (11).

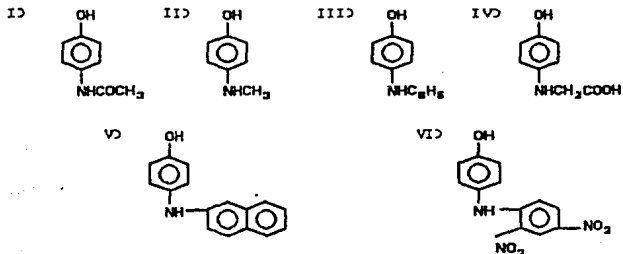
Si calentamos p-aminofenol con bromobenceno en presencia de yoduro de cobre obtenemos 4-anilino-fenol(III), el cual se usa como antioxidante en hidrocarburos para gasolina, grasas y aceites lubricantes y como inhibidor de la polimerización de estireno (ref. cit. 11).

También por calentamiento de p-aminofenol con ácido cloroacético en agua o por saponificación del nitrilo correspondiente obtenemos N-(4-hidrofenoil)-glicina(IV), el cual se conoce en la industria fotográfica como revelador bajo el nombre comercial de Glicina, Iconyl y Monazol, en la industria de tintes se usa en la impresión fotoresistente para evitar que se desarrolle color entre bases diazoadas y naftoles, es el principal intermediario en la producción de metal(4-metilaminofenol) (ref. cit. 11).

Por reacción de ácido 3-hidroxi-2-naftoico con p-aminofenol en solución de hidrosulfito de sodio caliente obtenemos 4-(2-naftilamino)fenol(V), el cual es usado extensamente para producir

tintes negros de azufre y como antioxidante en aceites de máquina y caucho y de etilbenceno (Ref. cit. 11).

Por condensación de p-aminofenol con 2,4-dinitroclorobenceno se obtiene 4-(2,4-dinitroanilino)fenol(VI), el cual se usa como intermediario en la fabricación de tintes de azufre oscuros (Ref. cit. 11).



(Ref. cit. 11)

Otros p-aminofenoles N-sustituidos que se producen como intermediarios de tintes son (Ref. cit. 11):

4,4'-iminodifenol,

4-amino-4'-hidroxidifenilamina,

Ac. 5-(2,4-dinitroanilino)salicílico,

Ac. 5-(4-aminobenzamido)salicílico,

4-amino-4'-hidroxi-3metildifenilamina,

4-(4-dimetilaminoanilino)fenol,  
Ac. 5-(3-amino-4-metilbenzamido)salicílico,  
Ac. 5-(4-amino-3-metilbenzamido)salicílico,  
Ac. 5-(4-aminobenzamido)-2,3-cresótico,  
4-(4-amino-1-naftilamino)fenol,  
4-(5-perimidilamino)fenol,  
4-(3-carbazolilamino)fenol,  
4,4'-(4,5-dinitro-3-fenilendiimino)difenol,  
4-(2-metil-5-perimidilamino)fenol,  
Ac. N-[4-(4-hidroxianilino)-fenil]antranílico,  
4-(9-etil-3-carbazolilamino)fenol.

#### 6. EL FUTURO DE LOS MÉTODOS DE PRODUCCIÓN (12 A LA 41).

La ubicación de los métodos de producción en la historia de la investigación y desarrollo tecnológicos, nos permite colocar a los mismos en el contexto de la tecnología actual y del futuro, por lo que al hacer esto, podemos predecir con un mínimo grado de incertidumbre, la posible obsolescencia de los procesos de producción, generada por alguna innovación tecnológica, que permitiera lograr menores costos y mejor producto, con lo cual se lograría incrementar la participación en el mercado.

La generalidad de las diferencias entre los métodos de producción, se ubican en el campo de mejoras de calidad en el producto terminado, y en mejoras en la eficiencia de producción, tanto en la reacción de producción, como en la separación y purificación del producto. Con esto podemos decir, que la investigación y desarrollo de

procesos de producción del p-aminofenol está enfocada hacia: a) Incrementar la eficiencia de reacción a través del uso de nuevos y diferentes catalizadores y nuevas condiciones de reacción, b) Hacia encontrar nuevas aplicaciones del producto en sí o como intermediario para otros.

Se registra un promedio de 3 patentes por año, enfocadas al incremento de eficiencia de la reacción y a la mejora en calidad y pureza del producto, todo esto, para reacciones del tipo de reducción catalítica.

La más reciente innovación fue, el transformar el proceso por lotes a un proceso continuo o mejor conocido como proceso en cascada, pero aún este, tiene el enfoque de mejorar la eficiencia de la ruta de producción, con desventajas por necesitarse mayor número de equipos y de mayor tamaño, con la necesidad adicional de un sistema de control más complejo y automatizado.

Con todo esto podemos predecir, con un mínimo grado de incertidumbre, que en los próximos 10 años, no se generará un cambio tecnológico que origine la obsolescencia de los métodos de producción presentados.



## 7. ANALISIS DE LAS ALTERNATIVAS.

Observando los diferentes métodos de producción del p-aminofenol, podemos distinguir que se basan principalmente en la hidrogenación de nitrobenceno o p-nitrofenol, en diferentes condiciones, diferentes medios de reacción y además diferentes catalizadores.

En esta sección se determina, cual de los métodos de producción es el más conveniente, la forma de lograr esto es, evaluando cada una de las condiciones o variables que afectan al proceso y las principales características del método.

Establecemos una escala de calificación para cada criterio de evaluación, una vez que tenemos los valores de cada calificación, sumamos todos y comparamos los totales obtenidos por cada método y escogemos el de mayor puntuación.

En la Tabla 1.1 podemos ver las calificaciones para cada criterio y el total que ha obtenido cada método.

Como podemos ver las alternativas que han obtenido la mayor calificación, son los métodos 4.6. y 4.8, además con una gran ventaja sobre los demás, lo cual nos marca que son definitivamente las mejores alternativas.

Tabla 1.1 Evaluación Técnica de los Métodos de Producción de p-Aminofenol.

Concepto	Criterio	Calificación	Método de Producción									
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10
<b>A) Materia Prima</b>												
• Disponibilidad	La materia prima se produce en México	Porcentaje del total de materias primas (%/10)	9.0	7.0	8.0	6.0	8.0	7.0	7.0	10.0	8.0	8.0
• Obtención	El método de producción de la materia prima es sencilla	Porcentaje del total de materias primas (%/10)	7.0	8.0	7.0	6.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
• Trazado	La trazabilidad de las materias primas es alta	Porcentaje del total de materias primas (%/10)	8.0	7.0	8.0	6.0	3.0	6.0	3.0	8.0	1.0	8.0
• Manejo	El manejo de las materias primas es seguro	Porcentaje del total de materias primas (%/10)	8.0	8.0	7.0	8.0	4.0	7.0	4.0	8.0	1.0	7.0
• Almacenamiento	Se necesitan instalaciones especiales para almacenar las materias primas	Porcentaje del total de materias primas (%/10)	7.0	7.0	8.0	8.0	8.0	4.0	8.0	1.0	8.0	8.0
• Costo	El costo de las materias primas es elevada	Porcentaje del total de materias primas (%/10)	1.0	7.0	8.0	3.0	4.0	8.0	6.0	8.0	2.0	10.0
<b>B) Reacción</b>												
• Complejidad	La reacción es compleja (No. de ingredientes en la mezcla de reacción) El catalizador empleado es complejo	Número de ingredientes en la mezcla de reacción Molal = 10.0	7.0	7.0	8.0	8.0	8.0	7.0	8.0	8.0	8.0	7.0
• Catalizador	El catalizador es reusable (%) Se necesita un espacio grande de reactores (% React.)	Compartido según sea = 0.0 Porcentaje de reutilización (%/10) 10.0 (Si es especial)	10.0	10.0	10.0	8.0	8.0	8.0	2.0	10.0	1.0	8.0
• Temperatura	Temperatura de reacción	Alta > 150°C = 0.0 Baja < 10°C = 10.0	8.0	4.0	1.0	3.0	8.0	8.0	8.0	7.0	8.0	2.0
• Presión	Presión de reacción	Alta > 5 atm. = 0.0 Baja < 1 atm. = 10.0	8.0	8.0	2.0	6.0	7.0	3.0	8.0	4.0	9.0	1.0
• Rendimiento	El rendimiento de la reacción es alto (%)	100.0 % = 10.0 0.0 % = 0.0	9.0	8.0	8.0	3.0	8.0	8.0	8.0	8.0	2.0	10.0
• Productos Indeseables	El porcentaje de productos indeseables es alto	0 Indeseables/10 Mat. Primas = 10.0	6.0	8.0	4.0	7.0	8.0	7.0	7.0	8.0	2.0	9.0
• Volumen del Reactor	El volumen del reactor es grande	Grande > 10.0 m <sup>3</sup> Chico < 1.0 m <sup>3</sup>	1.0	4.0	3.0	10.0	2.0	8.0	8.0	7.0	8.0	8.0
• Recuperación de Materia Prima	Se puede recuperar la materia prima en proceso	Porcentaje recuperable (%/10)	2.0	5.0	8.0	4.0	4.0	6.0	4.0	7.0	2.0	3.0
• Tiempo	El tiempo de reacción es largo	10.0 horas o más = 0.0 1.0 hora o menos = 10.0	1.0	3.0	2.0	3.0	4.0	8.0	8.0	6.0	7.0	8.0
<b>C) Equipo</b>												
• Tamaño	El tamaño del equipo necesario es grande	Grande > 3.0 m <sup>2</sup> = 0.0 Chico < 1.0 m <sup>2</sup> = 10.0	1.0	8.0	8.0	4.0	8.0	6.0	4.0	8.0	4.0	7.0
• Material	El material del equipo se produce en México	Porcentaje de materiales (%/10)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
• Costo	El costo del equipo es alto	< N\$ 300,000 = 10.0 < N\$ 800,000 = 8.0 < N\$ 1'000,000 = 1.0	1.0	8.0	8.0	4.0	4.0	8.0	3.0	8.0	3.0	4.0
<b>D) Energía</b>												
• Requerimientos	El requerimiento de energía es alto	< 200 Kcal/Kg = 10.0 > 200 y < 1000 Kcal/Kg = 8.0 > 1000 y < 2000 Kcal/Kg = 6.0 > 2000 Kcal/Kg = 0.0	8.0	8.0	2.0	1.0	3.0	8.0	4.0	8.0	8.0	7.0
• Costo	El costo de la energía es alto	Porcentaje en función del punto anterior (%/10)	8.0	7.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	7.0	8.0	8.0

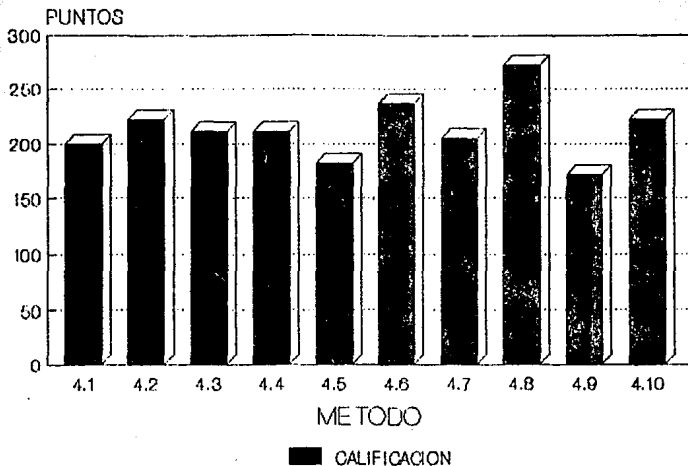
Tabla 1.1 (Cont.) Evaluación Técnica de los Métodos de Producción de p-Aminofenol.

Concepto:	Criterio:	Calificación:	Método de Producción:									
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10
E) Potencia	Requerimiento de potencia en año El tamaño de los equipos es grande	<100 KWH = 8 a 10 >100 y <500 KWH = 4 a 7 >500 y <1000 = 1 a 3 <80 HP = 8 a 10 >80 y <100 = 4 a 7 >100 = 1 a 3	1.0	4.0	3.0	8.0	2.0	7.0	6.0	8.0	4.0	7.0
			2.0	6.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
F) Separación	Complejidad El proceso de separación es complejo (N de etapas)	2 o menos = 8 6 a 4 = 5 10 a 7 = 1	6.0	6.0	2.0	3.0	3.0	7.0	3.0	6.0	6.0	3.0
	Eficiencia La eficiencia del proceso de separación es alta	Porcentaje de eficiencia de separación (N/10)	7.0	7.0	8.0	7.0	4.0	7.0	4.0	8.0	3.0	7.0
G) Producto	Manejo El manejo del producto es sencillo	Manual = 8 o más Equipo normal = 8 a 7 Índice especial = 1 a 4	8.0	8.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	8.0	6.0	7.0
	Tecnicidad El producto es técnico	Innov. = 10 Inventos = 5 Técno = 0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Estabilidad	El producto es estable	Duración en almacenamiento 5 años = 10 3 años = 8 < 3 meses = 0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
	Empaque El empaque requiere es de fácil manejo	Plástico = 10 Metal = 5 Vidrio = 1	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Almacenamiento	Se necesitan instalaciones especiales para el almacenamiento del producto	Temp. ambiente sin enfriamiento = 8 a 10, Almacenamiento = 5 a 7, Almacenamiento y Temp. etc. = 1 a 4	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
H) Características Generales	Obsolescencia Existen desarrollos tecnológicos del proceso	8 o más patentes por año = 10 3 o menos patentes = 8 0 patentes = 0	3.0	6.0	7.0	7.0	7.0	8.0	7.0	8.0	8.0	8.0
	Plantas Similares Existen plantas que utilicen el proceso	1 planta a más = 10 cero plantas = 0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
<b>Total</b>			<b>200</b>	<b>222</b>	<b>211</b>	<b>211</b>	<b>182</b>	<b>257</b>	<b>206</b>	<b>273</b>	<b>172</b>	<b>222</b>

Número: Método de Producción:

- 4.1 Producción de p-Aminofenol por reducción electrofítica de nitrobenzeno en medio ácido.  
 4.2 Producción de p-Aminofenol por reducción catalítica de nitrobenzeno con surfactante no-iónico.  
 4.3 Producción de p-Aminofenol por hidrogenación de nitrobenzeno en presencia de sulfuro de molibdeno en carbón.  
 4.4 Producción de p-Aminofenol usando catalizadores de Rhodio en carbón con cantidades sinérgicas de tricloruro de Rhodio.  
 4.5 Proceso de producción de p-Aminofenol en presencia de sulfuro de dimetildodecamina.  
 4.6 Proceso de producción de p-Aminofenol en presencia de sulfuro de dimetilo.  
 4.7 Proceso en cascada para la producción de p-Aminofenol.  
 4.8 Proceso de producción de p-Aminofenol por hidrogenación catalítica de nitrofenol.  
 4.9 Proceso de producción de p-Aminofenol en presencia de un superácido.  
 4.10 Proceso de producción de p-Aminofenol a presiones altas en presencia de RuCl<sub>2</sub>(P(OH)<sub>5</sub>)<sub>3</sub>l<sub>3</sub>.

# EVALUACION DE METODOS DE PRODUCCION



CARLOS G. FERNANDEZ R. / 1993

**CAPITULO II**  
**ESTUDIO DE MERCADO**

## CAPITULO 2. ESTUDIO DE MERCADO.

Con el fin de realizar el estudio de mercado, en primer lugar se tuvo que investigar si en nuestro país el p-aminofenol es producido o en su defecto importado (42, 43).

El resultado de la investigación dió como resultado que el p-aminofenol es importado en su mayoría y no hay empresa que planeé satisfacer esta demanda en forma total en los próximos años en México.

Una vez que se determinó lo anterior el paso siguiente es definir el mercado del producto mediante la recopilación de la siguiente información:

- & Los volúmenes de p-aminofenol en kilogramos importados en los últimos años.
- & El valor de los volúmenes importados.
- & Los países de origen del producto y compañías productoras..
- & Los precios del producto en esos años.
- & Las diferentes empresas o instituciones que se dedican al uso e importación del p-aminofenol.

Con esta información se obtienen los datos necesarios para la localización del p-aminofenol en el mercado, es decir podremos conocer las características del producto en el mercado, el precio, la demanda, el empaque, el tipo de promoción, y el posicionamiento del

mismo en el mercado.

### 1. DESCRIPCION DEL PRODUCTO.

El p-Aminofenol es una sustancia que se presenta en forma de hojuelas de cristales, de color comercial blanco con ligera tonalidad rosada, en contacto con el aire y/o la luz se deteriora adquiriendo una coloración café, violeta o negra, poco soluble en agua, con una humedad de 0.5% máxima y un contenido de cenizas de 1% máximo.

#### 1.1. EMPAQUE.

Debido a que el p-Aminofenol se deteriora con el aire y/o la luz, el empaque utilizado, es un recipiente de paredes opacas y de cerrado hermético, manejandose en toneles o barriles de 75 Kg.

Tabla 2.1.

Principales Compañías Consumidoras de p-Aminofenol (44, 45, 46).

Compañía:	Ramo:	Uso:	Grado:
BIGEN Mexicana S.A.	Cosméticos y Tintes.	Cosméticos y Tintes.	Técnico
COSBEL, S.A. de C.V.	Cosméticos Tintes.	Cosméticos y Tintes.	Técnico

Compañía:	Ramo:	Uso:	Grado:
Interquim, S. A. de C. V.	Productos Químicos	Producto Químico Intermedio.	Técnico
Pigmentos y Oxidos S. A.	Pigmentos	Intermediario para Pigmentos	Técnico
Productora de Cosméticos, S. A.	Cosméticos	Cosméticos y Tintes	Técnico
Química Cuautitlán S. A.	Productos Químicos y Farmacéuticos.	Base farmacéutica	Farmacéutico
Química Hoechst de México, S. A.	Productos Farmacéuticos Colorantes de Textiles Pigmentos Org. Aditivos para Pinturas.	Pigmentos y Colorantes	Farmacéutico y Técnico
Salicilatos de México, S. A. de C. V.	Materias Primas Farmacéuticas Conservadores para Alimentos.	Farmacéuticos	Farmacéutico
Sociedad Mexicana de Química Industrial S. A.	Intermediarios para pigmentos y colorantes Mat. Prima Farmacéutica. Auxiliares de Cosméticos.	Pigmentos y Colorantes Farmacéuticos Tintes.	Farmacéutico y Técnico



Tabla 2.2.

Importaciones de p-Aminofenol (ref. cit. 44).

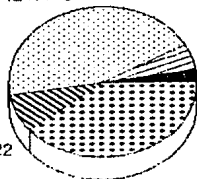
& Kilogramos de p-Aminofenol

Año:	BIGEN	SALICILATOS	SOC. MEX. QUIM. IND.	QUI. CUAUT.	OTRAS.
1978	0.00	0.00	0.00	0.00	22385.0
1979	0.00	0.00	19802.00	0.00	13309.0
1980	0.00	1000.00	89780.00	0.00	51941.0
1981	0.00	4000.00	19250.00	9000.00	132003.0
1982	0.00	1000.00	20750.00	38000.00	62500.0
1983	0.00	0.00	45000.00	0.00	0.0
1984	0.00	0.00	10000.00	0.00	135.0
1985	0.00	21000.00	108751.00	7000.00	118159.0
1986	0.00	15000.00	187088.00	3450.00	48802.0
1987	11896.00	20000.00	95900.00	33130.00	31680.0
1988	8488.00	14000.00	97585.00	20000.00	90730.0
1989	13620.00	22529.00	157027.00	32140.00	145819.0
1990	10693.00	17603.00	122699.00	25114.00	113941.0
1991	12111.00	20031.00	139923.00	28578.00	129657.0
1992	12845.00	21245.00	148085.00	30310.00	137515.0
-----					
	89603.00	157408.00	1241440.00	226722.00	1098086.0

Total = 2'793,250.00 Kgs.

# IMPORTACIONES DE p-AMINOFENOL (1978-1992)

SOC.MEX.QUI 1241440



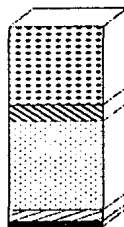
QUI.C 228722

SALICILATOS 157406

BIGEN 89603

OTRAS 1098066

KILOGRAMOS



OTRAS 39.3%

QUI.CUAUT 8.1%

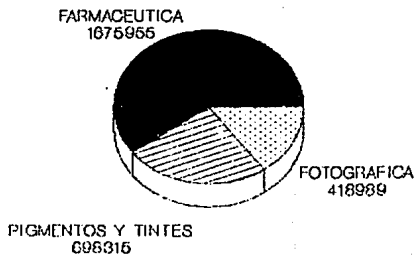
SOC.MEX 44.4%

SALICILAT 6.6%

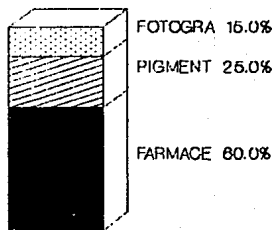
BIGEN 2.5%

PORCENTAJE

# IMPORTACIONES DE p-AMINOFENOL (1978-1992)



KILOGRAMOS



PORCENTAJE

## 2. PRECIO (ref. cit. 44, 47).

El precio del p-Aminofenol varia dependiendo de la compañía que efectúe los trámites de importación. Los principales países de donde se importa el p-Aminofenol son, Estados Unidos de América y Japón, el costo del producto no incluye los fletes desde la frontera o desde el puerto según el caso, hasta el lugar de la compañía que lo requiere.

Para determinar la demanda del producto y su precio en el mercado, en el futuro, primero recabamos la información de los años 1978 a 1992, con los cuales formamos la siguiente tabla de datos.

Tabla 2.3.

### Demanda y Precio del p-Aminofenol.

Año:	Cantidad Kg.	Importe Dolares Corrientes.	Precio Dolares Corrientes.	Conversión Anual Pesos Cor.
1978	22385	112719	5.04	18.87
1979	32841	154722	4.71	21.26
1980	142721	677180	4.74	22.95
1981	164253	725938	4.41	24.54
1982	122250	381004	3.11	57.44
1983	45000	165584	3.67	120.17
1984	10135	39516	3.89	167.77
1985	254910	1068345	4.18	256.95
1986	234140	875883	3.74	611.29
1987	192606	799211	4.15	1366.73
1988	230903	1097632	4.75	2250.28
1989	371135	1803714	4.86	2850.00
1990	290000	1537000	5.30	2860.00
1991	330000	1554300	4.71	3234.00
1992	350000	2502500	7.15	3200.00

Tabla 2.3.a)

**Demanda y Precio del p-Aminofenol.**

Año:	Precio en Pesos Corr.	Precio en Pesos Const.	Importe en Pesos Corr.	Importe en Pesos Constantes.
1978	84.01	17528.86	1879048.27	392067467.0
1979	100.16	13702.47	3289389.72	450008102.0
1980	108.88	11523.73	15540822.00	1844824244.0
1981	108.45	10617.15	17814469.44	1744020881.0
1982	179.01	9917.29	21894860.76	1077058573.0
1983	442.13	12041.85	19895825.88	841873058.3
1984	654.13	11191.38	8629599.32	113424938.0
1985	1074.91	11231.27	274008011.20	2862991888.0
1986	2286.22	11609.94	535298261.10	2718358870.0
1987	5671.24	11112.38	1092305650.00	2140295459.0
1988	10696.93	13825.78	2469979337.00	3192448293.0
1989	13851.00	15750.00	5140585345.00	5140585345.0
1990	17250.00	17250.00	4402200000.00	4002000000.0
1991	15282.00	13975.00	5036625000.00	4578750000.0
1992	25680.00	21400.00	8988000000.00	7490000000.0
1993	29891.00	22800.00		

& Pesos constantes de 1990.

**2.1 PREDICCIÓN DE LA DEMANDA Y EL PRECIO (48).**

Una vez que se conocen los datos de la demanda y el precio del producto en los años comprendidos entre 1978 y 1989, lo que debemos hacer es efectuar los ajustes necesarios a esos datos de tal manera que podamos determinar con la menor incertidumbre posible la cantidad y el precio del producto en el futuro.

La forma en que podemos hacer esto es obteniendo correlaciones que se ajusten en forma satisfactoria a los datos del

análisis histórico.

En este caso las correlaciones efectuadas son:

Regresión Lineal:  $y = a + b \cdot x$

Regresión Logarítmica:  $y = a + b \cdot \ln x$

Regresión Exponencial:  $y = a \cdot b^x$

Regresión de Potencia:  $y = a \cdot x^b$

Regresión Polinomial de

Segundo Orden:  $y = a + b \cdot x + c \cdot x^2$

La correlación que se ajusta de manera más satisfactoria a los datos del análisis histórico, en el caso de la demanda, es la regresión logarítmica:

Demanda(Kg) =  $-46181294.62 + 23359.33091 \cdot (\ln \text{Año})$

Coefficiente de correlación = 0.75487

Así también la correlación que de igual manera se ajusta a los datos del precio del análisis histórico resultó ser la regresión lineal:

Precio(p.c.1990) =  $-1100.241088 + 0.561387647 \cdot (\text{Año})$

Coefficiente de correlación = 0.408855

De esta forma podemos predecir con la menor incertidumbre posible la demanda del producto así como el precio en el futuro, para efectuar las estimaciones necesarias.

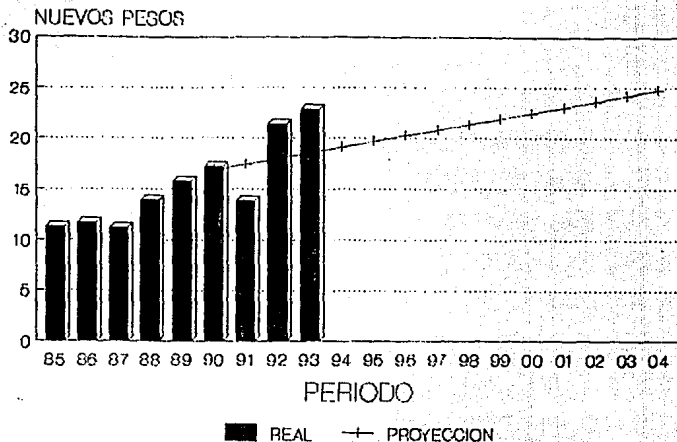
A continuación se presentan las tablas y gráficas de las proyecciones obtenidas mediante las correlaciones antes citadas:

Tabla 2.4.

Proyección de la Demanda, Precio y Ventas Totales.

Año:	Precio N\$ P.C.1990	Cantidad Kgs.	Ventas Totales N\$ P.C.1990
1990	16.88	303773.89	5127864.10
1991	17.44	327133.22	5705823.97
1992	18.00	350492.55	6310010.20
1993	18.56	373851.88	6940422.77
1994	19.13	397211.21	7567081.09
1995	19.69	420570.59	8279926.95
1996	20.25	443929.87	8989018.56
1997	20.81	467289.20	9724336.51
1998	21.37	490648.53	10485880.80
1999	21.93	514007.86	11273851.44
2000	22.49	537367.20	12087648.43
2001	23.06	560727.00	12927871.76
2002	23.62	584086.00	13794321.40
2003	24.18	607445.00	14686997.46
2004	24.74	630805.00	15605899.83

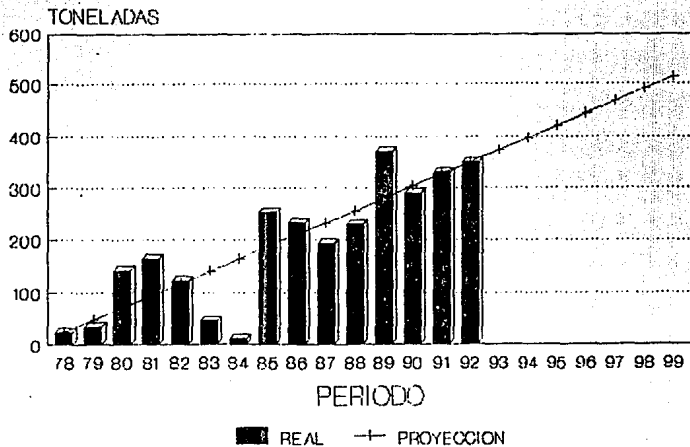
# PRECIO DE P-AMINOFENOL



P.C. 1990  
FUENTE: IMCE  
CARLOS G. FERNANDEZ R. / 1993

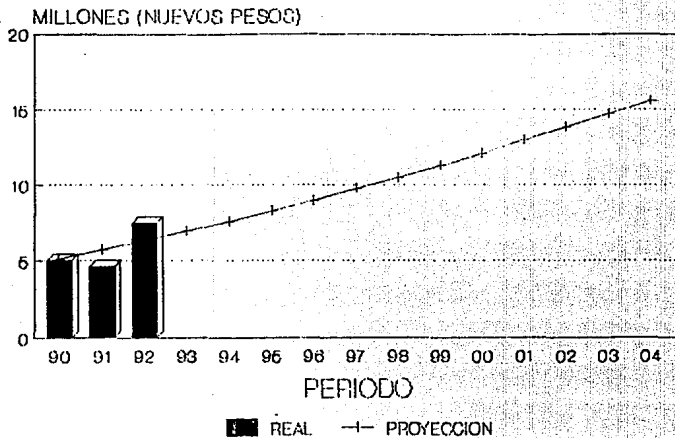


# DEMANDA DE P-AMINOFENOL



FUENTE: IMCE  
CARLOS G. FERNANDEZ R. / 1993

# VENTAS DE P-AMINOFENOL



P.C. 1990  
FUENTE: IMCE  
CARLOS G. FERNANDEZ R. / 1003

### 3. PROMOCION.

Debido a que es un producto químico de consumo intermedio, es decir, que no se consume por el público directamente, sino que ciertas compañías del ramo de la industria química utilizan este producto para elaborar otros que si son consumidos por el público en forma directa, o para producir otros de consumo intermedio, por esto no se justifica una promoción de tipo publicitaria en los medios de comunicación masivos (Radio y Televisión), debido a sus costos elevados, y que realmente no llega al consumidor deseado, debemos utilizar una promoción de tipo directa, es decir, a través de vendedores de la compañía, los cuales deben tener estudios de nivel técnico como mínimo y de preferencia de química y también se puede recurrir a publicar anuncios en revistas especializadas o en publicidad distribuida por la misma compañía através del correo.

### 4. POSICIONAMIENTO.

El p-Aminofenol como hemos visto en la tabla de compañías consumidoras del mismo, tiene una demanda muy grande por unas cuantas compañías, dicha demanda se puede manejar por un departamento de distribución de la misma compañía, y en el caso de manejar volúmenes pequeños (menores a 100 Kg.) se tendrá trato con un distribuidor; para formar el departamento de distribución de la compañía se contará con el personal preparado a un nivel técnico como mínimo y de preferencia con estudios en sistemas.

## 5. VENTAJAS SOBRE PRODUCTOS SIMILARES EN EL MERCADO.

(refs. cit. 7, 8, 9, 10)

Definitivamente, la principal ventaja del p-aminofenol sobre los productos similares en el mercado es, su amplia gama de aplicaciones y de productos que se generan de él, ya sea como ingrediente de formulaciones o como producto intermedio para la elaboración de otros, el principal ejemplo es el producto p-acetaminofenol, del cual el p-aminofenol es intermediario, este producto tiene las ventajas de no producir acidez estomacal y no ser inhibido por los antiácidos, como suele suceder con el ácido acetilsalicílico, debido a que no reacciona con el alcohol, es preferido ante el ácido acetilsalicílico en jarabes contra la tos y gripe. En la rama fotográfica, el p-aminofenol, como hemos mencionado antes (Ver capítulo 1), es un intermediario precursor de muchos y diferentes reveladores fotográficos, y además sucede algo similar en la industria de los tintes y pigmentos. Debido a todo esto, la demanda del p-aminofenol se ha incrementado en los últimos años y se prevé mayor incremento en los próximos años.

## 6. MERCADO Y PRODUCTORES A NIVEL MUNDIAL (49).

El p-Aminofenol es un producto con gran aceptación y demanda a nivel mundial. El mercado mundial actual es de 20,000 Toneladas por año, el mercado potencial en el año 2000 es de 30,000 Ton/Año, lo que se obtiene como resultado de un incremento anual de 5 a 7 % (1000 a 1400 Ton/Año).

Hay un total de 18 productores a nivel mundial, con una capacidad instalada de 25,000 Ton/Año, estos productores están situados principalmente en Europa, E.U.A. y Japón, lo cual ofrece la oportunidad del mercado latino americano con un enorme potencial estimado en 10,000 Ton/Año.

Los principales productores son: Mallinckrodt Inc. (EUA), Mitsui Toatsu Chemicals Inc. (Jpn), Nippon Junryo Chemicals Co. Ltd. (Jpn), Nippon Kayaku Co. Ltd. (Jpn), Rhone-Poulenc Industries. S.A. (Francia), Hoechst Aktiengesellschaft (Alemania), Imperial Chemical Industries PLC (Inglaterra).

**CAPITULO III**  
**ENTORNO MACROECONOMICO**

### CAPITULO 3. ENTORNO MACROECONOMICO.

#### 1. ANTECEDENTES HISTORICOS.

##### 1.1 LA POLITICA GUBERNAMENTAL EN EL PERIODO 1982-1988.

(50, 51, 52).

Con la finalidad de terminar con la crisis el gobierno realizó un programa económico de administración que tuvo como objetivos generales un reordenamiento económico inmediato y el inicio de cambios estructurales. Para alcanzar esto se estableció lo siguiente:

-A corto plazo se debe afrontar la crisis de liquidez mediante la corrección de los desequilibrios financieros de la balanza de pagos y de la cuenta pública y la renegociación de la deuda externa como prerequisite para lograr la estabilidad cambiaria y de precios.

-A mediano plazo se deben establecer las bases para lograr una nueva etapa de crecimiento pero sostenido, con el inicio de un nuevo modelo de desarrollo basado en una reestructuración del estado, la racionalización de la apertura comercial, la diversificación del sector exportador y la reconversión industrial.

Los avances logrados en este periodo de gobierno (1982-1988) fueron los siguientes:

- Un saneamiento de las finanzas públicas.
- Una desincorporación de las paraestatales importante.
- Fortalecimiento de exportaciones manufactureras y diversificación de fuentes de divisas.

- Orientación de las empresas privadas a entrar a los mercados internacionales.
- La eliminación de los permisos previos de importación (97% de las fracciones arancelarias se encuentran libres del requisito) y la reducción de la tasa arancelaria máxima (de 100% a 20%). - Disminución de la tasa de inflación (de 150.2% en 1982 a 51.7% en 1989).

A pesar de los positivo del programa de ajuste económico, no logró solucionar todos los problemas, y generó otros:

- Un estancamiento económico. El PIB de 1988 fue superior en un 0.5% al de 1982, lo que significó una disminución del PIB per cápita de -12.4%.
- Escasa creación de nuevos empleos, lo que ocasionó un aumento de la tasa de desempleo.
- Una disminución del poder adquisitivo durante el sexenio de 45.6%.
- Una contracción de la inversión fija, lo cual ocasionó un deterioro de la infraestructura básica de la economía y un desmantelamiento del aparato productivo.
- Una transferencia de recursos al exterior.

## 1.2 ESTRATEGIAS PROPUESTAS PARA ELIMINAR LA DEUDA.

(ref. cit. 52, 53).

a) Apego a los contratos.

En el pasado se obligaba a los países deudores a seguir al pie de la letra lo establecido en los contratos. Los países pagaban hasta el grado de entrar nuevamente en crisis, con la resolución a



corto plazo de una nueva deuda contraída al pedir nuevos prestamos.

b) Propuesta Dornbush.

La propuesta de Rudiger Dornbush consistía en que por dos años los intereses de la deuda externa y el principal cuando se venza sean pagados en moneda nacional, inconvertibles y utilizados en inversiones sin restricciones en México. Pero el pagar en moneda nacional podría aumentar la presión inflacionaria, además de que generaría un problema de índole constitucional al permitirse la inversión en cualquier actividad económica.

c) Plan Brady.

El plan consta de tres partes:

- Canje de deuda por inversión y emisión de bonos.
- Reducción voluntaria del volumen de la deuda por parte del sistema bancario comercial.
- Otorgamiento de nuevos créditos por parte de algunos organismos multilaterales y algunos gobiernos acreedores.

Este plan acepta la necesidad de reducir el servicio y monto de la deuda, pero, no tiene un programa detallado de acciones a seguir y por otro lado, la banca comercial estadounidense no quiere aceptar la reducción voluntaria de la deuda y sus intereses ya que esto significaría asumir pérdidas, poniéndola en una situación competitiva desventajosa frente a las bancas europeas y japonesas, en un momento que se pasa por la total liberación comercial de los servicios financieros a nivel mundial. Por su parte las bancas europeas y

japonesas se encontraban a la expectativa de las negociaciones de la deuda de México con la banca comercial estadounidense, si nuestro país obtiene condiciones ventajosas, el resto de los bancos creerán que ya no es necesario participar en la reducción de la deuda, si el resultado es adverso no querrán asumir pérdidas que los bancos americanos tampoco quisieron aceptar. Actualmente Estados Unidos enfrenta un elevado déficit presupuestal que deberá ser reducido drásticamente en los próximos años de acuerdo a la ley Gramm-Rudman, por lo que en estos momentos el gobierno de este país se ve limitado para apoyar a la banca comercial en la reducción de la deuda.

d) Plan Nacional de Desarrollo 1988 - 1994 (B4).

En resumen los principales problemas económicos a los que se enfrenta el país en la actualidad están asociados con el rezago en la satisfacción de las necesidades de la población, el desequilibrio en el mercado laboral y el empeoramiento en la distribución de la riqueza. El programa económico propuesto por el gobierno actual para 1988 - 1994 plantea como propósito central la recuperación económica con estabilidad de precios, como condiciones indispensables para avanzar en la solución de los problemas.

La estabilización económica está formada por dos fases en su implementación, tales fases tienen los siguientes objetivos:

- 1.- Consolidar una estabilidad permanente de la economía.
- 2.- Retornar a la senda del crecimiento, con la ampliación de la disponibilidad de recursos para la inversión productiva y la

modernización económica.

La nueva estrategia de desarrollo plantea un repliegue del estado en el quehacer económico y un fortalecimiento de los mecanismos del mercado que los promuevan a una mejor asignación y a un uso más eficiente de los recursos. En general propone que los motores de crecimiento, en sustitución del gasto público sean:

- Inversión Privada: Por su carácter prioritario que tiene en la estrategia de desarrollo del crecimiento de las manufacturas y las exportaciones.
- Exportaciones No Petroleras: Para generar las divisas suficientes que requiere el país para su desarrollo y diversificar las fuentes de ingreso para disminuir la vulnerabilidad económica mexicana a las fluctuaciones del mercado petrolero, constituir una garantía de mayor eficiencia y calidad de los productos nacionales.
- Inversión Pública: Se debe canalizar para la ampliación de la infraestructura básica del país que le permita un funcionamiento del aparato productivo y distributivo.
- Expansión del Mercado Interno: Esto será consecuencia del crecimiento del empleo y el fortalecimiento del poder adquisitivo. El propósito es crecer a una tasa promedio que duplique la del crecimiento de la población, lo cual equivale a crear un millón de empleos al año que correspondan a la nueva demanda de trabajo, mejorar gradualmente los salarios reales y la distribución del ingreso.

En lo relacionado a la empresa pública, se propone

racionalizar el aparato productivo gubernamental a través de la desincorporación de empresas no estratégicas ni prioritarias y el fortalecimiento y el saneamiento de las que si lo sean. Se buscará que los precios y las tarifas del sector público no impliquen niveles de subsidio, tomando como parámetros los precios internacionales. Como apoyo a la inversión de particulares se propone realizar una profunda desregulación industrial y comercial para eliminar barreras regulatorias que inhiben la actividad económica y de esta forma establecer una competencia sana. El estado se convertirá en promotor e inductor del desarrollo mediante la concertación con los sectores privado y social y se abocará principalmente a la creación de infraestructura, a la promoción del gasto social y a la atención de las empresas que se señalan como estratégicas y prioritarias.

Un rasgo central muy importante de la nueva estrategia de desarrollo lo constituye el cambio de una política de sustitución de importaciones a una política que busca la incorporación de la economía a las corrientes internacionales de comercio.

Durante el desarrollo estabilizador México adoptó una política de sustitución de importaciones propuesta por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), la cual se basó en crecer hacia adentro. Se fundamentaba en el argumento de que al ser las economías de Latinoamérica en ese entonces importadoras de bienes industriales de consumo se podría limitar las compras al exterior y fomentar la producción nacional de estos artículos.

De esta forma el sector industrial creció y se desarrolló gracias a la protección contra la competencia externa por estar todas las importaciones sujetas a permiso previo y en muchos casos a elevados aranceles, permitiendo a las empresas nacionales poseer un mercado cautivo para sus productos. El proceso de industrialización contemplaba como etapa inicial la producción interna de los bienes de consumo e intermedios, y posteriormente, los de capital.

La nueva estrategia plantea meter a la economía nacional a las corrientes mundiales de tecnología y comercio y enfocar de esta manera el desarrollo hacia el exterior. A este proceso se le ha conocido como apertura comercial.

En base a esto México se integró al Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT) para facilitar la penetración a nuevos mercados y ampliar la gama de productos exportables. Se propone la creación de consorcios empresariales exportadores de cobertura mundial, en donde el estado desempeñaría una función de apoyo a la comercialización y a la investigación y apertura de nuevos mercados.

Otro elemento importante es la apertura de la economía a la competencia externa mediante la supresión de los permisos previos de importación y la reducción de los impuestos a las importaciones, cuyo límite máximo actualmente es del 20%.

Por lo que se refiere a los efectos de la liberación comercial, SECOFI indicó que muchos industriales pensaban que la liberación comercial representaba una pérdida de oportunidades. Sin embargo, ahora ha visto que les ha permitido tener mejor y mayor acceso a bienes de capital, insumos y materias primas a precios y calidad internacionales, lo cual se ha traducido en un gran incremento en la competitividad de la industria mexicana. Las empresas están descubriendo graves defectos que tenían y están procediendo a especializarse, logrando una mejor productividad y mejores resultados en sus operaciones.

## 2. ESTUDIO MACROECONOMICO.

Para el desarrollo de esta sección primero debemos recopilar la información necesaria para determinar el entorno macroeconómico del producto. Para esto se efectúa un análisis de los principales indicadores macroeconómicos, tales como: Producto Interno Bruto, Producto Interno Bruto per cápita, Incremento Porcentual del PIB, Exportaciones, Importaciones, Balanza Comercial y de la Inversión Nacional Pública y Privada. Con estos datos, lo que debemos obtener, es la información necesaria para determinar si la situación económica del país, nos permite realizar inversiones con la confianza necesaria para que el valor del dinero invertido no se pierda.

A continuación presento las siguientes tablas de datos y sus gráficas (85, 86):

& Producto Interno Bruto 1981-1992.

- & Proyección del PIB en los años 1989-2000.
- & Incremento del PIB en porcentaje 1981-1992.
- & Proyección del PIB en porcentaje 1989-2000.
- & Producto Interno Bruto per cápita 1981-1992.
- & Balanza Comercial del país 1981-1992.
- & Inversión Nacional 1988-1992.
- & Comportamiento de la Inflación en el periodo 1981-1992.

TABLA 3.1

PRODUCTO INTERNO BRUTO

1981-1992 (MILLONES DE PESOS 1990).

ARO:	CANTIDAD:
1981	514612602.8
1982	511381336.9
1983	489922259.4
1984	507609339.3
1985	520773599.4
1986	500846224.5
1987	508280782.7
1988	513866649.2
1989	531758791.9
1990	554226271.5
1991	579166453.7
1992	596541447.3

TABLA 3.2 PIB CAPITA 1981-1992.

(PESOS 1990).

ARO:	CANTIDAD:
1981	7208485.5
1982	6998606.8
1983	6557892.8
1984	6650502.0
1985	6681830.4
1986	6296578.2
1987	6264295.3
1988	6212010.9
1989	6255985.7
1990	6831029.7
1991	7172581.2
1992	7456788.1

TABLA 3.3 INCREMENTO DEL PIB EN PORCENTAJE 1981-1992.

ARO:	% PIB:	% PIB/CAPITA
1981	8.8	6.1
1982	-0.8	-2.9
1983	-4.2	-6.3
1984	3.6	1.4
1985	2.8	0.5
1986	-3.8	-5.8
1987	1.5	-0.5
1988	1.1	-0.8
1989	3.5	0.7
1990	3.9	8.1
1991	4.5	8.0
1992	3.0	4.1



TABLA 3.4

TABLA DE PROYECCIONES.

AÑO:	% CRECIM. POBLACION:	INCREMENTO % PIB			PARIDAD EQUI. PROMEDIO:
		PESIMISTA	NEUTRO	OPTIMISTA	
1990	2.0	1.35	1.69	2.30	2860
1991	2.0	2.0	2.50	3.40	3234
1992	1.9	2.65	3.31	4.50	3625
1993	1.9	3.51	4.38	4.80	4038
1994	1.9	2.90	3.62	3.80	4439
1995	1.9	1.98	2.48	2.60	4801
1996	1.9	3.12	3.91	4.10	5120
1997	1.9	3.65	4.58	4.80	5404
1998	1.9	3.04	3.82	4.00	5652
1999	1.9	3.57	4.49	4.70	5993
2000	1.9	2.98	3.73	3.90	6178

FUENTE: CIEMEX.

TABLA 3.5

ANALISIS DE LA BALANZA COMERCIAL

1981-1992 (MILLONES DE DOLARES).

AÑO	IMPORTACIONES	EXPORTACIONES	SALDO
1981	23104.4	19419.6	-3684.8
1982	14437.0	21229.7	6792.7
1983	8550.9	22312.0	13761.2
1984	11254.3	24196.0	12941.7
1985	13212.2	21663.8	8451.6
1986	11432.4	16031.0	4598.5
1987	12222.9	20656.2	8433.3
1988	16903.4	20657.6	1754.2
1989	23409.7	22764.9	-844.8
1990	29775.3	26779.3	-2996.0
1991	35000.0	29000.0	-6000.0
1992	45792.0	30000.0	-15792.0

**TABLA 3.6 INVERSION NACIONAL EN LOS ULTIMOS AÑOS.**

1986-1988 (MILLONES DE PESOS 1990).

AÑO:	INVERSION TOTAL:	INVERSION PUBLICA:	INVERSION PRIVADA:
1986	106318230.2	37331994.35	68986235.85
1987	105653944.7	33684716.99	71969227.73
1988	112009252.3	32789277.78	79223974.52
1989	92620972.9	22852168.20	69768804.69
1990	105032202.9	25777227.10	79254975.80
1991	100100000.0	27500000.00	72600000.00

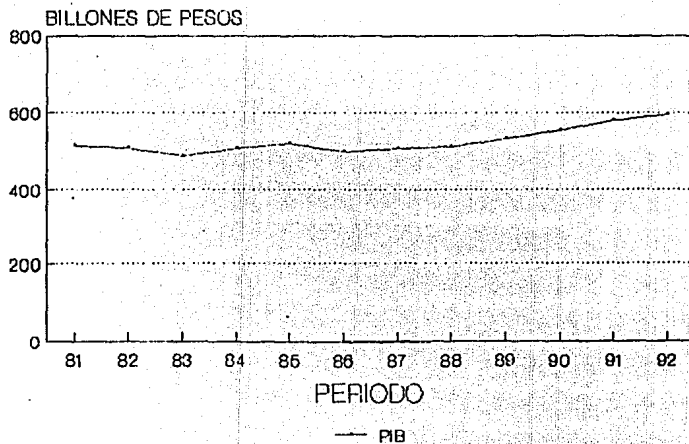
**TABLA 3.7 CRECIMIENTO DE LA POBLACION.**

AÑO	MILES DE HABITANTES.	AÑO	MILES DE HABITANTES
1985	77563	1993	90117
1986	79563	1994	91562
1987	81163	1995	92939
1988	82734	1996	94355
1989	84275	1997	95772
1990	85748	1998	97193
1991	87260	1999	98615
1992	88701	2000	100039

**TABLA 3.8 COMPORTAMIENTO DE LA INFLACION.**

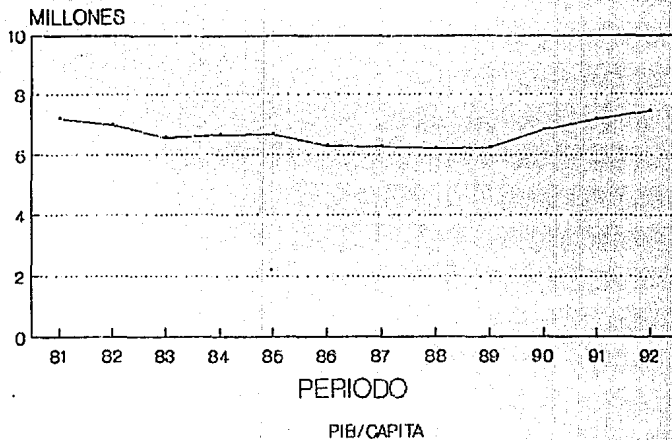
AÑO	PORCENTAJE	AÑO	PORCENTAJE
1981	29 %	1986	19.0%
1982	98 %	1990	26.7%
1983	80 %	1991	22.6%
1984	60 %	1992	14.5%
1985	65 %		
1986	107 %		
1987	160 %		
1988	53 %		

# PRODUCTO INTERNO BRUTO 1981-1992



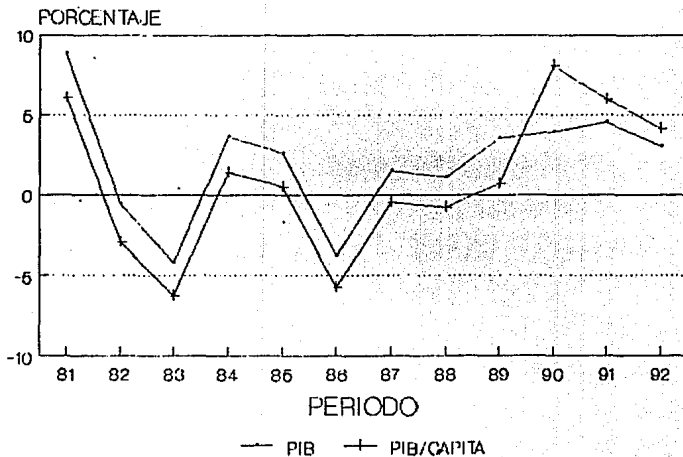
P.C. 1990  
FUENTE: BANCO DE MEXICO, ANIO, INEGI  
CARLOS G. FERNANDEZ R. / 1993

# PIB/CAPITA 1981-1992



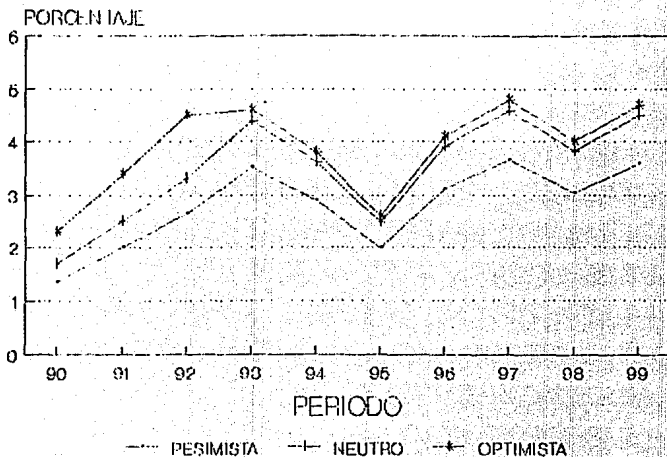
P. C. 1980  
FUENTE: BANCO DE MEXICO, ANIO, INEGI  
CARLOS G. FERNANDEZ R. / 1993

# INCREMENTO PORCENTUAL PRODUCTO INTERNO BRUTO



FUENTE: BANCO DE MEXICO, ANIO, INEGI  
CARLOS G. FERNANDEZ R. / 1993

# PROYECCIONES INCREMENTO % PIB

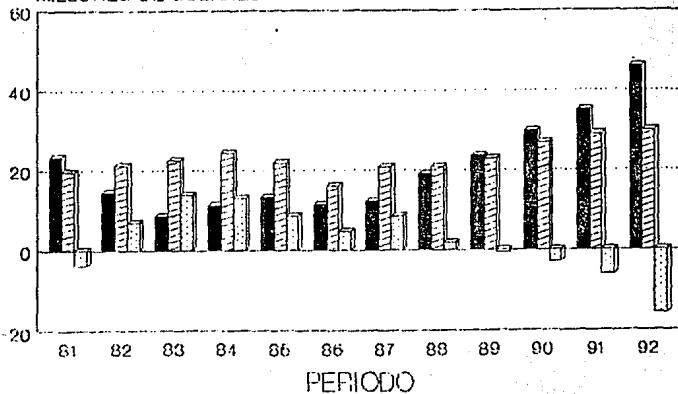


FUENTE: BANCO DE MEXICO, ANIO, INEGI  
CARLOS G. FERNANDEZ R. / 1993

# BALANZA COMERCIAL

## 1981-1992

MILLONES DE DOLARES

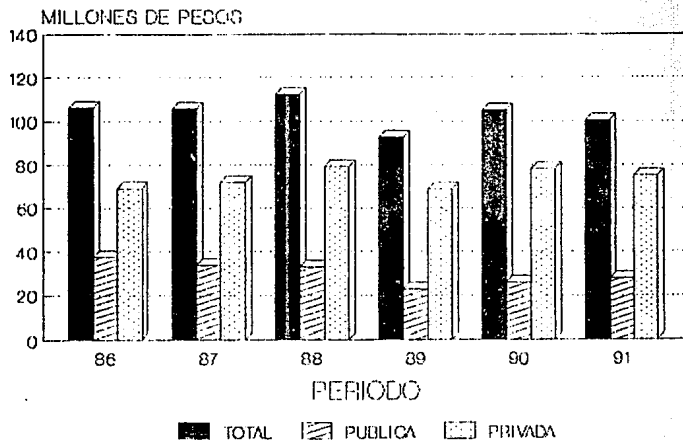


■ IMPORTACIONES    ▨ EXPORTACIONES    ▤ BALANZA

FUENTE: ANIO, INEGI  
CARLOS G. FERNANDEZ R. / 1993

# INVERSION NACIONAL

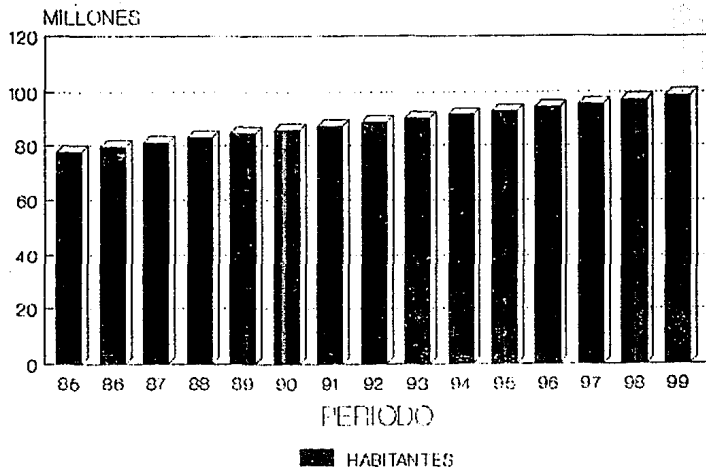
## 1986-1991



P.C. 1990  
FUENTE: ANIO, INEGI  
CARLOS G. FERRANDEZ R. / 1993

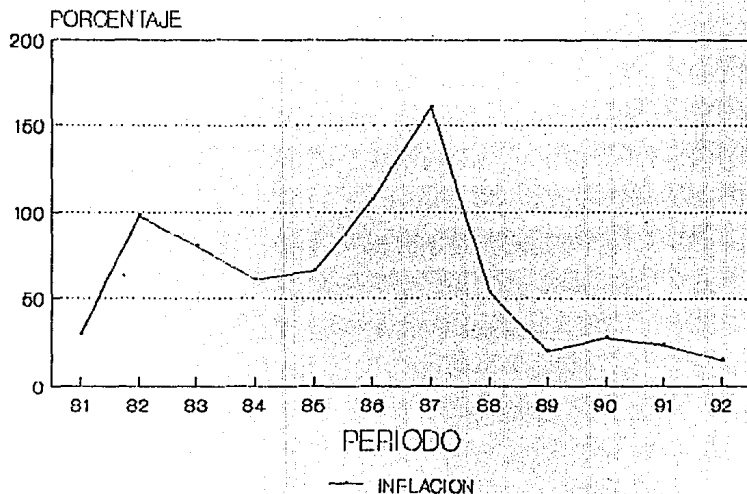


# CRECIMIENTO DE POBLACION



FUENTE: INEGI  
CARLOS G. FERNANDEZ R. / 1000

# COMPORTAMIENTO DE LA INFLACION



FUENTE: BANCO DE MEXICO, ANIO, INEGI  
CARLOS G. FERNANDEZ II. / 1993

Como podemos observar en la gráfica de proyección del PIB en los próximos años, en el país se presentará una estabilidad económica favorable para cualquier empresa, y tendremos un incremento porcentual alrededor de la unidad anualmente. Esta aseveración se puede tomar como válida aunque, en los últimos años de 1981 a 1988 se haya presentado la peor crisis económica del país, y eso se debe a los aciertos de los planes de acción del actual gobierno.

Así también el porcentaje de incremento del PIB/Cápita comenzó a ser positivo en 1989 con lo cual podemos ratificar que el país entero tiene posibilidades de lograr un buen desarrollo en los años venideros, con el consiguiente bienestar para todos los habitantes.

Al analizar los valores de la Balanza Comercial podemos ver que presenta un saldo positivo en los años de 1981 a 1988, lo cual es favorable para la estabilidad económica y comercial del país. Sin embargo en los últimos años tiene un saldo negativo, lo cual podemos explicarlo por la necesidad de importar alimentos para cubrir la demanda nacional y además a la reciente apertura comercial a los productos y a los mercados internacionales, los cuales compitieron con ventaja en el país. Para solucionar esto, se han tomado medidas en el Programa de mejora continua de la calidad, lo cual es uno de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo.

Revisando los datos de la Inversión Nacional, notamos que la

inversión pública ha disminuido, lo cual se traduce como un ahorro de recursos aplicables a otras prioridades. También observamos el aumento de la inversión privada, lo cual influye en la generación de empleos y en la distribución de riquezas en el país.

### 3. ENTORNO MACROECONOMICO (ref. cit. 50, 57, 58, 59)

El comportamiento de las variables financieras en 1989 reflejó la favorable evolución macroeconómica y la aplicación de las políticas monetaria, financiera y crediticia. Las bajas tasas de inflación y la recuperación económica, junto con la liberación del sistema financiero, propiciaron un ambiente de estabilidad en los mercados financieros, la tendencia a la baja en las tasas de interés y una respuesta positiva del ahorro financiero.

A partir de abril de 1989, se eliminaron las restricciones a los plazos y tasas con los que la banca puede captar recursos. Igualmente se substituyó el encaje legal por un coeficiente técnico de liquidez, que se satisface con la inversión del 30% de los recursos captados en depósitos con interés en el Banco de México o en títulos gubernamentales. Con estas reformas se propició el regreso de un volumen significativo de recursos al sistema financiero.

La disciplina fiscal y monetaria, aunada a las reformas financieras y el entorno macroeconómico, permitieron que la captación de ahorro financiero cubriera los requerimientos de financiamiento de los sectores público y privado.

El saldo de financiamiento de la banca múltiple al sector privado creció 63.5% en términos reales en el último año y ascendió a 80.0 billones de pesos.

La mejora de las expectativas de los inversionistas ante la evolución de la economía nacional, también se reflejó en el mercado de valores.

El programa económico le asignó un papel relevante a la política cambiaria por su impacto en el nivel general de precios, su estrecha relación con la balanza de pagos y la competitividad productiva y su influencia en la formación de expectativas entre ahorradores e inversionistas. La política de deslizamiento diario del tipo de cambio permitió mantener un equilibrio y estabilidad en el mercado cambiario y apoyar los esfuerzos para alcanzar tasas de inflación que se acercan cada vez más a las de nuestros principales socios comerciales.

La liberación del sistema financiero hizo necesario replantear las funciones y la estructura de la banca de desarrollo. Esta se conformó en su mayoría como una banca de segundo piso, lo que permitió simplificar la estructura del sistema financiero de fomento al eliminar instituciones y funciones duplicadas y propició una mejor articulación entre estas instituciones y la banca múltiple.

Durante 1989 la estrategia de modernización industrial buscó

promover la inversión, el desarrollo tecnológico, la modernización sectorial, la normalización y calidad de los productos, la micro, pequeña y mediana industrias, y el desarrollo regional y la desconcentración de la industria.

El crecimiento de la producción industrial fue de 4.8%, superior al 1.0% observado en 1988. Las actividades más dinámicas fueron las de imprenta y editorial(8.5%), química y de plásticos(7.4%), y equipo/cambas con 7.2%. Esta evolución muestra que la planta industrial ha sido capaz de enfrentar con éxito la competencia internacional.

Para promover el crecimiento económico se publicó el Reglamento de la Ley para Promover la Inversión Nacional y Regular la Inversión Extranjera, estableciéndose con claridad los criterios que promueven la participación de la inversión extranjera en la economía.

A fin de incrementar la competencia entre las empresas de la industria farmacéutica, se fortaleció el Programa de Medicamentos Básicos de Consumo Popular y se estableció un programa para eliminar gradualmente el permiso previo a la importación de 80 fracciones arancelarias que afectan al sector, con lo que se liberaron 48 en 1989.

Con el fin de apoyar la creación de nuevas industrias y estimular el autoempleo, se promovió la formación de sociedades

cooperativas de producción industrial.

Respecto a las actividades de normalización y control de calidad de productos, se inició la modernización del régimen respectivo a fin de garantizar un mínimo de especificaciones que incrementen la confianza de los compradores y se asegure la permanencia de nuestros productos en el mercado internacional.

La política de comercio exterior busca perfeccionar la apertura comercial, promover las exportaciones, defender los intereses comerciales en el exterior y desarrollar las franjas fronterizas y zonas libres.

El aumento en las importaciones se originó en el mayor grado de apertura comercial y la recuperación de la actividad económica, que implicó mayores compras externas de bienes intermedios y de capital. Aunado a esto, hubo necesidad de realizar compras de productos alimenticios para complementar la oferta nacional.

La economía nacional observó en 1989 algunos rasgos que habrán de caracterizar su evolución en los próximos años: incremento del producto per cápita y de los salarios reales, inflación con tendencia a la baja, menores transferencias de fondos al exterior y un déficit fiscal moderado con recursos no inflacionarios. Así lo señala el Informe Anual del Banco de México.

La renegociación de la deuda pública externa con la banca comercial fue una de las acciones más trascendentes de 1989. Varios objetivos se persiguieron con dicha renegociación: Abatir la transferencia neta de recursos al exterior, reducir el valor histórico de la deuda, su valor real y la proporción que representa dentro del PIB, así como asegurar la obtención de nuevos créditos en un horizonte multinacional (ref. cit. 52).

La reprivatización bancaria es muestra de la firme política del actual gobierno en la reforma del estado y en la modernización del país. Las nuevas circunstancias en las que se encuentra el país, permiten realizar este proceso de cambio de propietario de las sociedades nacionales de crédito en beneficio nacional. El objetivo de la medida es doble. Por un lado contará con recursos para satisfacer las necesidades más apremiantes de la población. La privatización de la banca se traducirá en recursos adicionales para el gobierno, en menores presiones inflacionarias y en obras de infraestructura básica, como carreteras, escuelas, hospitales, etc. Por otro lado, el objetivo es estimular a la iniciativa privada para que en este nuevo campo liberado pueda impulsar el desarrollo de las actividades productivas (80).

Un elemento importante es que el gobierno no se retirará del todo de la institución. Además de conservar la propiedad de la banca de desarrollo, tiene el interés de mantener posiciones mayoritarias en dos o tres bancos comerciales y posiciones minoritarias en algunas



otras instituciones.

Como resultado del proceso de privatización de la banca, México contará con un sistema moderno y eficiente para hacerle frente a las crecientes necesidades financieras de nuestro desarrollo.

El escenario oficial que se previó a fines de 1989 para el año de 1990 es el siguiente:

- Inflación anual del 15%.
- Deslizamiento del tipo de cambio a través del año de 1 peso diario (poco más del 13% de devaluación anual del peso).
- Prolongación del PECE cuando menos hasta diciembre de 1990.
- Crecimiento estable de las importaciones en 9% anual.
- Crecimiento de las exportaciones no petroleras al 9.8% anual.
- Ahorro y/o ingresos derivados de la renegociación de la deuda externa, cerca de 8000 millones de dolares.
- Disminución promedio de 11 puntos porcentuales (nominales) de las tasas de interés en 1990 con respecto a 1989.
- Crecimiento real del PIB de 3.5% anual.

Pero la realidad es otra, al inicio de 1990 se puede ver que el panorama es demasiado optimista, ya que la situación es otra: Para tener una inflación anual del 15.5% sería necesario que la inflación mensual promedio fuera del orden del 2.3%, sin embargo, en enero de 1990 se tuvo una inflación del 4.8%, muy superior a la registrada en enero de 1989, y hay que recordar que en este periodo se tuvo una

inflación anual del 19.7%. Para el primer cuarto del año la inflación acumulada registrada fue de 10.8%. Debido a la inflación registrada durante el mes de enero, el gobierno tuvo que incrementar las tasas de interés para evitar la fuga de capitales.

#### 4. TRATADO DE LIBRE COMERCIO MEXICO-ESTADOS UNIDOS-CANADA.

(ref. cit. 57, 61, 62).

Debido a la importancia del Tratado de Libre Comercio entre los países de América del Norte, siendo este parte del entorno macroeconómico que tenemos en la actualidad, preferí tocarlo por separado.

México es un país capitalista, dependiente y atrasado, lo cual no conviene perder de vista cuando se habla de la integración o firma de un Tratado de Libre Comercio con países capitalistas altamente desarrollados como Estados Unidos y Canadá. Esto significa que México no tiene el mismo nivel de desarrollo que los países del norte.

Es por esta razón que se debe discutir en forma amplia las probables ventajas y desventajas que un Tratado de esta naturaleza traería a nuestro país. Sin embargo se debe aclarar que las bondades o perjuicios serán analizados tomando como base el desarrollo socioeconómico del país, es decir, si el Tratado contribuye o no a mejorar el nivel de vida de mayor número de mexicanos.

#### 4.1 ANTECEDENTES.

Como se mencionó antes, México sigue las reglas de un sistema capitalista, aunque mantiene las características de la dependencia y el atraso que se manifiestan en todos los ámbitos de la vida económica y social del país. Además, la dependencia se mantiene con un solo país: Estados Unidos. Algunas manifestaciones de esta dependencia son:

-Más de dos terceras partes de nuestro comercio exterior se realiza con Estados Unidos.

-El 88% de la inversión extranjera directa proviene de Estados Unidos.

-Más de la mitad de la deuda externa del país es norteamericana.

-Los trabajadores mexicanos emigran en forma masiva a Estados Unidos y,

-La mayor parte de la tecnología que adquirimos es norteamericana.

El atraso explica la marcha lenta de la economía en sus procesos de crecimiento y desarrollo. Se manifiesta en todos los ámbitos de la vida económica y social del país. Por ejemplo: Bajos niveles salariales y en consecuencia reducido ingreso per cápita de la mayoría de los habitantes del país, bajos niveles de vida para amplios sectores de la población, atraso tecnológico e industrial que nos obliga a ampliar la dependencia con el extranjero. Debemos mantener en mente que cualquier manifestación política económica como la firma del Tratado debe coadyuvar al logro del desarrollo socioeconómico del

país.

En lo que se refiere a la situación económica nacional en los dos últimos años, se ha dado un cambio estructural con las siguientes características relevantes:

- Recuperación del crecimiento económico, 2.9% en 1989 y 3.9% en 1990 (promedio 3.4% en los dos años).

- Política de privatización y reprivatización de empresas en manos del estado como Teléfonos de México y los bancos.

- Continuación de la apertura comercial al participar en el GATT (Acuerdo sobre Aranceles Aduaneros y Comercio). En los años de 1989 y 1990 se ha dado un saldo deficitario de la balanza comercial acumulado de 6176.6 millones de dólares, según datos oficiales. Esto se debe a que las exportaciones han crecido a una tasa de 13.9% promedio anual y las importaciones a una tasa de 28.8% anual en los dos años.

- Se continúa con el PECE (Pacto para la Estabilidad y el Crecimiento Económico) que ha disminuido la inflación a 19.7% en 1989, a 29.9% en 1990, (promedio de 24.4% anual para los dos años).

- En los últimos dos años (1989 y 1990) llegó al país nueva inversión extranjera directa por un monto de 5171 millones de dólares, es decir un crecimiento de 28.6%.

- Se renegóció la deuda externa, y después de la renegociación su monto ascendía a 79889 millones de dólares.

Los ejes conductores de la política económica del actual sexenio son: el cambio estructural, la recuperación del crecimiento,

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

la modernización, la apertura económica y la integración y mayor participación del país en la economía mundial, a través del incremento en la productividad y sobre todo en la eficiencia de los procesos productivos.

Los principales cambios que han sucedido a nivel mundial en los últimos años son:

- Cambios en los países socialistas de Europa del Este que permiten prever modificaciones en la correlación de fuerzas a nivel mundial.

- Un proceso de globalización económica entre países y regiones económicas que no permite el aislamiento de ninguna relación.

- La globalización ha traído como consecuencia la formación de bloques económicos como la Cuenca del Pacífico, la Comunidad Económica Europea, el mercado norteamericano y los países del bloque andino.

- Tanto la globalización como la formación de bloques, han incrementado las relaciones de interdependencia entre los países, lo que ha su vez ha acelerado el proceso de integración económica entre países, regiones y actividades económicas.

- Contradictoriamente, se han desarrollado tendencias proteccionistas que limitan el comercio libre y van en contra de la apertura comercial. Estas tendencias se manifiestan en países altamente desarrollados que participan en el GATT como Estados Unidos, lo cual provoca problemas comerciales para los países que tienen tratos con él.

- Junto con las tendencias proteccionistas se han desarrollado en algunos países ideologías y movimientos de tipo nacionalista que van

en contra de la globalización e integración económica, como Estados Unidos y Alemania.

- Interesa destacar aquí el caso de Estados Unidos que ha perdido presencia, hegemonía y liderazgo a nivel mundial y que trata de recuperarlos por medio de acciones y movimientos que le permitan tener una mayor participación económica a nivel mundial, sobre todo en estos momentos en que Japón y Alemania están teniendo una actuación cada vez mayor y más importante en el contexto económico mundial.

La economía norteamericana atraviesa por una recesión cuyos signos ya se vislumbraban desde años pasados (1990-1992) con un gran déficit comercial con el exterior, así como un gran déficit en las finanzas del sector público.

#### 4.2 VENTAJAS PARA MEXICO (ref. cit. 82).

Sin duda alguna, el poder participar en uno de los mercados más grandes del mundo es, una de las principales y posibles ventajas para empresas y comercios mexicanos, que debe evaluarse en su justa dimensión, tomando en cuenta que lo importante no es producir y vender para el mercado exterior, sino cómo benefician estas actividades al desarrollo del país.

Se debe buscar una integración negociada (que suponga superar la debilidad de jure que tiene México frente a su principal socio comercial). Esta integración negociada permitirá una mayor integración de nuestra economía a la economía mundial, la participación en uno de

los bloques más importantes del mundo, lo cual nos facilitará el acceso a la tecnología de punta de los países desarrollados.

La integración y la interdependencia así como la participación en los bloques económicos mundiales posibilitará el desarrollo de la productividad y la competitividad de empresas mexicanas, a través de una nueva cultura organizacional que privilegie la calidad y la reducción de costos en aras de lograr una mayor amplitud de mercados. La firma y puesta en marcha del Tratado debe traer como consecuencia la reciprocidad en el trato. Algunos analistas consideran que la principal ventaja de nuestro país es su mano de obra barata y abundante, su petróleo, los minerales estratégicos y la cercanía con Estados Unidos, la de Canadá, sus recursos naturales y la de Estados Unidos su capital y tecnología.

#### 4.3 DESVENTAJAS PARA MEXICO (ref. cit. 62).

En el proceso de negociación del Tratado debe buscarse que las desventajas o riesgos para nuestro país sean mínimos. Algunos analistas consideran que los principales problemas que puede ocasionar la puesta en vigor del Tratado son: Pérdida de la soberanía nacional, aunque se menciona que es de tipo comercial, afectará otros aspectos de la vida económica social, tan es así que la negociación que se hace del mismo es de tipo político; Pérdida del control de los recursos naturales, en especial el petróleo; Prohibición de fijar precios a algunos artículos nacionales; Prohibición de fijar impuestos a las exportaciones; Se pueden imponer restricciones cuantitativas a

productos tanto de importación como de exportación y no contemplar las necesidades del país; Es probable que Estados Unidos pretenda convertir a México y Canadá en proveedores del mercado estadounidense; Imposición de restricciones a la formulación y aplicación de modelos de desarrollo, algunos analistas se preguntan si los objetivos del Tratado no chocan con los establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo, el PECE y el PRONASOL; Provocar cierre de empresas no competitivas, en especial pequeñas y medianas, lo que provocará aumento del desempleo y subempleo; Con la firma del Tratado existe la posibilidad de que nuestro país se convierta en maquilador, debido a que la ventaja comparativa más importante que tenemos es la mano de obra barata; Los inversionistas extranjeros tienen la oportunidad de reducir sus costos de producción y operación, es decir las ventajas serían para las grandes empresas que son extranjeras o transnacionales que tienen el capital y la tecnología. Como se vislumbra el panorama, tal parece que los beneficios del TLC son para el gran capital que en su mayoría están en manos de empresas transnacionales y de inversionistas extranjeros.

##### 5. CONCLUSIONES.

Para concluir, se puede afirmar que la economía mexicana goza de una mejor perspectiva de desarrollo. Sin duda subsisten problemas, pero éstos no se relacionan ya con la corrección de desequilibrios fundamentales, sino con problemas derivados de la recuperación del crecimiento. Quizás, en ningún ámbito se esté reflejando ese fenómeno con mayor evidencia que en el de la cuenta



corriente de la balanza de pagos. Sobre el particular cabe recordar que el déficit en cuenta corriente de 1989 fue 2.7% como proporción del PIB, semejante al que se dio en promedio en los años sesenta (2.5%), época que se caracterizó por la estabilidad en la balanza de pagos. Un déficit moderado de la cuenta corriente de la balanza de pagos no tiene que ser necesariamente preocupante si hay la posibilidad, como la hubo en la década de los sesenta y también en 1989, de financiarlo sin recurrir a las reservas internacionales del país y sin acumular deuda externa en forma excesiva.

El Tratado de Libre Comercio representa la oportunidad de participar en uno de los mercados más grandes del mundo, lo cual significa la posibilidad de crecimiento del país y de todo el sistema productivo del mismo. Por lo que se incrementa la certidumbre de cualquier inversión siempre y cuando se logre obtener un producto de la mejor calidad a través de un proceso competitivo.

**CAPITULO IV**  
**ANALISIS MICROECONOMICO**  
**DE LA INDUSTRIA QUIMICA**

## CAPITULO 4. ANALISIS MICROECONOMICO DE LA INDUSTRIA QUIMICA.

### 1. ANTECEDENTES.

Para desarrollar este capítulo debemos recopilar la información necesaria para describir el entorno microeconómico del proyecto. Para esto se efectúa un análisis de las diferentes áreas en que se utiliza el p-Aminofenol, las cuales están dentro de la rama de la industria química, que incluye a las industrias de los aceites y grasas comestibles, petróleo y derivados, petroquímica básica, química básica, abonos y fertilizantes, resinas sintéticas y fibras artificiales, productos farmacéuticos, jabones y detergentes, cosméticos, productos de hule y artículos de plástico. El análisis de estos sectores se efectuó durante el periodo comprendido entre 1981 y 1989.

El sector de la industria química muestra una tendencia positiva, aunque muy lenta, lo cual es debido a la reciente crisis económica por la que atraviesa el país, así mismo, tuvo una contracción durante el periodo de 1981 a 1985, lo cual también es atribuible a la grave crisis económica por la que atravesó el país en ese lapso de tiempo, la cual ha frenado el crecimiento de varios sectores industriales. A pesar de estos problemas, el Producto Interno Bruto de la industria química muestra, como lo menciona antes, una tendencia positiva, en la que se verá de nuevo un crecimiento en nuestra economía (ref. cit. 56).

## 2. ESTUDIO MICROECONOMICO.

(refs. cits. 42, 47, 59; 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70).

A continuación presento las siguientes tablas de datos y sus gráficas:

& Producto Interno Bruto de la Industria Química 1981-1992.

& PIB por Sectores de Actividad y su Proyección 1981-1999.

& Balanza Comercial del Sector Químico 1981-1992.

& Inversión de la Industria Química Mexicana 1983-1991.

& Consumo Aparente de Productos Químicos 1981-1991.

(refs. cits. 53, 56).

**TABLA 4.1 PRODUCTO INTERNO BRUTO 1981-1992.  
INDUSTRIA QUIMICA  
(MILLONES DE PESOS 1990)**

ANO:	CANTIDAD	ANO:	CANTIDAD:
1981	23690687.62	1987	19397756.34
1982	24166308.03	1988	20138100.44
1983	24404165.79	1989	20839281.89
1984	25872161.57	1990	21652013.80
1985	27587654.07	1991	22626354.50
1986	18798072.32	1992	23305145.14

**TABLA 4.2 PIB POR SECTORES DE ACTIVIDAD 1981-1989**  
**PROYECCION 1989-2000 (MILLONES DE PESOS 1988).**

SECTOR:	1981	1982	1983
Aceites y Grasa comestibles	151304.57	1609340.73	1614537.40
Petroleos y derivados	4762013.3	4568871.5	3357227.4
Petroquímica Básica	1243671.8	1398145.4	1765840.1
Química Básica	1413612.6	1416686.2	1414356.3
Abonos y Fertilizantes	732361.0	938830.0	904930.3
Resinas y Fibras sintéticas	3167355.0	3073510.8	3440113.2
Productos Farmacéuticos	3796701.4	3671476.6	3784754.0
Jabones, Detergentes y Cosméticos	2328606.5	2509652.0	2438711.23
Productos de Hule	2635917.9	2825686.5	2616980.6
Artículos de Plástico	2103638.1	2150188.4	1784329.7

1984	1985	1986	1987	1988
1904299.5	1854875.9	1596921.6	1862096.9	1928050.8
4954808.0	5000069.3	4985048.3	5303276.0	5456331.9
1781553.5	1797615.7	2121187.4	2247354.1	2410007.6
1499673.8	1579538.1	1532690.3	1618919.9	1662902.3
982712.4	1124197.6	1030898.6	1213218.3	1293147.0
3775136.7	3986422.6	3846672.4	4132508.3	4293768.6
3822034.0	3668237.3	3520076.5	3838467.9	3878801.5
2576230.5	2573454.2	2759705.1	2893094.9	3004547.9
2889292.5	3222283.4	2690598.4	3050463.6	3122341.6
1903663.0	1983866.5	2005576.1	2035195.8	2057900.9

1980	Constante:	Pendiente:	Coef. Correlación:
5609387.7	-758280171.7	393020.06	0.72040
2572841.2	76433616.67	-36212.83	0.10365
1706884.6	-203005221.7	103191.66	0.74590
1373000.87	-32188965.0	16972.40	0.44849
4453029.0	-548382193.3	276972.57	0.65683
3916135.1	-265039083.3	135403.66	0.87760
3116001.0	79637683.33	-38255.95	0.42545
3004547.9	-197103958.3	100655.68	0.96591
2080605.8	24727503.3	-11050.28	0.08814
2105200.0	-9006751.66	5532.22	0.13389

Forma de la ecuación :  $y = a + b \cdot x$

**TABLA 4.3 BALANZA COMERCIAL DEL SECTOR QUIMICO.  
1981-1991 (MILLONES DE DOLARES).**

ANO:	IMPORT PROD. QUIM.	EXPORT PROD. QUIM.	BALANZA SECTOR QUIMICO.
1981	1729.1	458.4	-1270.7
1982	933.7	481.6	-452.1
1983	844.5	677.3	-167.2
1984	925.0	821.9	-103.1
1985	1102.0	750.2	-341.8
1986	1120.6	1025.0	-95.6
1987	1442.0	1383.0	-59.0
1988	2118.9	1789.3	-329.6
1989	2106.9	1716.5	-390.4
1990	2440.1	1728.5	-711.6
1991	2700.0	1741.0	-959.0
1992	2950.0	1800.0	-1150.0

**TABLA 4.4 INVERSION EN INDUSTRIA QUIMICA MEXICANA.  
1983-1991 (MILLONES DE DOLARES).**

ANO:	CANTIDAD:
1983	790
1984	600
1985	780
1986	580
1987	300
1988	600
1989	480
1990	949
1991	975

TABLA 4.5 CONSUMO APARENTE DE PRODUCTOS QUIMICOS.  
1981-1990 (MILLONES DE PESOS CORRIENTES).

AÑO:	PRODUCCION:	IMPORTACION:	EXPORTACION:	CONSUMO APARENTE:
1981	208400	54821	14895	248326
1982	435400	77463	33281	479582
1983	1072000	141933	96292	1117641
1984	1880500	244005	159449	1765056
1985	2800000	458185	214921	3043264
1986	6070000	984665	637992	6417273
1987	19500000	2088117	1591380	19996737
1988	24200000	6253303	4095510	26357793
1989	30500017	6816378	4295756	33020649.5
1990	38063155	7465701	5298385	40230470.6

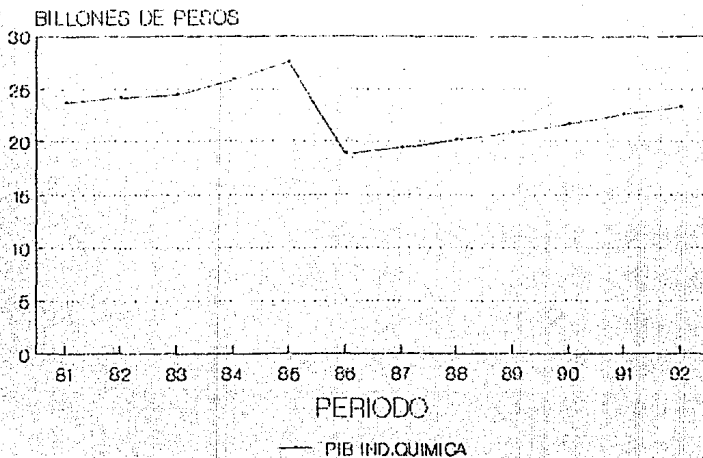
TABLA 4.6 CONSUMO APARENTE DE PRODUCTOS QUIMICOS  
1981-1990 (MILLONES DE PESOS 1990)

AÑO	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORTACION	CONSUMO APARENTE
1981	20404444.0	5367524.1	1458369.4	24313598.6
1982	21448674.8	3815982.3	1639488.6	23625168.4
1983	29199136.0	3885971.0	2622801.4	30442305.5
1984	28755035.5	4175169.5	2728331.8	30201873.2
1985	29260000.0	4789033.2	2245924.4	31802108.8
1986	30830137.0	5001212.0	3237377.7	32593971.3
1987	38200500.0	4090621.2	3117513.4	39173607.7
1988	31278500.0	8082394.1	5293446.6	34067447.4
1989	35831420.0	8007881.0	5046654.2	38792659.0
1990	38063155.0	7465701.0	5298385.0	40230470.6



# PIB INDUSTRIA QUIMICA

## 1981-1992

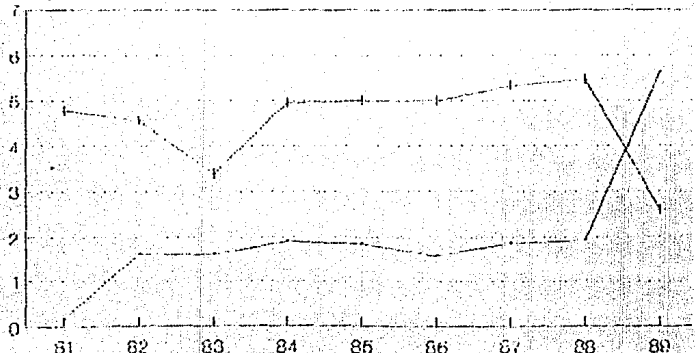


P. C. 1980  
FUENTE: ANIO, INEGI  
CARLOS G. FERNANDEZ H. / 1993

# PIB POR SECTORES

## 1981-1989

BILLONES DE PESOS



PERIODO

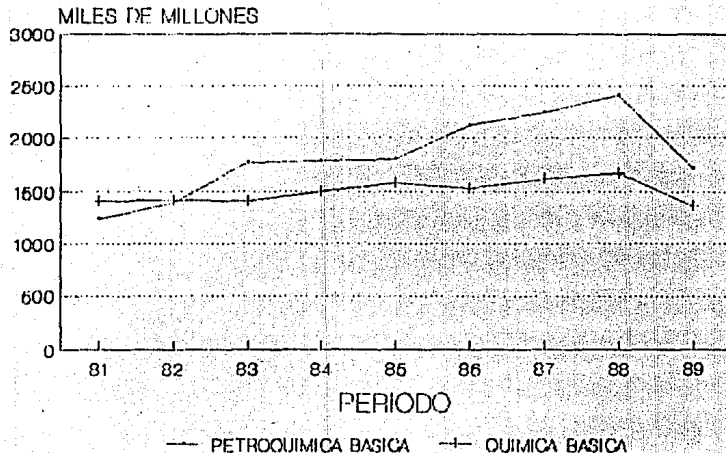
--- ACEITES    +- PETROLEO

P. C. 1990

FUENTE: ANIO, INEGI

CARLOS C. FERNANDEZ II

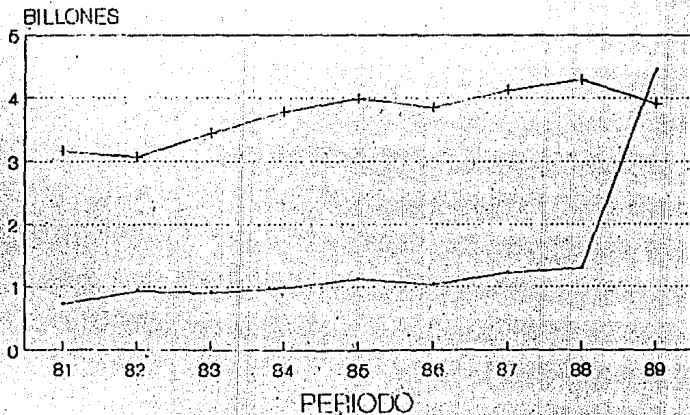
# PIB POR SECTORES 1981-1989



P.C. 1990  
FUENTE: ANIQ, INC. (4)  
CARLOS G. FERNÁNDEZ R.

# PIB POR SECTORES

## 1981-1989

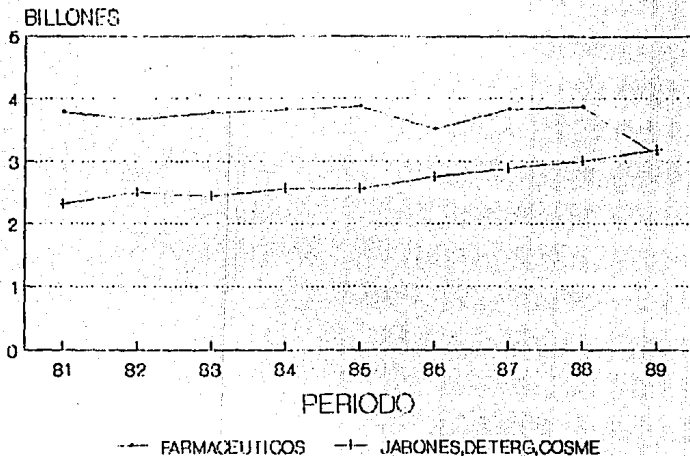


— ABONOS Y FERTILIZANT    + RESINAS Y FIBRAS

P.C. 1000  
FUENTE: ANIO, INEGI  
CARLOS G. FERNANDEZ R. / 1000

# PIB POR SECTORES

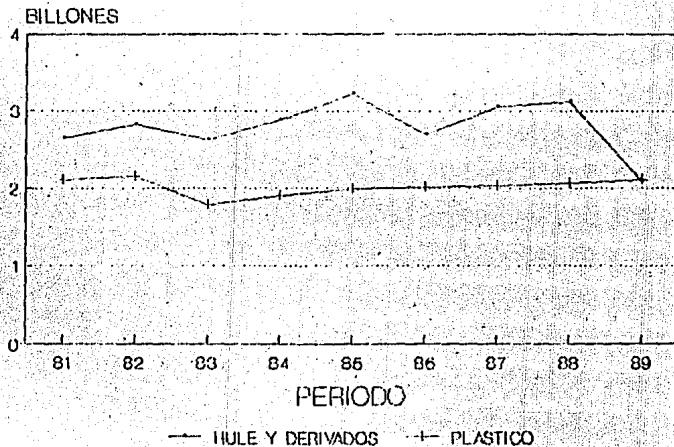
## 1981-1989



P.C. 1990  
FUENTE: ANIO, INEGI  
CARLOS G. FERNÁNDEZ R.

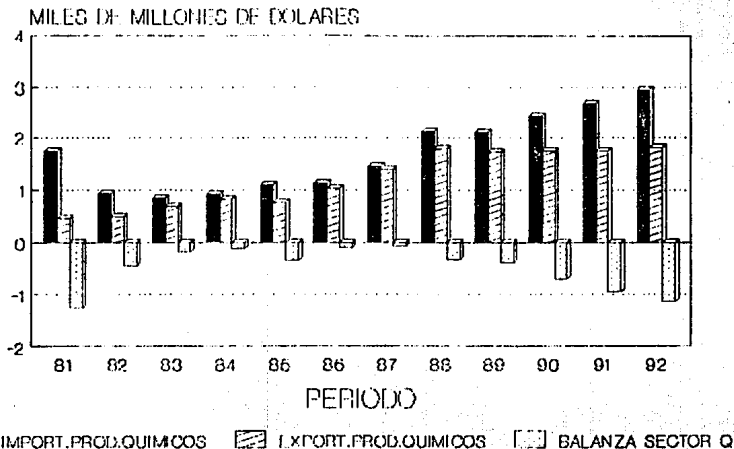
# PIB POR SECTORES

## 1981-1989



P.C. 1980  
FUENTE: ANIO, INEGI  
CARLOS G. FERNANDEZ R. / 1989

# BALANZA COMERCIAL SECTOR QUIMICO 1981-1992

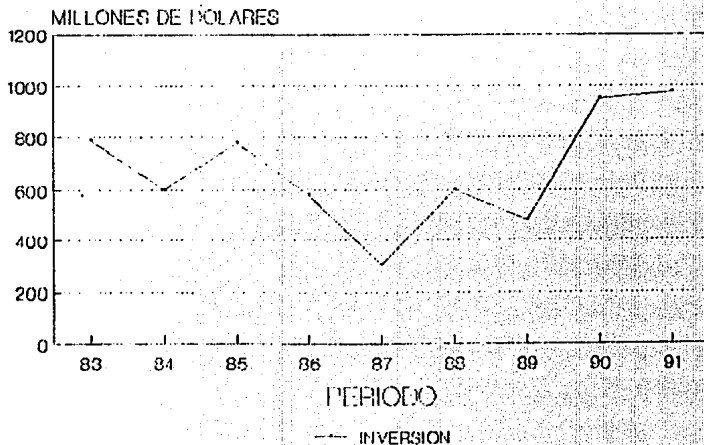


DOLARES CORRIENTES

FUENTE: ANIQ

CARLOS G. FERNANDEZ R. / 1993

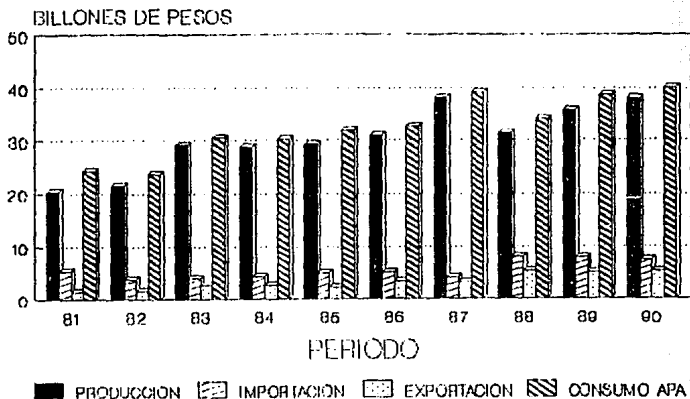
# INVERSION INDUSTRIA QUIMICA 1983-1991



DOLARES CORRIENTES  
FUENTE: ANIO  
CARLOS G. FERNANDEZ R. / 1993



# CONSUMO APARENTE PRODUCTOS QUIMICOS 1981-1990



100

P.C. 1990  
FUENTE: ANIQ  
CARTAGENA G. FERNANDEZ R. / 1993

De esta manera podemos ver que el PIB de la industria química ha permanecido estable en los últimos años, lo que nos permite proyectar, que durante los próximos años, se presentará una estabilidad similar a la del PIB nacional, a lo cual podemos agregar un crecimiento en la misma proporción.

Al estudiar los datos del PIB por sectores de actividad, podemos determinar un incremento del mismo a través del periodo de 1981 a 1989 lo cual nos proporciona una visión positiva al asegurarnos el crecimiento de los sectores que pueden ser los principales consumidores de p-Aminofenol. Lo anterior podemos ratificarlo mediante el valor de la pendiente obtenida de las correlaciones de los datos de PIB por actividad, como podemos ver todas las pendientes tienen un valor positivo.

La Balanza Comercial del sector químico presenta valores negativos, lo cual nos impulsa a buscar la forma de substituir las importaciones en mayor grado, como podemos ver esto favorece al proyecto de la producción de p-Aminofenol en México.

Otro indicador de la necesidad de producir el p-Aminofenol en México, es el Consumo Aparente de los productos químicos, el cual, analizado a primera vista, nos muestra un crecimiento del mismo, pero observando a detalle podemos distinguir, que el problema estriba en que las importaciones aumentan en mayor cantidad que las exportaciones, lo cual repercute en el consumo aparente.

Algo que debemos tomar positivamente en este análisis, es que la inversión en la industria química se ha visto aumentada en los últimos años, lo que nos ofrece la alternativa de que el proyecto de p-Aminofenol, sea tomado como una posibilidad para invertir en México.

### 3. TRATADO DE LIBRE COMERCIO MEXICO-ESTADOS UNIDOS-CANADA.

(refs. cit. 57, 81, 82).

El Tratado de Libre Comercio entre los países de América del Norte, desde el punto de vista microeconómico, debe analizarse a partir de los sectores productivos, los cuales forman la parte medular de todo sistema económico. Por esto, para poder manejar el proyecto de producción de p-aminofenol, debemos analizar el comportamiento del sector de la industria química, ante la llegada del Tratado.

Hasta el momento se ha dejado ver bien poco del Tratado de Libre Comercio, de sus alcances y beneficios o perjuicios para cada uno de los sectores productivos específicamente, por lo que solo tocaré el tema generalmente. La pregunta más sonada es: En qué consiste el Tratado de Libre Comercio?. Hay varias respuestas, pero en esencia, éste se plantea como un acuerdo llevado a cabo entre los tres países antes mencionados para facilitar el flujo recíproco de productos, servicios e inversiones. Para ello hay dos aspectos fundamentales: El primero consiste en reducir los impuestos de importación en los países que forman parte del convenio; el segundo, por su parte, tiende a eliminar lo que se conoce como barreras no arancelarias, esto es, aquellas trabas que sin ser impuestos,

obstaculizan el comercio más allá de las propias fronteras.

Dichas barreras no arancelarias pueden ser de muy diversos tipos. Entre ellas se encuentran normas técnicas, que son especificaciones locales en función de las que, por ejemplo, una sustancia puede estar permitida en un país y prohibida en otro. Una barrera más es lo que se conoce como reglas de origen, que establecen que porcentaje del producto debe ser originario del país que lo exporta; esto tiene el propósito de evitar que alguna de las naciones que forman parte del tratado sea puente para productos de un país ajeno al mismo.

Mientras que las barreras arriba mencionadas tienen que ver directamente con la producción de un bien o servicio, otras se desprenden en mayor medida de factores de tipo político. Así, puede considerarse como una barrera no arancelaria el no dar el mismo trato a los productores nacionales y a los extranjeros. En otras palabras los integrantes extranjeros del Tratado deben tener libre acceso a los mercados y estar sujetos a los mismos términos, condiciones y autorizaciones que los nacionales.

El control de precios, que es quizá la barrera no arancelaria que más ha afectado, inhibe la inversión y, con ello, el acceso a nuevas tecnologías y, como consecuencia, no existe competitividad y el comercio se distorsiona ya que los productos no pueden competir con éxito en el extranjero.

Los distintos sectores de nuestro país encaran el TLC con sentimientos encontrados, que van desde un completo optimismo hasta un cierto temor ante las consecuencias del cambio. Mientras que las negociaciones del Tratado se espera que terminarían en un plazo de seis u ocho meses, su implementación será gradual en un periodo de alrededor de ocho a diez años.

Entre las consecuencias positivas de este cambio podemos mencionar un incremento importante de las inversiones extranjeras, una mayor apertura a nuevas tecnologías, un aumento del nivel de competitividad de las empresas mexicanas -el cual ya empieza a ser tangible- y una mejora en el nivel de empleo de nuestra gente; en suma, todos estos factores se integrarán en beneficio de la economía del país.

La cara negativa de la moneda consiste en que muchas empresas que como consecuencia del proteccionismo habían mantenido un nivel bajo de competitividad y un alto índice de costos, no serán capaces de afrontar exitosamente el cambio.

Algunos de los objetivos principales del Tratado deben ser: La erradicación del control de precios en los países contratantes que tanto ha afectado, siendo sustituido por un control natural que obedezca a las leyes del mercado; Aumento en la inversión y acceso a las tecnologías de punta; Disminución de los aranceles; Armonización de las normas técnicas; Una adecuada protección a la propiedad

intelectual (patentes y marcas), cuya laxitud en el pasado ha propiciado el piratero.

#### 4. CONCLUSIONES.

Ahora que hemos revisado los principales indicadores microeconómicos, podemos concluir que, el proyecto tiene muy buenas expectativas para desarrollarse en el sector de la industria química, esto, se debe principalmente al crecimiento de los diferentes sectores del mismo ramo, con lo cual se asegura con la menor incertidumbre posible, el consumo de nuestro producto en el futuro, podemos agregar el impulso que se está recibiendo para substituir las importaciones y así obtener una balanza comercial favorable.

Hoy en día, se abre una nueva ventana de optimismo para el sistema productivo del país, el Tratado de Libre Comercio, ofrece la oportunidad de acceso a inversiones y nuevas tecnologías, con lo cual el sector productivo, podrá competir con productos de calidad en uno de los mercados más grandes del mundo. Con esto podemos vislumbrar con mayor optimismo el éxito de cualquier proyecto de la industria química con lo cual, podemos disminuir la incertidumbre del proyecto.

**CAPITULO V**  
**ESTUDIO TECNICO**

## CAPITULO 5. ESTUDIO TECNICO.

(ref. cit. 3; 71, 72, 73, 74).

### 1. ANTECEDENTES.

En este capítulo se desarrollarán las bases técnicas del proyecto, con la finalidad, de proveer con un mayor número de razones convincentes, y con esto lograr un grado de incertidumbre menor en el análisis de la factibilidad del proyecto.

En el capítulo I "Descripción del producto y Análisis de alternativas de producción", se seleccionaron las alternativas de procesos más viables para la producción del p-Aminofenol: a) Proceso de producción de p-Aminofenol en presencia de Sulfuro de Dimetilo a partir de Nitrobenceno y b) Proceso de producción de p-Aminofenol por Hidrogenación Catalítica de Nitrofenol. En este capítulo, como antes mencioné, se desarrollarán las bases técnicas para ambos procesos.

Para facilitar la comprensión de la lectura de este capítulo, a partir de este momento, se denominará como "Proceso a partir de Nitrobenceno" al proceso "a)" arriba mencionado y como "Proceso a partir de Nitrofenol" al proceso "b)" arriba mencionado también.

Constituyen al capítulo las siguientes partes: Bases de diseño, descripción del proceso, diagrama de flujo del proceso, balance de materia y energía, predimensionamiento del equipo, costo del mismo y Localización de la Planta.



## 2. BASES DE DISEÑO (ref. cit. 74).

### 2.1 NOMBRE DE LA PLANTA.

El nombre de la planta será:

"AMINOFENOL DE MEXICO".

### 2.2 TIPO DE PROCESO.

#### 2.2.A Proceso a partir de Nitrobenceno.

El proceso se basa en la hidrogenación catalítica de Nitrobenceno en presencia de catalizador de Platino en carbón al 3%, posteriormente, en la separación del catalizador por filtración, de la mezcla de reacción, y por último el calentamiento de la p-fenilhidroxilamina, para obtener por transposición el p-aminofenol.

#### 2.2.B Proceso a partir de Nitrofenol.

El proceso se basa en la hidrogenación catalítica de p-Nitrofenol en presencia de catalizador de Paladio en Carbón al 5%, posteriormente en la separación de los componentes de la mezcla de reacción, a través de diferentes etapas.

### 2.3. FACTOR DE SERVICIO.

El Factor de Servicio de la planta se define, como el número de días laborables que la planta operará, y se toman en cuenta los días de mantenimiento programados y los paros programados por días festivos. Se estima que un buen factor de servicio, se determina por un tiempo de 330 días laborables por año, por lo que el factor de servicio es:

$$F_s = \frac{330 \text{ días laborables}}{365 \text{ días totales}} = 0.9041$$

#### 2.4. CAPACIDAD DE LA PLANTA.

La capacidad de la planta, se determina una vez que ya tenemos el estudio de mercado y como consecuencia podemos proyectar la demanda del producto en el futuro. Así que como podemos ver en el capítulo 2, la demanda del producto en el año 2000, será de 537367 Kg., por lo que, si diseñamos la planta para que satisfaga estas necesidades del mercado nacional, la capacidad de la planta operando al 100% será de 495000 Kgs. por año en base seca, desde el inicio del primer año, cubriendo tres turnos en operación continua, hasta el sexto año de operación de la planta. Lo anterior se determinó tomando en cuenta, que el futuro de la demanda es incierto; además es favorable, ya que provocaría una competencia sana y la planta buscará una mejora continua de la calidad del producto y optimizar el proceso, con la finalidad de permanecer en el negocio. Para la operación de los siguientes cuatro años, se invertirá en un reactor adicional, lo cual duplicara la capacidad de la planta, o sea, 990,000 Kgs. por año en base seca, cubriendo tres turnos en operación continua.

#### 2.5. ESPECIFICACIONES DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTO

TERMINADO (ref. cit. 1).

p-Nitrofenol:

Acido Acetico Glacial: (CH<sub>3</sub>COOH) Líquido, de olor picante, produce escamación de la piel, peso molecular = 60.05, d<sub>4</sub><sup>20</sup>(liq) =

1.053,  $d^{40}_{sol}$  = 1.266,  $d^{20}_{4}$  = 1.049, punto de ebullición = 118 grados C., punto de fusión = 18 grados C.. se cristaliza rápidamente en el frío. Es un excelente solvente para muchos compuestos orgánicos. también se disuelve en ácido fosfórico, sulfúrico y halógenos. Es miscible con agua, alcohol, glicerol, éter, tetracloruro de carbono, prácticamente insoluble en disulfuro de carbono. Se ioniza debilmente en soluciones acuosas.  $K_a$  =  $1.8 \times 10^{-5}$ , pH de soluciones acuosas 1.0M = 2.4, 0.1M = 2.9, 0.01M = 3.4.  $LD_{50}$  oral en ratas = 3.53 g/Kg.

Bicarbonato de Sodio: ( $NaHCO_3$ ) Carbonato ácido de sodio, peso molecular = 84.0, composición: C 14.29%, H 1.20%, Na 27.37%, O 57.14%. El bicarbonato comercial es de alrededor de 99.8% de pureza. Se encuentra como granulos o cristales blancos, comienza a perder  $CO_2$  a los 50 grados C. y a los 100 grados C. se convierte en  $Na_2CO_3$ . En solución acuosa se divide en dióxido de carbon y carbonato de sodio, cerca de los 20 grados C. y a ebullición completa, solución a 10 partes a los 25 grados C., en 12 partes cerca de los 18 grados C.. Insoluble en alcohol. Si se prepara una solución agregando bicarbonato de sodio a un recipiente con agua fría sin agitación, la alcalinidad de la solución obtenida alcanza para lograr el vire de la fenolftaleína, el pH de una solución recién preparada a 0.1 molar a 25 grados C. es de 8.3 .

Hidrosulfito de Sodio: ( $Na_2S_2O_4$ ) Sulfoxilato de sodio, ditionito de sodio, peso molecular = 174.13. El hidrosulfito comercial contiene 85-90% de  $Na_2S_2O_4$ , de color blanco o blanco grisáceo, en

forma de cristales, se oxida en presencia de aire, mas rápidamente en presencia de humedad o en solución, a bisulfito o bisulfato en reacciones acidas. Muy soluble en agua y ligeramente en alcohol.

Para-aminofenol: ( $C_6H_7NO$ ) Parahidroxianilina, cuando se prepara a partir de la reducción de p-nitrofenol, se obtienen cristales ortorombicos de la mezcla de reaccion. Los cristales se deterioran en presencia de aire y luz. Punto de fusión = 189.6 - 190.2 grados C. El producto comercial es de color blanco o blanco-rosado, el grado tecnico de pureza, equivale a un 99.5%, y el grado farmaceutico, equivale a un 99.9% de pureza, para lo cual puede necesitarse una recrystalizacion del producto.

Para-nitrofenol: ( $O_2NC_6H_4OH$ ), Color amarillento con tonalidad parecida al amarillo de las uñas, existe en dos formas, estable y metaestable, de color amarillento y amarillo respectivamente, el primero estable a la luz y el segundo se torna rojo al exponerlo a la luz, El p-nitrofenol comercial es una mezcla de ambos, punto de fusión = 114 C., punto de ebullición = 279 C.(descomposición),  $K_a = 7 \times 10^{-8}$ , Calor de combustión a presión constante = 689.1 Kcal/mol, a volumen constante = 689.5 Kcal/mol, altamente soluble en etanol, dietileter, y agua caliente (0.804 g a 15 C, 1.6 g a 25 C, 29.1 g a 90 C en 100 g de agua), soluble en solución de carbonato de sodio (Sal de sodio amarilla), no se puede destilar por arrastre de vapor. Se obtiene comercialmente por hidrólisis catalitica de p-nitroclorobenceno con hidroxido de sodio a 160 C. pero

puede obtenerse tambien por la oxidación de nitrosfenol por ácido nítrico diluido.

## 2.6. FLEXIBILIDAD DE LA PLANTA.

Cuando hablamos de la flexibilidad de la planta, tenemos que recordar que, es un proceso por lotes, lo cual nos permite detener parcialmente el proceso, sin tener que afectar las partes restantes del mismo, lo que debemos tomar en cuenta es que, el p-aminofenol se obtiene desde la primera etapa del proceso, y que se descompone en presencia de aire y al exponerlo a la luz, por lo que debemos evitar cualquier exposición.

Para convertir el proceso por lotes, a un proceso continuo, se debe utilizar el método de reacción en cascada, que se describe en el capítulo 1, pero si se hace el cambio, el proceso pierde flexibilidad y se deben utilizar otro tipo de separaciones del producto terminado.

## 2.7. AUMENTO DE CAPACIDAD.

La etapa del proceso que limita la capacidad de producción de la planta es la de reacción, por lo que si se desea incrementar la producción, se necesita un reactor más grande, o uno similar, para que se obtenga producto alternadamente de los reactores, y los pasos siguientes se efectuen con mayor continuidad, definitivamente la segunda alternativa es la mejor, puesto que no se debe rediseñar, y por lo tanto no debemos comprar otros equipos para las etapas de

separación del producto terminado. Para mayor crecimiento se debe pensar en nuevas etapas de separación, ya sea adicionales, o de mayor tamaño.

### 3. DESCRIPCION DEL PROCESO.

#### 3.1. BREVE DESCRIPCION DE OPERACION DEL PROCESO.

##### 3.1.A Proceso a partir de Nitrobenceno.

El suministro de materias primas se efectúa de forma semimanual, esto es, ayudandose con transportadores, como polipastos de traccion, cuñas móviles, etc. O en el caso de ingredientes menores, en forma manual. El primer paso es agregar los ingredientes a el reactor, hasta obtener una mezcla homogénea, una vez cerrado el reactor se purga con nitrógeno, posteriormente se comienza a inyectar el hidrógeno, hasta alcanzar una presión de 140 psig., se agita y mantiene la temperatura entre 18 y 20 C. Dos moles de hidrógeno son absorbidas por cada mol de nitrobenceno, despues de 5 a 6 horas de reacción, se desfoga la presión y se libera el hidrógeno restante, con las precauciones debidas, después de esto se bombea la mezcla de reacción a través del filtro de malla, con la finalidad de separar el catalizador, y los demas materiales sólidos. La solución se vacia en el tanque de calentamiento, se calienta la fenilhidroxilamina obtenida a 70 C. para obtener p-aminofenol, con un 76% de rendimiento. Por último se pasa la solución con cristales de p-aminofenol a el tanque de cristalización para efectuar recrystalizaciones a fin de aumentar la pureza de los mismos, y por último decantar y separar los cristales. Se debe evitar el contacto de los cristales con el aire al

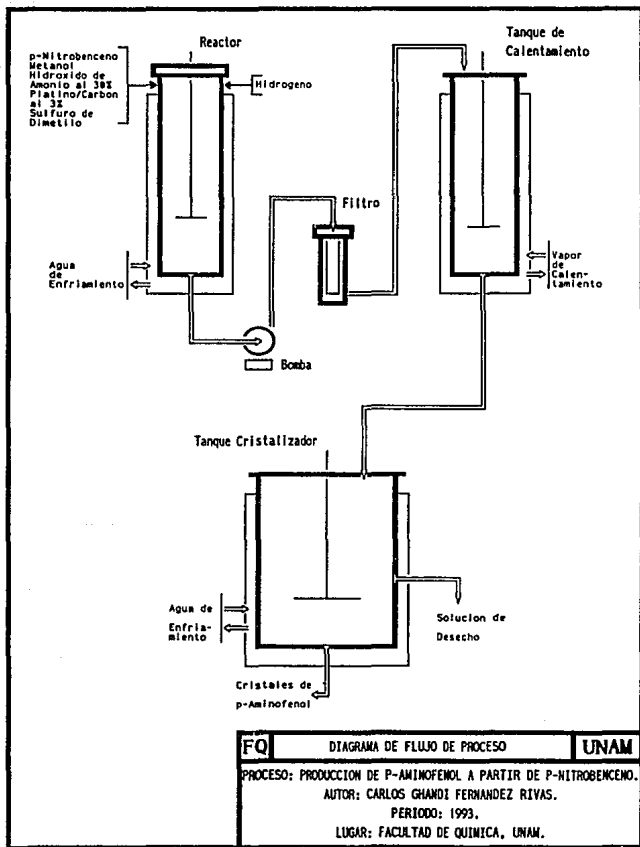
máximo para evitar su descomposición.

### 3.1.B Proceso a partir de Nitrofenol.

El suministro de materias primas, se efectua de manera semimanual, esto es, ayudandose con tranportadores, como polipastos de tracción, cuñas móviles, etc. O en el caso de los ingredientes menores, en forma manual. El primer paso es mezclar los ingredientes en el reactor, hasta obtener una mezcla homogénea, luego de cerrar el reactor, se comienza a inyectar hidrógeno a una presión de 58 psig y se debe mantener la temperatura a un promedio de 25 centig. y máximo de 41 centig., despues de 3 horas de reacción, se desfoga la presión y se libera el hidrógeno restante, con las precauciones debidas. A continuación se bombea la mezcla de reacción a través del filtro de malla, con la finalidad de separar el catalizador y el carbón activado para ser reutilizados. Despues la solución filtrada pasa al tanque evaporador, donde por medio de calentamiento se elimina el 80% del agua, a fin de obtener una pasta con 20% de humedad. El siguiente paso es disolver la pasta con agua destilada, pero además se neutraliza la solución y se añade hidrosulfito de sodio como antioxidante del producto. Una vez neutralizada la solución pasamos a la última etapa. El último paso es la cristalización del producto, se logra por el enfriamiento de la solución hasta la temperatura de 15 centig., luego separamos los cristales de la solución por decantación y se evita en lo posible el contacto con el aire, guardando el producto en recipientes bien sellados y translúcidos.

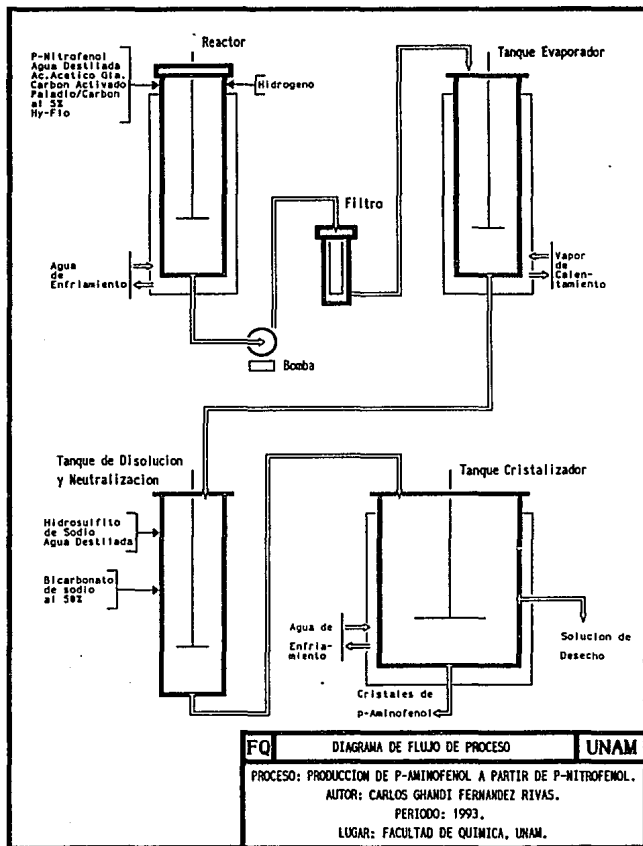
### 3.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO.

3.2.A D.F.P. PROCESO DE PRODUCCION DE P-AMINOFENOL A PARTIR DE P-NITROBENCENO.





3.2.B D.F.P. PROCESO DE PRODUCCION DE P-AMINOFENOL A PARTIR DE P-NITROFENOL.



#### 4. BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA (refs. cites. 72, 73).

Como podemos ver en el capítulo 1, los procesos que se escoge como las mejores alternativas de producción son: a) Proceso de Hidrogenación Catalítica de Nitrobenzenceno y b) Proceso de Hidrogenación Catalítica de Nitrofenol. Ahora bien, para obtener el producto terminado en ambos procesos, se requiere de un tiempo de 5 a 8 horas aproximadamente, y ambos procesos se realizan por lotes, por lo que el balance de materia se efectúa, tomando esta restricción como base.

##### 4.A Proceso a partir de Nitrobenzenceno.

Las materias primas requeridas son:

Nitrobenzenceno	Metanol
Disulfuro de Dimetilo	Hidróxido de Amonio
Platino en Carbón al 3%	Hidrogeno
Agua Destilada	

La reacción que se lleva a cabo en el proceso es:



El calor de reacción es:  $-115.63 \text{ Kcal/gmol}$

Para realizar el Balance de Materia, seguimos el proceso paso a paso:

##### a) Reactor:

Para obtener 500 Kg de p-Aminofenol (Tamaño del lote determinado en la sección de predicción de la demanda), tenemos que

agregar a la mezcla de reacción los siguientes materiales:

752.3	Kg de Nitrobeneno
23.04	Kg de Pt/C al 3%
824.82	Kg de Metanol
16.67	Kg de Sulfuro de Dimetilo (DMSO)
5.625	Kg de Hidróxido de Amonio al 30%
<u>24.5</u>	Kg de Hidrógeno
Total	1646.960 Kg de Mezcla de Reacción.

b) Filtro:

En esta etapa se separa el catalizador de la solución obtenida de la reacción, los productos separados son:

Torta del Filtro:	Filtrado:
23.04 Kg de Pt/C al 3%	188.1 Kg de Nitrobeneno
	500.0 Kg de Fenilhidroxilamina
	824.82 Kg de Metanol
	16.67 Kg de Sulfuro de Dimetilo
	5.625 Kg de Hidróxido de Amonio
	<u>82.57</u> Kg de Agua
Total	1617.785 Kg de solución filtrada

c) Calentador:

En esta etapa se calienta la solución filtrada a una temperatura de 70 C, con lo cual la fenilhidroxilamina, por transposición se convierte en p-aminofenol.

Mezcla de Productos:	500.0	Kg de p-Aminofenol
	188.1	Kg de Nitrobenzenc
	824.82	Kg de Metanol
	16.67	Kg de Sulfuro de Dimetilo
	5.625	Kg de Hidróxido de Amonio
	<u>82.57</u>	Kg de Agua
Total	1617.785	Kg.

d)Cristalizador:

En este equipo solamente se efectuarán recristalizaciones con el objetivo de incrementar la pureza del producto y como último paso la decantación del producto terminado.

Cristales:	500.0	Kg de p-Aminofenol
Solución:	188.1	Kg de Nitrobenzenc
	824.8	Kg de Metanol
	16.67	Kg de Sulfuro de Dimetilo
	5.625	Kg de Hidróxido de Amonio
	<u>82.57</u>	Kg de Agua
Total	1117.785	Kg.

En el Balance de Energía toman parte las etapas de reacción, calentamiento y cristalización:

a)Reactor:

Si el calor de reacción es de -115.634 Kcal/gmol y 500.0 Kg de p-aminofenol equivalen a 4582.11 gmol, tenemos que:

El calor liberado por la reacción es: -520,847.87 Kcal

La cantidad de agua de enfriamiento necesaria para mantener la temperatura de la mezcla de reacción entre 18 y 20 C. es: 52,085 Kg. lo que equivale a 13701 galones, y si el tiempo de reacción se estima en 7 horas aproximadamente, tenemos un flujo de 32.84 GPM. Para este intercambio de energía se considera un incremento de temperatura de 10 C.

b) Calentador:

El calor que se requiere para incrementar la temperatura de la mezcla de producto de 20 C a 70 C se estima como sigue:

Cp medio de la solución 0.75 Kcal/Kg C.

La masa total de la mezcla es: 1617.785 Kg. por lo que,

El calor de calentamiento es: 60,667 Kcal..

y si consideramos un 10% de pérdidas durante la operación, obtenemos que el calor total necesario es de 66,734 Kcal.

c) Cristalizador:

En esta etapa solo se requiere del enfriamiento de la solución con cristales, para la decantación y manejo de los mismos:

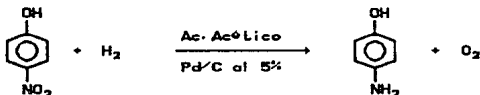
El gradiente de temperatura del agua de enfriamiento es de 10 C, por lo tanto la cantidad de agua de enfriamiento requerida es: 1213.34 Kgs. o 316 galones.

#### 4.B Proceso a partir de Nitrofenol.

Las materias primas requeridas son:

p-Nitrofenol.	Hidrosulfito de Sodio.
Acido Acético Glacial.	Bicarbonato de Sodio al 50%.
Paladio en Carbon al 5%.	Hidrógeno.
Hy-Flo(Ayuda para filtro).	Agua Destilada.
Carbon Activado.	

La reacción que se lleva a cabo en el proceso es:



El calor de reacción es:

71 Kcal/gmol.

Para realizar el Balance de Materia, seguimos el proceso paso a paso:

##### a) Reactor:

Para obtener 500 Kg de p-Aminofenol(Tamaño del lote determinado en la sección de predicción de la demanda), tenemos que, agregar a la mezcla de reacción:

722.9 Kg de p-Nitrofenol.

544.2 Kg de Acido Acético Glacial.

8.847 Kg de Carbón Activado.

8.847 Kg de Hy-Flo.

8.847 Kg de Pd en carbón al 5%.

10.40 Kg de Hidrógeno.

1383.6 Kg de Agua Destilada.

Total: 2887.0 Kg de Mezcla de Reacción.

b) Filtro:

En esta etapa se separan los componentes líquidos de los sólidos, al pasar la mezcla de reacción, por un filtro de malla, los productos separados son:

Torta del filtrado:		Filtrado:	
Carbón Activado.	8.647 Kg	p-Aminofenol	500.0 Kg
Pd en Carbón al 5%.	8.647 Kg	p-Nitrofenol	85.3 Kg
Hy-flo	<u>9.647</u> Kg	Ac. Acético Glacial	544.2 Kg
		Agua	<u>1383.6</u> Kg
Total:	25.941 Kg		2513.1 Kg

c) Evaporador:

En este paso del proceso, se elimina la mayor parte del agua del filtrado. Considerando que, debemos obtener una pasta con un 20% de humedad (Por recomendación, para evitar que se queme el producto, y que se comporte como fluido), Tenemos que:

Agua Evaporada	1101.21 Kg	
		500.00 Kg p-Aminofenol
		544.28 Kg Ac. Acético Glacial
		85.30 Kg p-Nitrofenol
		<u>282.39</u> Kg Agua
Pasta (20% Humedad)	<u>1411.95</u> Kg	
Total:	2513.16 Kg	

d) Tanque de Disolución y Neutralización:

En esta etapa del proceso, se disuelve la pasta obtenida en el paso anterior, y se le agrega hidrosulfito de sodio, además, para la neutralización del ácido acético glacial, ocupamos bicarbonato de sodio al 50%, las cantidades son:

Pasta(20% Humedad)	1411.95 Kg
Agua Disolución	884.72 Kg
Hidrosulfito de Sodio	3.46 Kg
Bicarbonato de Sodio 50%	1522.83 Kg
Agua por reacción	128.00 Kg
CO <sub>2</sub> por reacción	<u>312.00 Kg</u>
Total:	4242.96 Kg

e) Cristalizador:

En este, el último paso del proceso, se obtienen los cristales de p-Aminofenol, por disminución de la solubilidad, al disminuir la temperatura a 15 grados centígrados. Con esto se separan los cristales por decantación, la pureza de los cristales es del 99.97%, por lo que se puede considerar una pureza de grado farmacéutico.

Las cantidades son:

p-Aminofenol en cristales.	500.00 Kg
Solución	<u>3430.96 Kg</u>
Total	3930.96 Kg.



En el Balance de energía, toman parte las etapas de:  
Reacción, Disolución, Evaporación y Cristalización.:

a) Reactor:

Si el calor de reacción es 71 Kcal/gmol y 500.0 Kg de p-Aminofenol equivalen a 4582.11 gmol, tenemos que:

El calor liberado por la reacción es: 325329.9 Kcal.

Con este calor liberado, la temperatura subiría a 116 grados centígrados, si consideramos que se debe mantener la temperatura a 25 grados centígrados. por balance de energía, requerimos de 25439.0 Kg de Agua de enfriamiento, y si el tiempo de reacción es de 6 a 7 horas aproximadamente, el flujo de agua, por la chaqueta de enfriamiento es de 17.25 galones por minuto.

b) Evaporador:

El calor que se requiere para esta etapa, está constituido por dos partes: El calor que se necesita para el calentamiento de toda la solución filtrada a una temperatura de 100 grados centígrados y el calor de evaporación del agua. Una vez definido lo anterior, los cálculos se resumen a:

i) Calentamiento:

Cp medio de solución: 0.7752 Kcal/(Kg C)

Solución: 2513.16 Kg

Gradiente Temperatura 75 grados centígrados.(100-25)

Por lo tanto, el calor es: 146115.12 Kcal.

2) Evaporación:

Calor de Evaporación: 538.58 Kcal/Kg

Agua a Evaporar: 1101.21 Kg

Por lo tanto, el calor es: 593090.36 Kcal.

3) Calor Total:

Calentamiento: 146115.12 Kcal

Evaporación: 593090.36 Kcal

10% pérdidas: 70803.42 Kcal

Total: 778837.68 Kcal

c) Disolución:

La temperatura de equilibrio se calcula a continuación:

Cp medio pasta(20% Humedad): 0.7 Kcal/Kg C.

Pasta(20% Humedad): 1411.95 Kg

Temperatura pasta: 100 C

Cp medio Agua-Bicarbonato: 0.9375 Kcal/Kg C

Solución Agua-Bicarbonato: 2515.58 Kg

Temperatura Solución : 15 C

$$T_{eq} = \frac{(M_1 \cdot C_{p1} \cdot T_1) + (M_2 \cdot C_{p2} \cdot T_2)}{(M_2 \cdot C_{p2}) + (M_1 \cdot C_{p1})}$$

Por lo tanto, la temperatura de equilibrio es: 46.32 C

d) Cristalización:

Si tomamos como base que, la temperatura de cristalización es de 15 grados centígrados, y sabemos que el Cp medio de la solución es de 0.7804 Kcal/Kg C, y la temperatura de la solución es de 46.32 C,

y diseñamos para una temperatura del agua de enfriamiento de 5 C y un gradiente de 10 centigrados, necesitamos la siguiente cantidad de agua de enfriamiento:

$$\begin{aligned} \text{Calor extraído: } & (0.7804 \text{ Kcal/Kg}) \times (3612.78 \text{ Kg}) \times (46.32 - 5)C \\ & = 116498.16 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} \text{Agua de Enfriamiento: } & \frac{116498.16 \text{ Kcal}}{(1 \text{ Kcal/Kg}) \times (15 - 5)C} = 11649.81 \text{ Kg} \end{aligned}$$

#### 5. PREDIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO DE LA PLANTA.

Esta sección incluye la Lista de Equipos requeridos por proceso, el Predimensionamiento de los mismos y por último el Costo Total del equipo para cada proceso.

##### 5.1. Lista de Equipos requeridos.

###### 5.1.A Proceso a partir de Nitrobenzeno.

- 1) Reactor.
- 2) Bomba centrífuga.
- 3) Filtro tipo canasta.
- 4) Tanque de Calentamiento.
- 5) Cristalizador.

###### 5.1.B Proceso a partir de Nitrofenol.

- 1) Reactor.
- 2) Bomba Centrífuga.
- 3) Filtro tipo canasta.
- 4) Tanque Evaporador.
- 5) Tanque de Disolución y Neutralización.
- 6) Tanque Cristalizador.

## 5.2. Predimensionamiento de Equipo (refs. cites. 71, 73).

Debido a que los procesos son similares, y a que el tamaño de lote de producción es el mismo para ambos procesos, solo necesitamos predimensionar los equipos una vez y utilizar estos de acuerdo a la lista de equipo de cada proceso.

### a) Reactor:

Volumen del Reactor = Volumen Mezcla de Reacción & 1/F.U. & 1/ N.U.

Si F.U.=Factor de Uso = 70% y el N.U.=Nivel de Uso = 85% capacidad

Volumen de reactor = 2.7955 m<sup>3</sup> & (1/0.70) & (1/0.85) = 4.7 m<sup>3</sup>

Si Diámetro = (Volumen & 2/3:1416)61/3; Diámetro = 1.44 m

Si L/D = 2, tenemos que L = 2.88 m

Espesores de Cuerpo y Cabezas del Reactor:

Operación = 58 psig = 72.7 psia      P diseño = 80 psia

Temperatura = 41 C máx.                      T diseño = 56 C

Material: Acero Inoxidable 201

S = 50000 psi                                      Cabezas Elípticas

E cuerpo = 0.8                                      E cabezas = 1.0

t cuerpo = P & R / (S & E - 0.6 & P) = 0.0568 pulg. (Sin corrosión)

t cuerpo = t + C = 0.0568 + 1/16 = 0.1193 pulg.

t cuerpo comercial = 1/8 pulg.

t cabezas = P & D / (2 & (S & E - 0.1 & P)) = 0.0453 pulg

t cabezas = t + C = 0.0453 + 1/16 = 0.10789 pulg.

t cabezas comercial = 1/8 pulg.

Peso del Reactor:

Volumen acero cuerpo = 3.1416 & L & (D<sup>2</sup> - d<sup>2</sup>)/4 = 1.465 ft<sup>3</sup>

Volumen acero cabezas = 2 \* (1/12 \* 3.1416 \* (D63 - d63)) = 0.734 ft<sup>3</sup>

Vtotal = 1.465 + 0.734 = 2.199 ft<sup>3</sup>. Densidad Acero = 490 lb/ft<sup>3</sup>

Peso Acero = 1077.51 lb = 489.2 Kg (Sin chaqueta y agitador)

Potencia del Agitador:

HP=1.29E-04 \* D<sup>3</sup> \* L \* N<sup>3</sup> \* z \* r

donde: y=Ancho del agitador. N'=Velocidad del agitador(rps).  
m=Viscosidad(lb/pieseg). z=Altura de la porción húmeda, Dj=Diámetro del recipiente. L=Longitud de la paleta del agitador. r=Densidad promedio.

Si Dj=4.68pie. z=11.7pie. L=1.4pie. y=0.233pie.

m=6.216E-04(lb/pieseg). r=67.4lb/pie<sup>3</sup>. y tomamos una velocidad del agitador de 1.6667 rps, tenemos que:

HP=0.28 hp. Potencia del motor comercial= 0.5 hp.

#### b) Bomba Centrífuga:

Tipo: Centrífuga

Viscosidad: 1.25 cP

Flujo: 25 GPM

Gravedad Específica: 0.95

Patm: 14.7 psia

Accesorios: Succión:

Psucción: 4.26 psig

1 Válvula de compuerta

Pdescarga: 40.97 psig

2 Codos de 90 grados

Diámetro de tubería: 1 pulg

5 pie tubería

Cabeza de bomba: 84.85 pie

Dp equivalente= 1.90 psi

NPSH disponible: 9.85 pie

Descarga:

bHP: 0.6361

2 Codos de 90 grados

Eficiencia de bomba: 80%

5 pie tubería

Eficiencia de flecha: 85%

Dp filtro= 35 psi

Motor eléctrico: 3/4 HP  
Material: Acero Inoxidable

Dp equivalente= 38.71 psi

c) Filtro:

Tipo: Canasta  
Diámetro exterior: 3.6 pie  
Altura: 4.025 pie  
Número de canastillas: 4  
Diámetro de canastillas: 1.81 pie  
Altura de canastillas: 3.22 pie  
Area total de filtrado: 85.26 pie<sup>2</sup>

Tamaño de poro: 6.4 microm.  
Flujo: 25 GPM  
Dp filtro: 35 psi  
Ayuda de filtro: Hy-Flo agregado a la mezcla de reacción.

d) Tanque de Calentamiento/Evaporador:

El cálculo de este equipo, es similar al del reactor, por lo que solo se anotan los resultados:

Volumen del tanque: 4.22 m<sup>3</sup>

Diámetro: 1.39 m

Altura: 2.78m

Espesor del cuerpo y cabezas del tanque:

Operación: 14.7 psia

Operación: 100 C

Material: Acero Inoxidable 201

S= 50000 psi

Cabezas elípticas

Ecuerpo= 0.8

Ecabezas= 1.0

tcuerpo= 0.01005 pulg(sin corrosión)

tcuerpo= 0.01005 + 1/16 pulg = 0.07255 pulg

tcuerpo comercial= 1/8 pulg

tcabeza= 0.01006 pulg(sin corrosión)

tcabeza= 0.01006 + 1/16 pulg = 0.07256 pulg

tcabezas comercial= 1/8 pulg

Peso del tanque:

Volumen acero cuerpo= 1.364 pie<sup>3</sup>

Volumen acero cabezas= 0.6835 pie<sup>3</sup>

Volumen total= 2.0475 pie<sup>3</sup>

Si densidad del acero= 490 lb/pie<sup>3</sup>

Peso del tanque= 1003.275 lb = 455.5 Kg (Sin chaqueta y agitador)

e) Tanque de Disolución y Neutralización:

Una vez más, el procedimiento de cálculo es similar al anterior:

Volumen del tanque: 6.39 m<sup>3</sup>

L/D=2

Diámetro del tanque: 1.597 m

Altura del tanque: 3.194 m

Espesores de cuerpo y cabezas:

Operación: 14.7 psia

Operación: 45 C

Material: Acero Inoxidable 201

S=50000 psi

Cabezas Elípticas

E cuerpo= 0.8

Ecabezas= 1.0

tcuerpo= 0.01155 pulg (sin corrosión)

tcuerpo= 0.01155 + 1/16 pulg = 0.07405 pulg

tcuerpo comercial= 1/8 pulg

tcabezas= 0.0092 pulg (sin corrosión)

tcabezas= 0.0092 + 1/16 pulg = 0.07174 pulg

tcuerpo comercial= 1/8 pulg

Peso del tanque:

Volumen acero cuerpo: 1.8001 pie<sup>3</sup>

Volumen acero cabezas: 0.9017 pie<sup>3</sup>

Volumen total: 2.7018 pie<sup>3</sup>

Si densidad de acero: 490 lb/ft<sup>3</sup>

Peso total del tanque: 1323.89 lb = 601.04 Kg (Sin chaqueta y agitador)

f) Tanque de Cristalización:

El volumen total de la solución que se encuentra en el tanque de neutralización y disolución, se transfiere a este tanque, por lo que, las dimensiones y especificaciones son las mismas, excepto que este tanque contará con una chaqueta de enfriamiento, por lo que se le anexará un 10% al costo total.

5.3. Costo Total del Equipo.

5.3.A Proceso a partir de Nitrobenzeno.

Equipo:	Costo (N\$):
Reactor	200,000.00
Tanque Calentamiento	120,000.00
Tanque Cristalizador	140,000.00
Bomba Centrífuga	25,000.00
Filtro tipo canasta	<u>50,000.00</u>
Total:	535,000.00

5.3.B Proceso a partir de Nitrofenol.

Equipo:	Costo (N\$):
Reactor	200,000.00
Tanque Evaporador	120,000.00
Tanque Dil. y Neutral.	100,000.00



Tanque Cristalizador	140,000.00
Bomba Centrífuga	25,000.00
Filtro tipo canasta	<u>50,000.00</u>
Total	635,000.00

#### 6. LOCALIZACION DE LA PLANTA (ref. cit. 55).

Para determinar la localización de la planta, se deben tomar en cuenta los siguientes factores: Suministro de materias primas, Consumidores o Clientes y el Suministro de Servicios necesarios, tales como agua, energía eléctrica, drenajes, terreno, teléfono, etc.

Como hemos visto, el tamaño de los equipos no representa mayor problema, por lo que podemos decir, que con un terreno de 5000 metros cuadrados de superficie basta para instalar la planta y se puede considerar un crecimiento futuro.

La mayoría de los clientes de la planta, se encuentran instalados en el Distrito Federal o en el área metropolitana, pero debido a la disposición del gobierno de no permitir la instalación de plantas industriales del tipo químico dentro de esa zona, sería imposible instalar y mucho menos operar en esa zona del país. La razón salta a la vista y se muestra en la gráfica 5.2.

Por otra parte los proveedores de materia prima se encuentran en la zona centro del país, por lo que es recomendable la instalación de la planta en cualquier parque industrial de la zona.

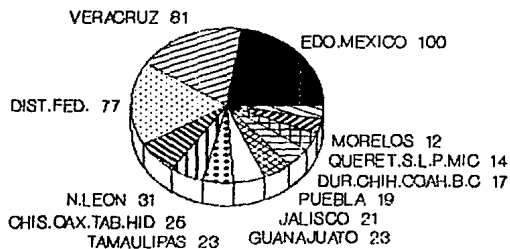
Tomando en cuenta las razones antes mencionadas, se seleccionaron dos posibles lugares para la instalación de la planta, estos son: El estado de Querétaro o el estado de San Luis Potosí, en cualquiera de estos dos puntos, es recomendable la instalación de la planta.

Tabla 5.1.:

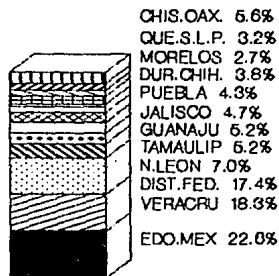
Distribución de Plantas Industriales en la República Mexicana.

Entidad	Número	Porcentaje	
Edo. México	106	23.6%	
Veracruz	81	18.0%	
D. F.	77	17.2%	
Nuevo León	31	6.9%	
Tamaulipas	23	5.1%	Total : 449 plantas.
Guanajuato	23	5.1%	
Jalisco	21	4.7%	
Puebla	19	4.2%	
Durango, Chihuahua			
Coahuila y B. Calif.	12	2.7%	
Morelos	12	2.7%	
Querétaro, S. L. P. y Michoacán	14	3.1%	
Chiapas, Oaxaca			
Tabasco, Hid. y Tlax.	25	5.5%	

# LOCALIZACION DE PLANTAS EN LOS ESTADOS



NUMERO DE PLANTAS



PORCENTAJE

FUENTE: ANIO  
CARLOS G. FERNANDEZ R. / 1993

**CAPITULO VI**  
**ESTIMACION DE LA INVERSION**  
**Y COSTOS DE PRODUCCION**

## CAPITULO 6. ESTIMACION DE LA INVERSION Y DE COSTOS DE PRODUCCION.

### 1. ANTECEDENTES (refs. cits. 50, 75).

En esta capítulo se realiza el estudio con las operaciones necesarias para poder tomar la decisión sobre la factibilidad técnica y económica del proyecto.

Para la evaluación de cualquier proyecto se deben considerar varios factores como: Inversión formada por el Capital Fijo y el Capital de Trabajo, Costos y Gastos de la planta, etc.

Para este proyecto se efectuaron las siguientes consideraciones:

- 1) Contar con el capital necesario para la construcción de la planta.
- 2) La planta se evaluará en un periodo de 10 años.
- 3) La planta comenzará a producir a partir del segundo año, ya que en el primer año se construye y prueba la planta.
- 4) La planta operará al 70% de su capacidad en el segundo año.
- 5) A partir del tercer año la planta ajustará su producción de acuerdo a la demanda del producto.
- 6) La capacidad máxima de la planta se definió en el estudio técnico.

## 2. INVERSION.

La inversión es igual a la suma del Capital Fijo y el Capital de Trabajo.

### 2.1. CAPITAL FIJO (ref. cit. 74, 76, 77, 78).

Esta constituido por el costo del terreno, instalaciones y equipo de la planta.

Para facilitar la comprensión de la lectura, a partir de este punto y a continuación identificaremos a los dos procesos seleccionados para este proyecto como sigue:

Proceso:	Identificación:
Proceso a partir de Nitrobenceno	pNB
Proceso a partir de Nitrofenol	pNF

Costo del Equipo: En el capítulo 5, se estimó el costo de los equipos, obteniendo un total de:

pNB:	N\$ 535,000.00	pNF:	N\$ 635,000.00
------	----------------	------	----------------

Costo de Instalación: El costo de instalación de la planta se estima que será, el 16% del costo total del equipo:

pNB:	N\$ 85,000.00	pNF:	N\$ 101,800.00
------	---------------	------	----------------

Costo de Tubería: El costo de la tubería que se utilizará en la planta se estima como el 20% del costo total del equipo:

pNB:	N\$ 107,000.00	pNF:	N\$ 127,000.00
------	----------------	------	----------------

Costo de Instrumentación: El equipo de instrumentación para esta planta no es complejo por lo que se puede estimar un costo del 10% del costo total del equipo:

pNB:        N\$ 53,500.00                    pNF:        N\$ 53,500.00

Costo de Aislamiento: De igual manera que en el inciso anterior, no requerimos mucho aislamiento en los equipos más que para la protección del personal por lo que se estima el costo como un 5% del costo total del equipo:

pNB:        N\$ 26,750.00                    pNF:        N\$ 31,750.00

Costo de Instalaciones Eléctricas: Este dato se puede estimar como un 15% del costo total del equipo, puesto que se requieren planos detallados de la instalación:

pNB:        N\$ 80,250.00                    pNF:        N\$ 92,250.00

Costo del Edificio de Proceso: Se estima un costo del 25% del costo total del equipo, puesto que no se requiere más que un nivel en la planta:

pNB:        N\$ 267,500.00                    pNF:        N\$ 317,500.00

Costo del Edificio para Oficinas: Este costo se estima como el 20% del costo total del equipo:

pNB:        N\$ 267,500                        pNF:        N\$ 317,500.00

Costo del Edificio para Almacenamiento: El costo del edificio para almacenar las materias primas y el producto terminado, se estima como el 20% del costo total del equipo:

pNB: N\$ 187,500.00                      pNF: N\$ 222,250.00

Costo del Terreno: El valor del terreno de 5000 metros cuadrados, en la zona de Querétaro o San Luis Potosí, se estima en N\$ 500,000.00

Costo de Servicios Auxiliares: Se estima como el 12% de la suma de los costos antes mencionados:

pNB: N\$ 259,242.00                      pNF: N\$ 289,002.00

Del cual el 16% es el costo de instalación de los mismos:

pNB: N\$ 41,479.00                      pNF: N\$ 46,240.00

Sumando todos los costos calculados:

	pNB:	pNF:
Costo del Equipo:	N\$ 535,000.00	N\$ 635,000.00
Costo de Instalación:	N\$ 85,600.00	N\$ 101,600.00
Costo de Tubería:	N\$ 107,000.00	N\$ 127,000.00
Costo de Instrumentación:	N\$ 53,500.00	N\$ 63,500.00
Costo de Aislamiento:	N\$ 26,750.00	N\$ 31,750.00
Costo de Instalación Elect:	N\$ 80,250.00	N\$ 92,250.00
Costo Edificio de Proceso:	N\$ 287,500.00	N\$ 317,500.00
Costo Edificio p/Oficinas:	N\$ 317,500.00	N\$ 317,500.00
Costo Edif. p/Almacenam.:	N\$ 187,250.00	N\$ 222,250.00
Costo del Terreno:	N\$ 500,000.00	N\$ 500,000.00
Costo Servicios Auxiliar.:	<u>N\$ 300,721.00</u>	<u>N\$ 335,242.00</u>
Total:	N\$2461,071.00	N\$2743,592.00



Costo de Ingeniería y Construcción de la Planta: Se estima como el 10% del costo de la planta:

pNB: N\$ 246,107.00      pNF: N\$ 274,359.00

Por lo tanto la Inversión para la Planta es:

pNB: N\$ 2'707,178.00      pNF: N\$ 3'017,951.00

Gastos pre-Operativos: Para proyectos de inversión de la rama farmacéutica, se estima que el monto de los gastos pre-operativos del proyecto, es de un 25% a un 30% del monto de la inversión fija para la planta:

Gastos pre-Operativos = N\$ 793,197.41 (Este concepto se desglosa en la sección de gastos del proyecto).

Contingencias: Una estimación conservadora de las contingencias puede ser del 10% sobre la Inversión de la Planta:

pNB: N\$ 270,717.00      pNF: N\$ 301,793.00

La suma nos da la Inversión Total Fija:

pNB: N\$ 3'771,082.41      pNF: N\$ 4'112,933.41

## 2.2. CAPITAL DE TRABAJO (refs. cits. 76, 77).

La consideración que se hace para estos cálculos es, que la planta opera a su máxima capacidad, produciendo 500 Kg por turno de 8 horas, trabajando 3 turnos por día y 330 días por año (105 días restantes para mantenimiento preventivo y correctivo y paros programados), por lo tanto la capacidad de la planta es: 495,000 Kg/año.

El capital de trabajo es el monto de la inversión, que se necesita para poder iniciar la producción y está constituido, por los

inventarios de materia prima, producto en proceso, producto terminado, las cuentas por pagar y el efectivo en caja:

Costo del Inventario de Materias Primas: Se toman 20 días de inventario, por lo tanto (79):

a) Para el proceso a partir de Nitrobencono:

Sustancia:	Cantidad Kg:	Precio por Kg	Costo:
Nitrobencono	45138.00	N\$ 2.47	N\$ 111,350.03
Pt/C al 3%	23.04	N\$ 3486.21	N\$ 80,322.28
Metanol	49489.00	N\$ 0.47	N\$ 23,390.58
DMSO	1000.40	N\$ 4.79	N\$ 4,794.78
NH <sub>4</sub> OH al 30%	337.50	N\$ 8.32	N\$ 2,808.00
Hidrógeno	1470.00	N\$ 12.36	N\$ 18,173.43
Nitrógeno	120.00	N\$ 10.00	<u>N\$ 1,200.00</u>
		Total:	N\$ 242,039.05

Lo cual equivale, a un costo de materia prima de N\$ 8,027.96 por tonelada de producto terminado.

b) Para el proceso a partir de Nitrofenol:

Sustancia:	Cantidad Kg:	Precio por Kg	Costo:
p-Nitrofenol	43375.00	N\$ 11.98	N\$ 519,632.50
Ac. Acético Glacial	32656.00	N\$ 3.35	N\$ 109,397.60
Carbón Activado	17.50	N\$ 35.00	N\$ 612.50
Pd/C al 5%	8.75	N\$ 2,222.21	N\$ 19,444.34
Hidrógeno	624.00	N\$ 12.36	N\$ 7,712.64
Hidrosulfito Na	208.00	N\$ 4.37	N\$ 908.96

Bicarbonato Na 50%	91370.00	N\$	1.45	N\$ 132,486.50
Hy-flo	17.50	N\$	75.00	N\$ 1,312.50
Nitrógeno	120.00	N\$	10.00	<u>N\$ 1,200.00</u>
		Total:		N\$ 792,913.35

Lo cual equivale, a un costo de materia prima de N\$ 26,430.45 por tonelada de producto terminado.

Costo del Inventario de Producto en Proceso: Se considera 1/3 de día de inventario de materia prima, puesto que es el tiempo que se necesita para obtener un lote de producto. El costo del producto en proceso se considera igual al precio del producto terminado: N\$ 22.80 /Kg a pesos constantes de 1990, por lo tanto:

$$500 \text{ Kg} \times \text{N\$ } 22.80 \text{ /Kg} = \text{N\$ } 11,400.00$$

Costo del Inventario de Producto Terminado: Se toma como base un periodo de 15 días:

$$22500 \text{ Kg} \times \text{N\$ } 22.80 \text{ /Kg} = \text{N\$ } 513,000.00$$

Cuentas por Cobrar: Se estiman 15 días de producto terminado:

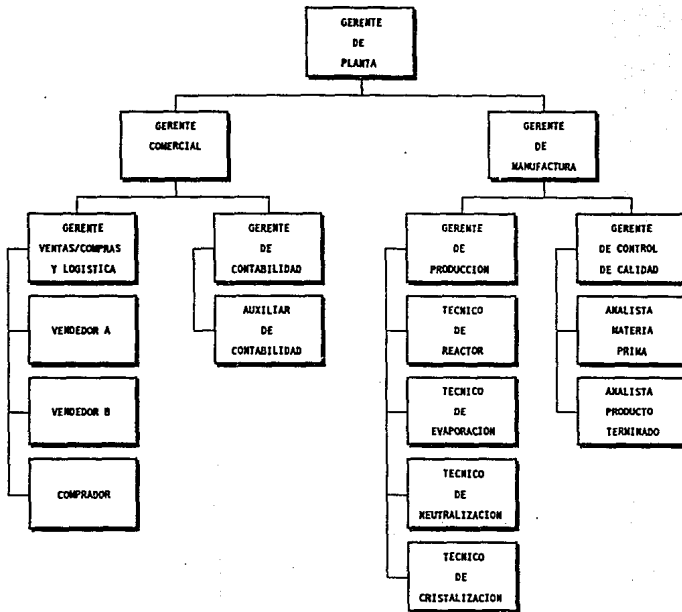
$$22500 \text{ Kg} \times \text{N\$ } 22.80 \text{ /Kg} = \text{N\$ } 513,000.00$$

Cuentas por Pagar: Equivalentes a 20 días de inventario de materias primas, por lo tanto:

$$\text{PNB: } \text{N\$ } 242,039.05 \quad \text{PNF: } \text{N\$ } 792,913.35$$

Efectivo en Caja: Se toman 5 días de sueldo, el personal que se requiere para laborar en la planta se presenta en la siguiente tabla:

"AMINOFENOLAS DE MEXICO"  
ORGANIGRAMA DE LA PLANTA



Puesto:	Salario Mensual:
Gerente de planta:	N\$5.000.00
Supervisor A:	N\$2.500.00
Supervisor B:	N\$2.000.00
Supervisor C:	N\$1.500.00
Técnico A:	N\$ 750.00
Tecnico B:	N\$ 650.00

Basandonos en las necesidades de operación continua de la planta, necesitamos el siguiente personal:

1 Gerente de Planta:	N\$ 5.000.00
2 Supervisores A:	N\$ 5.000.00
4 Supervisores B:	N\$ 8.000.00
1 Supervisor C:	N\$ 1.500.00
8 Técnicos A:	N\$ 6.000.00
20 Tecnicos B:	<u>N\$ 13.000.00</u>

Total: N\$ 38.500.00

Si dividimos esto entre 30 días (promedio de días por mes), tenemos que pagar N\$ 1,238.33 por día de salarios, si lo multiplicamos por 5 días, tenemos N\$ 6,418.67, lo cual es el monto de efectivo que debemos tener disponible en caja. Pero debemos considerar un 50% sobre el mismo por contingencias.

Por lo tanto el Capital de Trabajo es:

	PNB:	PNF:
Costo Inventario Materias Primas:	N\$ 242,039.05	N\$ 792,913.35
Costo Inventario Producto en Proceso:	N\$ 11,440.00	N\$ 11,440.00

Costo Inventario Producto Terminado:	N\$ 513,000.00	N\$ 513,000.00
Cuentas por Cobrar:	N\$ 513,000.00	N\$ 513,000.00
Cuentas por Pagar:	-N\$ 242,039.05	-N\$ 792,913.35
Efectivo en Caja:	<u>N\$ 9,687.50</u>	<u>N\$ 9,687.50</u>
Total:	N\$1047,127.50	N\$1047,127.50

Por lo que la Inversión Total:

	pNB:	pNF:
Capital Fijo:	N\$ 3'771,082.41	N\$ 4'112,933.41
Capital de Trabajo:	<u>N\$ 1'047,127.50</u>	<u>N\$ 1'047,127.50</u>
Inversion Total:	N\$ 4'818,209.91	N\$ 5'160,060.91

### 3. COSTOS Y GASTOS (refs. cits. 74, 78).

#### 3.1. COSTOS DIRECTOS DE OPERACION.

**Materia Prima:** El costo de la materia prima es función de la producción anual y esta se prevé de acuerdo con la proyección de la demanda del producto.

**Mano de Obra:** Aunque el producto tiene muchas aplicaciones, podemos considerar a la planta como del ramo farmacéutico y además se trata de un proceso sencillo, por lo que la mano de obra se calcula como el 7% del Costo Total del Producto.

**Servicios Auxiliares:** Se consideran como un 8% del costo total del producto.

**Mantenimiento y Reparaciones:** El monto de esto se calcula a partir del capital fijo y se estima como un 11% del mismo.

**Materiales de Operación:** Se estima directamente y representa un 15% del costo por mantenimiento y reparaciones.

**Control de Calidad:** Este costo se puede estimar como el 20% del costo de la mano de obra.

**Patentes y Regalias:** La patente del proceso seleccionado data del año 1963, por lo que no hay que pagar derechos por patentes.

### 3.2. COSTOS INDIRECTOS DE OPERACION (refs. cits. 74, 78).

Depreciación: Para calcular la depreciación se utilizó el método de la línea recta:

$$D=(V - R)/N$$

Donde: D = Depreciación

V = Valor de Adquisición.

R = Valor de Rescate.

N = Número de años de vida útil del equipo.

Se considera que el valor de rescate del equipo es igual a cero y que el número de años de vida útil del mismo es de 10 años, el edificio se depreció a 20 años.

Seguros: Se estima que el costo del seguro de la planta es de 1.5% de la inversión en activo fijo.

Impuestos Locales: El monto de los impuestos equivale aproximadamente al 2.5% del costo del terreno y el edificio.

Financiamiento: Como se ve anteriormente se calculó la inversión para la planta y se considera de monto pequeño, por lo que se puede optar, por no pedir financiamiento alguno.



### 3.3. OTROS COSTOS Y GASTOS (ref. cit. 74).

Gastos Administrativos: Se estima que representan el 60% del costo de la mano de obra.

Costos de Distribución y Mercado: Se estima que son un 10% del costo total del producto.

Intereses por Financiamiento: No hay monto debido a que no se consideró financiamiento alguno.

Planeación y Desarrollo: Se considera un 7% del monto total de las ventas.

Contingencias: Podemos establecer un 4% del costo total del producto para cubrir estos gastos.

### 3.4. GASTOS PRE-OPERATIVOS.

Este renglón de gastos incluye todos aquellos gastos que se efectuarán con el objetivo de entrenar al personal en el proceso, a través del conocimiento de las instalaciones de la misma desde la construcción del equipo, visitas a plantas con procesos similares, material didáctico, etc.

#### Entrenamientos:

Para cursos de entrenamiento de productividad, calidad, mantenimiento y operación del proceso, se estima un monto de NS

100,000.00, para efectuar estos entrenamientos no se requiere el pago de tiempo extra, puesto que la nueva planta no opera todavía. El costo del material didáctico se estima en N\$ 75,000.00 y el costo de manuales en N\$ 20,000.00.

**Viajes (Visitas de entrenamiento):**

Inspección de equipo en instalaciones de proveedores:

N\$ 50,000.00.

Visita a planta con proceso similar:

N\$ 20,000.00

Corrida experimental en planta con proceso similar:

N\$ 20,000.00

**Salarios y Beneficios:**

Personal adicional temporal para soportar el arranque de la planta: 1 supervisor C, 8 Técnicos A, y 20 Técnicos B, durante un mes que se pronostica durará la curva de arranque del proyecto: N\$ 20,000.00.

Salarios del personal seleccionado para la operación normal de la planta, pago durante su entrenamiento (6 meses): N\$ 231,000.00.

Salarios del personal de reclutamiento durante el periodo del mismo (1 mes): N\$ 38,500.00.

**Servicios profesionales:**

Traducciones (Manuales): N\$ 10,000.00

Asesorías (Soporte durante el arranque): N\$ 70,000.00

Materia prima:

Para corridas experimentales:

En corrida experimental durante la visita a planta con proceso similar: N\$ 80,279.60 (10 Toneladas de producto terminado).

Durante la curva de arranque (1 mes de curva de arranque), equivalente a 20 de días de inventario, considerando el 80% del producto como vendible: N\$ 48,407.81

El total de los gastos preoperativos es de: N\$ 793, 187.41.

**CAPITULO VII**  
**ESTUDIO ECONOMICO-FINANCIERO**

## CAPITULO 7. ESTUDIO ECONOMICO-FINANCIERO.

### 1. ANTECEDENTES (ref. cit. 42; 80).

En este capítulo se efectúa el análisis financiero del proyecto, el cual determina la factibilidad del mismo como inversión, es decir, en esta parte se determina si el valor del dinero que se invierte, aumenta y que si esta, como toda buena inversión, genera utilidades.

Para determinar si el proyecto de inversión es una alternativa conveniente se utilizan diferentes métodos de los cuales para este capítulo escogi: El cálculo del Valor Presente Neto (VPN) y el cálculo de la Tasa Interna de Recuperación (TIR) (ref. cit. 77 81).

Primero debemos determinar el volumen de producción, en el cual los ingresos por unidad son iguales al costo de producción, conocido como el Punto de Equilibrio del negocio. Y después generar el Estado de Resultados y Balance General proforma, en los cuales se distribuye el efectivo y se administran los recursos.

En este capítulo, como en todos los demás, se analizarán las dos alternativas de proceso para este proyecto:

## 2. CALCULO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO (refs. cit. 76, 77).

Para el cálculo del Punto de Equilibrio necesitamos conocer los costos fijos, costos variables, ambos por unidad producida y el ingreso por las ventas.

Si sumamos los costos fijos y los variables, obtendremos los costos totales por unidad producida. Al graficar los costos totales y los ingresos por las ventas, contra volumen de producción, obtendremos dos líneas, cuya intersección representa el punto donde los ingresos por ventas son iguales al monto de los costos totales, y a partir de este volumen, por cada unidad extra producida se obtienen utilidades.

O de otra manera, podemos utilizar el método matemático con la siguiente fórmula:

$$Q = \text{Costos Fijos} / (\text{Precio P.T.} - \text{Costos Variables})$$

donde:

Q = Volumen de producción donde Costo Total = Ingreso por Ventas.

Costos Fijos = Costos fijos por unidad de producción (NS/Kg).

Precio P.T. = Precio del producto terminado por kilogramo.

Costos Variables = Costos variables por unidad de producción.  
(NS/Kg).

A continuación se efectúa la clasificación de los costos

en Costos Fijos y Costos Variables (refs. cits. 76, 77).

& Costos Fijos:

	pNB:	pNF:
- Equipo	N\$ 888,100.00	N\$ 1,051,100.00
- Terreno:	N\$ 500,000.00	N\$ 500,000.00
- Edificios:	N\$ 772,250.00	N\$ 857,250.00
- Seguros:	N\$ 32,405.25	N\$ 36,125.25
- Impuestos Locales:	N\$ 31,805.25	N\$ 33,931.25
- Costos Ind.Planta:	N\$ 388,784.22	N\$ 407,585.03
- Costos Administración:	N\$ 124,600.00	N\$ 129,600.00
- Costos Mano de Obra:	N\$ 216,000.00	N\$ 216,000.00
- Costos Sup. y Ger.:	N\$ 234,000.00	N\$ 234,000.00
- C.Mercad.y Dist.:	N\$ 421,511.00	N\$ 421,511.00
- C.Plan. y Des.:	N\$ 368,822.24	N\$ 368,822.24
- Contingencias:	<u>N\$ 210,755.57</u>	<u>N\$ 210,755.57</u>
Total:	N\$ 4'194,034.67	N\$ 4'466,681.48

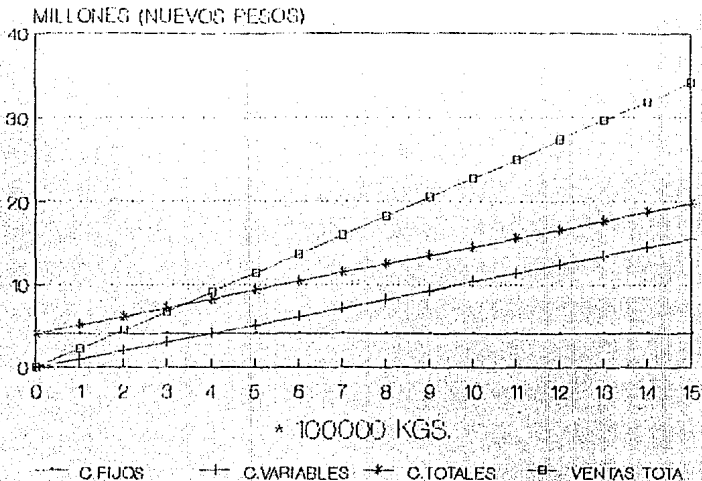
& Costos Variables:

	pNB:	pNF:
- C.Materia Prima:	N\$ 8.087 /Kg	N\$ 25.430 /Kg
- C.Servs.Auxiliares:	N\$ 1.680 /Kg	N\$ 1.680 /Kg
- C.Mlto. y Reparación:	N\$ 0.480 /Kg	N\$ 0.535 /Kg
- C.Mats. de Operación:	N\$ 0.072 /Kg	N\$ 0.080 /Kg
- C.Control de Calidad:	<u>N\$ 0.087 /Kg</u>	<u>N\$ 0.087 /Kg</u>
Totales	N\$ 10.387 /Kg	N\$ 28.813 /Kg

Precio Producto Terminado N\$ 22.80 /Kg.

Para obtener el punto de equilibrio, se grafica la información antes mencionada.

# PUNTO DE EQUILIBRIO PROCESO CON NITROBENCENO

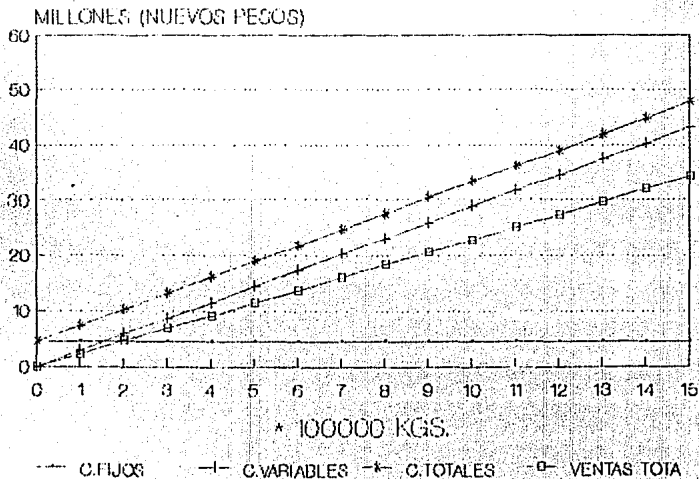


CARLOS G. FERNANDEZ R. / 1989



# PUNTO DE EQUILIBRIO PROCESO CON NITROFENOL

156



Si analizamos la gráfica del punto de equilibrio para el proyecto del proceso a partir de Nitrobenceno, podemos ver que, la línea del ingreso por ventas totales, se intersecta con la línea de costos totales en el punto que el volumen de producción es de 338 Ton/Año de p-Aminofenol en base seca, lo que significa que a partir de este volumen, la planta generará utilidades por cada kilogramo extra de producto que se obtenga.

Como podemos ver en la gráfica del punto de equilibrio para el proyecto del proceso a partir de Nitrofenol, la línea del ingreso por ventas totales, no se intersecta con la línea de costos totales, por lo que podemos concluir, que no hay volumen de producción en el cual, el costo de producción sea igual al ingreso por las ventas.

A manera de comprobación del método gráfico para determinar el punto de equilibrio, utilicé el cálculo de este por medio de la fórmula antes citada, con la cual obtuve los siguientes resultados:

a) Proceso a partir de Nitrobenceno:

Costos Fijos: N\$ 4'194,034.67

Costos Variables: N\$ 10.3874 /Kg

Precio de Producto Terminado: N\$ 22.80 /Kg

Con lo cual el Punto de Equilibrio es:  $Q = 338$  Ton/Año.

b) Proceso a partir de Nitrofenol:

Costos Fijos: N\$ 4'486,681.48

Costos Variables: N\$ 28.8133 /Kg

Precio de Producto Terminado: N\$ 22.80 /Kg

Con lo cual el Punto de Equilibrio es:  $Q = -743 \text{ Ton/Año}$ .

### 3. REPORTE DE ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA (ref. cit. 77; 82).

Estos reportes se obtienen por medio de la simulación de las actividades de la empresa en el futuro, para esto se requiere información como: La proyección de las ventas en los primeros años, los costos estimados para los mismos periodos, y con esto, estimar las utilidades del negocio en el futuro.

Para conocer a detalle las actividades de la empresa en terreno financiero, se deben desarrollar dos tipos de reporte, uno que nos muestre como se encuentra distribuido el capital en un instante determinado del tiempo y otro que sumarice las actividades desarrolladas por la empresa durante un periodo determinado. Estos reportes son conocidos como el Balance General y el Estado de Resultados de la empresa, respectivamente.

#### 3.1. ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA (ref. cit. 77; 82).

Para efectuar la simulación y obtener el estado de resultados se necesita conocer la siguiente información: Los ingresos.

el costo directo de la operación, que incluye el costo de lo vendido, el costo indirecto de la operación, que incluye la depreciación, el monto del financiamiento y el pago de los intereses por el servicio, los seguros y los impuestos locales; los costos indirectos de planta, administración, mercadeo y distribución, y de planeación y desarrollo. Una vez estimado todo lo anterior se establecen las relaciones entre estos datos y obtenemos el reporte de Estado de Resultados proforma.

Tabla 7.1 (ref. cit. 77).

Tabla de Información Requerida para la Simulación Financiera.

(Nuevos Pesos N\$)

- Nombre de la Empresa:	Aminofenoles de México.	
	pNB:	pNF:
- Inversión Total:	N\$ 4'818,209.91	N\$ 5'180,080.41
- Inversión en Capital Fijo:	N\$ 3'771,082.41	N\$ 4'112,933.41
- Inversión en Capital de Trabajo:	N\$ 1'047,127.50	N\$ 1'047,127.50
- Capital Financiado:	N\$ 0.00	N\$ 0.00
- Costo de Materia Prima por tonelada de producto:	N\$ 8,067.97.	N\$ 26,430.44
- Costo de Producto Terminado por tonelada de Producto Terminado:	N\$ 22,800.00	N\$ 22,800.00
- Número de Obreros en operación por día:	28	28
- Porcentaje de Capacidad Instalada en operación en el 2do. año:	70%	70%

### 3.2. REPORTE DE BALANCE GENERAL PROFORMA (refs. cit. 77, 82).

Para obtener este reporte necesitamos estimar la distribución del capital y los derechos sobre el mismo al cierre del periodo determinado. Para esto debemos conocer el monto de los Activos Circulantes, que incluyen el efectivo en caja y bancos, el valor de los inventarios, el monto del valor del producto en manos de los clientes y los valores de la compañía; los Activos Fijos que incluyen a la maquinaria y equipo, y edificios y terreno, así como la depreciación. Por otra parte, el monto de los Pasivos o deudas a corto y/o largo plazo; además el monto de las utilidades retenidas. En este reporte debemos encontrar la equivalencia entre el total de los Activos y la suma de los Pasivos y el Capital. Con todo esto obtenemos el Reporte del Balance General proforma.

Al efectuar las simulaciones financieras correspondientes a los dos tipos de procesos para la producción de p-Aminofenol, encontré la variante de incluir un reactor extra a partir del sexto año de operación de la planta hasta el décimo año, con esto se garantiza el cubrir la demanda del producto en su totalidad, puesto que la capacidad de la planta se incrementa en un 100%.

Con lo anterior se define la necesidad de efectuar simulaciones financieras para cuatro diferentes proyectos:

PNB1: Proyecto con el proceso a partir de Nitrobenceno, con dos

reactores a partir del sexto año de operación.

pNB2: Proyecto con el proceso a partir de Nitrobenzeno, con un solo reactor.

PNF1: Proyecto con el proceso a partir de Nitrofenol, con dos reactores a partir del sexto año de operación.

PNF2: Proyecto con el proceso a partir de Nitrofenol, con un solo reactor.

A continuación presento los resultados de las simulaciones financieras de las opciones antes mencionadas:

Tabla 7.2 (ref. cit. 77).

Resultados de la Simulación Financiera.

(Nuevos Pesos N\$)

Nombre de la Empresa:	Aminofenoles de México.	
	pNB1:	pNB2:
Capital Fijo:	N\$ 3'971,082.41	N\$ 3'771,082.41
Capital de Trabajo:	N\$ 1'047,127.50	N\$ 1'047,127.50
Número de años simulados:	10	10
Costo Marginal de Capital:	15%	15%
Valor Presente Neto:	N\$ 2'110,665.00	N\$ 1'508,969.98
Tasa Interna de Recuperación:	17.42%	15.40%
Punto de Equilibrio como porcentaje de la Capacidad:	68.28% (495 T/A) 35.75% (990 T/A)	68.28% (495 T/A)
Tiempo de Recuperación de la Inversión:	5.74 Años	6.49 Años

	pNF1:	pNF2:
Capital Fijo:	N\$ 4'312,933.41	N\$ 4'112,935.41
Capital de Trabajo:	N\$ 1'047,127.50	N\$ 1'047,127.50
Número de Años simulados:	10	10
Costo Marginal de Capital:	15%	15%
Valor Presente Neto:	-N\$54'243,845.88	-N\$50'993,841.05
Tasa Interna de Recuperación:	- 125.40%	- 125.07%
Punto de Equilibrio como		
Porcentaje de la Capacidad:	-150.10% (495 T/A) - 78.38% (990 T/A)	- 150.10% (495 T/A)
Tiempo de Recuperación de		
la Inversión:	0.79 Años	0.79 Años

(En estos dos casos, la simulación generó los tiempos de recuperación de la inversión (0.79 Años), pero realmente estos resultados muestran el tiempo en el cual se pierde el equivalente al monto de la inversión total, en el caso de que se invirtiera en estas opciones)

Analizando los resultados de las simulaciones, podemos ver que la alternativa más viable desde el punto de vista económico y financiero, es la alternativa de proyecto con el proceso a partir de Nitrobenzeno, con dos reactores a partir del sexto año de operación (pNB1).

A continuación presento el Estado de Resultados y Balance General proforma de este proyecto:

## ESTADO DE RESULTADOS

MES	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<b>INGRESOS</b>											
VENTAS TOTALES	0.00	5,847,148.19	6,866,018.54	6,794,335.31	10,445,960.25	11,275,051.44	12,007,646.43	12,827,871.79	15,704,321.44	14,662,627.46	15,005,836.83
Descuentos	0.00	200,866.17	206,986.17	224,725.46	243,108.41	262,147.02	281,841.28	302,191.21	323,198.79	344,868.04	367,174.94
Devoluciones	0.00	200,866.17	206,986.17	224,725.46	243,108.41	262,147.02	281,841.29	302,191.21	323,198.79	344,868.04	367,174.94
VENTAS NETAS	0.00	5,433,151.84	6,571,022.21	6,274,865.58	9,959,085.96	10,749,357.40	11,523,965.96	12,323,489.34	13,147,927.85	13,877,291.39	14,871,548.95
Ciudad Ingresos	0.00	271,857.50	478,781.11	653,744.26	460,053.20	537,467.87	676,186.25	618,174.47	677,368.36	699,854.07	743,577.40
<b>TOTAL INGRESOS</b>	0.00	5,704,808.44	6,053,773.32	6,794,335.31	10,446,047.16	11,280,825.27	12,100,164.15	12,826,663.81	15,826,551.25	14,867,145.48	16,018,137.40
<b>COSTOS Y GASTOS</b>											
Comercio División de Operación:											
Costo de la Ventas:											
Materia Prima	0.00	1,811,178.24	4,090,785.63	4,274,461.80	4,486,137.87	4,701,614.14	4,915,400.30	5,120,186.47	5,342,842.64	5,596,518.81	5,770,194.98
Materio de Ocio	0.00	204,800.10	213,838.64	224,832.17	234,863.73	244,636.24	253,640.82	271,485.31	286,660.75	308,426.85	327,723.80
Supervisión y Gerencia	0.00	204,800.10	213,838.64	224,832.17	234,863.73	244,636.24	253,640.82	271,485.31	286,660.75	308,426.85	327,723.80
Servicios Asesorios	0.00	456,264.75	732,301.67	779,093.36	836,971.77	902,946.07	996,013.13	1,055,173.10	1,104,426.94	1,173,771.64	1,249,210.20
Manten y Reparación	0.00	237,638.50	237,638.50	237,638.50	237,638.50	250,838.50	250,838.50	259,638.50	259,638.50	259,638.50	259,638.50
Materiales de Operación	0.00	36,645.78	36,645.78	36,645.78	36,645.78	36,645.78	36,645.78	36,645.78	36,645.78	36,645.78	36,645.78
Control de Calidad	0.00	40,900.04	43,767.73	44,628.43	46,876.75	48,927.85	50,788.12	54,207.05	57,028.13	61,885.30	65,544.79
Patentes y Regales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	0.00	2,991,076.36	5,523,098.78	5,829,027.24	6,118,136.22	6,441,548.50	6,740,537.07	7,260,191.53	7,343,190.51	7,709,414.01	8,036,962.02
Gastos Indirectos de Operación:											
Depreciación											
Edificios	0.00	36,812.50	36,812.50	36,812.50	36,812.50	36,812.50	36,812.50	36,812.50	36,812.50	36,812.50	36,812.50
Equipo	0.00	88,810.00	88,810.00	88,810.00	88,810.00	108,810.00	108,810.00	108,810.00	108,810.00	108,810.00	108,810.00
Suavios	32,405.25	32,405.25	32,405.25	32,405.25	32,405.25	32,405.25	32,405.25	32,405.25	32,405.25	32,405.25	32,405.25
Financiamiento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Intereses	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Impuestos Locales	0.00	31,808.25	31,808.25	31,808.25	31,808.25	31,808.25	31,808.25	31,808.25	31,808.25	31,808.25	31,808.25
Total	32,405.25	191,834.00	191,834.00	191,834.00	191,834.00	211,834.00	211,834.00	211,834.00	211,834.00	211,834.00	211,834.00
Gastos Indirectos de Planta:											
Gastos pre-Operativos	218,000.00	525,456.44	552,737.80	543,451.42	553,702.98	574,457.40	583,059.87	607,304.50	618,500.00	638,348.30	637,543.15
Gastos de Administración	763,187.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Costos de Mercadería y Distrib.	0.00	122,700.11	128,363.19	134,779.30	140,900.24	148,782.94	152,304.37	162,891.18	173,800.45	185,006.17	196,634.34
Costos de Mano de Obra y Des.	0.00	406,200.37	628,251.36	660,703.56	734,011.86	786,155.80	846,195.36	904,851.02	986,672.93	1,028,088.42	1,092,412.98
Contraprestaciones	0.00	233,895.83	362,580.74	388,673.46	414,435.23	450,946.05	483,926.54	517,814.87	557,772.88	547,479.80	643,235.90
<b>TOTAL COSTOS Y GASTOS</b>	1,041,827.66	4,731,926.10	7,624,705.38	8,538,518.91	9,746,722.76	9,918,616.76	9,784,788.51	10,382,316.30	10,800,014.03	11,334,376.90	11,808,914.48
<b>UTILIDAD BRUTA</b>											
Ingresos	0.00	405,250.17	462,508.53	508,047.86	715,228.24	827,571.56	972,457.77	1,111,985.70	1,258,450.29	1,412,514.54	1,572,086.45
Reporte de Utilidades	0.00	77,180.91	86,445.43	112,000.12	136,233.06	157,832.66	185,230.05	211,787.78	236,704.02	268,981.25	288,817.04
<b>UTILIDAD NETA</b>	-1,041,827.66	482,447.66	624,233.97	701,056.96	651,462.10	668,204.36	1,157,667.82	1,323,675.43	1,468,155.11	1,681,132.79	1,872,056.49
CARGO IMPORTE DE EFECTIVO	0.00	800,885.18	694,456.47	827,479.48	878,284.66	1,152,826.76	1,328,110.32	1,471,006.95	1,645,877.61	1,828,556.30	2,020,026.80
<b>FIN DE PERIODO</b>	0.00	554,427.67	567,319.30	621,807.54	662,591.42	703,272.11	738,702.73	754,504.83	787,874.10	795,485.94	778,800.81

1.03



## BALANCE GENERAL

AÑO	1964	1965	1966	1967	1968	1969	2000	2001	2002	2003	2004
NUEVOS PESOS (N\$)											
<b>ACTIVOS</b>											
<b>Circulantes:</b>											
Caja y Bancos	240,810.90	5,608.83	5,891.33	6,154.31	6,435.17	6,722.42	6,954.54	7,437.95	7,836.48	8,450.05	8,978.74
Inventarios											
Materia Prima	0.00	184,852.43	246,108.22	259,058.29	272,008.38	284,958.43	297,908.50	310,858.57	323,808.64	336,758.72	349,708.79
Material en Proceso	0.00	6,935.21	6,679.82	6,622.36	10,961.80	11,397.33	12,238.79	13,056.48	13,853.89	14,636.35	15,418.54
Productos Terminados	0.00	265,776.48	400,591.75	442,015.30	478,550.90	512,438.70	549,438.87	587,830.53	627,014.81	667,590.79	708,399.08
Cuentas	0.00	265,776.48	400,591.75	442,015.30	478,550.90	512,438.70	549,438.87	587,830.53	627,014.81	667,590.79	708,399.08
Valores	2,300,914.41	2,587,228.50	2,384,789.22	2,457,938.43	2,546,370.86	2,407,581.87	2,500,131.24	2,593,533.70	2,687,869.92	2,786,830.38	2,885,125.44
Total	2,441,824.91	3,304,863.01	3,487,002.10	3,616,975.18	3,758,988.09	3,726,907.66	3,827,081.18	4,105,148.75	4,287,707.85	4,463,758.07	4,688,284.88
<b>Fixos:</b>											
Maquinaria y Equipo	886,100.00	789,200.00	710,480.00	621,870.00	532,880.00	434,080.00	315,240.00	408,430.00	287,820.00	186,810.00	80,000.00
Terrenos	800,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00
Edificios	772,250.00	723,637.50	695,029.00	668,412.50	617,800.00	578,187.50	540,575.00	391,882.50	483,350.00	434,737.50	346,126.00
Depreciación Acumulada	0.00	127,422.50	254,845.00	382,267.50	536,880.00	657,112.50	824,535.00	991,857.50	1,098,380.00	1,246,922.50	1,394,225.00
Total	2,160,350.00	2,140,260.00	2,160,360.00	2,160,360.00	2,160,360.00	2,360,360.00	2,360,360.00	2,360,360.00	2,360,360.00	2,360,360.00	2,360,360.00
<b>Otros:</b>											
Instituciones	43,207.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Costos de Ingeniería	172,828.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	216,035.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL ACTIVOS</b>	<b>4,818,209.91</b>	<b>5,446,353.01</b>	<b>5,823,362.10</b>	<b>6,777,325.18</b>	<b>6,349,518.09</b>	<b>6,083,857.66</b>	<b>6,287,431.18</b>	<b>6,460,488.75</b>	<b>6,818,087.80</b>	<b>6,844,108.07</b>	<b>7,048,844.88</b>
<b>PASIVOS</b>											
<b>Corre Pisos</b>											
Proveedores	0.00	184,852.43	246,108.22	259,058.29	278,345.96	282,443.46	305,533.43	318,818.38	331,882.89	344,783.37	357,838.28
Prestamos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL PASIVOS</b>	<b>0.00</b>	<b>184,852.43</b>	<b>246,108.22</b>	<b>259,058.29</b>	<b>278,345.96</b>	<b>282,443.46</b>	<b>305,533.43</b>	<b>318,818.38</b>	<b>331,882.89</b>	<b>344,783.37</b>	<b>357,838.28</b>
<b>CAPITAL SOCIAL</b>	<b>4,818,209.91</b>	<b>4,818,209.91</b>	<b>4,818,209.91</b>	<b>4,818,209.91</b>	<b>4,818,209.91</b>	<b>4,818,209.91</b>	<b>4,818,209.91</b>	<b>4,818,209.91</b>	<b>4,818,209.91</b>	<b>4,818,209.91</b>	<b>4,818,209.91</b>
<b>UTILIDAD RETENIDA</b>	<b>0.00</b>	<b>482,440.88</b>	<b>550,033.91</b>	<b>703,086.90</b>	<b>851,462.19</b>	<b>641,534.26</b>	<b>1,157,087.85</b>	<b>1,323,873.45</b>	<b>1,426,155.11</b>	<b>1,681,172.74</b>	<b>1,872,828.48</b>
<b>TOTAL PASIVOS Y CAPITAL</b>	<b>4,818,209.91</b>	<b>5,446,353.01</b>	<b>5,823,362.10</b>	<b>6,777,325.18</b>	<b>6,349,518.09</b>	<b>6,083,857.66</b>	<b>6,287,431.18</b>	<b>6,460,488.75</b>	<b>6,818,087.80</b>	<b>6,844,108.07</b>	<b>7,048,844.88</b>

Orignado por: Carlos G. Fernández R. / 1983

#### 4. ANALISIS FINANCIERO.

Cuando una compañía enfrenta la decisión de realizar un proyecto de inversión, se encuentra con que existen diversas fuentes de fondos para financiar las erogaciones requeridas por el mismo: puede tomar dinero en préstamo de los bancos, puede demorar el pago de las materias primas perdiendo los descuentos por pronto pago, puede acudir al crédito extrabancario, puede endeudarse en dólares -en aquellos casos que el gobierno lo permita-, si es una empresa grande, colocar bonos en el mercado, puede liquidar inversiones en papeles del gobierno como los CETES, o emitiendo acciones, puede retener utilidades, o puede no pagar los impuestos de inmediato. Lo que ocurre con frecuencia es que existe un conjunto de proyectos de inversión por una parte, y una variedad de fuentes de dinero por la otra.

En este trabajo revisaremos la opción de financiamiento con una tasa de interés del 10% anual, para préstamo a 10 años. Para esto efectué simulaciones combinando porcentajes de financiamiento con porcentajes de capital disponible, para el cual solo se espera un rendimiento anualizado.

A continuación presento una tabla y gráficas con los resultados de las simulaciones, en la cual se puede observar el comportamiento del Valor Presente Neto del proyecto y el de la Tasa de Recuperación de la Inversión del mismo.

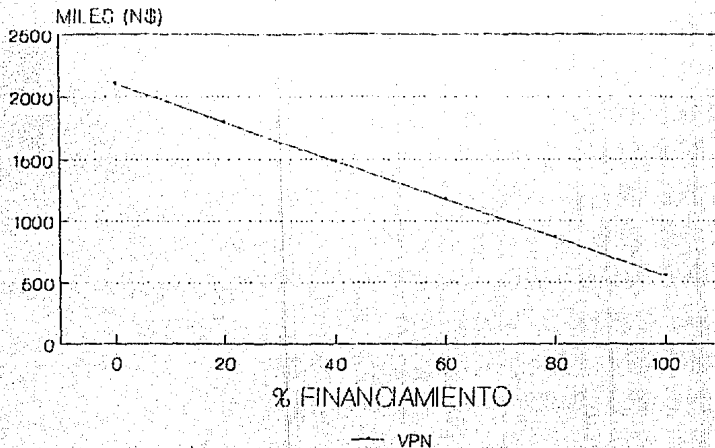
**Tabla 7.5 Analisis Financiero.**

Porcentaje de Financiamiento	Valor Presente Neto (i=10%)	TIR (%)
0.0%	N\$ 2'110.865.70	17.42%
20.0%	N\$ 1'798.992.05	18.34%
40.0%	N\$ 1'487.318.28	15.28%
50.0%	N\$ 1'331.481.00	14.71%
60.0%	N\$ 1'175.844.00	14.17%
80.0%	N\$ 863.970.00	13.07%
100.0%	N\$ 552.296.00	11.97%

# ANALISIS FINANCIERO

## VALOR PRESENTE NETO

( $i=10\%$ , 10 PERIODOS)

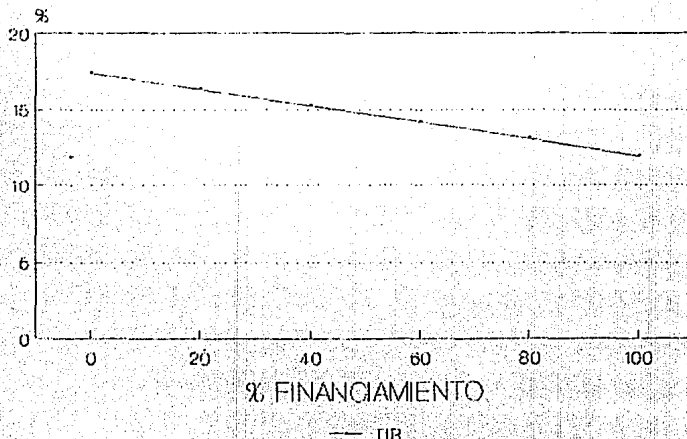


CARLOS G. FERNANDEZ R. / 1993

# ANALISIS FINANCIERO

## TASA INTERNA DE RECUPERACION

(INVERSION= N\$ 4'818,210.00 M.N.)



CARLOS G. FERNANDEZ R. / 1993

5. ESTUDIO DE SENSIBILIDAD (refs. cit. 77, 81).

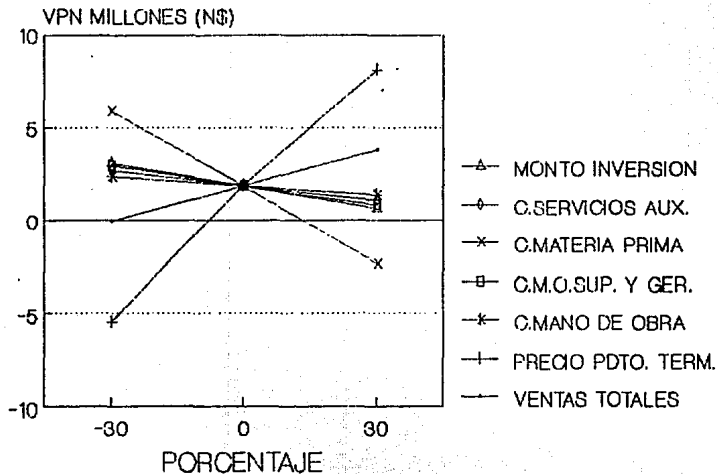
Una vez definida la opción de proyecto más viable se debe efectuar el estudio de sensibilidad, el cual se constituye por la detección de la variable o variables que afectan en mayor grado al Flujo Neto de Efectivo, al Valor Presente Neto y a la Tasa Interna de Recuperación, y con esto obtener un panorama completo de como se comporta el negocio ante diferentes cambios en esas variables.

Para lograr lo antes mencionado, efectué simulaciones donde aumento y disminuyo en un 30% el monto de las principales variables:

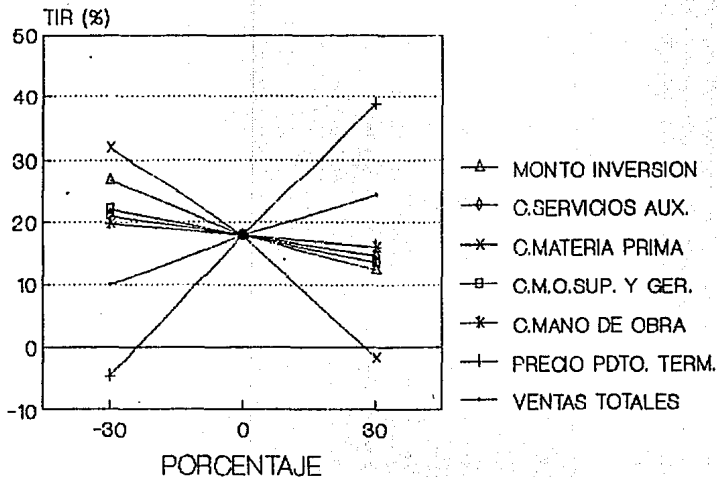
Tabla 7.8 Estudio de Sensibilidad.

Variable:	%	VPN (i=10%)(C/\$)	TIR (%)
Ventas Totales	+ 30%	3'833,493.14	+ 24.21
	- 30%	- 13,388.72	+ 9.93
Precio Pdto. Ter.	+ 30%	8'101,099.37	+ 38.60
	- 30%	-5'476,409.29	- 4.67
C. Mano de Obra.	+ 30%	1'422,785.75	+ 16.00
	- 30%	2'397,318.67	+ 19.82
C. M. O. Sup. y Ger.	+ 30%	844,388.40	+ 13.63
	- 30%	2'975,716.02	+ 22.01
C. Materia Prima	+ 30%	-2'355,518.26	- 1.66
	- 30%	5'911,948.53	+ 32.02
C. Servicios Aux.	+ 30%	1'114,600.15	+ 14.78
	- 30%	2'705,504.26	+ 20.94
Monto Inversión	+ 30%	702,545.46	+ 12.42
	- 30%	3'117,558.96	+ 26.68

# ESTUDIO DE SENSIBILIDAD VALOR PRESENTE NETO



# ESTUDIO DE SENSIBILIDAD TASA INTERNA DE RECUPERACION



CARLOS G. FERNANDEZ R. / 1988



## 6. EVALUACION FINAL.

A través del desarrollo de este capítulo, se obtuvo información del punto de equilibrio del proyecto, los reportes de estados financieros proforma, y un estudio de sensibilidad de como se comportan las simulaciones de los estados financieros al incrementar o disminuir el monto de las principales variables.

Una vez desarrollado lo anterior, podemos decir que, la opción más viable, es la de producir el p-Aminofenol con el proceso a partir de Nitrobenceno con 1 reactor durante los primeros 5 años y 2 reactores a partir del sexto año (pNB1), puesto que de esta manera se obtiene el mayor beneficio a través del mayor incremento del valor del capital, y la inversión se recupera en un lapso de tiempo menor.

**CAPITULO VIII**  
**CONCLUSIONES Y**  
**RECOMENDACIONES**

## CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### CONCLUSIONES.

A través del desarrollo de este estudio de factibilidad, podemos encontrar varias conclusiones de las cuales no podemos clasificar a una como más importante que las otras, esto se debe a que si queremos evaluar la factibilidad de un proyecto, debemos obtener información para completar la visión del mismo, conocer a detalle los aspectos del producto que se va a obtener, la mezcla mercadotécnica, la tecnología del proceso, los costos de producción y el estudio económico-financiero del proyecto, una vez cubiertos todos los aspectos, se obtienen las siguientes conclusiones:

1.- El p-Aminofenol es un producto con gran demanda en la industria farmacéutica, de tintes y colorantes y fotográfica, en estas ramas de la industria se le requiere como materia prima para obtener productos con diversas aplicaciones.

2.- El método de producción del p-aminofenol más recomendable, es a través de la hidrogenación catalítica de p-nitrobenzeno, en un ambiente de temperatura y presión controladas.

3.- El producto que requiere el mercado es p-Aminofenol en cristales, en un recipiente aislado del medio ambiente, con un grado de pureza farmacéutico e industrial, lo cual es alcanzable por el

proceso seleccionado.

4.- El consumo actual de p-Aminofenol es de 350 Ton/Año en base seca aproximadamente.

5.- La proyección de las ventas pronostica un incremento de la demanda hasta un volumen de 630 Ton/Año en base seca, en el decimo año, además, el ingreso total por concepto de las ventas se incrementa año con año en los siguientes 10 años.

6.-Desde el punto de vista macroeconómico, el país se encuentra en una situación económica favorable, donde se vislumbra desarrollo y estabilidad económica y con esto un incremento del ingreso per cápita de los habitantes.

7.- Sumado a lo anterior el país se encuentra en la etapa de globalización del mercado con los países del norte, lo cual abre horizontes a inversiones extranjeras y a la participación de productos mexicanos en uno de los mercados más grandes del mundo, como lo es el mercado de los Estados Unidos de Norteamérica.

8.- La industria química no es la excepción para percibir el incremento en la estabilidad económica y el principio del crecimiento y desarrollo del país siendo su participación de vital importancia para consolidar el cambio.

9.- Este producto desde el punto de vista técnico no ofrece problemas en su producción, puesto que no se requiere de tecnología de punta, ni complicada, esto se debe a que el proceso de producción es relativamente sencillo, y de control simplificado, por basarse en un proceso por lotes.

10.- La capacidad de la planta es de 495 Ton/Año en base seca con 1 reactor, cubriendo 3 turnos en operación continua, durante los primeros 5 años. A partir del sexto año, con la adquisición de un segundo reactor del mismo tamaño, la capacidad de la planta es de 990 Ton/Año en base seca.

11.- El capítulo de estimación de la inversión y costos de producción indica que, la inversión requerida para arrancar el proyecto es de N\$ 5'018,209,91 M.N. (Cinco millones dieciocho mil doscientos nueve nuevos pesos 91/100), por lo que se puede considerar como un proyecto de inversión relativamente pequeña, en comparación con los proyectos de industrias de otra índole. (Por ejemplo: Petroquímica).

12.- Como última parte el estudio económico-financiero incluye el cálculo del punto de equilibrio, el valor presente neto y la tasa interna de recuperación. Para esto se efectuaron simulaciones financieras donde se determinó que, la alternativa más recomendable es la producción de p-Aminofenol por el proceso de Hidrogenación

Catalitica de Nitrobenzeno, el Valor Presente Neto de este proyecto es de NS 2'110,605.90 M.N., con una Tasa Interna de Recuperación de 17.42% (vs. 15.0% requerido en las simulaciones).

13.- El tiempo de recuperación de la inversión es de 5.74 años (5 años 9 meses aproximadamente).

14.- Una variante detectada al efectuar las simulaciones, fue el cambio de utilizar dos reactores en el proceso, en vez de uno, a partir del sexto año de operación, lo cual desplazó el punto de equilibrio del proyecto de 338 Ton/Año a 354 Ton/Año. Este volumen de producción será alcanzado en el año 1995 cuando la demanda de producto alcance las 420 Ton/Año en base seca.

15.- El análisis financiero del proyecto arroja la posibilidad de utilizar financiamiento bancario, hasta por un 40.0% del monto de la inversión, y alcanzar el objetivo de Tasa Interna de Recuperación (TIR) de 15.0% (La tasa de interés bancario considerada es de 10.0% anual).

#### RECOMENDACIONES.

1.- Diseñar la planta de producción de p-Aminofenol con base en la tecnología del proceso de hidrogenación catalitica de nitrobenzeno (Ver punto 4.6 capítulo 1).

2.- Se recomienda la construcción e instalación de la planta de producción, en el estado de Querétaro o San Luis Potosí (Ver punto 6 capítulo 5).

## **BIBLIOGRAFIA**



#### BIBLIOGRAFIA.

- (1) Merck and Co. Inc.: The Merck Index. Referencia 466: p-Aminofenol, Rahaway, USA 1983.
- (2) Perry, Robert H.: Chemical Engineer's Handbook. Mc.Graw Hill, USA 1984, 6th. Edition.
- (3) Othmer, Kirk, Encyclopedia of Chemical Technology: p-Aminophenol, [120-30-8], Vol.13. pag.45, Vol.15, pag.924, John Wiley and Sons, USA 1980.
- (4) Othmer, Kirk, Encyclopedia of Chemical Technology: p-Aminophenol by reduction of nitrobenzene, Vol.2, pag.371, John Wiley and Sons, USA 1980.
- (5) Othmer, Kirk, Encyclopedia of Chemical Technology: p-Aminophenol as photography developer, Vol.21, pag.18, John Wiley and Sons, USA 1980.
- (6) Othmer, Kirk, Encyclopedia of Chemical Technology: p-Aminophenol as rubber antioxidant, Vol.20 pag.475, John Wiley and Sons, USA 1980.
- (7) Othmer, Kirk, Encyclopedia of Chemical Technology: p-Aminophenol in hair pigments, Vol.112, pag.102, John Wiley and Sons, USA 1980.
- (8) Othmer, Kirk, Encyclopedia of Chemical Technology: p-Aminophenol as intermediary of dyes by oxidation, Vol.12, pag.102, John Wiley and Sons, USA 1980.
- (9) Othmer, Kirk, Encyclopedia of Chemical Technology: p-Aminophenol as dyes intermediary, Vol.8, pag.190, John Wiley and Sons, USA 1980.
- (10) Othmer, Kirk, Encyclopedia of Chemical Technology: p-Aminophenol azo couple reaction, Vol.3, pag.397, John Wiley and Sons, USA 1980.
- (11) Othmer, Kirk, Encyclopedia of Chemical Technology: Nitrophenols, Vol.13, pag.888, John Wiley and Sons, USA 1980.
- (12) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [78] P24898u, Rylander, Paul N.; Karpenko, Irene M.; Pond, George R. (Engelhard Minerals and Chemical Corp.); Aminophenol from nitrobenzene, Ger. Offen 2118334 (Cl. C07c) 28 Oct. 1971 US Appl. 18 Apr. 1970.

- (13) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [77] P101146x. Rylander, Paul N.; Karpenko, Irene M.; Pond, George R. (Engelhard Minerals and Chemical Corp.): Aminophenols, Fr 2092589 (CI.C07c) 25 Feb. 1972, US Appl. 29054, 16 Apr. 1970.
- (14) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [83] P0491g. Harnetz, Ronald; Ruopp, Donald C.; Brown, Bernard Beau (CPC International Inc.): p-Aminophenol purification, US 3876703 (CI 260-575, C07c) 8 Apr. 1975, US Appl. 367263, 5 Jun 1973.
- (15) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [84] P30659y. Fujimara, Kunihiro; Tanaka, Koji (Seiko Chemical Industry Co. Ltd.): Aminophenol series compounds, Japan Kokai 75135042 (CI.C07c) 25 Oct 1975, US Appl. 7441013, 15 Apr 1974.
- (16) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [87] P134578z. Fitzmaurice, Colin; Baker, James A.; Webster, Norman W.F.; Kiszka, Roman S. (Graesser Salicylates Ltd.): Purification of crude p-Aminophenol, Ger.Offen 2657173 (CI.C07C91/44) 30 Jun 1977, Brit.Appl.75/52361.
- (17) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [87] P134555q. Enomoto, Saburo; Kamiyama, Tsutomu; Takahashi, Yasunobu; Fujitomo, Einosuke (Asahi Chemical Industry Co.Ltd.): Aminophenols and phenylenediamines, Japan, Kokai 7742829 (CI.C07C87/58), 4 Apr 1977, US Appl. 75/118974, 3 Oct. 1975.
- (18) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [87] P184208z. Medcalf, Eugene (Oxamine Inc.): Aminophenol using a rhodium/carbon catalyst with synergistic quantities of rhodium trichloride or rhodium tribromide, US 4051187 (CI 260-575; C07C91/44) 27 Sep.1977, Appl. 555428, 5 Mar 1975.
- (19) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [88] P89381f. Shiotani, Tsunetoshi; Yokohama, Hideharu; Hoshi, Kiichi; Nagaya, Tsutomu (Sankyo Chemical Industries, Ltd.): p-Aminophenol purification, Japan, Kokai 7713393 (CI.C07C91/44) 9 Nov. 1977, US Appl. 76/49600, 30 Apr. 1976.
- (20) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [89] P90120p. Yamamoto, Ryuichi; Hirai, Hiroshi; Nagata, Teruyuki (Mitsui Toatsu Chemicals Inc.): Purification of p-aminophenol, Japan, Kokai 774531 (CI.C07C91/44) 21 Apr. 1978, US Appl. 76/110029 5 Oct. 1976.
- (21) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [92] P84928u. Udupa, Handady Venkatakrishna; Udupa, Kodethoor Shrivara; Jayamaran, Krishnamurthy (Council of Scientific and

- Industrial Research (India): Electrochemical reduction of nitrobenzene to p-aminophenol, Indian 142241 (Cl.C07C91/44) 18 Jun 1977, US Appl. 74/CA244, 8 Nov 1974.
- (22) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [92] P84933s, Udupa, Handady V.; Anantharaman, Payyallur N.; Pourasamy, Annamalai (Council of Scientific and Industrial Research (India)): Electrolytic production of p-aminophenol, Indian 140737 (Cl.B01K3/00) 18 Dec. 1976, US Appl. 73/CA2436, 5 Nov 1973.
- (23) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [92] P163704w, Jankowska, Aleksandra; Maslon, Josef; Murzyn, Stanislaw; Strawski, Boleslaw; Daraz, Jan; Moszczynski, Wieslaw (Instytut Przewysliu Organicznego): p-Aminophenol, Pol. 104098 (Cl.C07C91/44) 31 Oct 1976, US Appl. 194844, 22 Dec. 1976.
- (24) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [95] P151408x, Gigi Stelian-Paulescu, Victor; Kurth, Stela (Interprinderea Chimica "Dudesty"): Electrochemical production of p-aminophenol, Rom. RO 72382 (Cl.C07C91/44) 10 Nov. 1980, US Appl.91743, 27 Aug. 1977.
- (25) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [77] P126226m, Girantet, Antoine; Gominet, Marcel (Rhône-Poulenc): p-Aminophenol and p-aminophenolate from p-nitrosophenol, Ger.Offen 2202219(Cl.C07c) 3 Aug 1972, Fr. Appl.7101483, 18 Jan 1971.
- (26) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [78] P110889q, Girantet, Antoine; Gominet, Marcel (Societe des Usines Chimiques Rhône-Poulenc): Continuous manufacture of p-aminophenol and its ethers, Fr. 2122637 (Cl.C07c), 6 Oct 1972, US Appl 7101483, 19 Jan 1971.
- (27) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [79] P53007v, Arikova, G.M.; Tsureva, R.S.; Savchenko, V.F., Khidekel, M.L., Astakhova, A.S.; Brikenstein, Kh.A. (Institute of Chemical Physics Academy of Sciences, USSR): Aminphenols, USSR 322047 (Cl.C00c) 17 Apr. 1973, US Appl.4 May 1970.
- (28) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [79] P65995d, Gröner, George P.; Porter, Alan S. (Albright and Wilson Ltd.) Electrolytic reduction of nitrosophenols to aminophenols, Ger. Offen 2256003 (Cl.C07c) 7 Jun 1973, Brit. Appl. 53169-71, 18 Nov. 1971.
- (29) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [82] P139831t, Bakhanova, E.N.; Khidekel, M.L.; Sanchenko, V.I. and others

Institute of Chemical Physics. Chernogolovska): Hydrogenation catalyst for aromatic nitrocompounds, Fr. Demande 2211448 (Cl.C07c, B01j) 19 Jul. 1974, USSR Appl 1863033, 28 Dec. 1972.

- (30) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [85] P32621z, Greco, Nicholas P. (Koppers Co. Inc.): Hydrogenation of nitrobenzene to p-aminophenol, US 3953509 (Cl.260-580; C07C85/10) 27 Apr. 1976, Appl. 296280, 10 Oct. 1972.
- (31) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [86] P5149r, Kawasaki, Shinjiro; Hirano, Akio; Yamaguchi, Todashi; Yamaguchi, Hiroyuki (Taoka Dyestuffs Mfg. Co. Ltd.): Aminophenols, Japan, Kokai 78105023 (Cl.C07C91/44) 17 Sep 1976, Appl. 75/29397, 10 Mar. 1975.
- (32) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [88] P169770d, Komiyama, Tadashi; Terada, Kazuhiro; Matsud, Fujio (Mitsui Toatsu Chemical Inc.): Hydrolysis of p-phenylenediamine, Japan, Kokai 7802433 (Cl.C07C39/08) 11 Jan 1978, Appl. 76/76069, 29 Jun. 1976.
- (33) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [89] P42778a, Fujise, Masatomo; Tsukamoto, Kenkichi; Isobe, Koji (Nippon Kayaku Co. Ltd.): Aminophenols, Japan, Kokai 7831632 (Cl.C07C91/44) 25 Mar 1978, Appl. 78/105775, 8 Sep. 1976.
- (34) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [91] P140537j, Komiyama, Tadashi; Terada, Kazuhiro (Mitsui Toatsu Chemicals Inc.): Aminophenol, Japan, Kokai Tokkyo Koho 7938220 (Cl.C07C91/44) 18 Mar 79, Appl. 77/101112, 25 Aug 1977.
- (35) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [92] P94057y, Sathé, Sharad S. (Mallinckrodt Inc.): Preparing p-aminophenol in the presence of dimethyldodecylamine sulfate, US 4176138 (Cl.260-575; C07C89/00) 27 Nov. 1979, Appl. 955422, 27 Oct. 1978.
- (36) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [92] P94060u, Mahadeo, Nagarkar Pramod: p-Aminophenol, Indian 140158 (Cl.C07C91/00) 18 Sep. 1976, Appl. 74/8078, 28 Feb. 1974.
- (37) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [92] P41556d, Tamaki, Akihiro; Yamamoto, Kosuke; Kuroda, Kazumoto (Mitsui Toatsu Chemicals Inc.): p-Aminophenols from nitrobenzenes, Jpn. Kokai Tokkyo Koho 7998727 (Cl.C07C91/44) 3 Aug. 1979, Appl. 78/2712, 17 Jan. 1978.
- (38) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [93] P11413iu, Abramov, I. A.; Pudaya, A. M.; Garamina, G. M.; Kurmachev,

U.V.; Pnafilov, V.Ya; Danilov, S.D.: p-Aminophenol. USSR 721415 (Cl.CO7C91/44) 15 Mar 1980, Appl. 2549827, 5 Dec. 1977.

- C39) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [93] P187890x. Nagaoka, Tateki; Shimizu, Shigeji; Hayashi, Hiroo (Mitsui Petrochemical Industries, Ltd.): Amination of dihydric-phenols. Jpn.Kokai Tokkyo Koho 8015412 (Cl.CO7C91/44) 2 Feb. 1980, Appl. 78/86794, 18 Jul 1978.
- C40) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [95] P97337n. Bremer, Juergen; Maduja, Kurt.; Dexheimer, Viktor: Homogeneous catalytic reduction of nitrocompounds to amines. Ger.(East) 146287 (Cl.CO7C95/11) 4 Feb. 1981, Appl. 215912, 1 Oct. 1979.
- C41) Chemical Abstracts, Chemical Substance Index [89] P212272j. Caskey, Douglas C.; Chapman, Douglas W. (Mallinckrodt Inc.): p-Aminophenol and alkyl-substituted p-aminophenol. Eur. Pat. Appl. EP 85511 (Cl.CO7C91/44) 10 Aug. 1983, US Appl. 343996, 29 Jan. 1982.
- C42) Kelly, Francis J.; Kelly, Heather M.: Lo que se enseña en la escuela de negocios de Harvard. Grupo Editorial SayRolls, México, D.F., 1988.
- C43) Alsop, Ronald; Abrams, Bill: Wall Street Journal, Temas de Mercadeo. Fondo Editorial Legis, Colombia, 1989.
- C44) IMCE: Importaciones por Producto-Empresa-País. Dirección de Servicios al Comercio Exterior, Instituto Mexicano de Comercio Exterior, Años: De 1978 a 1992, México, D.F.
- C45) ANIQ: Directorio de Empresas y Productos 1993. Asociación Nacional de la Industria Química, México, D.F.
- C46) ANIQ: Catálogo de Productos Químicos (1992-1993). Asociación Nacional de la Industria Química, México, D.F.
- C47) Othmer, Kirk; Encyclopedia of Chemical Technology: p-Aminophenol - Economical Aspects. Vol.13. pág.53, John Wiley and Sons, USA 1980.
- C48) Arnaud H., Ramón: Ingeniería Económica I, Apuntes de la materia impartida en la Facultad de Química, UNAM.
- C49) INFOTEC: World Chemical Producers: World p-Aminophenol producers. Vol. A - B. págs. 12A, 31A, 46A, 58A, 80A, 82A, 89A, 91A, 93A, 127A, 133A, 137A, 142A, 170A, 167A, Información y Tecnología, CONACYT, 1993.

- (50) Domínguez Taylor, Julieta: Tesis: Evaluación de la Síntesis de Clorhidrato de Procaina, Facultad de Química, UNAM, México, D.F., 1990.
- (51) H. Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, Decreto: Ley para promover la inversión mexicana y regular la inversión extranjera, y su reglamento, publicado en Diario Oficial de 9 de marzo de 1973, Ediciones Delma, México, D.F., 1989.
- (52) Carston Ebenroth, Thomas; Gándara, Gabriela: El Plan Brady y la Negociación de la deuda mexicana, Comercio Exterior, Vol. 40, Número 4, Banco Nacional de Comercio Exterior, México, Abril de 1990, pp. 303-308.
- (53) Rojo y de Regil, Eduardo: Planeación y desarrollo industrial, Apuntes de la materia impartida en la Facultad de Química, UNAM.
- (54) Poder Ejecutivo Federal: Plan Nacional de Desarrollo (1989-1994), Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP), Talleres Gráficos de la Nación, México, D.F. 1989.
- (55) INEGI: Estadísticas generales de los Estados Unidos Mexicanos, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Talleres Gráficos de la Nación, México, D.F. 1989.
- (56) ANIQ: Anuario Estadístico de la Industria Química 1992, Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ), A.C., México, D.F., 1993.
- (57) Economía Actual ante el TLC (Tratado de Libre Comercio), Marketing News, Sistema de Investigación de Mercados, SA de CV, Año 3, Núm. 4, Agosto 1991, México, D.F.
- (58) Nacional Financiera: Primer Informe de Ejecución del Plan Nacional de Desarrollo (1989-1994), El Mercado de Valores, Nacional Financiera, Número 10, Año L, Mayo 15, 1990.
- (59) Pazos, Luis: Ciencia y Teoría Económica, Editorial Diana, México, D.F. 1990.
- (60) Reprivatización Bancaria y Grupos Financieros, Mundo Ejecutivo, Núm. 133, Año XI, Vol. XXI, Grupo Internacional Editorial SA de CV, México, D.F., Mayo 1990.
- (61) Noticias Económicas: Acuerdo Norteamericano de Libre Comercio, Primer paso hacia un comercio libre continental, Economía Nacional, Ediciones Nueva Era, Sept. 1991, Núm. 133, Editorial Keal, SA de CV, México, D.F.

- (62) Méndez, José Silvestre: Ventajas y Desventajas del Tratado de Libre Comercio. Emprendedores, Vol. IV, Núm.11, pp. 35-39, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM, México, D.F., Sep-Oct 1991.
- (63) ANIQ: Actividades realizadas por ANIQ dentro de la negociación del Tratado de Libre Comercio "México-EUA-Canadá". Boletín - Dirección de Comercio Exterior, Asociación Nacional de la Industria Química, A.C., Mayo 1991, Núm.3.
- (64) ANIQ: Posición de CONCAMIN frente a las negociaciones de un acuerdo de libre comercio entre México-EUA-Canadá. Boletín - Dirección de Comercio Exterior, Asociación Nacional de la Industria Química, A.C., Junio 1991, Núm.4.
- (65) ANIQ: Actividades realizadas por ANIQ dentro de la Negociación del Tratado de Libre Comercio "México-EUA-Canadá". Boletín - Dirección de Comercio Exterior, Asociación Nacional de la Industria Química, A.C., Junio 1991, Núm.4.
- (66) ANIQ: Cossio, Alfonso: TLC fuerza que hay que condicionar. Boletín - Dirección de Comercio Exterior, Asociación Nacional de la Industria Química, A.C., Julio 1991, Núm.5.
- (67) ANIQ: Actividades realizadas por ANIQ dentro de la Negociación del Tratado de Libre Comercio "México-EUA-Canadá". Boletín - Dirección de Comercio Exterior, Asociación Nacional de la Industria Química, A.C., Agosto 1991, Núm.6.
- (68) ANIQ: Acuerdo-Marco de Cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos Y la Comunidad Económica Europea. Boletín - Dirección de Comercio Exterior, Asociación Nacional de la Industria Química, A.C., Agosto 1991, Núm.6.
- (69) ANIQ: El mercado común del sur. Boletín - Dirección de Comercio Exterior, Asociación Nacional de la Industria Química, A.C., Agosto 1991, Núm.6.
- (70) ANIQ: Balanza Comercial del Sector a Marzo de 1991. Boletín - Dirección de Comercio Exterior, Asociación Nacional de la Industria Química, A.C., Agosto 1991, Núm.6.
- (71) UNAM: Diseño de Equipo, Tanques y Recipientes. Cuadernos de postgrado, Facultad de Química, UNAM, México 1987.
- (72) Mc.Ketta, J. John. Encyclopedia of Chemical Processing and Design, Vol.3, pág. 134 a 196, Marcel Dekker Inc. USA 1988.

- (73) Kern, Donald Q.: Procesos de Transferencia de Calor. CECSA, México, D.F. 1987. 12a. Edición.
- (74) Timmerhaus, Peters J. : Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Mc.Graw Hill, USA 1958.
- (75) Navy Behar, Mario: Tesis: Estudio de Factibilidad de la producción de cresoles en México, Facultad de Química, UNAM, México, D.F. 1989.
- (76) IMEF: Peralta, Miguel Angel; Alonso Sánchez Ana María: Costos Fijos Y Costos Variables, Una separación fundamental, Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas, México, D.F. 1988.
- (77) Weston, F.J.; Brigham, E.F.: Fundamentos de Administración Financiera, Mc.Graw Hill, México 1969.
- (78) Arnaud H., Ramón: Ingeniería Económica II, Apuntes de la materia impartida en la Facultad de Química, UNAM.
- (79) International Price Index, Chemical Marketing Reporter, January 1993.
- (80) IMEF: Marmolejo G., Martín: Inversiones, Práctica, Metodología, Estrategia y Filosofía, Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas, A.C., México, D.F. 1989..F. 1989.
- (81) Infante Villareal, Arturo: Evaluación Financiera de Proyectos de Inversión, Editorial Norma, Colombia 1988.
- (82) Purcell JR., W.R.: Como aprender las finanzas de una compañía, un enfoque gráfico, Editorial Norma, Colombia 1984.



## INDICE DE TABLAS Y GRAFICAS.

### TABLAS

#### CAPITULO I

- 1.1 Evaluación Técnica de los Métodos de Producción de p-Aminofenol, pag. 29.

#### CAPITULO II

- 2.1 Principales Compañías consumidoras de p-Aminofenol, pag. 34.  
2.2 Importaciones de p-Aminofenol, pag. 36.  
2.3 Demanda y Precio de p-Aminofenol, pag. 39.  
2.3 a) Demanda y Precio de p-Aminofenol, pag. 40.  
2.4 Proyección de la Demanda. Precio y Ventas Totales, pag. 42.

#### CAPITULO III

- 3.1 Producto Interno Bruto 1981-1992, pag. 58.  
3.2 Producto Interno Bruto per Cápita 1981-1992, pag. 59.  
3.3 Incremento del Producto Interno Bruto en porcentaje 1981-1992, pag. 59.  
3.4 Tabla de Proyecciones (Población, Incremento %PIB, Paridad), pag. 60.  
3.5 Análisis de la Balanza Comercial 1981-1992, pag. 60.  
3.6 Inversión Nacional en los últimos años 1986-1988, pag. 61.  
3.7 Crecimiento de la Población, pag. 61.  
3.8 Comportamiento de la Inflación, pag. 61.

#### CAPITULO IV

- 4.1 Producto Interno Bruto de la Industria Química, pag. 67.

- 4.2 Producto Interno Bruto por Sectores de Actividad Industrial 1981-1990, pág. 88.
- 4.3 Balanza Comercial del Sector Químico. pág. 90.
- 4.4 Inversión en la Industria Química Mexicana. pág. 90.
- 4.5 Consumo Aparente de Productos Químicos 1981-1990 (Pesos Corrientes), pág. 91.
- 4.6 Consumo Aparente de Productos Químicos 1981-1990 (Pesos 1990), pág. 91.

#### CAPITULO V

- 5.1 Tabla de Localización de Plantas. pág. 133.

#### CAPITULO VII

- 7.1 Información requerida para la Simulación Financiera. pág. 159.
- 7.2 Resultados de la Simulación Financiera. pág. 161.
- 7.3 Estado de Resultados proforma. pág. 163.
- 7.4 Balance General proforma. pág. 164.
- 7.5 Análisis Financiero. pág. 165.
- 7.6 Estudio de Sensibilidad. pág. 169.

#### GRAFICAS

#### CAPITULO I

- 1.1 Evaluación de Métodos de Producción. pág. 31.

#### CAPITULO II

- 2.1 Importaciones de p-Aminofenol por compañía. pág. 37.
- 2.2 Importaciones de p-Aminofenol por rama industrial. pág. 38.

- 2.3 Precio de p-Aminofenol, pág. 43.
- 2.4 Demanda de p-Aminofenol, pág. 44.
- 2.5 Ventas de p-Aminofenol, pág. 45.

### CAPITULO III

- 3.1 Producto Interno Bruto, pág. 62.
- 3.2 Producto Interno Bruto per Capita, pág. 63.
- 3.3 Incremento porcentual del Producto Interno Bruto, pág. 64.
- 3.4 Proyecciones incremento porcentual PIB, pág. 65.
- 3.5 Balanza Comercial, pág. 66.
- 3.6 Inversión Nacional, pág. 67.
- 3.7 Crecimiento de Población, pág. 68.
- 3.8 Comportamiento de la Inflación, pág. 69.

### CAPITULO IV

- 4.1 Producto Interno Bruto Industria Química 1981-1992, pág. 92.
- 4.2 PIB por sectores (Aceites y Petróleo), pág. 93.
- 4.3 PIB por sectores (Petroquímica básica y Química básica), pág. 94.
- 4.4 PIB por sectores (Abonos y Fertilizantes, Resinas y Fibras), pág. 95.
- 4.5 PIB por sectores (Farmacéuticos, Jabones-Detergentes-Cosméticos), pág. 96.
- 4.6 PIB por sectores (Hule y derivados, Plástico), pág. 97.
- 4.7 Balanza Comercial Sector Químico 1981-1992, pág. 98.
- 4.8 Inversión Industria Química 1983-1991, pág. 99.
- 4.9 Consumo Aparente Productos Químicos 1981-1990, pág. 100.

## CAPITULO V

5.1C3.2.A) Diagrama de Flujo de Proceso a partir de p-nitrobenceno, pág. 115.

5.2C3.2.B) Diagrama de Flujo de Proceso a partir de p-nitrofenol, pág. 116.

5.3 Localización de plantas en los estados de la República, pág. 134.

## CAPITULO VI

6.1 Organigrama de la Planta, pág. 143.

## CAPITULO VII

7.1 Punto de Equilibrio Proceso con nitrobenceno, pág. 155.

7.2 Punto de Equilibrio Proceso con nitrofenol, pág. 156.

7.3 Análisis Financiero VPN, pág. 167.

7.4 Análisis Financiero TIR, pág. 168.

7.5 Estudio de Sensibilidad VPN, pág. 170.

7.6 Estudio de Sensibilidad TIR, pág. 171.