

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

**ANTEPROYECTO PARA LA INDUSTRIALIZACION
DE LA SULFANILAMIDA.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A

GUILLERMO FERNANDEZ COIFFIER

MEXICO
1968



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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



ANTERPROYECTO PARA LA INDUSTRIALIZACION DE LA SULFANILAMIDA

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE Prof.: JAIME KELLER TORRES

V O C A L " : EDUARDO ROJO Y DE REGIL

SECRETARIO " : ANGEL J. NAVARRO MONALES

1er. Suplente " : EDUARDO PEREZ PAREDES

2do. Suplente " : JULIO CORDERO GARCIA

SUSTENTANTE

ASESOR DEL TEMA

GUTIERRO FERNANDEZ COIFFIER

ING. JAIME KELLER TORRES

I.- INTRODUCCION

II.- ESTUDIO DE MERCADO

III.-INVESTIGACION DEL PROCESO

IV.- BALANCE DE MATERIALES

V.- EVALUACION ECONOMICA

A QUIENES DEBO TODO

MIS PADRES

A MIS MAESTROS

A MIS AMIGOS

A PEDRO ANTONIO

A EMELY

INDICE

Indice

Capítulo I

Introducción

- | | |
|----------------------|---|
| 1.- Historia | 4 |
| 2.- Formas de Empleo | 6 |

Capítulo II

Estudio de Mercado

- | | |
|--|----|
| 1.- Fundamentos básicos para la proyección de una industria. | 8 |
| 2.- Objetivos de las empresas industriales | 8 |
| 3.- Bases para un buen desarrollo Industrial | 10 |
| 4.- Manera de encontrar ideas industriales | 11 |
| 5.- Estudio de Mercado | 12 |
| 6.- La recolección de antecedentes | 14 |
| 7.- Los antecedentes | 15 |
| 8.- Concepto de elasticidad | 19 |
| 9.- Proyección de Importaciones | 23 |
| 10.- Forma de administración de la planta. | 24 |

Capítulo III

Investigación del Proceso

1.- Objetivos de la experimentación	25
2.- Obtención en el laboratorio	25
3.- Síntesis general de las Sulfonamidas	26
4.- Mecanismos de la reacción	29

Capítulo IV

Balances de Materiales

1.- Balance de Materiales	30
2.- Capacidades de los equipos	32
3.- Diagrama de Flujo	34
4.- Descripción de operación del proceso	35

Capítulo V

Evaluación Económica

1.- Estimación de Costos	37
2.- Lista del Equipo y su Costo	38
3.- Criterio para la selección del equipo	41
4.- Cálculo de la rentabilidad de la planta	44
A.- Costos de producción	44
B.- Gastos Fijos	46
C.- Localización analítica del punto de equilibrio	49

Modificación

1.- Fabricación de la acetanilida	50
2.- Obtención en el laboratorio	50

3.- Obtención Industrial	50
4.- Balance de Materiales	51
5.- Cálculos modificados	52
Conclusiones	63
Bibliografía	65

CAPITULO I

INTRODUCCION

La sulfanilamida, cuyo verdadero nombre es: para-amino -- benzensulfonamida ($C_6H_4N_2O_2S$) es, desde el punto de vista químico, el más importante de los derivados del ácido-sulfanílico ($H_2N.C_6H_4.SO_3H$). Las drogas sulfanílicas son agentes antibacterianos, su acción es bacterostática y -- germicida y son usadas solas o en combinaciones con otras sulfamidas o inclusive se usan también mezcladas con antibióticos, en el tratamiento de muchos tipos de infecciones producidas por los Streptococos y los Neumococos.

HISTORIA.— El empleo terapéutico de las sulfanilamidas se inicia en el año de 1932 con el descubrimiento de Domagk en Alemania, referente a la acción del prontosil rojo. -- La sulfanilamida comenzó a utilizarse en gran escala en 1936, y a partir de esa fecha empezaron a surgir otros derivados. El primero que apareció fué la sulfapiridina, -- descubierta en Inglaterra en 1938. Posteriormente adquirió su máximo desarrollo en los Estados Unidos, donde se descubren el Sulfatiazol (1939); la sulfadiazina (1940); la sulfaguanidina (1940); la sulfamerazina (1941); y el ftalilsulfatiazol (1942).

Al correr el tiempo por los años de 1953 -54 se descubrieron los antibióticos, cuya menor toxicidad y baja dosificación - en comparación con las sulfas en antaño conocidas, obligaron a todos los médicos, a sustituir rápidamente el tratamiento quimioterapéutico por el antibiótico, lo cual produjo un efecto tal en el mercado de las sulfas, que se vaticinó que definitivamente acabaría la época de éstas. Siguió corriendo el tiempo, y como se había previsto, las cosas se modificarían, y los antibióticos prácticamente atóxicos como la penicilina, ocasionaron fenómenos de resistencia en los microorganismos patógenos, en particular las infecciones provocadas por el estafilococo, el cual se tornó penicilino-resistente, obligando a la procuración de nuevos antibióticos -- más activos y a la vez más tóxicos. Pero paralelamente en 1956 apareció una nueva sulfá heterocíclica de eliminación lenta y de dosificación baja que es la sulfametoxispiridazina que junto con su N^1 acetil derivado originaron que en 1958 comenzara la época de las sulfas de efecto -- prolongado, llamadas también sulfas depósito o sulfas retardadas. A este tipo de sulfas se les denominó de las 3-L por ser de "baja dosificación" (low dose); "Larga duración" (long lasting); y "Acción prolongada" (long Acting). El número de sulfas de acción prolongada fué aumentando cada vez más y en 1963 aparecieron las sulfas llamadas ultralentas, que ya se administraban solo una vez por semana.

FORMAS DE EMPLEO.- La forma corriente de emplear las sulfas es por vía oral y en tabletas. Debido a la escasa solubilidad de las sulfas en el agua, no pueden emplearse en inyecciones a las dosis necesarias para que tengan efecto terapéutico, y por ello para emplear estas sustancias por vía parenteral hay que utilizar los derivados sódicos del tipo $\text{Na}-\text{SO}_2-\text{N}$ que son bastante solubles en agua, pero que

Na tienen el inconveniente de dar soluciones con un pH muy elevado (alrededor de 10). Sin embargo hay excepciones en las que es indispensable la administración parenteral, como ocurre cuando es necesaria una concentración alta en la sangre con capilares o cuando no se puede utilizar la vía oral por la presencia de vómitos persistentes o estados comatosos o bien cuando hay una absorción deficiente.

Una forma de empleo muy difundida desde hace algunos años es el polvo directamente para aplicación local. Habitualmente las sulfas son presentadas en sobres o en frascos muy chicos y esterilizados, esto se debe a que las sulfas en sus preparaciones son muy solubles y por lo tanto se pueden administrar por vía parenteral. Pero el motivo fundamental que exige la esterilización de las sulfas en polvo es el de protegerlas de la contaminación de las ampollas parenterales por ejemplo de $\text{Na}-\text{SO}_2-\text{N}$. Normalmente se han empleado sulfas en forma de sobres o sobres para inyecciones de la sulfadiazina.

NOTA.- Se habrá notado que en la introducción a la vez que se habla de la sulfanilamida se mencionan tambien otras sulfas. Y ello es debido a que el presente estudio realizado - Para la instalación de una planta productora de sulfanilamida, será adaptable también para la fabricación de la mayoría de las sulfas conocidas, ya que el equipo requerido es en esencia el mismo, y salvo en casos muy especiales se requerirá de la instalación de algún equipo adicional.

CAPITULO II

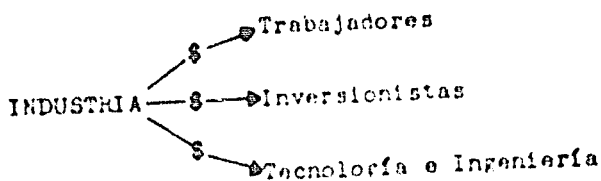
ESTUDIO DE MERCADO

FUNDAMENTOS BASICOS PARA LA PROMOCION DE UNA INDUSTRIA.- En una promoción industrial, se deben de considerar dos fundamentos que son particularmente importantes:

A.- Que el negocio o el proyecto sea interesante para el país.

Un proyecto es interesante para el país si el producto que se va a fabricar es de importación o --- también, una planta competitiva a las ya existentes o a mejorar la calidad del producto así como su costo , o la fabricación de un producto que rompa monopolios, o bien si se aprovechen materiales o ideas del país.

B.- Que el negocio demuestre viabilidad económica. Esto significa que el proyecto en proposición sea un negocio en donde todos ganen así como se demuestra en el siguiente cuadro:



OBJETIVOS DE LAS EMPRESAS INDUSTRIALES.- El objetivo de las empresas industriales lo podemos sintetizar en los siguientes puntos:

- A.- Debe de satisfacer las necesidades de un producto
- B.- Ofrecer trabajo y pagar salarios adecuados a los -
trabajadores y grupos involucrados en la producción
directa o indirectamente.
- C.- Dar dividendos o ganancias lícitas a los inversio-
nistas del negocio industrial.
- D.- Pagar razonablemente y en forma ética los compromi-
sos contraídos con sus proveedores de materias pri-
mas, bancos y deudores.
- E.- Canalizar por la vía fiscal y en forma legal los --
impuestos al gobierno.

Resumiendo el problema industrial de la promoción, lo poda--
mos sintetizar en 4 factores que son los que enunciamos a --
continuación:

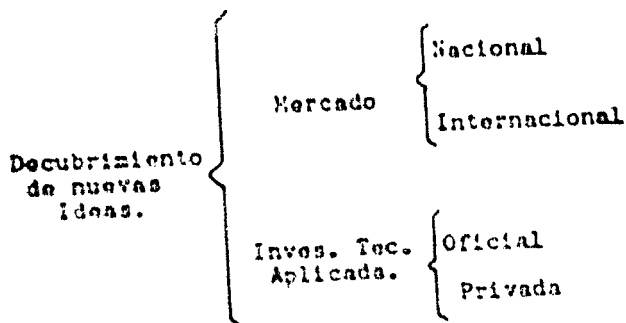
- A.- Buena idea apoyada con estudio.
- B.- Tecnología
- C.- Grupo de personas apropiado.
- D.- Inversión en dinero del grupo de personas que
trabajan ahí, o sea el grupo que aporte la tec-
nología.

El grupo promotor a su vez debe de poseer ciertas cualidades
como son:

- A.- Conocimiento y planteamiento claro del problema
- B.- Honradez extrema y honestidad en los negocios
- C.- Inteligencia e iniciativa
- D.- Orden y metodología en el desarrollo; planeación y promoción.
- E.- Habilidad en las relaciones humanas
- F.- Capacidad de tomar decisiones a tiempo

BASES PARA UN BUEN DESARROLLO INDUSTRIAL.- Las bases para un buen desarrollo industrial las podemos concretar en los siguientes puntos:

- A.- Coordinación de los sectores oficial y privado para planear adecuadamente un desarrollo industrial .
- B.- Industrialmente se debe de tener presente que cada empresa debe de ser rentable.
- C.- Hacer el uso debido de las experiencias adquiridas por otros países, siempre y cuando el costo de estas experiencias sea adecuado para el país(y no - tratar de desarrollar "nuevas" técnicas que en última instancia resultarían mas caras.)
- D.- Establecer una metodología bien planeada para el - desarrollo de los proyectos industriales, basando- se en el siguiente cuadro:



Debe de ejecutarse además un estudio de la idea a nivel de -
anteproyecto, por lo cual el estudio debera de contener pro-
yecciones financieras.

MANERA DE ENCONTRAR IDEAS INDUSTRIALES.- Para encontrar una
idea industrial , se deben de efectuar estudios los cuales -
deberan de contener los siguientes puntos:

I.- Estudio de las Importaciones.

II.- Estudio de la producción Nacional

III.- Investigación de Materias Primas locales

IV.- Estudio de las capacidades disponibles

V.- Estudio del futuro de las industrias: Por medio
de este estudio se podra analizar y programar -
amplificaciones y diversificaciones, pudiendo --
ser estas últimas Verticales (elaboración de ma-
terias primas) u Horizontales, (elaboración de -
productos nuevos).

VI.- Adaptación de los adelantos tecnológicos: Los --
nuevos estudios crean grandes adelantos tecnoló-
gicos, y con ello grandes oportunidades para la
expansión industrial.

VII.- Exámen de las relaciones industriales: Análisis
de estas relaciones se encuentran muchas oportu-
nidades de promoción.

VIII.- Evaluación de los planes de desarrollo: Se debe
de estar ligado tanto a los desarrollos naciona-
les como a los regionales.

IX.- Revisión de los viejos proyectos: Esto es neces-
rio ya que con el tiempo varían las condiciones
que quizás en un principio impedían la viabilidad
de ese proyecto.

X.- Observar las experiencias anteriores sobre todo -
las de los otros países.

XI.- Empleo de las listas que publican los gobiernos
de los diferentes países, en las cuales enlistan
sus industrias y rama en la cual trabajan.

ESTUDIO DE MERCADO

Al igual que otros estudios el estudio de mercado comprende
dos etapas: a) recopilación de antecedentes y establecimiento

de bases estadísticas para el análisis. b) La elaboración y el análisis de esos antecedentes. La etapa de análisis y elaboración de los datos deberá responder a las preguntas básicas que motivan el estudio. ¿cuanto se podrá vender? ¿a qué precio? ¿qué problemas plantea? etc.

Planteamiento. - Las observaciones anteriores permiten hacer el siguiente planteamiento esquemático del problema:

- a).- Como el objetivo del proyecto es proporcionar a la comunidad un bien determinado (en nuestro caso las drogas sulfamidicas) será necesario estimar la cantidad de sulfas que se van a producir y que la comunidad estaría dispuesta a adquirir y a un determinado precio.
- b).- La nueva producción se sumará en algunos casos al actual volumen de producción, y en otras solo desplazará a una parte o a la totalidad del producto procedente de otros orígenes y que bien pueden ser extranjeros, como en nuestro caso específico.
- c).- Determinación cuantitativa de la demanda, que solo tiene sentido en relación a un determinado precio de venta, los influirán sobre el monto de los ingresos y sobre el presupuesto de ingresos y gastos del proyecto.

- d).- Se deduce de lo anterior que en esencia el estudio de mercado, deberá proporcionar criterios útiles - para determinar la capacidad que ha de instalarse en la nueva unidad productora, y estimar los ingresos probables durante la vida útil de la realización del proyecto. (Tomase por Vida Útil, el plazo necesario para obsoleter la planta).
- e).- La recopilación de antecedentes sentará las bases empíricas del estudio, pues permitirá reconocer en cada caso las variables mas importantes que afectan la cantidad de la demanda y los precios.
- f).- Con los antecedentes obtenidos y la hipótesis de trabajo adoptadas, se podrán establecer algunas -- premisas teóricas, con el objeto de cuantificar la demanda actual y futura para el proyecto en estudio.

RECOPILACION DE ANTECEDENTES

Objetivos de esta recopilación.- Los antecedentes que es necesario recopilar para el estudio de mercado, se refieren tanto a la información estadística, como a las características del mercado.

La importancia relativa de los diversos antecedentes variará según sea el objetivo del estudio y el tipo de bien que se quiere estudiar. Quedará a criterio del investigador determinar donde sea necesario ir mas afondo y en que casos se -

deberá recurrir a ayuda técnica especializada, para recoger mayor información sobre el punto y en que otros se podrá prescindir de un estudio mas detallado.

LOS ANTECEDENTES

Los principales antecedentes son:

a).- Series Estadísticas.- Todo estudio de mercado tendrá que comenzar series estadísticas de producción, comercio exterior y consumo del bien o servicio.

Las fuentes de información mas usadas son: Las estadísticas oficiales; Los censos; Los estudios especiales de institutos de investigación económica u otras entidades nacionales o internacionales; Las informaciones estadísticas de empresas particulares; Las cifras de importación y exportación que generalmente publican los diferentes gobiernos. Cuando estas fuentes sean insuficientes o defectuosas, será necesario realizar investigaciones de campo para determinar tendencias de la demanda del mercado.

En el presente trabajo se utilizó el servicio estadístico de Comercio Exterior publicado por la Secretaría de Hacienda y Comercio.

b).- Tipos y especificaciones del bien o servicio que se desea estudiar.

Este estudio se ha desarrollado sobre un bien tangible, específico, los zapatos de cuero y de sintético, que se venden en la ciudad de México y en los estados de México y Veracruz.

dian y conocer los fines precisos a que se destinan. Tambien se deberá de averiguar quienes los usan y como los usan.

El proceso de industrialización trae consigo, el establecimiento de normas técnicas de calidad y tipificación de los bienes, los cuales deben de ser considerados en el estudio. El cumplimiento de una norma de calidad puede ser una exigencia local o simplemente del mercado que rechaza los productos que no se ajustan a ella. Desde el punto de vista práctico esto puede resultar indiferente pues aunque la obligación no sea de orden local, si el mercado tiene sus preferencias al no atenderlas implicaría un aspecto de venta tan castigado que haría imposible el provecho o lo que es peor que no tendrían mercado. En el presente trabajo este aspecto está desarrollado a lo largo del mismo.

c).- Precios y Costos actuales.- El conocimiento del precio actual a que se vende a los mayoristas y a los consumidores finales, permite realizar estimaciones sobre los costos de distribución. Para nuestro producto el precio actual en el mercado mexicano es de \$ 31.98/Kg importada pero como las Leyes Mexicanas permiten un alza del 10% cuando se fabrica en el país, consideraremos que el valor de venta será de -- \$ 35.12/Kg .

d).- Fuentes de abastecimiento.

Tambien será indispensable conocer cuales son las fuentes --

actuales proveedores del bien o servicio, " si estas proceden del extranjero o son de fabricación nacional, en este último caso será conveniente verificar la capacidad de producción, y el tipo de uniformitas que fabrican. Actualmente en México, todas las uniformitas son importadas de los EE.UU.; Francia; Alemania; Inglaterra; Holanda; y Checoslovaquia. Producíendose en México, exclusivamente uniformitas de tipo muy estandarizado, como la uniformita de enfermería.

Estudios Teóricos en el Análisis de la Demanda.

La capacidad de la planta deberá de ser dada en función de la demanda, existen formas determinadas para calcular la demanda que pueda tener un producto, y estas se refieren esencialmente a la función demanda y a las relaciones cuantitativas que se derivan del concepto elasticidad de la demanda. Estas formas son aplicables a todo tipo de productos o bienes, ya sean de consumo directo por el público o materias primas para otro tipo de industrias, pero desafortunadamente el aspecto es diferente para la industria farmacéutica, ya que estos estudios, como lo veremos más adelante están basados en las relaciones que existen entre los cambios en la cantidad demandada y los cambios en el ingreso del individuo o en el precio del producto, y el consumo de los productos farmacéuticos no depende de el mayor o menor ingreso del individuo, sino que se consumen cuando son requeridos, ya sea obtenidos por medio de instituciones benéficas (cuando el ingreso es muy bajo) o bien adquiridos por el propio dinero.

Los estudios anteriormente mencionados, se basan en los cambios que puede sufrir la curva de demanda.

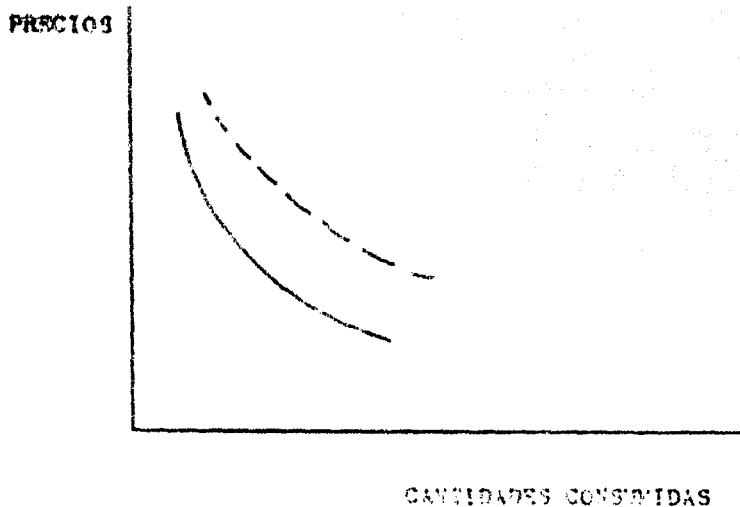
Primeramente habrá que establecer las diferencias existentes entre "La Cantidad Demandada" y "La Demanda" propiamente dicha. La cantidad demandada es aquella que los consumidores o usuarios adquirirían a un determinado precio en un momento dado. Y la demanda es la relación que existe entre una serie de cantidades demandadas y la serie de sus correspondientes precios.

Sin entrar en mas detalles diremos que es común representar la demanda en forma gráfica, como lo muestra la gráfica I-II en la cual los cambios sobre la línea continua, representan cambios en la oferta no en la demanda. En cambio un desplazamiento de la línea continua a la izquierda nos representa cambios en la demanda. Los cambios en la demanda significan que a una misma cantidad ofrecida en el mercado los consumidores estarían dispuestos a pagar mas o menos, según sea el sentido del desplazamiento. Y si lo que varía es la cantidad ofrecida, ello implica solo un cambio en los precios, dentro de la misma curva de demanda.

Los factores que hacen que la curva de demanda se desplace hacia arriba o hacia abajo desde una posición dada, se relacionan especialmente con el nivel y la distribución de los ingresos.

Con respecto al cambio en el nivel de ingreso, la idea general es que los consumidores estarán dispuestos a pagar mas

GRAFICA 1 - II



Cuando su nivel de ingreso se eleva, o viceversa. Si además de un cambio en el nivel de ingresos, hay también cambios en la distribución, puede haber no solo un desplazamiento - sino un cambio en la forma de la curva de demanda.

Es posible también representar gráficamente las relaciones entre las cantidades consumidas y los distintos niveles de ingreso, si se lleva a los abscisas la serie de ingresos por persona y a las ordenadas la serie de cantidades consumidas por persona, se obtiene una curva que indica las cantidades que los consumidores demandarían a distintos niveles de ingreso. Según se muestra en la gráfica 2-II.

CONCEPTO DE ELASTICIDAD

La elasticidad mide los cambios en las cantidades demanda-

das y los cambios en los precios e ingresos, quedará sujeta de por la forma de las curvas recientemente indicadas, y su expresión cuantitativa se facilita mediante el uso del concepto de elasticidad.

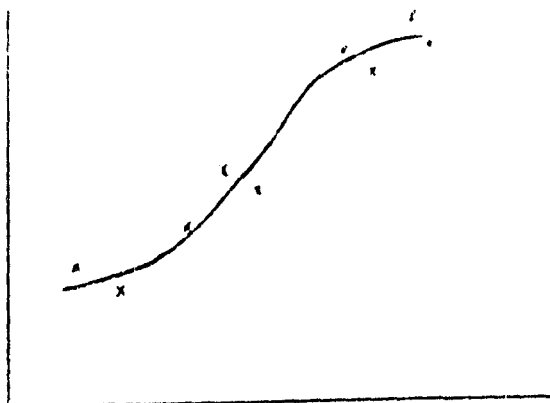
$$\text{Elasticidad } E = \frac{\text{Cambio relativo en la cantidad demandada}}{\text{Cambio relativo en el ingreso o Precio}}$$

Aunque los cambios relativos = los que se refiere la definición rigurosa de elasticidad son infinitesimales, en la práctica suele aplicarse el concepto a pequeños cambios finitos sin que se destruya por ello la validez funcional del coeficiente, utilizándose la siguiente expresión:

$$E = \frac{\text{Porcentaje de Cambio en la Cantidad demandada}}{\text{Porcentaje de cambio en el ingreso o precio}}$$

GRAFICA 2 -II

CANTIDADES CONSOLIDADAS POR PERSONA



INGRESO POR PERSONA

Como podrá notarse para la sulfanilamida y en general para todos los productos farmacéuticos, es difícil establecer la demanda a partir del nivel de ingreso. Motivo por el cual el estudio para el presente trabajo se basó en los siguientes puntos:

- a).- Importaciones hechas y registradas en el anuario estadístico de comercio exterior, publicado por la Secretaría de Industria y Comercio. Para esta estimación se usó un promedio de los anuarios correspondientes a los años de 1964 - 65 - 66 - 67.
- b).- Todas las Sulfamidas que se venden actualmente en México, son importadas.
- c).- Como ya se explicó en la introducción los productos sustitutos han ido últimamente en decadencia.
- d).- Las principales fuentes de abastecimiento de las Sulfas son: EEUU; Alemania; Francia; Holanda; Inglaterra; Checoslovaquia. Y su importación representa al cabo de un año varios miles de pesos.
- e).- Dado que el equipo para la fabricación de la Sulfanilamida y el equipo para la fabricación de otras Sulfamidas es el mismo, la capacidad de la planta se determinó suponiendo la importación de todas como el grupo farmacéutico Sulfanilamidas.

f).- Este estudio fué realizado sin tomar en cuenta el posible mercado que pudieran ofrecer los países latino americanos con el tratado de la ALALC (Asociación Latinoamericana del Libre Comercio)

g).- La planta trabajará el primer año al 75% de su capacidad, para evitar acumulaciones de producto terminado en su bodega. El segundo año trabajará al 90% de su capacidad por la misma razón, y a partir del tercer año al 100% de su capacidad.

El estudio de mercado realizado hasta el momento, no es completo, para lo cual se proponen las siguientes soluciones para una determinación mas exacta:

- 1.- Estudio directo : los diferentes, posibles mercados de consumo.
- 2.- Investigación de los proyectos gubernamentales para combatir las infecciones de todo tipo.
- 3.- Investigación de otras aplicaciones de las Silfas.

En la siguiente página se presenta una proyección de las importaciones, obtenida a partir del Anuario estadístico de Comercio Exterior. El valor obtenido de esta proyección es de 141,000 Kg/año pero tomando un factor de seguridad del 10% obtenemos que se deben de producir 155,000 Kg/año.

00000

750

100

150

100

50

0

1960

1961

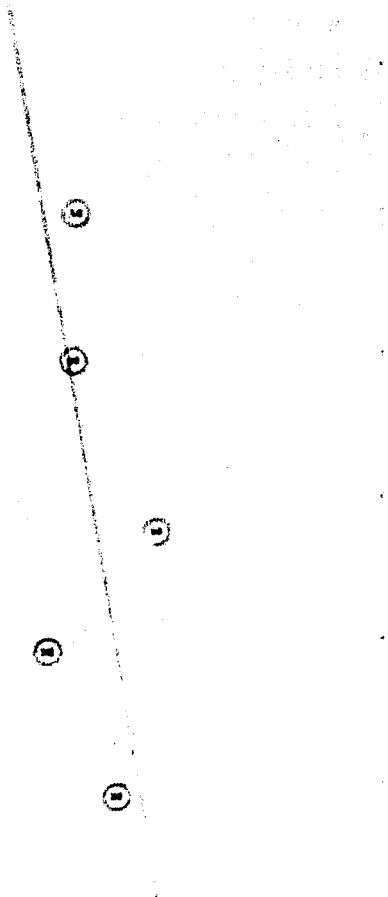
1962

1963

1964

1965

PRODUCTION OF IMPORTATIONS



FORMA DE ADMINISTRACION DE LA PLANTA

La compañía trabajará un solo turno de 8 hrs. durante 302 días al año. Para hacer esta consideración me he basado en el hecho de que la compañía laborará de lunes a sábado inclusive y descansará los domingos, lo cual implica descontar - 52 días, mas 6 días por concepto de mantenimiento, y los otros 5 días son aquellos en los que por ley se prohíbe trabajar (1º de Mayo; 21 de Marzo; 16 de Septiembre; etc.). El total de días laborables que nos queda es de 302 en los cuales tendremos que producir 125,000 Kg de Sulfanilarida (u otras sulfas) lo cual nos da que tendrán que ser producidos 420 Kg de Sulfanilarida por día.

NOTA.- Existe la posibilidad de que en el caso de que el mercado aumente la planta trabaje dos turnos, pudiendo así duplicar su capacidad.

CAPITULO III

INVESTIGACION DEL PROCESO

OBJETIVOS DE LA EXPERIMENTACION.- El objetivo fundamental del trabajo de desarrollo del proceso, es obtener información suficiente para determinar la posibilidad económica de la inversión en la planta comercial, y además proveer la suficiente información técnica y llevarla a cabo.

El primer objetivo del desarrollo de un proceso, es el de mostrar la calidad del producto y suministrar la cantidad de datos suficientes para una evaluación completa. El segundo objetivo es el desarrollar información que permita la producción del producto en escala industrial y que a la vez sea comercialmente costeable.

EXPERIMENTACION

OBTENCION EN EL LABORATORIO.- A continuación se indica la forma de obtener la sulfanilamida partiendo de acetanilida.

En un matraz Erlenmeyer de 250 ml. se colocan 5 gr. de acetanilida, el matraz se coloca en un baño de hielo y se le agregan 12.5 gr. de ácido clorosulfónico (de una sola vez) Se saca el matraz del baño y se agita hasta que parte del sólido se haya disuelto, se calienta el matraz en baño Ma-

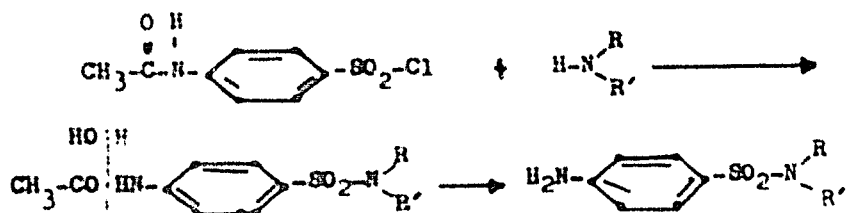
ría durante 10 min. se deja enfriar y se verto lentamente y con agitación sobre 75 gr. de hielo picado. Se agita hasta que se derrita todo el hielo, obteniendose un sólido granular, el cual se filtra en un Buchner y se pasan 2 ó 3 ml. - de agua para lavar. El producto aquí obtenido se llama Cloruro de P-acetamidobencen-sulfonilo (el cual es materia prima para la obtención de cualquier sulfa). Para obtener la -sulfanilamida, se pasa este solido a un matraz y se le agrega una mezcla de 15 ml. de NH_3 . Se calienta la mezcla hasta que funda pero evitando que hierva, la mezcla se filtra y se seca. Una vez seca se toman 3 gr. de p-acetanilido sulfamida, y se colocan en un matraz de pera, añadiendole 2.5 ml. de HCl concentrado y 10 ml. de agua la mezcla obtenida se calienta a 70°C durante 25 min. La solución ya fria de clorhidrato de sulfanilamida se coloca en un vaso de precipitados de 250 ml. y se le añaden pequeñas porciones de NaOH al 10% agitando posteriormente y tomando el pH hasta obtener 7. Se enfria el vaso exteriormente con hielo y el precipitado formado se filtra y seca.

El rendimiento obtenido por este metodo es de 90%.

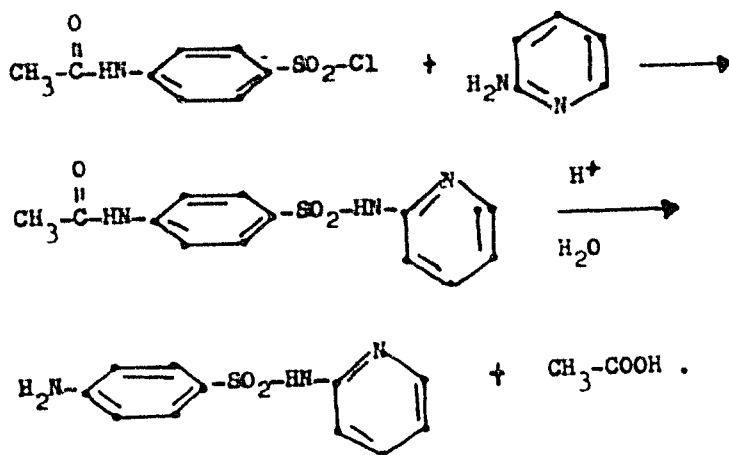
SINTESIS GENERAL DE LAS SULFONAMIDAS.- Las sulfonamidas N^1 sustituidas, pueden obtenerse por el mismo procedimiento y solo hay que sustituir el hidróxido de amonio por la correspondiente amina sustituida.

La reacción general para la obtención de las sulfas N^1 sus-

tituladas es la siguiente:



Para dar un ejemplo de este tipo de síntesis, supongamos la preparación de la sulfapiridina, por la reacción entre el -cloruro de sulfonilo (Cloruro de *n*-acetanilidobenzosulfonilo) y la 2-amino-piridina, seguida por la hidrolización del grupo acetilo:

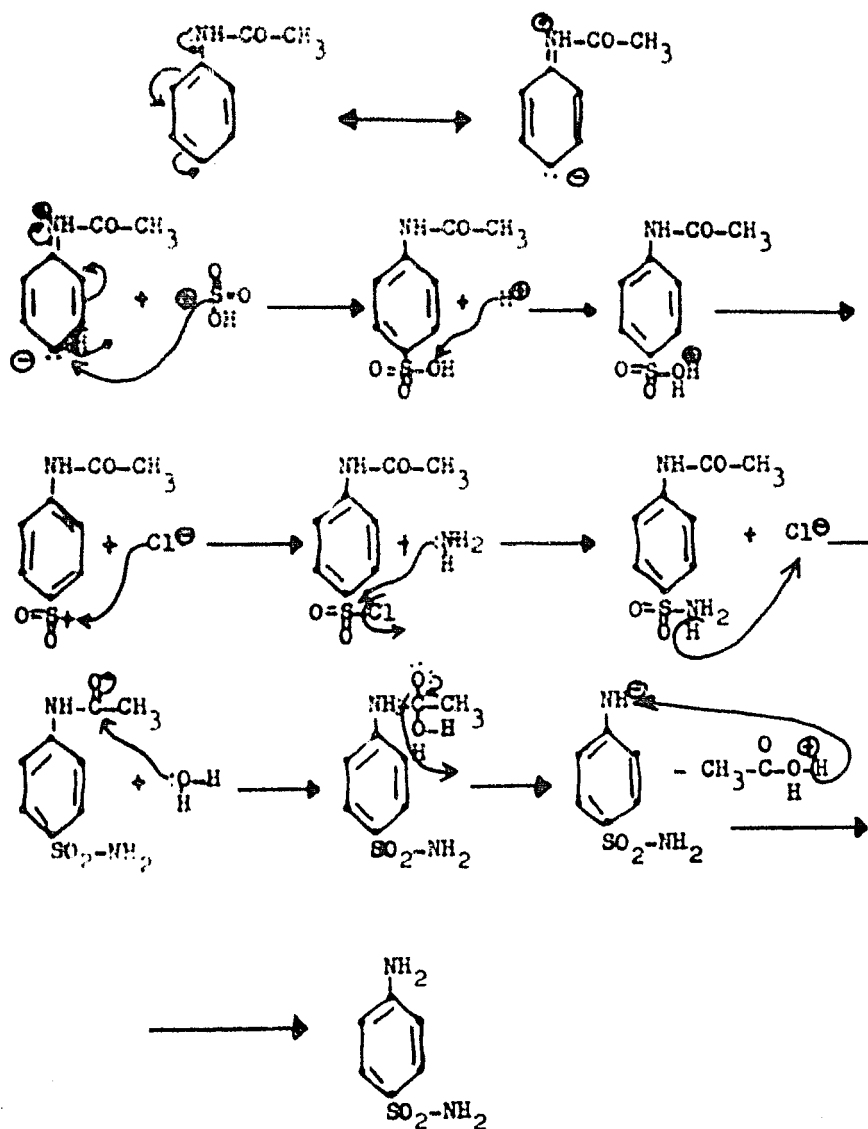


NOTA: No es posible obtener ninguna sulfa a partir del Cloruro del ácido sulfanílico, pues al tratar de obtenerlas -

con este reactivo, él mismo reacciona con más moléculas de ácido sulfanílico, dando productos complejos de condensación, y es por eso que hay que emplear el cloruro de sulfonilo, que tiene en la posición "para" un sustituyente no reactivo o bloqueador y que pueda ser desplazado fácilmente para convertirse en el grupo amino.

La hidrólisis del grupo acetilo puede ser realizada tanto en medio ácido como en medio alcalino, utilizando tanto ácido clorhídrico ó sosa diluídos. La selección del agente hidrolítico depende de la susceptibilidad del compuesto a ser hecho, pero por regla general es que cuando se tiene un átomo de hidrógeno libre en el grupo sulfo ejem: ($\text{SO}_2\text{-HNR-}$) se utiliza la hidrólisis alcalina y cuando no hay ningún átomo de hidrógeno libre por ejemplo: ($\text{SO}_2\text{-N}^{\text{R}}\text{R}'$) ó ($\text{SO}_2\text{N}^{\text{R}}\text{R}_2$) La hidrólisis alcalina puede retardar la descomposición del grupo acetilo, entonces se recomienda la hidrólisis ácida.

MECANISMOS DE LA REACCION:



CAPITULO IV

BALANCE DE MATERIALES

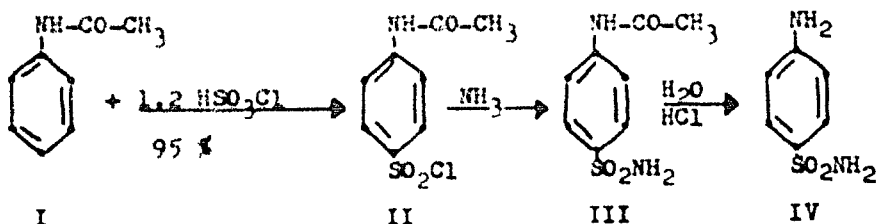
El balance de materiales se realizó en base a los resultados obtenidos en el laboratorio, y así tenemos que:

Base de cálculos: Capacidad máxima de la planta = 420 Kg/día

transformando a moles esta cantidad:

$$\frac{420}{172} = 2.43 \text{ Kmol de sulfanilamida/día}$$

Las reacciones estequiométricas son:



La producción será:

$$\frac{420}{172} = 2.43 \text{ Kmol de sulfanilamida/día IV}$$

$$2.43 \times 172 = 420 \text{ Kg de sulfanilamida/día al 99 \%}$$

Calculo de la cantidad de p-acetanilido-sulfamida III -
producida/día

$$\frac{2.43}{0.94} = 2.58 \text{ Kmol de p-acetanilido-sulfamida/día III}$$

$$2.58 \times 214 = 550 \text{ Kg de p-acetanilida-sulfamida/día}$$

Calculo de la cantidad de cloruro de prontilo producida -
diariamente:

$$\frac{2.58}{0.97} = 2.65 \text{ Kg mol de Cloruro de proutilo/día}$$

$$2.65 \times 233.5 = 618.0 \text{ Kg de cloruro de proutilo/día II}$$

Calculo de la cantidad de acetanilida requerida por día:

$$\frac{2.65}{0.955} = 2.78 \text{ Kg mol de acetanilida/día I}$$

$$2.78 \times 135 = 376 \text{ Kg de acetanilida/día al 100\% I}$$

$$\frac{376}{0.99} = 380 \text{ Kg de acetanilida/día al 99\% I}$$

Calculo de la cantidad utilizada diariamente de ácido clorosulfónico:

Se agrega un exceso del 20% de ácido clorosulfónico para subir el rendimiento de la reacción:

$$2.78 \times 1.2 = 3.35 \text{ Kg de ácido clorosulfónico/día}$$

$$3.35 \times 116.5 = 390 \text{ Kg de ac. clorosulfónico/día al 100\%}$$

$$\frac{390}{0.97} = 402.5 \text{ Kg de ac. clorosulfónico/día al 97\%}$$

Calculo del amoníaco necesario:

$$2.65 \times 35 = 93 \text{ Kg de } \text{NH}_4\text{OH al 100\%}$$

$$\frac{93.0}{0.40} = 232.5 \text{ Kg de amoníaco al 40\%}$$

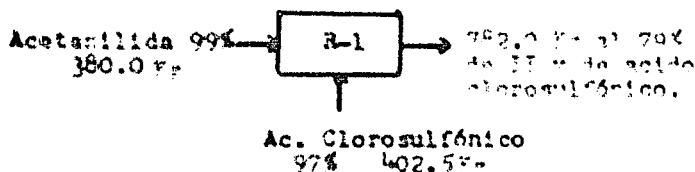
Calculo del ácido clorhídrico utilizado:

$$2.58 \times 36.5 = 94.5 \text{ Kg de HCl al 100\%}$$

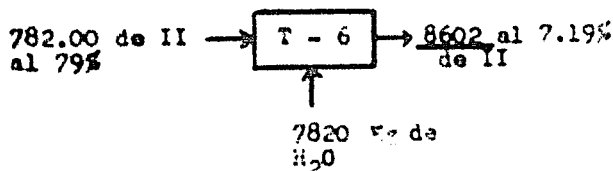
$$\frac{94.50}{0.37} = 255.0 \text{ Kg de HCl al 37\%}$$

CAPACIDADES DE LOS EQUIPOS.- El calculo de las capacidades de los equipos lo haremos en base a las cantidades máximas requeridas de materias primas:

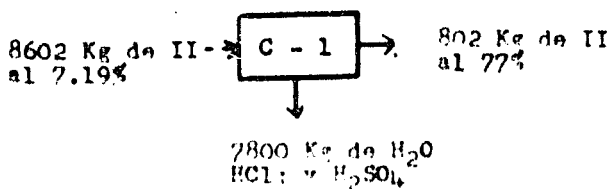
En el reactor R-1 :



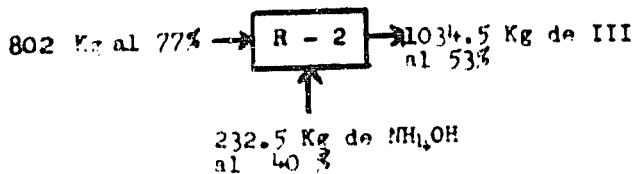
En el tanque T - 6



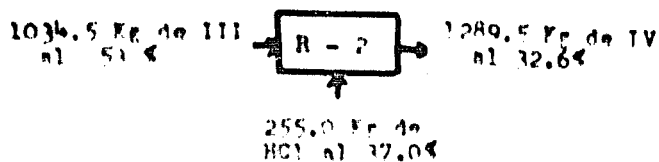
En la centrífuga C - 1



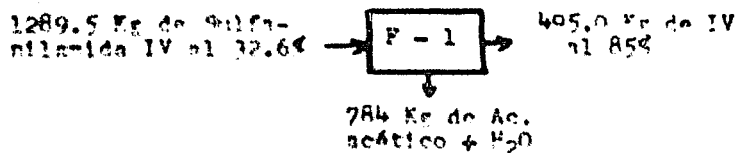
802 Kg al 77% de II
entran al reactor R-2



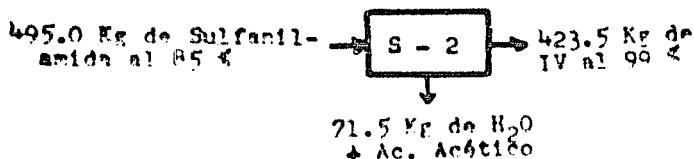
En el mismo reactor R - 2 :



En el filtro F - 1 :



Por último en el secador S - 2 :



Las capacidades de los equipos estarán dadas por la cantidad superior más cercana al valor obtenido.

- I-1.- Tanque p/ácido cloro sulfúrico
I-2.- Tanque cisterna para agua
I-3.- Tanque para HCl
I-4.- Tanque para NH_4OH
I-5.- Tanque de NaOH
I-6.- Tanque de reacción
P-1.- Molino pulverizador

- R-1.- Reactor de sulfonación
R-2.- Reactor de oxidación
Sf-1.- Coldera
C-1.- Centrifuga
F-1.- Filtro rotatorio
S-1.- Morno secador

DESCRIPCION DE OPERACION DEL PROCESO.- La capacidad máxima de la planta será de 420 Kg/día. Como el proceso es intermitente, la secuencia de arranque para cada lote será la siguiente:

Se arranca el sistema de refrigeración, se colocan en el reactor R-1 los 380 Kg de acetanilida, y se deja bajar la temperatura hasta que alcance 50°C o menos, y se le agregan lo mas rápidamente posible los 402.5 Kg de ácido clorosulfónico, teniendo sumo cuidado ya que los vapores que se desprenden son sumamente tóxicos. Se mantiene la agitación durante 1/2 hr. tanto para destruir los grumos que se forman como para bajar la temperatura de la mezcla, y que la solución pueda ser bombeada al tanque T-6, el cual ya contiene 7820 lts de agua que también ha sido enfriada a 50°C para evitar que la reacción sea demasiado violenta. El bombeo del reactor R-1 al tanque T-6, se debe de hacer lo suficientemente lento como para que el sistema de enfriamiento pueda absorber el calor desprendido por esta reacción, (se pueden recomendar 1 1/2 hr. para este paso). El precipitado aquí obtenido es el cloruro de p-bencen-sulfonililo. Esta solución es pasada a la centrífuga C-1 con el fin de concentrar un poco la masa reaccionante y reducir los volúmenes del equipo siguiente, la mezcla de aquí obtenida con una concentración del 77% es pasada al reactor R-2, y al cual posteriormente se le agregan los 232.5 Kg de hidróxido de amonio al 60%, (este es el punto en el cual en caso de querer obtener otra sulfá sustituiremos el amoníaco

por la correspondiente amina sustituida). Calentamos la mezcla hasta 75°C y ahi mantenemos la temperatura durante 45 minutos dejamos enfriar un poco la mezcla (40°C.) y agregamos los - 255 Kg de HCl al 32% y agitamos la mezcla durante 1 hr. tiempo despues del cual agregamos 60 Kg de NaOH al 50% para neutralizar y ajustando posteriormente hasta obtener un pH de 7. Esta mezcla es sacada del reactor y pasada al filtro F-1 , del cual ya sale la sulfanilamida con una concentracion del 85%, por ultimo la sulfanilamida es introducida a un horno de charolas en donde a base de aire caliente la sulfanilamida - es secada, hasta obtenerla de una concentracion del 99%, para despues ser pasada al pulverizador de martillos con el -- fin de destruir los grumos formados por la humedad al estar- se secando.

CAPITULO V

EVALUACION ECONOMICA

ESTIMACION DE COSTOS.

ESTIMACION DE COSTOS POR CONCEPTO DE INGENIERIA CIVIL.- Para la estimación del costo del terreno, suponemos que se va adquirir uno en las inmediaciones de la ciudad de Toluca, cuyo valor debe de ser aproximadamente de \$ 55.00 el metro cuadrado y se van adquirir 1740 m², lo cual nos da un importe de - 96,250.00 pesos.

Los edificios de la planta serán tres y se describen a continuación:

1.- Edificio de oficinas y Laboratorio.- Será en dos plantas con una superficie total construida en cada una de ellas de 180 m² para los cuales se ha estimado que costará a razón - de \$ 950.00 el m² lo cual nos da un total de 342,000.00. En el primer piso se alojarán los despachos de las gerencias (2) una pequeña sala de juntas la recepción y una cafetería con sus respectivos servicios sanitarios. En el segundo piso se encontrarán las oficinas de contabilidad y crédito un -- Cuarto para papelería y archivo los laboratorios y los servicios sanitarios. Este edificio contará con las siguientes especificaciones: Será construido con paredes de tabique y de concreto, servicios sanitarios adecuados instalación eléctrica oculta, pisos de loseta vinílica, puertas de madera; - acabados interiores enyesados y pintados; ventanería y puertas exteriores de acero.

2.- Se dispondrá también de un edificio auxiliar con servi--

cios sanitarios para los obreros, con instalación eléctrica, vestidores, regaderas y contará con un cuarto anexo para el velador de la planta. El costo del edificio es de \$ 52,000.00

1.- La fábrica (area destinada a proceso) tendrá una superficie total de 530 m², de los cuales 250 los constituyen las - bodegas (materia prima y producto terminado). La construcción está sostenida en marcos rígidos de concreto, el piso es de concreto protegido con lechosa anticida y mortero curánico el techo es de losas de asbesto impermeabilizadas con asfalto. El costo por m² de esta instalación se estima en \$280.00 lo cual nos da un costo total de \$ 149,400.00. uniéndole la suma del costo del terreno y de los tres edificios tenemos que en lo que respecta a ingeniería civil el costo es de \$ 807,400.00

LISTA DE EQUIPO Y SU COSTO

Clave	Descripción	Precio
T - 1	Tanque cilíndrico horizontal, con capacidad de 12,500 lts. de ácido clorosulfónico, para un mes de producción, construido en acero inoxidable.	54,370.00
T - 2	Cisterna de concreto s/agua con capacidad de 15,000 lts. (proceso y servicios)	31,175.00
T - 3	Tanque cilíndrico horizontal con capacidad de 7,500 lts. s/ácido clorofénico, para un mes de producción, de acero al carbón con recubrimiento de tipo vinílico.	35,433.00
T - 4	Tanque cilíndrico horizontal con capacidad de 8,000 lts. s/ácido para un mes de producción. Construido en acero al carbón recubierto con un sistema acético curado con epina	39,834.00
T - 5	Tanque cilíndrico horizontal con capacidad de 2,500 lts. s/NaOH construido en acero al carbón con recubrimiento vinílico.	12,438.00
T - 6	Tanque cilíndrico horizontal con agitador y sistema de refrigeración construido en acero inoxidable y con una capacidad de 10 mil lts.	42,191.00
R - 1	Reactor vidreado construido en acero inoxidable, con chaqueta y serpentín de enfriamiento incluido. Capacidad de 1,500 lts.	95,50.00
R - 2	Reactor de acero inoxidable vidreado con chaqueta de calentamiento y capacidad de 500 lts.	65,300.00

C - 1	Centrifuga continua con una capacidad de 1 Ton/hr de solidos.	68,430.00
F - 1	Filtro continuo(per ser poca la cantidad por filtrarse usiendose un filtro rotatorio de laboratorio, construido en acero inoxidable) La capacidad de este filtro debe de ser de 75 lb/ft ² /hr y - con un area de filtración de 30 ft ² .	42,281.00
Sf - 1	Caldera de 1,000,000.00 de BTU/hr.	68,732.00
S - 1	Horno de Charolaz para el secado de la suifa.	65,200.00
P - 1	Pulverizador de martillos con una capacidad de 90 lb/hr.	31,746.00
TIS- 1	Por lo que respecta a tuberias, auxiliares para estas; Instrumentos y Seguro, se estimara como un 32% del costo del equipo.	210,456.00
Inversión Total en Equipo		\$ 868,131.00

CRITERIO PARA LA SELECCION DEL EQUIPO.- El equipo fué seleccionado según el siguiente criterio:

Tanque de ácido clorosulfónico (T-1) Como se sabe el ácido clorosulfónico es uno de los agentes de sulfonación mas energicos que existen y ataca practicamente a todos los metales con excepción del acero inoxidable.

Cisterna de concreto para almacenamiento de agua.- Se seleccionó una cisterna y no un tanque porque su costo es sumamente mas bajo que el de un tanque de cualquier material que se hubiera seleccionado, ademas con un recubrimiento vírflico se preserva de cualquier contaminación, que en nuestro proceso sería vital.

Tanque de ácido clorhídrico.- el ácido clorhídrico es una sustancia altamente corrosiva para el acero en casi todas las concentraciones en que se maneja, y utilizar un tanque de acero inoxidable elevaría el costo lo cual sería incosteable. Entonces utilizando un tanque de acero al carbón con un recubrimiento grueso de polivinilo, nos dará muy buen resultado. Ya que si el recubrimiento es delgado el HCl por ser un gas disuelto en H_2O es susceptible a penetrar con el consiguiente ampolamiento.

Tanque de amoníaco NH_4OH .- El amoníaco como casi todos los materiales alcalinos no son corrosivos al acero y el empleo de un recubrimiento no obedece a otra causa que la de evitar una contaminación.

Tanque de NaOH (T-5).-- En este como en el caso anterior el recubrimiento es solo para evitar una contaminación.

Tanque de reacción (T-6).-- Como es sabido un reactor por las características especiales de diseño, construcción, y materiales utilizados es sumamente costoso y su costo podríamos decir que es una función cuadrática de su volúmen, y la reacción que se efectúa en el tanque T-6, requiere grandes cantidades de agua lo cual aumenta considerablemente el valor del reactor.

Reactor R-1.-- Se eligió este reactor porque la reacción que ahí se efectúa es en extremo exotérmica, pero las cantidades manejadas no son muy grandes. La temperatura puede ser perfectamente controlada con el sistema de enfriamiento del mismo.

Centrífuga C-1.-- El objeto de colocar la centrífuga entre el tanque T-6 y el reactor R-1 es exclusivamente el de eliminar agua HCl y H_2SO_4 formado en el Tanque T-6 lo cual aumenta demasiado el volúmen y elevaría el costo del reactor R-2.

Reactor R-2.-- En este reactor se efectúan varias reacciones que son la de aminación, y la de hidrólisis. Pero para la aminación se requiere que se eleve la temperatura algunos grados para lo cual se colocó la chaqueta.

Filtro continuo.-- Se seleccionó este tipo de filtro por considerarlo más higiénico que cualquier otro, aunque su precio es un poco mas elevado. Para nuestro caso como ya se explica

en la lista de equipo, el filtro es muy chico pudiendose considerar a escala de laboratorio pero que para nuestras necesidades es suficiente..

Caldera (SF-1).- Como se aprecia la caldera es de una capacidad muy baja y el vapor generado por ella es utilizado tanto para el proceso como para la limpieza del equipo y de la planta en general.

Horno de Charolas (S-1).- Este tipo de hornos es el mas utilizado en la industria farmaceutica y en general la industria que elabora poca cantidad de productos cuyo precio es alto.

Pulverizador de Martillos (P-1).- Se especificó este pulverizador porque al salir del horno se forman grumos de materia aglutinada por la humedad y que al eliminar agua, quedan las moléculas unidas superficialmente.

CALCULO DE LA RENTABILIDAD DE LA PLANTA

La rentabilidad de la planta se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$R = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Inv. Fija} + \text{Cap. de Trabajo}}$$

Desglosando un poco estos conceptos:

Utilidad Neta. - La utilidad neta es igual a las ventas - netas menos el costo de lo vendido, menos los gastos de administración y ventas, menos los gastos financieros y menos los impuestos.

Inversión Fija. - La inversión fija esta representada por la suma del costo del equipo mas la suma del costo del terreno y los edificios, y que para nuestro caso es de - \$ 1,675,531.00

Capital de trabajo. - El capital de trabajo esta formado - por la suma del inventario de materias primas, mas el inventario de producto terminado, mas el inventario de refag - ciones, mas las cuentas por cobrar, menos las cuentas por pagar, mas una cantidad en efectivo.

COSTOS DE PRODUCCION

Tabla de Costos de Producción.

Materia Prima Nombre	Consumo Diario Kg	Costo de MP \$/Kg	Costo Total Diario
Acetanilida 99%	380	19.10	7,258.00
Ac. Cloromul fónico 97%	402	3.73	1,379.46
Hidróxido de amonio 40%	232.5	2.07	482.27
Ac. Clorhidri co 37%	255.0	1.84	469.20
Hidróxido de Sodio 50%	60.0	0.75	45.00
			\$ 9,633.93

Como diariamente se producen 420 Kg

$$\frac{9,633.93}{420} = 22.92/\text{Kg}$$

SERVICIOS (estimación)			
	Costo	Consumo	Costo Total
Vapor	32/Ton	2 Ton	64.00
Electrici dad	0.40 Kw-h	150 Kw-h	60.00
Agua (proceso y servicios) 4.25/m ³		15 m ³	63.75
			\$ 187.75

Esto es el costo por partida y como cada partida es de —
420 Kg tenemos la siguiente ecuación:

$$\frac{187.75}{420 \text{ K.}} = \$ 0.446/\text{K.}$$

Los costos variables totales serán:

$$\$ 22.92 - \$ 0.446 = \$ 23.36 = \$ 23.36/\text{K.}$$

GASTOS FIJOS.— Los gastos fijos son aquellos que no dependen de la cantidad de sulfanilamida producida, (no dependen de la cantidad de materia prima utilizada) por lo tanto serán los gastos correspondientes a los sueldos de las personas — que están directamente relacionados con la producción, la depreciación, el mantenimiento, las prestaciones los gastos — indirectos de fábrica, y las refacciones. A continuación se presenta una tabla en la cual se hace la estimación de los — gastos fijos:

Mano de Obra	Costo Mensual	Costo Anual
1 Supervisor Gral.	6,000.00	84,000.00
1 Ing. Químico	6,000.00	84,000.00
1 Ing. Mecánico	5,500.00	77,000.00
1 Ayud. Ing. Mec.	2,100.00	29,400.00
2 Ayud. Ing. Quím.	1,900.00	53,200.00
2 Laboratoristas	3,250.00	91,000.00
1 Analista	1,750.00	24,500.00
4 Operarios	1,800.00	100,800.00
Gastos Varios	4,200.00	58,800.00

Depreciación 10% Inv. Fija a 8 años	188,497.20
Mantenimiento 6% Inv. Fija	100,531.86
Prestaciones 5% Inv. Fija	83,726.55
Gastos indirectos de Fabrica 12% IP	201,063.72
Refacciones 4% de Inv. Fija	67,021.24

Costos fijos totales
1,243,590.57

Nota: Los costos anuales en cuanto a personal se refiere, se tomara de 14 meses, por vacaciones y gratificación.

La inversión Fija Inicial es de:

\$ 1,675,531.00

Este valor es la suma de los costos de los equinos, mas los costos del terreno y los edificios.

Con los valores de los costos fijos y los variables, podemos plantear una ecuación que nos relaciona los costos de producción en función de la sulfantilamida producida.

$$Y = 1,243,590.57 + 23.36 X \dots\dots\dots 1$$

En donde: Y = \$/año; X= \$/Kg elaborado en un año

La Sulfantilamida está cotizada en el mercado mexicano a un precio de \$ 35.17/Kg

Vamos hacer la consideración de que toda la sulfanilamida que se produce se vende, por lo tanto la ecuación de las ventas facturadas quedará:

$$V_f = 835.17 \cdot X \dots\dots\dots 2$$

En donde V_f son las ventas facturadas y la X la cantidad de Kg producidos en un año.

Por descuentos y comisiones en contratos tomaremos un factor de 0.03 y por concepto de impuestos por ingresos mercantiles otros 0.03 lo cual nos da un total de 0.06 y el factor de conversión de ventas facturadas a ventas netas será $(1.00 - 0.06) = 0.94$. La ecuación será:

$$V_n = 0.94 \cdot V_f \dots\dots\dots 3$$

En donde V_n son las ventas netas; V_f las ventas facturadas y el 0.94 el factor de conversión.

Sustituyendo la ecuación 2 en la 3:

$$V_n = 0.94 \cdot 835.17 \cdot X$$

$$V_n = 783.06 \cdot X$$

LOCALIZACION ANALITICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO.- Igualando las ecuaciones 1 y 2 tenemos:

$$33.06 X = 1,243,590.57 - 23.36 X$$

$$9.70 X = 1,243,590.57$$

$$X = \frac{1,243,590.57}{9.70} \quad 128,200 \text{ Kg}$$

Sustituyendo el valor de anterior en la ecuación 1:

$$Y = Y = 1,243,500.57 + 23.36 (128,200)$$

$$Y = 1,243,500.57 + 2,994,752.00$$

$$Y = 4,238,252.57$$

Estos valores nos indican que para que la planta ni gane ni pierda dinero, es necesario que se produzcan 128,200 Kg de Sulfanilamida y que esta producción sea vendida en su totalidad para que nos proporcione \$ 4,238,252.57

Con estos valores a simple vista el proyecto es incosteable, ya que para que la compañía ni gane ni pierda dinero es necesario que se produzcan 128,200 cuando la capacidad de la planta es de 125,000 Kg luego entonces hay que hacer modificaciones al proyecto para hacerlo costeable.

Una posible solución a nuestro problema sería el aumentar la capacidad de la planta, pero representaría un riesgo bastante alto, ya que no se tendría un mercado seguro.

Analizando el proyecto podemos observar que el valor de la acetanilida es el mas alto de todas las materia primas, gastandose en ella mas del 75% del costo total/Kg de la sulfanilamida. Por lo tanto la fabricación de la acetanilida en la propia planta podría constituir una solución.

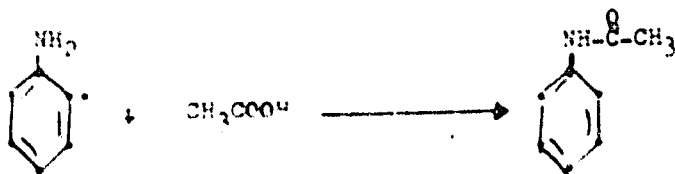
FABRICACION DE LA ACETANILIDA

La fabricación de la acetanilida se puede llevar a cabo de la siguiente manera:

Obtención en el laboratorio: En un frasco equipado con un condensador de aire para refluir, se colocan 5 gr. de anilina y 20 ml. de ácido acético, ajustar la flama de tal manera que el anillo de condensado se encuentre localizado 15 cm. abajo del borde del refrigerante, refluiese durante cuatro horas y agregue a la mezcla aún caliente de la reacción 200 ml. --- de agua fría. El rendimiento de esta reacción es 81%.

Obtención Industrial: La fabricación de la acetanilida la podemos efectuar en un reactor de acetilación, adicional a los dos ya existentes y que llamaremos A-3. Al agregar a la planta este reactor, la mano de obra empleada va a ser la misma pero los costos fijos aumentarán y tendremos que hacer modificaciones a las tablas anteriores.

Con el objeto de elevar el rendimiento a escala industrial de la reacción se utiliza una mezcla 50% en peso de anhídrido acético y ácido acético. La reacción que se efectúa es la siguiente:



Base de calculos: 360 K/día de acetanilida. (este valor fué cogido porque es la cantidad necesaria para producir los 420 K. de sulfanilamida diarios).

La producción será:

$$\frac{360}{115} = \text{K. mol de acetanilida al } 99\%$$

Calculo de la cantidad de acido acético requerida:

$$\frac{2.82}{0.91} = 3.1 \text{ K. mol de acido acético}$$

$$3.1 \cdot 60 = 186.0 \text{ Kg. de acido acético glacial/día}$$

Como se va a utilizar una mezcla 50% en peso de acido acético y anhídrido acético las cantidades reales serán las siguientes

$$93.0 \text{ Kg/día de acido acético glacial}$$

$$93.0 \text{ Kg/día de anhídrido acético al } 99\%$$

Calculo de la cantidad requerida de anilina por día:

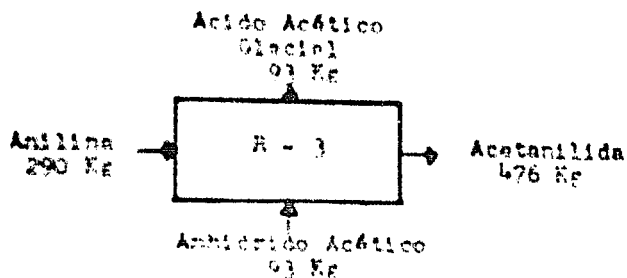
$$\frac{2.82}{0.91} = 3.1 \text{ K. mol de anilina } 100\%/día.$$

$$\frac{3.10}{0.995} = 3.125 \text{ K.mol de anilina al } 99.5\%$$

$$3.125 \cdot 93 = 290.1 \text{ Kg. de anilina al } 99.5\%/día.$$

Capacidad del reactor:

Tomando en cuenta posibles futuras ampliaciones será de 1000 litros.



La acetanilida de aquí obtenida es pasada por el filtro F-1 y de ahí al horno secador de donde recuperamos la acetanilida con una pureza de 99% .

Costo del reactor R-3:

Este reactor de acetilación con una capacidad de 1,000 lbs tiene un costo de 84,748.00 Pesos.

Costo del equipo calculado anteriormente	657,675.00
Costo del reactor R-3	84,748.00
	742,423.00
Mas un 32% por tuberías instrumentos y Seguro	237,575.00
	979,998.00
Edificios y Terreno	807,400.00
INVERSION FIJA TOTAL	1,787,398.00

La rentabilidad de la planta será calculada a partir de los siguientes pasos:

TABLA DE COSTOS DE PRODUCCION

Materias Primas	Consumo Diario Kg	Costo de MP \$/Kg	Costo Diario \$
Anilina	290.2	9.90	2,871.99
Acido Acético	93.0	4.70	437.10
Amidrido Acético	93.0	6.20	576.60
Acido Clorom-sulfónico 90%	472.0	3.63	1,370.46
Hidróxido de Amonio 40%	232.5	2.07	482.27
Acido Clorhídrico 32%	255.0	1.84	469.20
Hidróxido de Sodio 50%	61.0	0.75	45.00
			\$ 6,263.62

Como diariamente se produce 400.0 Kg

$$\frac{6,263.62}{400} = \$ 15.66/Kg$$

SERVICIOS (estimados)

Servicio	Costo	Consumo	Costo/día
Vapor	32.00/Ton	6 Ton.	192.00
Electricidad:	0.40 Kw-h	300 Kw-h	80.00
Agua de proce- so y Servicios	4.25/m ³	15 m ³	63.75
			\$ 335.75

El costo por Kg debido a los servicios será:

$$\frac{335.75}{4.00} = \$ 0.80/\text{Kg}$$

Los costos variables totales serán:

$$\$ 14.91 + \$ 0.80 = \$ 15.71/\text{Kg}$$

Los costos fijos solo serán alterados en los siguientes puntos:

Depreciación 10% Inv. Fija a 8 años	201,081.00
---	------------

Mantenimiento 6% Inv. Fija	121,243.88
-------------------------------	------------

Prestaciones 5% Inv. Fija	89,369.90
------------------------------	-----------

Gastos Indirectos de Fabrica 12% Inv. Fija	242,487.76
---	------------

Refacciones 4% Inv. Fija	71,495.92
	725,679.36

Gastos Fijos por concepto de Sueldos	602,700.00
	1,328,379.36

Gastos Fijos Totales:	1,328,379.36
-----------------------	--------------

Planteando de nueva cuenta nuestras ecuaciones:

$$Y = 1,328,379.36 + 15.71 X \dots\dots\dots 1$$

$$Vf = 35.17 \cdot X \dots\dots\dots 2$$

$$V_n = 0.9\% V_r$$

$$V_n = 35.17 \cdot 0.9\% = 33.06 \times \dots\dots\dots 3$$

Localización del punto de equilibrio.

$$33.06 X = 1,325,379.36 + 15.71 X$$

$$17.35 X = 1,325,379.36$$

$$X = \frac{1,325,379.36}{17.35} = 76,450 \text{ r.}$$

Sustituyendo este valor en la ecuación 1:

$$Y = 1,325,379.36 + 15.71 (76,450)$$

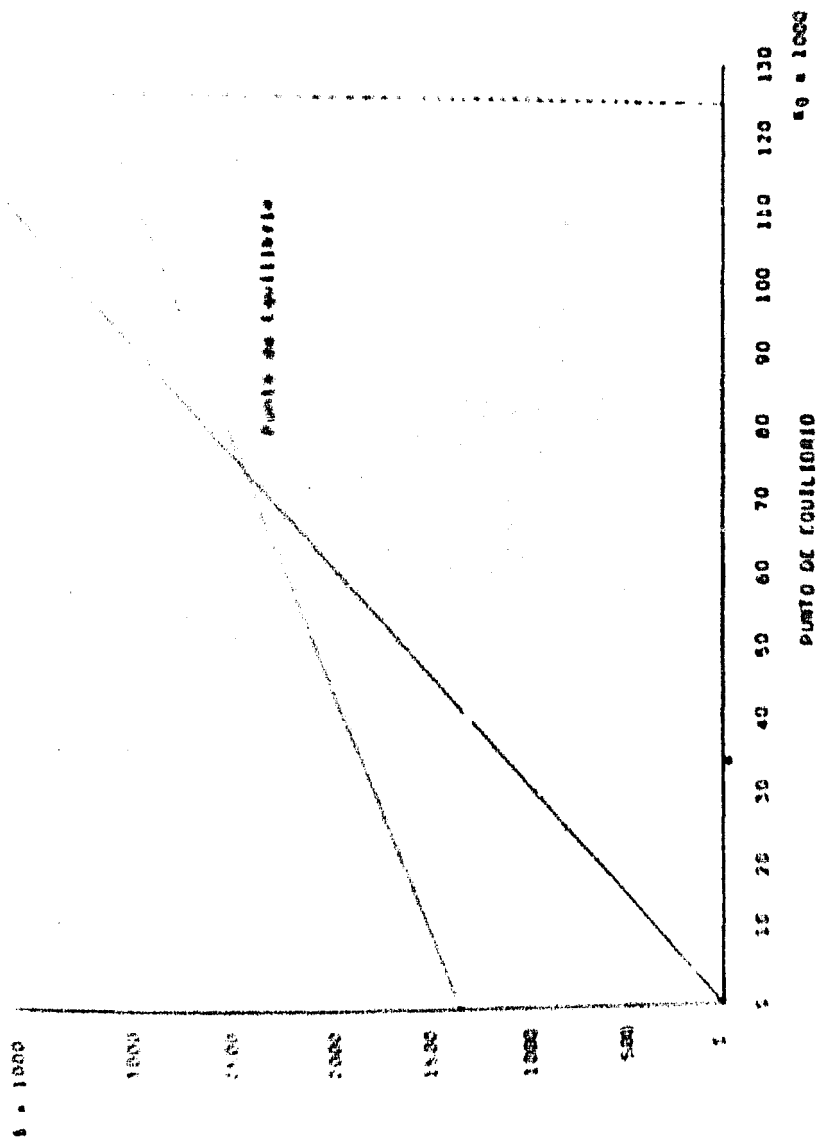
$$Y = 1,325,379.36 + 1,201,089.50$$

$$Y = 2,526,468.86 \text{ Pesos.}$$

Los valores de X y de Y; nos indican la cantidad de X_r y las ventas necesarias respectivamente para que la compra no ni gane ni pierda dinero.

Localización gráfica del punto de equilibrio:

Los valores de X y de Y pueden ser localizados gráficamente para lo cual se utilizan las ecuaciones 1 y 3 obteniendo la gráfica # 1 en donde el punto de equilibrio está representado por la intersección entre las dos rectas.



CALCULO DE LA UTILIDAD NETA

$$Un = Vn - \text{Costo de lo Vendido} - GAV - GF - \text{Imp.}$$

En donde Un es la utilidad Neta; GAV los gastos de administración y Ventas; GF los gastos financieros y Imp los impuestos.

Los Gastos de Administración y Ventas están distribuidos de la siguiente manera:

Personal a cargo de	Costo Mensual	Costo Anual
Gerencia	8,000.00	112,000.00
Subgerencia	5,500.00	77,000.00
3 Vendedores	3,500.00	147,000.00
Contabilidad	3,500.00	49,000.00
Ayud. Contador	3,500.00	28,000.00
2 Secretarias	1,500.00	42,000.00
Propaganda	5,000.00	60,000.00
Comisiones		0.04 X
TOTAL		0.04 X = 505,000.00

Hagamos la suposición de que la compañía para iniciar sus operaciones pedirá un préstamo bancario por \$ 1,200,000.00 cuyo pago lo hará de 120,000.00 anuales hasta cubrir la deuda total y los intereses del 10% anual.

Una vez operando la compañía haremos la suposición de que el primer año trabajará al 75% de su capacidad; el segundo al 90% y el tercero al 100%, que corresponden a 93,750 Kg 112,000 Kg y 125,000 Kg respectivamente.

Como los impuestos varían dependiendo de la utilidad, calcularemos el impuesto para cada una de las diferentes capacidades.

$$Un = Uai - Iro$$

En donde Un es la utilidad Neta; Uai la utilidad antes de impuestos; Iro es el impuesto.

$$Uai = 11.06X - (1,328,379.36 + 15.71X) - (405,000.00 + 0.04X) - 120,000.00$$

$$Uai = 17.31X + 1,953,379.36$$

Capacidad	Utilidad
75%	93,750
90%	112,500
100%	125,000

$$Uai_{75\%} = 1,622,812.51 - 1,953,379.36$$

$$Uai_{75\%} = - 230,566.85$$

Como se puede apreciar no hay utilidades para una capacidad del 75% por lo tanto, no hay Impuesto Sobre la Renta, y la utilidad neta será:

$$Un = \$ - 230,566.85$$

$$Uai_{90\%} = 1,947,375.00 - 1,953,379.36$$

$$Uai_{90\%} = \$ - 6,004.36$$

$$U_{100\%} = 2,143,750.00 - 1,953,379.36$$

$$U_{100\%} = \$ 190,370.64$$

Según el artículo 34 de la Ley General de Impuestos una - Utilidad de \$ 190,370.64 Paga 16,455.00 por los primeros \$ 100,000.00 y el 24% de la cantidad que exceda. Pero como los dos años anteriores han sido perdidas, la misma Ley establece que una compañía no pagará impuestos hasta que estén completamente saldadas sus perdidas, y estas exceden a los \$ 190,370.64 por lo tanto la utilidad neta para este año será:

$$Un = \$ 190,370.64$$

CALCULO DE LA RENTABILIDAD

La rentabilidad se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$R = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Inv. Fija} - \text{Cap de Trab.}} \cdot 100$$

Donde R es la rentabilidad expresada en %

Calculo del capital de Trabajo.

$$\text{Cap de Trab.} = \text{Inv. MP} + \text{Inv. PT} + \text{Inv. Ref.} + \text{CPC} - \text{CPP} + \text{Efec.}$$

En donde Inv. MP es el inventario de materia prima; Inv. PT es el inventario del producto terminado, Para estos dos se - tomará un mes de consumo y de ventas promedio.

Inv. Ref. - es el inventario de refacciones que será del 4% del costo del equipo.

CPC.- Son las cuentas por cobrar que serán de dos meses del valor del producto por su precio.

CPP.- Cuentas por pagar que será de dos meses del consumo - promedio de materia prima por su precio. Esta relación es negativo porque es dinero que se le debe a la compañía.

Efec.- Es el efectivo en la caja, que será de 12 días promedio de los gastos de la fábrica.

Calculos:

De la ecuación 1 tenemos:

$$Y = 1,328,379.36 + 15.71 X$$

$$\begin{array}{lcl} & \swarrow & 14.91 \text{ Materia Prima} \\ 15.71 X & & \\ & \searrow & 0.80 \text{ Servicios.} \end{array}$$

Inventario de Materia Prima:

$$\text{Inv MP} = \frac{14.91}{12} \cdot 1 = 1.24 X$$

Inventario de Producto Terminado:

$$\text{Inv. PT} = \frac{1,328,379.36 + 15.71 X}{12} \cdot 2$$

$$\text{Inv. PT} = 221,396.56 + 2.61 X$$

Inventario de Refacciones:

$$\text{Inv. Ref} = 0.04 (868,131.00) = \$ 34,725.24$$

Cuentas por Cobrar:

$$\text{CPC} = \frac{.35.12}{12} \cdot 2 = 5.85 X$$

Cuentas por Pagar:

$$\text{CPP} = \frac{14.91 X}{12} \cdot 2 = - 2.48 X$$

Efectivo:

$$\begin{aligned} \text{Efec} &= \frac{(\text{Cost de Prod} - \text{Deprec} + \text{GAV} + \text{GF})}{302} \cdot 10 \\ &= \frac{(1,328,329.36 + 15.71 X - 188,497.20 +}{302} \\ &\quad + 505,000.00 + 0.04 + 120,000.00) \cdot 10 \\ &= \frac{1,764,882.16 + 15.75X}{302} \cdot 10 \\ &= 58,439.98 + 0.52 X \end{aligned}$$

Por lo tanto el capital de trabajo nos queda:

$$\text{Capital de Trabajo} = 314,571.78 + 7.74 X$$

Finalmente la Rentabilidad sera:

$$R = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Inv. Fija + Cap. de Trabajo}} \cdot 100$$

$$R_{100\%} = \frac{\$ 190,370.64}{1,757,308.00 + 314,571.78 + 7,747} \cdot 100$$

$$R_{100\%} = \frac{\$ 190,370.64}{3,069,469.78} \cdot 100$$

$$R_{100\%} = 6.2 \%$$

CONCLUSIONES

Estudio de Mercado.- El estudio de mercado realizado en el presente trabajo no es lo suficientemente completo, como - para determinar la capacidad de la planta, basándose en -- los datos de Al obtenidos, por lo cual a nivel de proyecto se proponen las siguientes soluciones:

- 1.- Estudio directo en los diferentes posibles mercados de consumo.
- 2.- Investigación de mercado en centro y sudamérica.
- 3.- Investigación de los futuros proyectos y capacidades de fabricación de las sulfas en latinoamericana. rica.
- 4.- Investigación de nuevas aplicaciones de las sulfas

Investigación del Proceso.- Este capítulo nos muestra la - forma de elaborar cualquier tipo de sulfato a partir de la - acetanilida y la amina correspondiente, mostrándose los mecanismos de reacción.

Balace de Materiales.- A partir del balance de materiales se obtuvieron las diferentes cantidades de materias primas, que sirvieron de base para hacer el estudio económico y determinar las diferentes capacidades de los equipos.

Evaluación Económica.- De este capítulo se puede deducir -

lo siguiente:

- a).- El presente desarrollo demuestra que la rentabilidad del anteproyecto, resultaría arriesgada, de modo que la rentabilidad de la planta, es bastante baja, ya que incluyendo al mismo tiempo en cualquier tipo de honor o acciones de rentabilidad - fije, se obtendría desde el primer año una rentabilidad del 8%.
- b).- La rentabilidad de la planta se podría aumentar si aumentáramos la capacidad de la planta, y eso lo depende del estudio de mercado propuesto.
- c).- También podría aumentarse la rentabilidad de la planta si el costo adicional producido de las reacciones lo separáramos y lo volviéramos a usar en el proceso.
- d).- En este capítulo notamos que el costo de los equipos es bastante alto, por ser de acero inoxidable. Una posible solución a este problema lo constituiría, el hecho de adquirir equipos reconstruidos, con lo cual se abatiría el costo.

Como conclusión general se deduce que el presente trabajo debería considerarse, como proyecto de aplicación de alguna de las instituciones farmacéuticas ya establecidas, y no constituir la fundación de otra.

BIBLIOGRAFIA

Organic Experiments

Pleser L.F.

Cap 34 y 35

D.C. Heath and Company 1957

Boston

Boston Mass. U.S.A.

Synthetic Drugs

H. Ronald Flenck

Pag 278 a 303

Cleaver - Rine Press 1955

Química Farmaceutica

Quintino Mingos

Univ. de Sao Paulo Brasil

Edit. Melhoramentos 1967

Productos Químicos y Farmaceuticos

Francisco Giral

Pag 910 a 922

Editorial Atlante 1956

México

Anuario Estadístico de Comercio Exterior

Secretaría de Industria y Comercio

Años 1964; 1965; 1966; 1967.

México

Encyclopedia of Chemical Technology

Wiley & Sonnet

Vol. 12, Part, 271 a 285

1950

Medical Chemistry

Wiley & Sonnet

Part, 802 a 808

Interscience Publishers 1960

Química General

Dr. Enrique Gilver

Parte V, Part, 280 a 292

Science Publishers 1951.

Manual de Proyectos de Desarrollo

Wiley & Sonnet

Part, 10 a 20

1955
